

Πολυτεχνική Σχολή Πανεπιστημίου Θεσσαλίας  
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Μ.Π.Σ. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία  
Σεπτέμβριος 2015

**"Acqua Alta" \_ Βόλος 2100**

Λουίζα Παπαδημητρίου-Δούκα  
[υπό την επίβλεψη της Φοίβης Γιαννίση]

## **Περίληψη:**

Πολλοί άνθρωποι μπορεί να μην πιστεύουν ακόμη πως η κλιματική αλλαγή συμβαίνει και πως η στάθμη των ωκεανών ανεβαίνει, αλλά οι ενδείξεις είναι εδώ. Πόσο έτοιμες είναι οι παραθαλάσσιες κυρίως πόλεις, να δεχτούν μια τέτοια αλλαγή; Πόσο έτοιμη είναι η κοινωνία να δεχτεί πως κάτι τέτοιο πρόκειται να συμβεί και να προσπαθήσει να βρει τρόπους προσαρμογής; Μετά από μια ενδελεχή μελέτη του θέματος και των επιστημονικών απόψεων γύρω από αυτό τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη και τον υπόλοιπο κόσμο, η παρούσα εργασία αποτελεί μια απόπειρα διερεύνησης ενός τέτοιου μελλοντικού σεναρίου στον ελλαδικό χώρο και συγκεκριμένα στην πόλη του Βόλου. Πως μέσα από τον σχεδιασμό μπορεί μια παράκτια περιοχή να προσαρμοστεί στην αυξομείωση του επιπέδου της στάθμης της θάλασσας; Ποιες θα είναι οι συνέπειες (κοινωνικές, περιβαλλοντικές και οικονομικές); Πόσο θα αλλάξει η εικόνα της πόλης;

## **Στόχοι :**

Ο βασικός στόχος είναι να απαντηθούν τα προηγούμενα ερωτήματα καθώς και να γίνει απόπειρα οργάνωσης μιας στρατηγικής για την αποτροπή του κατακλυσμού της στεριάς από τη θάλασσα καθώς και η απόπειρα κατασκευής απεικονίσεων της πόλης την δεδομένη εκείνη στιγμή. Όλα αυτά στο ακραίο σενάριο κατά το οποίο η στάθμη της θάλασσας στον κόλπο του Βόλου ανέβει κατά 2 μέτρα περί το 2100 σύμφωνα με τις προβλέψεις των επιστημόνων.

Χρονική περίοδος : 2100

Τόπος : Βόλος

Ανοδος Στάθμης της Θάλασσας (Α.Σ.Θ.) : +2 μέτρα

## **Λέξεις κλειδιά :**

φαινόμενο του θερμοκηπίου, κλιματική αλλαγή, παγκόσμια υπερθέρμανση, άνοδος της στάθμης της θάλασσας, πλημμύρα, προσαρμογή, θαλάσσιο μέτωπο, παράκτιες πόλεις, συρρίκνωση, Ευρώπη, Βόλος

**Abstract :**

Most people do not believe yet that climate change is happening and that sea level is rising, but proof is here. How well prepared the coastal cities are to deal with a change like that? How well prepared the society is to admit that such thing is about to happen and to try to find out ways to adapt? After a research on the subject and its scientific reports about Greece, Europe and the entire world, the paper is an attempt to explore a future scenario of sea level rise in central Greece and specifically in the city of Volos. How the design can contribute to the adaptation to such a phenomenon? What would be the consequences (social, environmental and economic)? Would the image of the city change dramatically?

**Objectives :**

The ultimate aim is to give answers to the questions above and to find ways to prevent the sea from moving inland through design. The paper also attempts to create icons of future landscapes in the city of Volos when, according to scientific predictions, the sea level in the gulf of Pagasitikos will be rising about 2 meters.

Time : 2100

Place : Volos

Sea Level Rise : +2metres

**Key words :**

global warming, greenhouse effect, climate change, sea level rise, flooding, adaptation, waterfront, coastal cities, shrinking, Europe, Volos

## **Περιεχόμενα :**

### **Κεφάλαιο 1**

1. Τι είναι η κλιματική αλλαγή ;
- 1.1. Gaia hypothesis - James Lovelock
- 1.2. Η αντίθετη άποψη της επιστήμης
- 1.3. Κοινωνιολογική διάσταση & η χρονιά σηματοδότης [2005]

### **Κεφάλαιο 2**

2. Πως σχετίζεται η κλιματική αλλαγή με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας;
- 2.1. Στοιχεία και επιστημονικές προβλέψεις για τα επόμενα χρόνια σε παγκόσμιο επίπεδο
- 2.2. Προβλέψεις για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας στην Ελλάδα

### **Κεφάλαιο 3**

3. Η γεωγραφία του Βόλου
- 3.1. Ιστορικά στοιχεία για την στάθμη της θάλασσας στον Παγασητικό κόλπο
- 3.2. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας & οι συνήθεις ετήσιες μεταβολές της στον κόλπο του Βόλου

### **Κεφάλαιο 4**

4. Περιοχή μελέτης-Εργαλεία Σχεδιασμού

### **Κεφάλαιο 5**

- 5.Ορολογία

## **Βιβλιογραφία**

## **Παράρτημα**

## 1.Κλιματική αλλαγή :

Η μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και ειδικότερα οι μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτείνονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα.Τέτοιοι τύπου μεταβολές περιλαμβάνουν στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις ως προς τη μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότητά του, που εκτείνονται σε βάθος χρόνου δεκαετιών ή περισσότερων ακόμη ετών. Οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται σε φυσικές διαδικασίες, καθώς και σε ανθρώπινες δραστηριότητες με επιπτώσεις στο κλίμα, όπως η τροποποίηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας. Στη σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές (UNFCCC), η κλιματική αλλαγή ορίζεται ειδικότερα ως η μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες, διακρίνοντας τον όρο από την κλιματική μεταβλητότητα που έχει φυσικά αίτια.

### 1.1.Gaia iphotesis-James Lovelock

Στη δεκαετία του εβδομήντα, ένας Βρετανός βιολόγος εμφάνισε μια εναλλακτική θεωρία, η οποία, καθώς περνούσαν τα χρόνια, άρχισε να επιβεβαιώνεται από στοιχεία και ταυτόχρονα να γίνεται συνείδηση ολοένα περισσότερων ανθρώπων. Ο βιολόγος λεγόταν James Lovelock και στη θεωρία του έδωσε το όνομα της Γαίας, της μητέρας θεάς όλων των θεοτήτων της ελληνικής μυθολογίας. Σε ευθεία αντίθεση με την άποψη ότι η Γη είναι ένας νεκρός βράχος, πάνω στον οποίο ζουν διάφορα πλάσματα, ο Lovelock υποστήριξε ότι η Γη είναι ένας πλανήτης ζωντανός, με τον οποίο συμβιώνουν όλα τα υπόλοιπα είδη. Ακόμα περισσότερο, υποστήριξε ότι το έδαφος, το κλίμα και η ατμόσφαιρα της Γης είναι αυτά που είναι, εξ αιτίας της ύπαρξης της ζωής. Οι οργανισμοί που ζουν στον πλανήτη, ρυθμίζουν την ατμόσφαιρα και το κλίμα σύμφωνα με τις ανάγκες τους να επιβιώσουν και να αναπτυχθούν. Πρότεινε ότι αυτό δεν γίνεται συνειδητά εκ μέρους των οργανισμών αυτών, αλλά ότι η δράση τους μέσα σε ένα δισεκατομμύριο χρόνια έχει δημιουργήσει ένα είδος σταθεροποιητικού μηχανισμού που ρυθμίζει τις συνθήκες έτσι, ώστε να είναι ευνοϊκές για τη ζωή. Μπορούμε να φανταστούμε, κατ' αναλογία, τον τρόπο λειτουργίας του ανθρώπινου σώματος. Οι περισσότερες λειτουργίες του είναι ασυνείδητες, χαοτικές και ταυτόχρονα πολύ σταθερές. Η υπόθεση του Lovelock ως γνωστόν είχε διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του περιβαλλοντικού κινήματος με τον ίδιο να θεωρείται guru του κινήματος αυτού. Παραδέχτηκε στον τύπο πως ήταν "alarmist" σε ότι αφορούσε την κλιματική αλλαγή καθώς και άλλοι περιβαλλοντικοί σχολιαστές όπως ο Al Gore. Ο Lovelock, στο τελευταίο του βιβλίο, *The revenge of Gaia*, αναφέρει ότι η αλλαγή στο κλίμα εξακολουθεί να συμβαίνει αλλά όχι τόσο γρήγορα όσο φοβόταν.

## 1.2. Η αντίθετη άποψη της επιστήμης

Ο Πέτερ Λέμκε, διευθυντής του Ινστιτούτου Μετεωρολογίας Alfred – Wegener, αντιμετωπίζει με έντονο σκεπτικισμό τα παραπάνω ερευνητικά δεδομένα. «Για να κάνουμε ασφαλείς εκτιμήσεις θα πρέπει να αφορούν ένα βέθος τουλάχιστον 30 ετών . Η άνοδος της θερμοκρασίας του πλανήτη δεν παρουσιάζεται γραμμική. Τοπικές διακυμάνσεις και ακραία καιρικά φαινόμενα μπορούν να επηρεάσουν παροδικά τις μέσες θερμοκρασίες» , αναφέρει ο Λέμκε. Και συμπληρώνει : «Φυσικά και οι εκπομπές του CO2 έχουν επιπτώσεις στη διαμόρφωση των κλιματολογικών συνθηκών, ωστόσο δεν είναι ο μόνος παράγοντας που επιφέρει υπερθέρμανση στον πλανήτη. Έχει αποδειχθεί ήδη πως πάνω από τη μισή αύξηση της θερμοκρασίας τα τελευταία 40 χρόνια δεν οφείλεται στις εκπομπές αυτές, αλλά σε άλλα φυσικά φαινόμενα, που έχουν να κάνουν με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας και τις κυκλικές ταλαντώσεις των ωκεανών.»

Επιστημονικές οργανώσεις και γνωστοί κλιματολόγοι αντέδρασαν με επιστολές και άρθρα, υποστηρίζοντας ότι «πρόκειται για ένα συμπλήρωμα από μισές αλήθειες και ψέματα, με στόχο να παραπλανήσει». Σύντομα η αξιοπιστία του ντοκιμαντέρ άρχισε να κλονίζεται. Αποκαλύφθηκε κατ' αρχάς πως είχαν διαστρεβλωθεί οι απόψεις ενός συνεντευξιαζομένου, ενώ ο ίδιος ο Christensen υποστήριξε πως η εξάρτηση του κλίματος από τον Ηλιο δεν αποκλείει την πρόσθετη επιβάρυνση από τους ανθρωπογενείς ρύπους, κάτι που δεν τονίστηκε στην ταινία. Με την πάροδο του χρόνου, μερικά από τα στοιχεία του αποδυναμώθηκαν. Για παράδειγμα, νεότερα δεδομένα έδειξαν πως η θεωρία του Christensen δεν ισχύει από το 1985 και μετά. Επίσης, όπως δημοσιοποιήθηκε σε αμερικανικά μέσα ενημέρωσης (ABC News, Associated Press), ο Patrick Michaels είχε λάβει 100.000 δολάρια από ενεργειακή εταιρεία ορυκτών καυσίμων του Κολοράντο για τις έρευνές του, γεγονός που πλήττει την αξιοπιστία του. Τόσο ο John Cristy όσο και ο Richard Lindzen έχουν επίσης λάβει χρηματοδότηση από εταιρείες που σχετίζονται με την ενέργεια από ορυκτά καύσιμα, σύμφωνα με αποκαλύψεις της Greenpeace. Χαρακτηριστικά, η Exxon Mobil μεταξύ 1998-2008 ξόδεψε 23 εκατ. δολάρια, υποστηρίζοντας γκρουπ αρνητών της κλιματικής αλλαγής.

