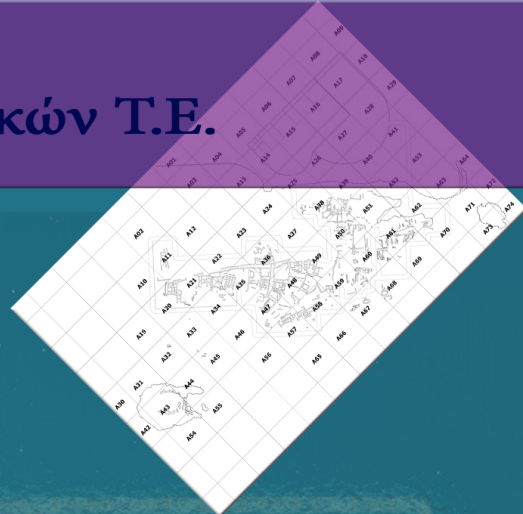
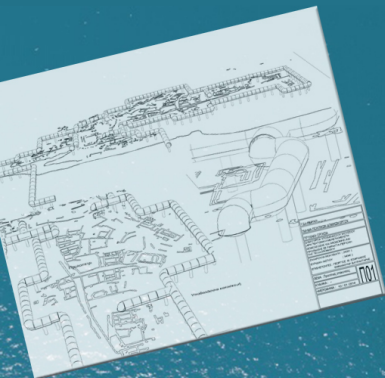




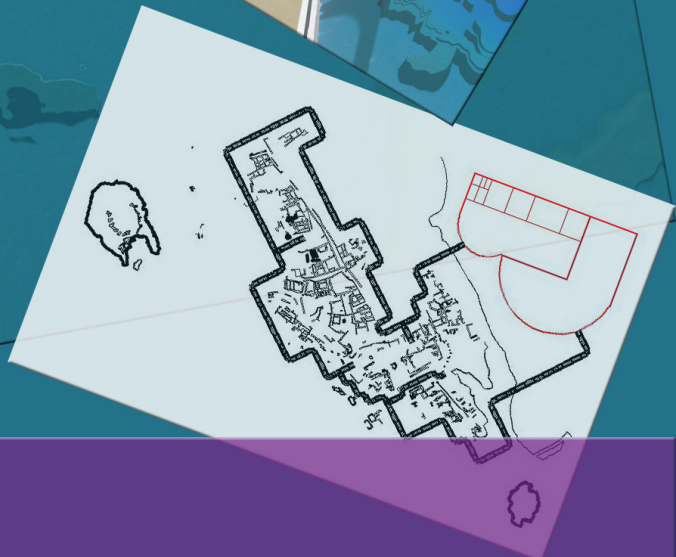
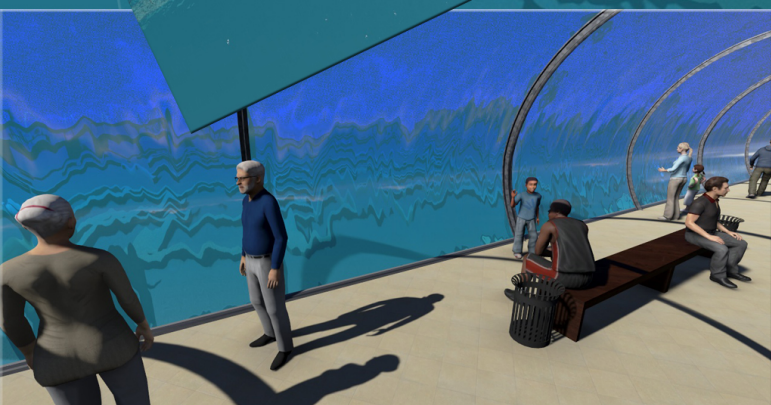
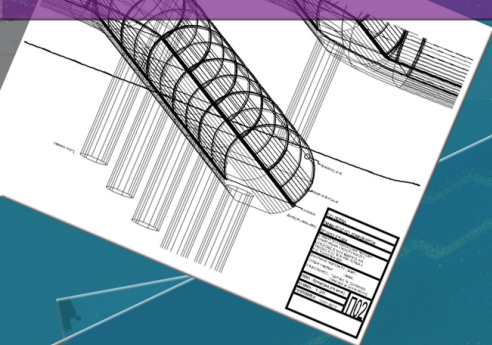
Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε.



## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ(ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ,ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΔΟΜΗΣ) ΚΑΙ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΣΕ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΥ



Εκπόνηση:

ΜΟΛΥΒΙΑΤΗ ΖΑΧΑΡΟΥΛΑ(Α.Μ. 24307)

ΦΩΤΙΟΥ ΕΥΡΥΔΙΚΗ( Α.Μ. 34040)

Επίβλεψη: Γεώργιος Μιχαήλ Εξαρχάκος - Εμμανουήλ Βαϊρακτάρης

Ιανουάριος 2014

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή εργασία αφορά την δημιουργία υποθαλάσσιου μουσείου στην περιοχή Παυλοπέτρι Λακωνίας στο νοτιοανατολικό άκρο της Πελοποννήσου .

Με την ολοκλήρωση της, αποκτήσαμε γνώσεις σε σχεδιαστικά προγράμματα και εμπειρία που θα μας βοηθήσει στο μέλλον.

Πρωτίστως θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους επιβλέποντες καθηγητές μας κ. Γεώργιο Μ. Εξαρχάκο και κ. Εμμανουήλ Βαϊρακτάρη για την καθοδήγηση, την αμέριστη βοήθεια τους και τις πολύτιμες συμβουλές τους, χωρίς τις οποίες δεν θα μπορούσε να εκπονηθεί η παρούσα εργασία.

Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ, στον κ. Μάκη Καλτσά, κ. Ηλία Σπονδύλη και τον κ. Δημήτρη Σακελλαρίου για την συνεργασία τους στην παροχή συμβουλών και πολύτιμου υλικού καθώς και στους συναδέλφους μας για την βοήθεια τους.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή εργασία αφορά την δημιουργία υποθαλάσσιου μουσείου (αρχιτεκτονική μελέτη, μελέτη θεμελίωσης, μελέτη ανωδομής) και πρόσβαση σε παράκτια πόλη της Πελοποννήσου.

Χωρίζεται σε τρία βασικά μέρη.

Το πρώτο μέρος κάνει μία ιστορική αναδρομή της περιοχής του Παυλοπετρίου, κάνοντας αναφορά για το πώς ήταν η πόλη πριν και μετά την καταστροφή της.

Το δεύτερο μέρος ασχολείται με την κατασκευή του υποθαλάσσιου τμήματος και του κεντρικού κτιρίου του μουσείου, όπως και των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν.

Το τρίτο μέρος επιχειρεί να αποτυπώσει με φωτορεαλιστικό τρόπο σε μορφή video την σχεδίαση της κατασκευής του υποθαλάσσιου μουσείου.



## ABSTRACT

The thesis concerns the creation of underwater "museum" (architecture design, foundation and superstructure evaluation) and access to the underwater ancient town of Peloponnese.

This thesis is divided into three main parts.

The first part concludes a historical reference to the area of Paulopetri, making references to how the city was before and after the destruction.

At the second part there is a description of the construction of the offshore section and the main building of the museum, as well as the materials to be used .

At the third part there is a photorealistic and video presentation of the entire structure.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	<b>6</b>
1. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	6
1.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ .....	6
1.2. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ - ΕΚΤΑΣΗ) .....	13
1.3. ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ .....	14
1.4. ΙΔΡΥΣΗ ΠΟΛΕΩΣ .....	20
1.5. ΛΟΓΟΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ .....	24
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	<b>26</b>
2. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΑΥΛΟΠΕΤΡΙΟΥ .....	26
2.1. ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ - ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΠΑΥΛΟΠΕΤΡΙΟΥ .....	26
2.2. ΕΔΑΦΙΚΑ - ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	32
2.2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ .....	32
2.3. ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΡΕΥΜΑΤΑ (ΚΥΜΑΤΑ) - ΑΝΕΜΟΣ .....	34
2.3.1. Χάρτες μέσων τιμών ταχύτητας ανέμου .....	35
2.3.2. Χάρτες κατευθυντικότητας ανέμου .....	37
2.3.3. Χάρτες μέσων τιμών σημαντικού ύψους κύματος .....	39
2.3.4. Χάρτες μέσων τιμών περιόδου κορυφής φάσματος .....	41
2.3.5. Χάρτες μέσων τιμών κυματικής κλίσης .....	43
2.3.6. Χάρτες κατευθυντικότητας κύματος .....	45
2.3.7. Χάρτες ισοπληθών ταχύτητας ανέμου .....	47
2.3.8. Χάρτες ισοπληθών σημαντικού ύψους κύματος .....	49
2.3.9. Χάρτες τιμών σχεδιάσεως σημαντικού ύψους κύματος .....	51
2.3.10. Χάρτες τιμών σχεδιάσεως ταχύτητας ανέμου .....	52
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	<b>53</b>
3.1. ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ .....	53
3.1.1. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ .....	53
3.2. ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΥΠΟΘΑΛΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....	55
3.3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....	60