Το ντοκιμαντέρ που σόκαρε « Η μεγάλη απάτη της παγκόσμιας υπερθέρμανσης» («The Great Global Warming Swindle»), το οποίο πρωτοπροβλήθηκε το 2007 στο βρετανικό κανάλι Channel 4. Το ντοκιμαντέρ προξένησε σάλο, αφού στόχος του ήταν να «φέρει στο φως» τα δεκάδες επιστημονικά σφάλματα στην επιχειρηματολογία όσων μιλούν για την κλιματική αλλαγή που αποδίδεται στην ανθρώπινη δράση. Στην πρεμιέρα του στην Τσεχία, μάλιστα, ο πρόεδρος Vaclav Klaus το χαρακτήρισε «γροθιά στον ανορθολογισμό». Στο ντοκιμαντέρ αναφέρεται ότι τα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα (CO2) στην ατμόσφαιρα παρουσιάζουν συνεχή αύξηση από το 1940, ενώ την ίδια στιγμή η θερμοκρασία στην πραγματικότητα μειωνόταν μέχρι το 1975. Οι συμμετέχοντες επιστήμονες αναφέρουν ότι η συγκέντρωση του εν λόγω αερίου είναι ούτως ή άλλως

πολύ μικρή για να εξηγήσει την όποια θερμοκρασιακή άνοδο. Μάλιστα, ο Δανός φυσικός Friis-Christensen μιλώντας στο ντοκιμαντέρ, υποστηρίζει ότι το κλίμα του πλανήτη επηρεάζεται καταλυτικά από τις γαλαξιακές κοσμικές ακτίνες και τον Ήλιο. Παρουσίασε μάλιστα γράφημα το οποίο έδειχνε πως, για το διάστημα 1610-1985, οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις συνέπιπταν απόλυτα με τις μεταβολές στην ηλιακή δραστηριότητα και όχι με την αύξηση του CO2 στην ατμόσφαιρα.

### **1.3. Κοινωνιολογική διάσταση & η χρονιά σηματοδότης [2005]**

Το 2005, το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής που εν μέρει προκλήθηκε από την ανθρώπινη δραστηριότητα, ήρθε δραματικά κοντά τόσο στην ευαισθητοποίηση του κοινού όσο και στην παρούσα ή επικείμενη εμπειρία. Αποδείξεις και προειδοποιήσεις σχετικά με την κλιματική αλλαγή έβγαιναν καθημερινά στη δημοσιότητα. Ήδη είχαν κυκλοφορήσει αναφορές για την υπερθέρμανση του πλανήτη, τους ανεμοστρόβιλους, το λιώσιμο πάγων, τις πλημμύρες και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας που κατέστρεφαν ζωές και εξάπλωναν τροπικές ασθένειες πέρα από κάθε προηγούμενο, απειλώντας την επιβίωση πολλών ειδών και αποκαλύπτοντας την ανετοιμότητα ακόμη και των πιο δυνατών κρατών. Πολλά ενοχλητικά ευρήματα από έρευνες ετών εμφανίστηκαν σε επιστημονικά περιοδικά. Πολλοί ήταν οι κοινωνιολόγοι εκείνοι, που προτίμησαν να κοιτάξουν απ την άλλη, προκειμένου να αποφύγουν το να κρίνουν την εγκυρότητα των ισχυρισμών αυτών. Τα γεγονότα όμως του 2005 είχαν καθοριστική σημασία. Ενώ το 1995 ελάχιστοι επιστήμονες πίστευαν στην υπερθέρμανση του πλανήτη και τις συνέπειες της, το 2005 ελάχιστοι ήταν πλέον αυτοί που αμφέβαλαν. Το 2005 ξεκίνησε με την καταστροφή που προκάλεσε το τσουνάμι, το οποίο επέδειξε πόσο ευάλωτος είναι ο άνθρωπος μπροστά στη δύναμη της φύσης και αποτέλεσε την πρώτη μεγάλη απόδειξη ότι το κλίμα στον πλανήτη αλλάζει και οι συνέπειες αρχίζουν να φαίνονται. Αργότερα το 2005, πρωτοσέλιδο στην Guardian έγραφε: Climate Change Alarm as Siberian Permafrost Melts for First Time since Ice Age. Το 1991 ο Jeremy Leggett είχε προβλέψει για λιώσιμο της τούνδρας σαν μέρος ενός χειρίστου σεναρίου. Μέσα σε αυτή τη χρονιά λοιπόν οι αποδείξεις έρχονται να επαληθεύσουν τις προβλέψεις των επιστημόνων και οι κίνδυνοι που εμφανίζονται απαιτούν έναν γρήγορο επαναπροσανατολισμό της κοινωνίας σε όλες τις σηματικές της δραστηριότητες, υποδομές και αξίες. Ακόμη όμως η κοινωνιολογία συνεχίζει να είναι επιλήσμων αυτού του ελέφαντα μες το δωμάτιο.

Η σύγχρονη κοινωνία δεν σκέφτεται το μέλλον. Οι άνθρωποι εστιάζουν στην άμεση κατανάλωση και στην εφήμερη μόδα, οι πολιτικοί στις επόμενες εκλογές και αυτοί που κινούν τα νήματα της βιομηχανίας την επόμενη ετήσια αναφορά. Για να πάρουμε στα σοβαρά το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη θα πρέπει να θέσουμε τα ερωτήματα για μελλοντικές οδηγίες που οι περισσότεροι κοινωνιολόγοι θεωρούν πως έχουν αφήσει πίσω τους.

Όντας απασχολημένοι με τα κοινωνικά φαινόμενα είναι απρόθυμοι να ακούσουν τις φωνές των επιστημόνων και τις αναφορές τους σχετικά με έννοιες στις οποίες δεν αναγνωρίζουν κανένα κοινωνικό φαινόμενο. Αδυνατώντας να κρίνουν την εγκυρότητα των αποδείξεων και μη νιώθοντας άνετα με προβλέψεις και τελεολογίες, προτιμούν να αγνοήσουν τελείως το θέμα.

Για τους κλασσικούς (Marx, Weber, Durkheim) όπως και για τους περισσότερους κοινωνιολόγους έκτοτε, η φύση, για πρακτικούς λόγους, δεν αποτελούσε προβληματική, αλλά ένα σταθερό φόντο που γινόταν ολοένα και πιο κατανοητό και ελεγχόμενο από την επιστήμη και την τεχνολογία. Ο ρόλος της κοινωνιολογίας ήταν να μελετάει κοινωνικές διαδικασίες και αντιθέσεις ανεξάρτητα από τις φυσικές επιστήμες. Αυτή η απομόνωση της κοινωνίας από τη φύση αποτελούσε για χρόνια αντικείμενο διαμάχης μεταξύ των ρεαλιστών και των κοινωνικών κονστρουκτιβιστών. Από το 1970 και μετά οι περιβαλλοντικοί κοινωνιολόγοι προσπάθησαν να βρουν ένα συμβιβασμό ώστε να κάνουν τους υπόλοιπους να πάρουν στα σοβαρά τα ευρήματα των φυσικών επιστημών.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής πλέον φαίνονται στις ζωές μας και στις ζωές των παιδιών μας. Η αναγκαιότητα για θεραπευτική δράση μετριέται τώρα σε δεκαετίες και δεν γίνεται πλέον να αναβληθεί προς κάποιο αόριστο μέλλον.

Το γεγονός ότι οι θεωρητικοί του τέλους του 20ου αιώνα, από το Daniel Bell μέχρι τον Ulrich Beck, συνεχίζουν να βλέπουν τη φύση είτε ως άσχετη είτε ως κοινωνικά ελεγχόμενη ή και κατασκευασμένη, παίζει καθοριστικό ρόλο στις συζητήσεις γύρω από την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Έχει ήδη χαθεί πολύς χρόνος και ίσως και να είναι αργά πλέον για να αντιδράσουν οι περισσότεροι κοινωνιολόγοι. Όπως και να έχει, είναι σημαντικό η ειδικότητα σαν σύνολο να επαναπροσανατολιστεί και να ξεκινήσει να δίνει σημασία στις φυσικές επιστήμες και να σκέφτεται το μέλλον της ανθρωπότητας. Είναι ουσιώδης η συνεργασία κοινωνικής και φυσικής επιστήμης ώστε η δεύτερη να εισχωρήσει σε όλους τους κλάδους της πρώτης και να τους ενσωματώσει στην έρευνα της.



## **2.Πως σχετίζεται η κλιματική αλλαγή με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.**

Σήμερα είναι καθολικά αποδεκτό ότι η αύξηση των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα και των υπολοίπων αερίων του θερμοκηπίου έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη. Εκτιμάται ότι για την περίοδο 1906-2005, η μέση θερμοκρασία του πλανήτη αυξήθηκε κατά  $0,74 \pm 0,18$  °C. Η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί στην αλλαγή του κλίματος. Έχει ήδη διαφανεί μια αλλαγή στην κατανομή των βροχοπτώσεων που φαίνεται να αυξάνονται σε γεωγραφικά πλάτη  $>30$ ο βόρεια ενώ ελαττώνονται στους τροπικούς. Επίσης διαφαίνεται μια αύξηση στην συχνότητα των έντονων καιρικών φαινομένων (έντονα επεισόδια βροχόπτωσης σε πολλές περιοχές αλλά και ανομβρίας, κυρίως στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές). Η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί στο λιώσιμο των πάγων και την διαστολή των νερών των ωκεανών και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Εκτιμάται ότι τον τελευταίο αιώνα, η στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί κατά 12-22 cm. Τα φαινόμενα αυτά επηρεάζουν συνολικά την ζωή στον πλανήτη. Εάν η άνοδος της στάθμης της θάλασσας συνεχιστεί τότε πολλές παράκτιες πυκνοκατοικημένες περιοχές θα πλημμυρίσουν. Οι περιοχές που είναι περισσότερο ευπαθείς στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και θα πληγούν σημαντικά από μια άνοδο της τάξης του ενός μέτρου περιλαμβάνουν τα δέλτα των ποταμών (πχ η περιοχή του Μπαγκλαντές), χώρες όπως η Ολλανδία που το ένα τέταρτο του εδάφους της βρίσκεται στο επίπεδο της θάλασσας ή κάτω από αυτό όπως επίσης και μικρές νησιωτικές χώρες στον Ειρηνικό και Ινδικό ωκεανό όπως για παράδειγμα το Τουβαλού και οι Μαλδίβες. Επίσης η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα πλήξει τους υγροβιότοπους και τα μαγκρόβια δάση που είναι παράκτια οικοσυστήματα με πολλαπλή λειτουργικότητα: Παρέχουν ενδιαίτημα σε μεγάλη ποικιλία θαλάσσιων οργανισμών και επιπλέον εμποδίζουν την διάβρωση του εδάφους.

## 2.1. Στοιχεία και επιστημονικές προβλέψεις για τα επόμενα χρόνια σε παγκόσμιο επίπεδο

Στον αιώνα που πέρασε, το παγκόσμιο επίπεδο της θάλασσας έχει ανέβει από 10 έως 20 cm. Παρά το ότι τα τελευταία χρόνια η θερμοκρασία του πλανήτη ανήλθε κατά 0,6ο C και η συγκέντρωση CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί κατά 30%, φαίνεται πως δεν έχει συμβεί καμία δραματική επιτάχυνση στην άνοδο της Μ.Σ.Θ. Όμως, μέχρι τα έτη 2025 - 2030, η στάθμη της θάλασσας αναμένεται να ανέβει 2 με 3 φορές γρηγορότερα από ότι στο παρελθόν, σε άμεση ανταπόκριση στο διπλασιασμό των ποσοτήτων CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Η αναμενόμενη άνοδος της Μ.Σ.Θ. σύμφωνα με την IPCC ενδέχεται να είναι της τάξης του ενός μέτρου και θα συμβεί σταδιακά μέσα στα επόμενα 100 χρόνια. Βάσει των προβλέψεων για το κλίμα και των σεναρίων εκπομπής, η IPCC έχει υπολογίσει το μέγεθος της μελλοντικής αλλαγής της στάθμης της θάλασσας για την περίοδο 1990-2100, ως αποτέλεσμα της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Για μια άνοδο της θερμοκρασίας 1,5-4,5° C τα μοντέλα υπολογίζουν μια παγκόσμια μέση άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά 13-94 cm την περίοδο 1990-2100.

Οι αλλαγές στη μελλοντική στάθμη της θάλασσας δεν θα είναι ομοιόμορφες σε όλο το κόσμο. Το αποτέλεσμα στις θάλασσες διαφόρων περιοχών μπορεί να είναι πολύ διαφορετικό και θα εξαρτηθεί από τους τοπικούς παράγοντες. Τα τοπικά χαρακτηριστικά κλίματος, όπως οι διαφορές θερμοκρασίας, ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, ανέμων και πίεσης, καθώς επίσης και αλλαγές στην ωκεάνια κυκλοφορία και πυκνότητα νερού θα είναι σημαντικά για τις μεταβολές της στάθμης της θάλασσας. Άλλοι σημαντικοί παράγοντες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την τοπική άνοδο της στάθμης της θάλασσας είναι οι μετακινήσεις εδάφους που προκαλούνται από φυσικές και ανθρωπογενείς αιτίες, όπως οι τεκτονικές μετακινήσεις, η καθίζηση, η φυσική άνοδος, η διάβρωση ή μείωση των ιζημάτων.

Η IPCC στην έκθεσή της (εικ.1) χαρακτηρίζει την υπερθέρμανση αδιαμφισβήτητη με βάση τις κλιματικές μεταβολές που έχουν μελετηθεί, θεωρεί ως «εξαιρετικά πιθανή» αιτία της την ανθρώπινη επέμβαση και χαρακτηρίζει «σαφή» και αυξημένη από την προηγούμενη έκθεση την ανθρώπινη επίδραση στο κλιματικό σύστημα και στον κύκλο υδάτων. Ως αποτέλεσμα: «Η ατμόσφαιρα και οι ωκεανοί έχουν θερμανθεί, οι ποσότητες χιονιού και πάγων έχουν ελαττωθεί, η στάθμη της θάλασσας έχει ανέλθει και οι συγκεντρώσεις αερίων θερμοκηπίου έχουν αυξηθεί». Για τον άνθρακα και τα βιοχημικά αέρια σημειώνει: «Οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου και υποξειδίου του αζώτου έχουν αυξηθεί σε πρωτοφανή επίπεδα στα τελευταία 800.000 χρόνια. Οι συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> έχουν αυξηθεί κατά 40% από την προβιομηχανική εποχή, πρωτίστως από τις εκπομπές των ορυκτών καυσίμων και δευτερευόντως από τις εκπομπές χρήσης της γης. Οι ωκεανοί έχουν απορροφήσει το 30% των ανθρωπογενών εκπομπών CO<sub>2</sub>, με αποτέλεσμα την οξίνιση των υδάτων τους».

Για την αναστρεψιμότητα των φαινομένων καταλήγει στο δυσοίωνα συμπέρασμα ότι οι σωρευτικές εκπομπές θα καθορίσουν την μέση παγκόσμια θέρμανση μέχρι ή και μετά το τέλος του 21ου αιώνα, ενώ η διατήρηση των εκδηλώσεών της ακόμα και αν οι εκπομπές μηδενιστούν σημαίνει «αισθητή μακράιωνη δέσμευση στην κλιματική αλλαγή που δημιουργήθηκε από το παρελθόν, το παρόν και το μέλλον των εκπομπών CO<sub>2</sub>».

## **2.2 Προβλέψεις για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας στην Ελλάδα**

Η μελέτη της μεταβολής της στάθμης της θάλασσας στην Μεσόγειο ευνοείται από: α) το μικρό εύρος παλίρροιας το οποίο καθιστά τις ενόργανες μετρήσεις περίπου αντίστοιχες με την μέση τιμή στάθμης της θάλασσας, και β) την πληθώρα γεωλογικών και αρχαιολογικών δεδομένων που βοηθούν στην μελέτη της θαλάσσιας παλαιοστάθμης. Η διακύμανση του γεωειδούς (συνάρτηση της ανισοκατανομής της γήινης μάζας) στην Ανατολική Μεσόγειο μεταξύ του ΒΔ Ιονίου (Κέρκυρα) και ΝΑ Αιγαίου (Ρόδος) είναι της τάξης των 20 μέτρων (Limpach et al., 2006) (εικ.2+3). Παράλληλα όμως δυσχεραίνεται από την έντονη ενεργό τεκτονική, η οποία διαφοροποιείται χωρικά και επομένως η διάκριση και η ποσοτικοποίηση των αιτιών της σχετικής μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης μεταξύ του ευστατισμού και της τεκτονικής είναι μια από τις συνήθεις δυσκολίες στην μελέτη της παλαιοστάθμης ειδικά στην Ελλάδα, μια χώρα γνωστή για την έντονη επίδραση της ενεργού τεκτονικής, παρατηρούνται τοπικές συνθήκες ανύψωσης-βύθισης λόγω τεκτονισμού σε συγκεκριμένα ρηξιτεμάχη-περιοχές. Στους μεγάλους σεισμούς έχουμε συν/πλην ένα μέτρο κατακόρυφες κινήσεις, οι οποίες φυσικά παρατηρούνται και στις ακτές π.χ. σεισμοί Περαιώνας 1981, Κοζάνης 1995, κτλ. Επομένως, κατά τις εκτιμήσεις μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή διότι η ευστατική μεταβολή μπορεί να υπερκαλύπτεται από την τεκτονική μεταβολή. Αυτό παρατηρείται κυρίως στο μέτωπο του τόξου στο Ιόνιο, την Κρήτη, τα Δωδεκάνησα και λιγότερο στο Βόρειο Αιγαίο. Είναι γνωστό ότι σε περιοχές εκβολών μεγάλων ποταμών δημιουργούνται δέλτα, τα οποία προωθούνται προς την θάλασσα και σταδιακά τροποποιούν την υφιστάμενη παράκτια ζώνη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το δέλτα του Σπερχειού, το οποίο από την εποχή της μάχης των Θερμοπυλών μέχρι σήμερα προσαύξησε την παράκτια ζώνη του Μαλλιακού Κόλπου κατά 2-3 χιλιόμετρα.

Οι επιπτώσεις της άνοδου της θαλάσσιας στάθμης καθορίζονται από την συνολική επιφάνεια των παράκτιων περιοχών που κατακλύζονται, πλήττοντας έτσι παραλίες τουριστικής χρήσης, κατοικίες, οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα, εκτάσεις φυτικής και ζωικής παραγωγής (φυσικής ή ανθρωπογενούς φύσεως), ιχθυοκαλλιέργειες, κτλ. Μια εκτίμηση της υπό διάβρωση ακτογραμμής και των υπό απειλή παράκτιων οικοσυστημάτων κατά την άνοδο της στάθμης της θάλασσας φαίνεται στον χάρτη της (εικ.4). Είναι χαρακτηριστικό ότι από τις τέσσερις περιοχές της Ελλάδας, η Κρήτη εμφανίζει ένα συντριπτικό ποσοστό του μήκους της ακτογραμμής της να κινδυνεύει από διάβρωση κάτι το οποίο μπορεί να αποδίδεται στον σχετικά μεγάλο ρυθμό ανύψωσης που υπόκειται.

Η ελληνική παράκτια ζώνη είναι η μεγαλύτερη ανάμεσα σ' εκείνες των ευρωπαϊκών χωρών, με το συνολικό της μήκος να ισούται περίπου με 16.200 χλμ., ενώ 12 από τις 13 περιφέρειές της είναι παράκτιες. Επιπρόσθετα, η παράκτια ζώνη έχει ιδιαίτερη σημασία για την ελληνική οικονομία, καθώς πολλές από τις παραγωγικές δραστηριότητες που συνεισφέρουν σημαντικά στην αύξηση του ΑΕΠ υλοποιούνται εκεί. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι μόνο ο παράκτιος τουρισμός συνεισφέρει κατά 15-18% στο ΑΕΠ. Το σύνολο, όμως, των παράκτιων αγαθών και υπηρεσιών βρίσκεται σε έναν διαρκή κίνδυνο, κυρίως τα τελευταία χρόνια, ενώ και οι προβλέψεις δεν είναι ιδιαίτερα ευόλινες. Οι απειλές για το ελληνικό παράκτιο και θαλάσσιο περιβάλλον προέρχονται είτε από φυσικούς κινδύνους (π.χ. διάβρωση) είτε, κυρίως, από ανθρωπογενείς επιδράσεις (π.χ. υπερεκμετάλλευση φυσικών πόρων, αστικοποίηση, ρύπανση, ευτροφισμό κ.ά.). Το σημαντικότερο πρόβλημα της παράκτιας ζώνης είναι ο υψηλός ρυθμός διάβρωσης της ακτογραμμής. Επιπρόσθετα, η κλιματική αλλαγή έρχεται να οξύνει τις μέχρι τώρα πιέσεις, στο βαθμό που μια από τις πλέον βέβαιες επιπτώσεις της είναι η μέση παγκόσμια άνοδος της στάθμης της θάλασσας (εικ.5+πινακας). Η διάβρωση των παράκτιων εδαφών αναμένεται να ενταθεί στο προσεχές μέλλον, τόσο λόγω της προβλεπόμενης ανόδου της μέσης θαλάσσιας στάθμης και της επιδείνωσης των ακραίων κυματικών φαινομένων, όσο και λόγω μεταβολών στην ένταση και το ρυθμό των βροχοπτώσεων και της κατασκευής ποτάμιων διαχειριστικών έργων. Ακόμη και αν οι δραστηκές πολιτικές μετριασμού παγκοσμίως κατορθώσουν, με σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, να σταθεροποιήσουν το κλίμα, η ΑΣΘ και τα συνοδά φαινόμενα παράκτιας διάβρωσης και θυελλογενών μεταωρολογικών παλιρροιών θα συνεχίσουν, όπως γνωρίζουμε εδώ και 20 έτη περίπου, να υφίστανται για αιώνες.