3.4.ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....	70
3.5.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ(ΟΓΚΟΥ – ΒΑΡΟΥΣ – ΑΝΩΣΗΣ).....	72
3.5.1.ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ .....	72
3.5.2ΒΑΡΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....	74
3.5.2.1. ΔΙΑΤΟΜΗ 1 .....	74
3.5.2.2. ΔΙΑΤΟΜΗ 2.....	80
3.5.2.3.ΔΙΑΤΟΜΗ 3 .....	86
3.5.2.4.ΔΙΑΤΟΜΗ 4.....	91
3.5.2.5.ΔΙΑΤΟΜΗ 5.....	98
3.5.3.ΑΝΩΣΗ .....	104
4.1. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	105
4.2.ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ .....	106
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 .....</b>	<b>107</b>
5.ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ .....	107
5.1.ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΜΕ ΠΑΣΣΑΛΟΥΣ .....	107
5.2.ΟΡΙΣΜΟΙ .....	108
5.2.1.ΟΡΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΓΩΝΙΑΚΩΝ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ .....	108
5.3.1.ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ .....	109
5.3.2.ΣΙΔΗΡΟΙ ΟΠΛΙΣΜΟΥ .....	109
5.3.3.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ ΥΓΡΟ .....	109
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 .....</b>	<b>110</b>
6.1.ΦΩΤΟ -ΡΕΑΛΙΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ.....	110
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>118</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

#### 1.1.ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.

Το Παυλοπέτρι βρίσκεται στα νοτιοανατολικά παράλια της Πελοποννήσου, στον Όρμο Νεάπολης (Βάτικα), απέναντι από την Ελαφώνησο. Η Ελαφώνησος ανήκει στο νομό Λακωνίας, ανατολικά βρίσκεται η Νεάπολη, έδρα του Δήμου Βοιών που μαζί με τα υπόλοιπα χωριά στο νοτιοανατολικό άκρο της Πελοποννήσου αποτελούν τα Βάτικα, στα νότια βρίσκονται τα Κύθηρα (Τσιρίγο).



Πηγή: <http://elafonisos.gov.gr/pavlopetri>

Με το όνομα Παυλοπέτρι, το οποίο πήρε από το διπλανό χωριό, είναι γνωστά μία νησίδα και μία παραλία με το ίδιο όνομα όπου ανήκουν στην κοινότητα της Ελαφονήσου στην γη της Λακωνίας δίπλα στο χωριό Βιγκλάφια. Κατά την αρχαιότητα η σημερινή Ελαφόνησος δεν αποτελούσε νησί, αλλά τη χερσόνησο "ΟΝΟΥ ΓΝΑΘΟΣ", καθώς το τότε σχήμα παρέπεμπε στην όψη γαϊδουρομασέλας, σύμφωνα με τον Πausanias, ο οποίος στην περιήγησή του τοποθετεί την πόλη στην ποντισμένη σήμερα περιοχή της νησίδας Παυλοπέτρι (Πετρί), όπου διακρίνονται ακόμη και σήμερα χαλάσματα σπιτιών και καρόδρομοι, όπως και στο Κάβο Καλογήρου (Καλογέρας) κοντά στο νησί Κασέλα στις Παναγίας τα νησιά.

Μαζί με την περιοχή μεταξύ του νησιού και της Πελοποννήσου, που ποντίστηκε μετά τον 1ο αιώνα μΧ., ποντίστηκαν και άλλα μικρότερα κομμάτια γης περίξ του νησιού. ΠΗΓΗ:(Μέντης Κων/νος,1993:Ελαφονήσι το Σμιγοπέλαγο Νησί, έκδοση Λαφονησιώτικη βιβλιοθήκη, Πειραιάς). Το σημερινό της όνομα η Ελαφόνησος το οφείλει, σύμφωνα με την έρευνα των Δρ. Σταμούλη Ιάκωβου και Κρούπη Ηλία, στο πλούσιο κυνήγι ελαφιών στην περιοχή από την αρχαιότητα, καθώς, όπως αναφέρεται και από τον Πausanias, πολλά ήταν τα ιερά της Αρτέμιδος στην περιοχή και πιο συγκεκριμένα από την ύπαρξη πλήθους μικρόσωμων ελαφιών κόκκινου χρώματος. Άλλωστε και το διάσημο άγαλμα της Θεάς Αρτέμιδος στο μουσείο του Λούβρου, που κρατά ένα τέτοιο ελάφι, έχει βρεθεί στην ευρύτερη περιοχή.