Τις οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής υπολόγισε μελέτη, που εκπονήθηκε με πρωτοβουλία του Διοικητή της Τράπεζας της Ελλάδος, Γεωργίου Α. Προβόπουλου, από επιτροπή διακεκριμένων επιστημόνων, που συστάθηκε το 2009. Μετά από μελέτες και έρευνες 26 μηνών, η Επιτροπή (ΕΜΕΚΑ) ολοκλήρωσε την πρώτη φάση εργασιών και σε έκθεση που δημοσιεύτηκε τον Ιούνιο του 2011, αποτίμησε το κόστος της κλιματικής αλλαγής για την ελληνική οικονομία, το κόστος της τυχόν αδράνειας καθώς και το κόστος των μέτρων άμβλυνσης των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής τα οποία θα ληφθούν στο πλαίσιο των σχετικών πολιτικών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το κόστος των επιπτώσεων της μακροχρόνιας ΑΣΘ ισούται σε παρούσες αξίες με €145 δισεκατ. για τιμή επιτοκίου προεξόφλησης 1% και με €25 δισεκατ. για τιμή επιτοκίου προεξόφλησης 3%, για την περίπτωση όπου η ΑΣΘ είναι ίση με 0,5 μ. Οι αντίστοιχες ζημιές για ΑΣΘ ίση με 1 μ. ισούνται με €265 δισεκατ., για τιμή επιτοκίου προεξόφλησης 1% και με 45 δισεκατ. € για τιμή επιτοκίου προεξόφλησης 3%.

Κόστος εκατοντάδων δισεκατομμυρίων ευρώ υπολογίζεται ότι θα έχει τυχόν μακροχρόνια (2100) άνοδος της στάθμης της θάλασσας κατά 1 μέτρο στην ελληνική παράκτια ζώνη, χωρίς να συνυπολογίζονται οι πρόσθετες οικονομικές απώλειες από τη “βύθιση” αισθητικών/ψυχαγωγικών και πολιτιστικών/πνευματικών αξιών. Οι επιπτώσεις του φαινομένου στις παράκτιες περιοχές της Ελλάδας, τόσο με τη μορφή της σταδιακής ανόδου της στάθμης της θάλασσας (ΑΣΘ) όσο και με εκείνη των θυελλογενών μετεωρολογικών παλιρροιών και των κυματικών καταγιγίδων, αναμένεται να είναι ιδιαίτερα σημαντικές στη χώρα μας στις επόμενες δεκαετίες. Το συνολικό μήκος ελληνικής ακτογραμμής που αντιστοιχεί σε παράκτιες περιοχές μέτριας έως υψηλής τρωτότητας στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης είναι 3.360 χλμ., δηλαδή στο 21% του συνόλου!

Οι απειλές για το ελληνικό παράκτιο και θαλάσσιο περιβάλλον προέρχονται είτε από φυσικούς κινδύνους (π.χ. διάβρωση) είτε, κυρίως, από ανθρωπογενείς επιδράσεις (π.χ. υπερεκμετάλλευση φυσικών πόρων, αστικοποίηση, ρύπανση, ευτροφισμός, εισβολή αλλόχθονων ειδών κ.ά.). Το σημαντικότερο πρόβλημα της παράκτιας ζώνης είναι ο υψηλός ρυθμός διάβρωσης της ακτογραμμής. Πάνω από το 20% της συνολικής ακτογραμμής (EUROSION, 2004) απειλείται, κατατάσσοντας την Ελλάδα 4η χώρα ως προς την παράκτια τρωτότητα μεταξύ των 22 παράκτιων κρατών-μελών της ΕΕ.

Οι σημαντικότερες αιτίες για την αυξημένη διάβρωση είναι οι ιδιαίτερα ισχυροί άνεμοι και οι θυελλογενείς κυματισμοί στο Αιγαίο Πέλαγος, η τρωτότητα που προκαλείται στις ακτές από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (π.χ. φράγματα που μειώνουν τη στερεοπαροχή (Llasat et al., 2010), αλλά και το γεωμορφολογικό υπόστρωμα της ακτογραμμής: τα 2.400 χλμ. (15% της συνολικής ακτογραμμής) αντιστοιχούν στα νεογενή μαλακά ιζήματα, ενώ 960 χλμ. (6% της συνολικής ακτογραμμής) αντιστοιχούν στις παράκτιες δελταϊκές περιοχές. Παρά τους υπαρκτούς κινδύνους, μέχρι σήμερα δεν έχει αναληφθεί στην Ελλάδα συντονισμένη προσπάθεια μακροχρόνιας αποτίμησης των επιπτώσεων της ΑΣΘ, ούτε υπάρχει σχεδιασμός υιοθέτησης κατάλληλων πολιτικών προσαρμογής, όπως επισημαίνεται και στην τελευταία εθνική έκθεση που υποβάλλεται στην UNFCCC σχετικά με την κλιματική αλλαγή (Hellenic Republic, 2006). Κι όμως, η άμεση υιοθέτηση και εφαρμογή ενός εθνικού σχεδίου προσαρμογής είναι απαραίτητη για τη μείωση των επιπτώσεων της ΑΣΘ. Σύμφωνα με τους μελετητές, οι βασικοί πυλώνες ενός τέτοιου σχεδίου είναι αρχικά η κατάρτιση ακτολογίου και αφετέρου ο καθορισμός ζωνών επικινδυνότητας, αναλόγως με το χαρακτήρα κάθε παράκτιας περιοχής για την υλοποίηση είτε σκληρών είτε ήπιων τεχνικών παρεμβάσεων, η επιλογή και επιτυχής εκτέλεση των απαιτούμενων έργων, καθώς και η θέσπιση μηχανισμού συνεχούς παρακολούθησης των παράκτιων περιοχών. Η εκτίμηση της σοβαρότητας των επιπτώσεων της ανόδου της στάθμης της θάλασσας στις παράκτιες περιοχές περιβάλλεται από αβεβαιότητα η οποία αφορά κυρίως το εύρος ανόδου της στάθμης της θάλασσας, το οποίο κυμαίνεται μεταξύ 0,2 και 2 μέτρων.

### **3. Η γεωγραφία του Βόλου**

Ο Βόλος είναι πόλη της Θεσσαλίας, χτισμένη στον μυχό του Παγασητικού κόλπου, κοντά στην θέση της αρχαίας Ιωλκού στους πρόποδες του Πηλίου. Αποτελεί την πρωτεύουσα του Νομού Μαγνησίας και τοποθετείται γεωγραφικά στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας, και ειδικότερα στο πεδινό τμήμα του νομού. Σε τοπικό επίπεδο, το Π.Σ. Βόλου βρίσκεται στο μυχό του Παγασητικού κόλπου, σε μικρή απόσταση από τον κύριο οδικό άξονα της χώρας (ΠΑΘΕ) με τον οποίο συνδέεται σε δύο σημεία, στις Μικροθήβες και στο Βελεσίνο και σε απόσταση 330 χλμ. από την πρωτεύουσα Αθήνα και 214 χλμ. από τη συμπρωτεύουσα Θεσσαλονίκη. Η περιοχή που καταλαμβάνει ο οικιστικός ιστός περιβάλλεται βορειοανατολικά από τον ορεινό όγκο του Πηλίου, νότια από το υγρό στοιχείο της θάλασσας και δυτικά από τις πεδινές εκτάσεις της Θεσσαλίας. Είναι κτισμένη με μέτωπο κυρίως στον Παγασητικό κόλπο και εκτείνεται ως τις παρυφές του Πηλίου. Το κλίμα της περιοχής του Βόλου έχει τα χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος των παραθαλασίων περιοχών της Θεσσαλίας με ετήσιες διαφορές μεταξύ μεγίστης και ελαχίστης θερμοκρασίας άνω των 20 βαθμών Κελσίου. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 16,4 βαθμοί Κελσίου. Ο μέσος όρος υψηλής θερμοκρασίας ετησίως είναι 21,2 βαθμοί Κελσίου, ενώ ο μέσος όρος χαμηλής θερμοκρασίας ετησίως είναι 11,9 βαθμοί Κελσίου.

#### **3.1. Ιστορικά στοιχεία για την στάθμη της θάλασσας στον Παγασητικό κόλπο**

Στον Παγασητικό κόλπο εξελίσσεται ένα σημαντικό τμήμα της ιστορίας και της μυθολογίας του αρχαίου ελληνικού κόσμου. Οι παλαιοκλιματικές και γεωπεριβαλλοντικές μεταβολές που έχουν συμβεί σ' ολόκληρο τον αιγαιακό και πελαγονικό κόσμο επηρέασαν και τον Παγασητικό κόλπο. Τα τελευταία 18000 χρόνια, δηλαδή αμέσως μετά το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου, οι κλιματικές αλλαγές που σημειώθηκαν και που συνδέονται με αύξηση της θερμοκρασίας και επακόλουθο την τήξη των παγετώνων, είχε σαν αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης της θάλασσας της τάξης των 125 μέτρων τουλάχιστον. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας είχε σαν αποτέλεσμα σημαντικές αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον και κυρίως στη διαμόρφωση των ακτογραμμών και των παράκτιων περιοχών. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας είχε σαν αποτέλεσμα την κατάκλυση υδρολογικών λεκανών με αλλαγή της φυσικογεωγραφικής τους λειτουργίας με την μετατροπή τους αρχικά σε λίμνες και στη συνέχεια σε πυθμένα όρμων ή κόλπων.

Ο προϊστορικός άνθρωπος που έγινε μάρτυρας των συγκλονιστικών αυτών αλλαγών στο περιβάλλον του, τις απόδωσε σε διάφορους θεούς άλλοτε καταστρεπτικούς και άλλοτε σε θεούς προστάτες. Όλα αυτά παρακολουθούνται στους διάφορους μύθους της ελληνικής μυθολογίας.

Κατά τη διάρκεια της τελευταίας παγετώδους περιόδου (Βούρμι-ας) , όταν η στάθμη της θάλασσας βρισκόταν πολλές δεκάδες μέτρα κάτω από τη σημερινή (εικ.5), πολλοί ημίκλειστοι κόλποι είχαν αποκοπεί από τη θάλασσα και λειτουργούσαν σαν παλαιολίμνες με βάθη που κυμαίνονταν από μερικές δεκάδες μέτρα σε πάνω από 300m. Μέσα σε αυτούς ήταν και ο Παγασητικός κόλπος. Το κατώτερο επίπεδο της στάθμης της θάλασσας (-120 m) υπολογίζεται χρονικά στα 21500 cal yr BP και τότε η μορφολογία των παράκτιων περιοχών του Ελληνικού χώρου ήταν πολύ διαφορετική από τη σημερινή.

Ένα επίσης ιστορικό στοιχείο που μας δίνει πληροφορίες για τον Παγασητικό κόλπο και για την στάθμη αλλά και τα όρια της θάλασσας είναι πως κατά την Αρχαιότητα ο σημερινός αρχαιολογικός χώρος του Διμηνίου ήταν παραθαλάσσιος . Το Διμήνι είναι ένας χαμηλός λόφος, 25 μέτρα ψηλότερα από τη θάλασσα, στις ΒΑ παρυφές του σημερινού χωριού Διμήνι. Από το Βόλο βρίσκεται 5 χλμ μακριά. Από τη θάλασσα σήμερα απέχει πάνω κάτω 4 χλμ, στα χρόνια όμως της νεολιθικής περιόδου η θάλασσα θα πρέπει να προχωρούσε πιο μέσα κι έτσι το Διμήνι θα ήταν πολύ κοντά σε αυτή.

### **3.2. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας & οι συνήθεις ετήσιες μεταβολές της στον κόλπο του Βόλου**

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας στον κόλπο του Βόλου αναμένεται στο χειρότερο σενάριο να φτάσει τα 2 μέτρα. Στον κόλπο του Βόλου δεν παρατηρείται έντονη μεταβολή στη στάθμη της θάλασσας παρά μόνο της τάξεως του 0,5 μέτρου όταν φυσάει νοτιάς, άνεμος στον οποίο ο κόλπος είναι εκτεθειμένος.

#### 4. Περιοχή μελέτης

Από το βιβλίο του Περικλή Αποστολίδη "Αι Παγασαί εξεταζόμεναι δια των αιώνων", 1912, διαβάζουμε για "τον καλαμώννα των αναβρυόντων υποθαλασσίων πηγών των καλουμένων Μπουρμπουλήθρα". Ο Τσοποτός στην Ιστορία του Βόλου" αναφέρει ότι η περιοχή ίσως καλούνταν Ναραϊδά (με ηχητική αναφορά στο "νεράιδα") στο 13ο αιώνα αναφέροντας ένα αργυρόβουλο του 1266, και λέει ότι τα νερά της Μπουρμπουλήθρας "και νυν εισί γ λ υ φ ά, (ελαφρώς υφάλμυρα)". Επίσης συμειώνει την εξής αναφορά "και των θερμών δ'εκ φύσεως υδάτων, ένια γλυκά εστίν, ώ τα εν Αυγαίς της Κιλικίας και π ε ρ ί Π α γ α σ ά ς τα τ' εν τη Τρωϊκή Λαρίση" του Ερμίππου αλλά την χαρακτηρίζει ως σύμπτωση ή ανακρίβεια. Τέλος σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι τις πηγές της Μπουρμπουλήθρας εξέτασε και ο αγαπητός στον Βόλο γερμανός πρόξενος Σέφελ σε μία μελέτη που έστειλε στο Νικόλαο Γιανακόπουλο στα 1931, όπου έλεγε ότι αποτελούν μεγάλη ποσότητα γλυκού νερού, έτσι ώστε σχηματίζονται κάτι σαν πλωτός ποταμός στην επιφάνεια της θαλάσσης (σχεδόν για 500 μέτρα). Υπολόγισε δε την ταχύτητα του ρεύματος και την ποσότητα ροής των υδάτων σε κυβικά και έδωσε εντολή να γίνει χημική ανάλυση για την ποιότητα του νερού. Έγραψε δε ότι "Η ποσότης του ύδατος είναι επαρκής για να εφοδιάση αφθόνως την πόλιν του Βόλου με όλην την πεδιάδα αυτού με πόσιμον, αρδευτικόν και ωφέλιμον δι' άλλους βιομηχανικούς σκοπούς ύδωρ" και έκανε την υπόθεση ότι ο θαλάσσιος ούτος ποταμός θα είναι εκροαί της λίμνης Κάρλας" (πηγή: Δ. Μπενέκος "Ο Γερμανός πρόξενος στον Βόλο, Ελμουτ Σέφελ. Ένας αληθινός θρύλος", Δήμος Βόλου, Νοε. 2012). Οι παρεμβάσεις που έχει υποστεί η περιοχή μελέτης τριγύρω, συρρικνώνουν χρόνο με το χρόνο τον υδροβιότοπο και τα όρια του είναι ασαφή. Το κομμάτι γης πίσω από τα κτήρια των παλιών σφαγείων κι ανάμεσα από τον χείμαρρο Ξηριά και τον υδροβιότοπο, ασφαλτοστρώθηκε για να χρησιμοποιηθεί ως χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων και λεωφορείων, που ωστόσο δεν λειτούργησε. Ο τόπος έχασε τη φυσικότητά του. Η συγκεκριμένη περιοχή επιλέχτηκε καθώς σύμφωνα με τις προβλέψεις των επιστημόνων είναι αυτή που θα δεχτεί το μεγαλύτερο φορτίο κατά την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.



Βόλος, 2100. Η στάθμη της θάλασσας στον κόλπο έχει ανέβει κατά 2 μέτρα (εικ.6). Κτίρια έχουν πλημμυρίσει, αμμουδιές έχουν εξαφανιστεί. Η θάλασσα έχει καταπατήσει οικοδομικά τετράγωνα και η εικόνα της πόλης έχει αλλάξει ριζικά. Είναι η δική μου ματιά για την πόλη του 2100, πάντα βασισμένη σε επιστημονικά στοιχεία. Είναι το σχέδιο που εγώ καταστρώνω για να προλάβω αντιμετωπίσω το φαινόμενο. Οι μελετητές επισημαίνουν, ο σχεδιασμός των πολιτικών προσαρμογής στις προκαλούμενες επιπτώσεις της ΑΣΘ μπορεί να πραγματοποιηθεί με βάση τις τρεις ακόλουθες προσεγγίσεις:

-Οπισθοχώρηση (*retreat*): οι επιπτώσεις στην κοινωνία ελαχιστοποιούνται με την προγραμματισμένη οπισθοχώρηση όλων των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και χρήσεων από τις παράκτιες περιοχές που πλήττονται.

-Συμβιβασμός (*accomodation*): Δηλαδή τροποποίηση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και χρήσεων στις περιοχές που πλήττονται.

-Προστασία (*protection*): εφαρμογή σκληρών και ήπιων τεχνικών προστασίας, με τις οποίες ελαχιστοποιούνται οι κοινωνικές επιπτώσεις που θα επέρχονταν, αν δεν εφαρμόζονταν τα συγκεκριμένα μέτρα προστασίας.

### **Σενάριο:**

Χρονική στιγμή: 2100

Τόπος: Βόλος, περιοχή μπουρμπουλήθρας

Α.Σ.Θ.: +2 μέτρα

### **Λέξεις κλειδιά :**

αυτοανελκόμενος

πλωτό

εξέδρα

θαλάσσια γεώτρηση

κυψέλη

υπερύψωση

υδροπονικός

αντλία

κιστέρνα

αμφίβιο

ανεμογεννήτρια

καταφύγιο

## 5. Ορολογία

### **Παλίρροια (αγγλ. *tide*),**

και στην κοινή (φραγκολεβαντινική) ναυτική γλώσσα μαρέα, ονομάζεται το φυσικό φαινόμενο της περιοδικής ανόδου και καθόδου της στάθμης του νερού μίας μεγάλης λίμνης και κυρίως των θαλασσών. Η άνοδος της στάθμης ονομάζεται πλημμυρίδα (flood tide), ενώ η κάθοδος ονομάζεται άμπωτη (ebb ή low tide). Από κοινού, πλημμυρίδα και άμπωτη αποτελούν το φαινόμενο της παλίρροιας. Το φαινόμενο αυτό που επαναλαμβάνεται δύο φορές το 24ώρο (ακριβέστερα 24ώρες 50' και 30") οφείλεται στη βαρυτική έλξη της Σελήνης αλλά και του Ήλιου πάνω στη Γη, καθώς και στην περιστροφή των ουρανίων σωμάτων αυτών. Οι μετρήσεις του εύρους και χρόνου των φαινομένων της παλίρροιας γίνονται με ειδικά όργανα τα παλιρροιομέτρα και παλιρροιογράφους.

### **Στάθμη της θάλασσας (αγγλ. *sea level*)**

Ως στάθμη θαλάσσης χαρακτηρίζεται το εκάστοτε ύψος του επιπέδου της επιφάνειας της θαλάσσης από το βυθό. Το ύψος αυτό δεν παραμένει σταθερό, αλλά υφίσταται μεταβολές. Οι μεταβολές αυτές οφείλονται κυρίως σε φαινόμενα παλίρροιας που οφείλονται στην παλιρροϊκή αλληλεπίδραση της Γης κυρίως με τη Σελήνη, αλλά και με τον Ήλιο, σε αλλαγές βαρομετρικής πίεσης και θερμοκρασίας, στην επίδραση των ανέμων, στην εξάτμιση καθώς και σε εκβολή γλυκών υδάτων (εκβολή ποταμού). Έτσι η στάθμη της θαλάσσης σε ορισμένο χρόνο μπορεί να χαρακτηριστεί ως ανώτατη, κατώτατη ή μέση στάθμη θαλάσσης. Όλες οι βυθομετρικές ενδείξεις στους ναυτικούς χάρτες αναφέρονται στη "μέση στάθμη της θάλασσας", αλλά και όλες οι υψομετρικές ενδείξεις όλων των χαρτών λαμβάνουν ως βάση αναφοράς αυτή τη στάθμη.

### **κλιματική αλλαγή (αγγλ. *climate change*)**

Με τον όρο κλιματική αλλαγή αναφερόμαστε στη μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και ειδικότερα σε μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτείνονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα. Τέτοιου τύπου μεταβολές περιλαμβάνουν στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις ως προς τη μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότητά του, που εκτείνονται σε βάθος χρόνου δεκαετιών ή περισσότερων ακόμα ετών. Οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται σε φυσικές διαδικασίες, καθώς και σε ανθρώπινες δραστηριότητες με επιπτώσεις στο κλίμα, όπως η τροποποίηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας. Στη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UN-FCC), η κλιματική αλλαγή ορίζεται ειδικότερα ως η μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες, διακρίνοντας τον όρο από την κλιματική μεταβλητότητα που έχει φυσικά αίτια.

### **Φαινόμενο του θερμοκηπίου (αγγλ. *greenhouse effect*)**

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι η διαδικασία κατά την οποία η ατμόσφαιρα ενός πλανήτη συγκρατεί θερμότητα και συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειάς του. Ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά από τον Γάλλο μαθηματικό, αστρονόμο και φυσικό Ζοζέφ Φουριέ το 1824, ενώ διερευνήθηκε συστηματικά από το Σουηδό χημικό Σβάντε Αρρένιους. Σε αυτόν οφείλεται και η ονομασία του φαινομένου, όταν το 1896, την εποχή του προετοίμαζε τη διδακτορική του διατριβή, ανέπτυξε τη θεωρία ότι οι ραγδαία αυξανόμενες βιομηχανίες που στέλλουν άνθρακα και άλλους ρύπους στον αέρα ίσως να μη διαφέρουν, όσον αφορά τις επιπτώσεις στις κλιματικές αλλαγές, από τα στοιχεία που εκλύθηκαν στην ατμόσφαιρα με την έκρηξη του ηφαιστείου Κρακατόα στην Ινδονησία το 1883.

### **Μέση Στάθμη της Θάλασσας (ΜΣΘ) (αγγλ.)**

είναι η ιδεατή επιφάνεια που προκύπτει από τις στάθμες της θάλασσας, απομονώνοντας τις επιδράσεις της παλίρροιας, των κυματισμών και των θαλασσιών ρευμάτων. Η ΜΣΘ είναι μία ισοδυναμική επιφάνεια ως προς το δυναμικό της βαρύτητας. Θεωρητικά αυτό σημαίνει πως σε κάθε σημείο της ΜΣΘ το διάνυσμα της βαρύτητας (g) είναι κάθετο στην επιφάνεια. Πρακτικά σημαίνει πως δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί ροή λόγω διαφοράς δυναμικού. Η ΜΣΘ χρησιμοποιείται ως επίπεδο αναφοράς (υψομετρική αφετηρία) στους χάρτες καθώς διαχωρίζει, ουσιαστικά, την επιφάνεια της στεριάς από αυτήν της θάλασσας. Η στάθμη της θάλασσας καθορίζεται από το μέσο επίπεδο του εύρους της παλίρροιας (χαμηλής και υψηλής στάθμης) η οποία είναι αποτέλεσμα της βαρυτικής αλληλεπίδρασης Γης-Ηλίου-Σελήνης. Η στάθμη της θάλασσας όμως μεταβάλλεται προσωρινά (για ώρες, μέρες ή και μερικά έτη) και από μετεωρολογικά και υδρολογικά αίτια, όπως καταιγίδες και εκφορτίσεις ποταμών. Το μέσο επίπεδο αναφοράς της στάθμης των ωκεανών καλείται γεωειδές το οποίο είναι η ισοδυναμική επιφάνεια του πεδίου βαρύτητας της Γης και το οποίο θεωρητικά συμπίπτει με το μέσο επίπεδο της στάθμης της θάλασσας (Mean Sea Level). Η μέση στάθμη της θάλασσας όμως αποκλίνει από το γεωειδές δημιουργώντας την λεγόμενη τοπογραφία της επιφάνειας της θάλασσας (sea surface topography). Στο γεωειδές υπάρχουν υβώματα και ταπεινώσεις της στάθμης της θάλασσας σε σχέση με το κέντρο της Γης της τάξης των μερικών δεκάδων μέτρων. Αυτές είναι συνάρτηση των ανωμαλιών βαρύτητας εξαιτίας της ανισοκατανομής της γήινης μάζας. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι διάφορες αναπαραστάσεις της μεταβολής της στάθμης της θάλασσας στο παρελθόν δεν λαμβάνουν υπόψη την εκάστοτε μορφή του γεωειδούς όπως μεταβαλλόταν από την ανακατανομή της γήινης μάζας.

### **Μέτρηση της στάθμης της θάλασσας (αγγλ.)**

Οι μετρήσεις της σημερινής μεταβολής της στάθμης της θάλασσας βασίζονται σε δύο τεχνικές: α) στους παλιρροιογράφους, οι οποίοι καταγράφουν μεταβολές της στάθμης σε σχέση με την ξηρά στην οποία τοποθετούνται. Παρόλο που η απομάκρυνση των ηπειρωτικών κινήσεων είναι δύσκολο να εφαρμόζεται συστηματικά με γεωδαιτικές μεθόδους, ο συνδυασμός της επιλογής τεκτονικά σταθερών θέσεων παλιρροιογράφων και η εξαγωγή μέσου όρου καταγραφών από πολυάριθμους σταθμούς καταλήγει σε εκτιμήσεις παγκόσμιας στάθμης της θάλασσας με πολύ χαμηλή αβεβαιότητα. β) στην δορυφορική υψομετρία η οποία μετράται αναφορικά με το κέντρο της μάζας της Γης.

### **παράκτια διάβρωση (αγγλ.)**

ορίζεται η σταδιακή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής υπό την επήρεια της θάλασσας σε ικανοποιητικό χρονικό ορίζοντα, συνήθως ετήσιο, ώστε η μέτρηση να μην επηρεάζεται από τις επιδράσεις του καιρού, τις κυματικές καταιγίδες και την τοπική δυναμική των ιζημάτων.

### **Ανοδος Στάθμης Θάλασσας-Α.Σ.Θ. (αγγλ. sea level rise):**

ή αλλιώς πλημμυρίδα, μαζί με την άμωπη αποτελούν το φαινόμενο της παλίρροιας.

## 6. Βιβλιογραφία

- Ewing, L (2008): «Sea Level Rise: Major Impacts to Coastal engg. and coastal management», in World Scientific Handbook of Coastal and Ocean Eng. in press
- Berlage Institute, Institut Francais d'Architecture (2001): Making the City by the Sea, Forum and Workshop Marseille
- Claude Prelorenzo Dehan Philippe (1993): La ville au bord de l'eau, Editions Parentheses
- Dreiseitl Herbert, Grau Dieter, Ludwig Karl(2001): Waterscapes: Planning, Building and Designing with Water, Birkhauser
- Edwards Brian(1992): London Docklands: Urban Design in an Age of Deregulation, Butterworth Architecture
- Rizzoli (1998) Living on the water, NewYork
- Malone Patrick(1996): City, Capital and Water, Routledge
- 8ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας  
Εκτίμηση των επιπτώσεων της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης και των κυματικών καταγίγδων στην ελληνική παράκτια ζώνη
- Ευστράτιος Δουκάκης (2007): Φυσικές καταστροφές και παράκτια ζώνη, Πρόληψη-διαχείριση των φυσικών καταστροφών , ο ρόλος του Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού, ΤΕΕ/ΠΣΔΑΤΜ/ΕΜΠ
- Susan Meyer(2013): Science to the rescue adapting to climate change, The rosen publishing group
- Lever Tracy(2008): Global Warming and Sociology, ,International sociological associaton, SAGE PUBLICATIONS
- (TCRPC) Treasure Coast Regional Planning Council. "Sea Level Rise in the Treasure Coast Region". Stuart, FL: Treasure Coast Regional Planning Council, 2005.
- Shapefile. Palatka, (1997) (TOPO). Florida's Water Management Districts and U.S. Geological Survey. "FIVE-FOOT CONTOUR LINES (TOPOGRAPHY)". FL: Florida's Water Management Districts and U.S. Geological Survey.
- Chappel, J. & Shackleton, N. 1986. Oxygen isotopes and sea level. Nature, 324, p.137-140
- Lambeck, K. 1996. Sea level changes and shore-line evolution in Aegean Greece since Upper Paleolithic time. Antiquity, 70, 588-6
- U.S.- Italy Research Workshop on the Hydrometeorology, Impacts, and Management of Extreme Floods Perugia (Italy), November 1995

- Η κλιματική αλλαγή είναι όντως εδώ;  
Θέσαμε μερικά από τα ερωτήματά τους στον Μαρκ Μάσλιν, διακεκριμένο ειδικό στο διοξειδίο του άνθρακα, 24/06/2012 , Καθημερινή
- The Great Global Warming Swindle, documentary, Christensen
- James Lovelock (1973): The Gaia hypothesis, <http://www.jameslovelock.org/page34.html>
- Coburn, Andrew(2008) : Global-greenhouse-warming [www.global-greenhouse-warming.com](http://www.global-greenhouse-warming.com)
- Whittle, A.J., D.S. Maehr, S. Fei. Global climate change and its effects on Florida panther and black bear habitat in Florida. University of Kentucky, Department of Forestry from 8th National Conference on Science, Policy and the Environment - Climate Change: Science and Solutions. National Council for Science and the Environment. 2008.
- Ελένη Σβορώνου ,Εκπαίδευση για την Αειφορία: Το Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Υλικό του WWF Ελλάς «Το Κλίμα είναι στο Χέρι σου» ,Υπεύθυνη Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης & Κατάρτισης Ενηλίκων,WWF Ελλάς,Αθήνα
- Kenneth G. Miller (2005): The Phanerozoic Record of Global Sea-Level Change
- Seidel Stephen and Keyes Dale. 1983. Can we delay a greenhouse warming? u.s. Environmental Protection Agency: Washington, D.C.
- The royal society Issued March 2005  
A guide to facts and fictions about climate change
- National science foundation  
Workshop on Sociological Perspectives on Global Climate Change May 30-31, 2008 Joane Nagel,Thomas Dietz,Jeffrey Broadbent
- Berger, A.,1988.Milankovich theory and climate.`review of Geophysics, 26(4), p. 624-657
- Το φαινόμενο της απορύθμισης του παγκόσμιου κλίματος.Δημήτρης Κούνδουρος Αθήνα Μάρτιος 2012 ,Εκπαιδευτικός - Γεωλόγος Συντονιστής ΜΚΟ «ΟΙΚΟ-ΛΟΓΙΚΗ»
- Διδακτορική διατριβή: Πετρέλης Νικόλαος,επιβλέπων Ευστράτιος Δουκάκης,Αθήνα Οκτώβριος 2012  
Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών  
<<Διερεύνηση των μοντέλων εκτίμησης της μετακίνησης της ακτογραμμής>>
- Μαρία Παπανικολάου, Δημήτρης Παπανικολάου,Εμμανουήλ Βασιλάκης(2011): Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής, Μεταβολές της στάθμης της θάλασσας και επιπτώσεις στις ακτές,ΕΚΠΑ
- Γ.Χουρμουζιάδης, Π.Ασημακοπούλου Ατζάκα, Κ.Α. Μακρής, (1982): Το χρονικό ενός πολιτισμού Μαγνησία, Εκδόσεις Καπόν

**-ΔΙΕΘΝΗΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΒΙΟΠΟΛΙΤΙΚΗΣ**

Διεθνές Πανεπιστήμιο για το Βιο-Περιβάλλον Πρόγραμμα Ηλεκτρονικής Μάθησης Σχόλια συμμετεχόντων για το μάθημα «Κλιματικές Αλλαγές» Α' Κύκλος 2012

**-SOCIO-ECONOMIC IMPACTS AND CONSEQUENCES OF EXTREME FLOODS**

Evan Vlachos, Sociology Department, Colorado State University  
Fort Collins, Colorado, USA

Αριστομένης π. καταγεώργης<sup>1</sup>, χρήστος Αναγνώστου<sup>1</sup>, θεόδωρος κανελλόπουλος<sup>1</sup>, Rolf O. Hallberg<sup>2</sup> 1Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας, Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, 46.7 χλμ. Λεωφ. Αθηνών-Σουνίου, Μαύρο Λιθόρι, 19013 Ανάβυσσος 2Dept. of Geology and Geochemistry, Stockholm University, S-10691 Stockholm, Sweden

**Σελίδες στο διαδίκτυο:**

-National renewable energy laboratory  
[www.nrel.gov/harmonization](http://www.nrel.gov/harmonization).

-Union of concerned scientists  
<http://www.ucsus.org/>

-Century Commission for a Sustainable Florida  
[www.centurycommission.org](http://www.centurycommission.org)

-IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) <http://www.ipcc.ch/>  
<http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/4426/1/teliko%20%281%29.pdf>

**Προβλέψεις ανόδου στάθμης θάλασσας:**

<http://flood.firetree.net/>

<http://geology.com/sea-level-rise/>

<http://www.floodmap.net/>

## Σχετικά αρχιτεκτονικά projects:

-Kisho Kurokawa, floating city, Kasimigaura, 1961

-plan for Tokyo, Kenzo Tange (1960)

-Kiyonori Kikutake (1968)

-Backminster Fuller, Triton (1960)

-Makoko Floating School, NLE architects

-Anthony Lau , flooded London 2030, AA London

<http://www.bdonline.co.uk/lau-takes-top-prize-for-floating-city-scheme/3091838.article>

-Vincent Callebaut, floating islands, Hammerfest 2004, Norway

<http://www.archdaily.com/60809/international-ideas-competition-for-urban-sea-level-rise/>

<http://inhabitat.com/tag/sea-level-rise/>

<http://www.evolo.us/architecture/architectural-membrane-for-new-york-when-sea-level-rises/>

[http://architecture2030.org/the\\_problem/problem\\_climate\\_change](http://architecture2030.org/the_problem/problem_climate_change)

<http://inhabitat.com/escape-from-rising-sea-levels-with-a-pixelated-city-in-the-sky/global-warming-city-1/>

<http://news.harvard.edu/gazette/story/2013/08/ideas-to-build-on/>

<http://inhabitat.com/inhabitat-interview-water-architect-koen-olthuis-on-how-to-embrace-rising-sea-levels/>

<http://www.asla.org/2011studentawards/695.html>

-Nova Icaria, Old Port

Meyer, Han, City and Port, International books, 1999

- Moore Charles (1994): *Water and architecture*, London, Thames and Hudson
- Powell Kenneth (2000): *City Transformed*, Laurence King, London, (examples OMA Almere)
- ViA Arquitectura, *Agua - Water*, Colegio oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana, 2001
- Citta d'Acqua, *Waterfront: a new frontier for cities on water*, 1997
- "App-grading wet slums" by Waterstudio ("Architecture & Sea Level Rise" Award 2012)  
<http://www.waterstudio.nl/archive/766>
- <http://news.discovery.com/tech/alternative-power-sources/underwater-houses-for-a-flooded-future-141009.htm>
- αμφίβιο σπίτι, *Baca architecture*, [econews.gr](http://econews.gr)



«Σφοδρά θαλασσοταραχή χθες εις τον λιμένα Βόλου. Η στάθμη της θάλασσης υπερεκάλυψε το κρηπίδιωμα. Πολλαί οικίαι εις το Παλαιόν Λιμεναρχεῖον και Αγριάν κατεκλύσθησαν από νερά. Τα προσκρούοντα εις τον κυματοθραυστην κύματα εσχματίζον στήλην υδάτινην ύψους 10 και πλέον μέτρων. «Το Κύκνος επόδισεν εις την Σκιάθον. Αγρια ανεμοθύελλα με κόκκινη βροχή εις Πήλιον».

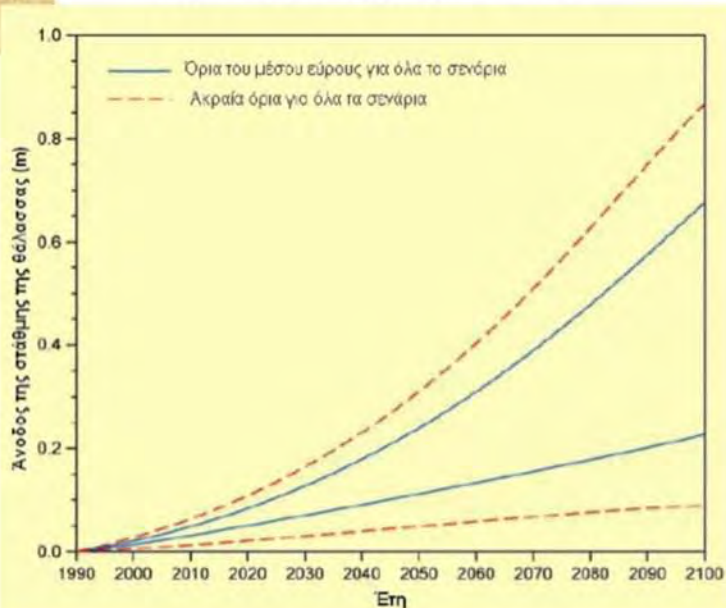
Η φουρτούνα, σε συνδυασμό με την πρωτοφανή αύξηση της στάθμης της θάλασσας- κάτι που παρατηρείται συνήθως στους νοτιάδες-δημιούργησε μια εφιαλτική κατάσταση στην παραλία του Βόλου και όχι μόνο, αφού ξεπεράστηκαν κατά πολύ τα συνήθη όρια της πλημμυρίδας στην περιοχή. Ασφαλώς το φαινόμενο υπήρξε ιδιαίτερα έντονο, προκαλώντας καταστροφές σε όλο το παραλιακό μέτωπο του Παγασητικού. Η κακοκαιρία, σύμφωνα με το ρεπορτάζ, ξεκίνησε περίπου στις 1 μετά το μεσημέρι και διήρκεσε με πρωτόγνωρη έξαρση, ως τις 4:30. Το Πήλιο καλύπτονταν από πυκνή ομίχλη, η οποία είχαν προσλάβει χρυσίζον χρώμα, προφανώς από τα κύματα σκόνης τα οποία εσχματίζον ο πνέων άνεμος. Η σφοδρότητα του τελευταίου συνοδεύονταν κατά διαστήματα με ραγδαία βροχή, ενώ γίνεται σαφές ότι υπήρξε μεταφορά σκόνης από την Αφρική, όπως συμβαίνει συχνά, καθώς η βροχή έπεφτε κόκκινη. Ίσως η μορφή της κακοκαιρίας να μην συνάδει απόλυτα με την εποχήκαρδιά του χειμώνα- αλλά φαίνεται πως τα ακραία ή παράκαιρα καιρικά φαινόμενα δεν αποτελούν προνόμιο της σημερινής εποχής, όπου βέβαια παρουσιάζονται συχνότερα, ως απότοκα της κλιματικής διαφοροποίησης. Το τμήμα της παραλίας από το κτίριο Παπαστράτου, έως τον Άγιο Κωνσταντίνο, όντας εκτός του λιμενοβραχίονα, είχε καλυφθεί από νερά και ήταν αδιάβατο, όπως και η υπόλοιπη προκυμαία. Αλλά και ο ίδιος ο κυματοθραυστής δοκιμάστηκε σοβαρά από τα ογκώδη κύματα, πληρώνοντας το τίμημα του ρόλου του, δηλ. της προστασίας του λιμανιού. Υπέστη κάποια ρήγματα, αλλά περισσότερο επλήρυσαν οι εγκαταστάσεις του Ναυτικού Ομίλου Βόλου που υπήρχαν σε αυτό. Κάποιες βάρκες παρασύρθηκαν και πολλά παραλιακά καταστήματα κινδύνευσαν να κατακλυστούν από τα νερά. Σοβαρά προβλήματα παρουσιάστηκαν με τα πλεύσιμα της τοπικής ακτοπλοΐας. Το «Κατερίνα», της γραμμής Βόλου-Β. Σποράδων, δεινοπάθησε έως ότου καταπλεύσει με ασφάλεια στο λιμάνι, μιάς και ο καιρός το βρήκε στα ανοιχτά του κόρφου. Το Κύκνος δεν μπόρεσε να αποπλεύσει από τη Σκιάθο, προτού παρουσιάσει ύφεση ο καιρός κάτι που έγινε τελικά προς το βράδυ, ενώ και άλλα καταπλέοντα καράβια ταλαιωρήθηκαν από την φουρτούνα. Εκτεθειμένο στην ορμή του νοτιά, το παραθαλάσσιο μέτωπο της συνοικίας του Παλιού Λιμεναρχείου- καθώς δεν καλύπτεται από τον λιμενοβραχίονα- δέχτηκε όλη την μανία των κυμάτων και σε συνδυασμό με την πλημμυρίδα (πλήμμα) οι καταστροφές υπήρξαν σημαντικές. Περίπου 40 σπίτια (αναφέρονται ονομαστικά) κατακλύστηκαν από τα νερά, με τους ιδιοκτήτες τους να βρίσκονται σε απόγνωση. Η θάλασσα ξεπηδούσε και μέσα από το σύστημα αποχέτευσης οξύνοντας το πρόβλημα. Ανάλογη κατάσταση υπήρξε και στην Αγριά, όντας κι αυτή στο «μάτι» του νοτιά, με σημαντικές ζημιές σε παραλιακά καταστήματα, στον περιβόλι της εκκλησίας του Αγ. Γεωργίου, αλλά και στο Τελεώνιο. Η γραμμή του τρένου Βόλου - Μηλέων, σκεπάστηκε από πέτρες και άλλα φερτά υλικά κι επιστρατεύτηκε ειδικό συνεργείο για τον για τον καθαρισμό της, ώστε να πραγματοποιηθεί - έστω και με καθυστέρηση - το δρομολόγιο του «Μουτζούρη». Στο γειτονικό Σουτραλί όλα τα παραθαλάσσια κτήματα μεταβλήθηκαν σε λίμνη, όπως και στα Πλατανίδια και στο Μαλάκι. Στο Πήλιο διακόπηκαν επίσης οι συγκοινωνίες και σε συνδυασμό με την «κόκκινη βροχή» για αρκετές ώρες η κατάσταση ήταν εφιαλτική. Ξεχωριστό δημοσίευμα μνημονεύει τις επίσης σημαντικές ζημιές που συνέβησαν στις Αλυκές με τα νερά να κατακλύζουν ολόκληρη σχεδόν την περιοχή λόγω της χαμηλής της θέσης: «Ζημιάς εις παραλιακά κτήματα των Αλυκών από πλημμύρας εξ υπεργειλίσεως της θαλάσσης». «Ζημία εκ της θαλασσίας πλημμυρίδος εις Σουτραλί. Ολόκληρος η παραλιακή έκτασις ήλλαξε μορφήν. Καταστροφαι εις οπωρώνας και εις το Ναυπηγείον. Ζημιάς εσημειώθησαν και εις Πλατανίδια». Πράγματι εκεί οι καταστροφές υπήρξαν εξαιρετικά σημαντικές, σε περιβόλια, που μεταβλήθηκαν σε λίμνες, αλλά και στα παραθαλάσσια κέντρα όπου διαλύθηκαν οι εγκαταστάσεις τους στην ακτή. Με κίνδυνο της ζωής τους οι ιδιοκτήτες προσπαθούσαν να σώσουν τις περιουσίες τους. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται για το Ναυπηγείο που υπήρχε δίπλα από τις εκβολές του Βρύχου, πλάνω στον κάβο, μιας και η θάλασσα παρέσυρε τα ανεκλυσμένα σκάφη: «Σημαντικοτάτας εξ άλλου, ζημιάς υπέστη το ναυπηγείον του κ. Αθανασίου Γεωρ. Γιαννούλη, το οποίον ευρίσκεται εις παραθαλασσίαν έκτασιν των Κάτω Λεχωνίων και εις την ανατολικήν όχθην του χειμάρρου Βρύχου. Κατά τη διάρκειαν της πλημμυρίδος τα ύδατα κατέκλυσαν το ναυπηγείον εις το οποίον ευρίσκοντο επί των βάθρων προς επισκευήν πλέον των 10 μικρών και μεγάλων πετρελαιοκινήτων.

Εξ αυτών τρία πετρελαιοκίνητα ιδιοκτησίας του κ. Κων. Χριστοπούλου και ένα του κ. Ιωάν. Πετινάρη, μετετοπίσθησαν εκ των βάρων των και παρ' ολίγον να συντριβούν το εν επί του άλλου. Ευτυχώς, ότι η πλημμυρίς δεν ήτο μεγαλύτερα και με την πτώσιν της στάθμης των υδάτων τα μεγάλα πετρελαιοκίνητα εκάθησαν επί της άμμου, η οποία επίσης εναπετέθη από τα θαλάσσια νερά εις το ναυπηγείον, εις ύψος 50 εκατοστών, με αποτέλεσμα να υποστούν μόνον μικράς ζημίας. Μεγάλας ζημίας υπέστησαν αι εγκαταστάσεις του ναυπηγείου, αι οποίας υπολογίζονται εις άνω των 15 χιλιάδων δραχμών. Εκ των σφοδρών κυμάτων διελύθη η μια εσχάρα ανελεύσεων και καθελεύσεων μεγάλων πετρελαιοκινήτων, ως και εν ζεύγος «βάζια». Για τις Αλυκές δημοσιεύεται πάλι ξεχωριστό άρθρο, με διεξοδική αναφορά στις ζημιές που υπέστησαν οικίες. Συνολικά 6-7 σίτια και το κοινοτικό κατάστημα «υπέστησαν καθίζησιν», ενώ πάνω από 20 κατακλύστηκαν από τα θαλασσινά νερά. Το ίδιο συνέβη και σε κτήματα όπου επίσης πλημμύρισαν τα πάντα, κάτι αναπόφευκτο, αφού όλη η περιοχή έχει μηδενικό υψόμετρο. Όλες οι παραθαλάσσιες εγκαταστάσεις της πλαζ Θεοδώρου διαλύθηκαν, η αποβάθρα παρασύρθηκε από τα κύματα και γενικά η ακτή παρουσίαζε εικόνα βιβλικής καταστροφής, αφού τα υπερυψωμένα φουρτουνιασμένα νερά απείλησαν ακόμη και τα οικήματα.

**Δημοσίευμα της εφ. «Ταχυδρόμος» στις 13/1/1960**

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## Σενάρια της I.P.C.C για μελλοντική άνοδο της στάθμης της θάλασσας μέχρι το 2100



ΕΙΚ1

## Η ακτογραμμή του Ελλαδικού χώρου πριν από 18.000 χρόνια



ΕΙΚ5



sea level rise : 0



sea level rise : +9



sea level rise : +20



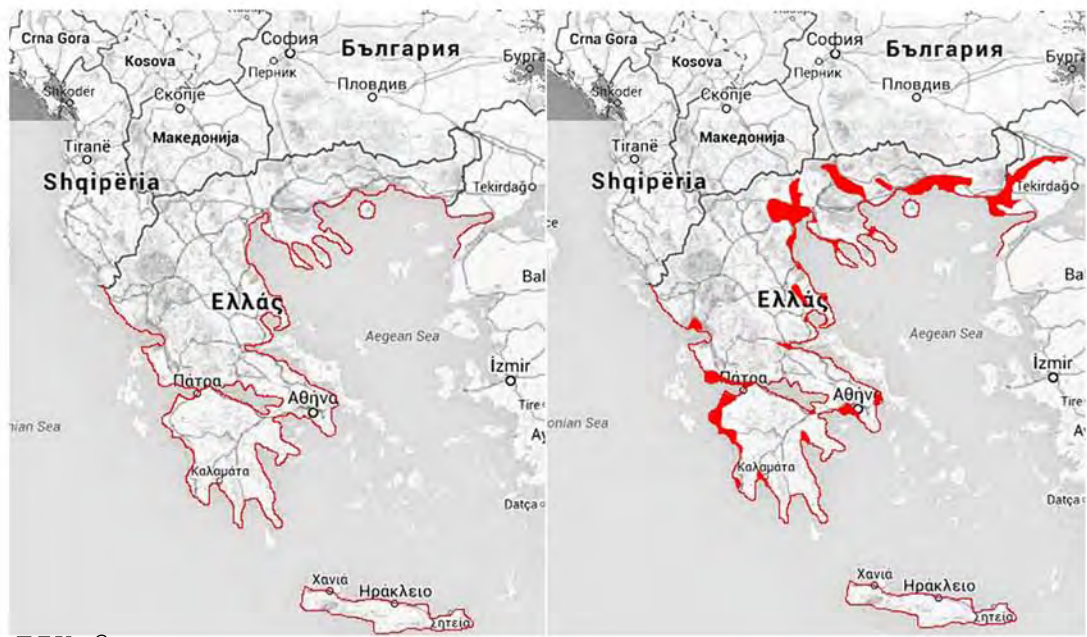
sea level rise : +30



sea level rise : +40



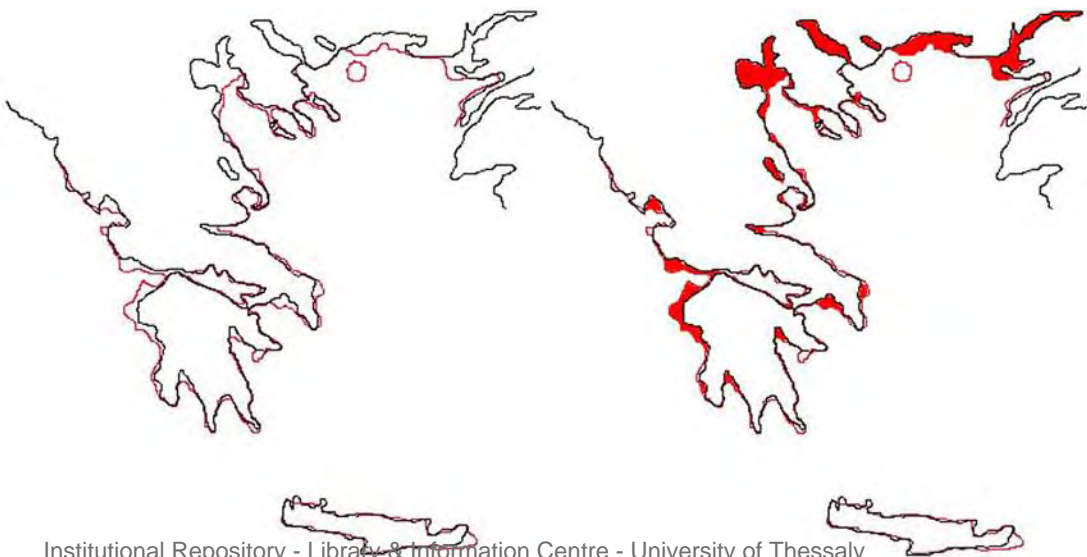
sea level rise : +50

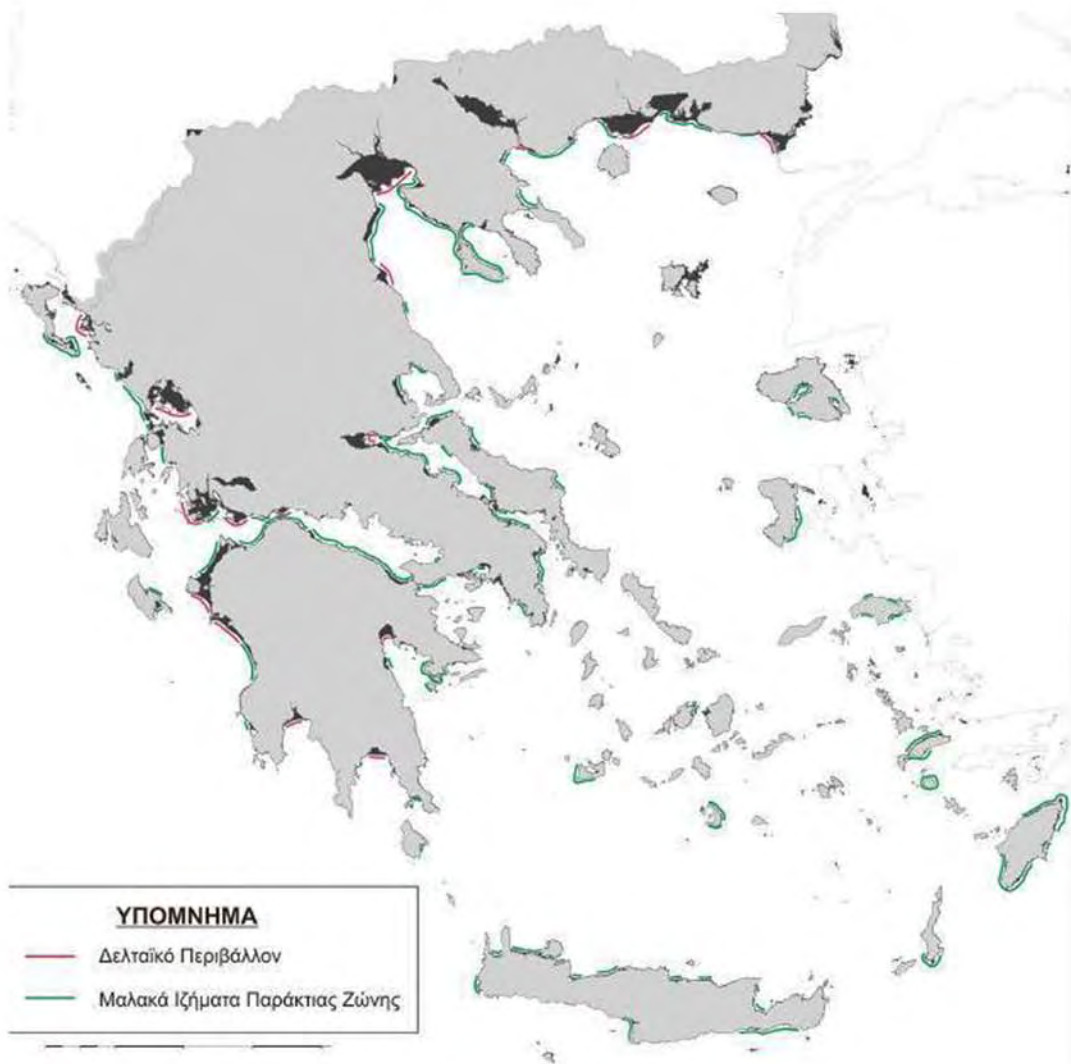


ΕΙΚ.3

Sea Level Rise 0

Sea Level Rise +50





ΕΙΚ. 4



ΕΙΚ.5

Περιοχή	Μήκος ακτογραμμής, km	Μήκος ακτογραμμής (km) υπό διάβρωση	Έκταση παράκτιων οικοσυστημάτων υπό απειλή (km <sup>2</sup> )
<b>Β. Αιγαίο</b>	1311	231 (17.6%)	349
<b>Ν. Αιγαίο</b>	3423	503 (14.7%)	929
<b>Ιόνιο</b>	1056	260 (24.6%)	356
<b>Κρήτη</b>	1148	756 (65.8%)	355
<b>Σύνολο</b>	<b>6938</b>	<b>1750 (25.2%)</b>	<b>1989</b>