Πηγή:<http://greekcham.BlogSpot.com>

Στην περιοχή υπάρχουν ταφικά αρχαιολογικά ευρήματα, θαλαμωτοί αρχαίοι τάφοι στην ακτή Παυλοπέτρι. Όπως επίσης λαξευμένα σκαλιά, κιβωτιόσχημοι αρχαίοι τάφοι πάνω στην ομώνυμη νησίδα απέναντι.





- εικόνα 1 -



- εικόνα 2 -

Πηγή:<http://elafonisos.gov.gr/pavlopetri> (εικόνα 1)

[http:// www.visitvatika.gr](http://www.visitvatika.gr) (εικόνα 2)

Βυθισμένη ελάχιστα μέτρα (3 - 4 μέτρα) κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας βρίσκεται σε μικρή απόσταση από την νησίδα η αρχαία πόλη των Βοιών που περιγράφει ο Πausanias στα Λακωνικά τον 2ο αιώνα μΧ. Σύμφωνα με την έρευνα των Δρ. Ιάκωβου Σταμούλη και Ηλία Κρούπη, φέρετε να ποντίσθηκε το 375 μΧ. από τον ίδιο σεισμό που κατέστρεψε και το Γύθειο, ο σεισμός αυτός ήταν άνω των 7 με 8 ρίχτερ. Πιθανότερο να ήταν μεγαλύτερος αφού το ίδιο φαινόμενο συντελέστηκε ταυτόχρονα στον Γέρακα, την Μονεμβασιά και την Πλύτρα (αλλά πιθανόν και στα Κύθηρα). Το μέγεθος αυτό του σεισμού συντέλεσε στο φαινόμενο της ταχείας αμμόθεσης επί του παραθαλάσσιου εδάφους μετατρέποντας τεράστια έκταση εδάφους, σε μια στιγμή, σε λιμνοθάλασσα κινούμενης άμμου. Αποτέλεσμα αυτού ήταν και η αποκοπή της γης της χερσονήσου Όνου Γνάθος και η δημιουργία της σημερινής Ελαφονήσου.



Πηγή: <http://elafonisos.gov.gr>

Το 1968 ανακαλύφθηκε και τοπογραφήθηκε από το Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας του Πανεπιστημίου του Cambridge μια σπάνια προϊστορική πόλη της Εποχής του Χαλκού (2800 - 1200 π.Χ.) στην περιοχή Παυλοπέτρι στην Ελαφονήσο.

Το 1968 ο ωκεανογράφος Δρ. Nicholas Fleming μαζί με ομάδα νεαρών αρχαιολόγων από το Πανεπιστήμιο του Cambridge και σε συνεργασία με τον Έφορο Αρχαιοτήτων Σπάρτης, Καθηγητή Άγγελο Δεληβοριά χαρτογράφησαν και χρονολόγησαν επί τη βάσει των επιφανειακών ευρημάτων τη βυθισμένη πόλη. Ανακαλύφθηκε τότε μια σπάνια προϊστορική πόλη με οικιστικό σχέδιο (κτίσματα, δρόμους, πλατείες). Προσδιορίστηκαν και ερευνήθηκαν 15 χωριστά χτίσματα με 5 δρόμους, 2 θαλαμοειδείς και τουλάχιστον 37 λακκοειδείς τάφους και περισυλλέγησαν σπάνια ευρήματα όπως λάμες οψιδιανού, οικιακά εργαλεία, ειδώλιο ζώου, χάλκινο γυναικείο ειδώλιο, δείγματα κεραμικής τέχνης όπως αγγεία μαγειρέματος, στάμνες, αποθηκευτικά αγγεία και περίτεχνα αγγεία πόσης.



Miniature Ivory Figurine Group From Mycenaean ca . 1300 B . C.



Πηγή: [www.moriasnow.gr](http://www.moriasnow.gr)

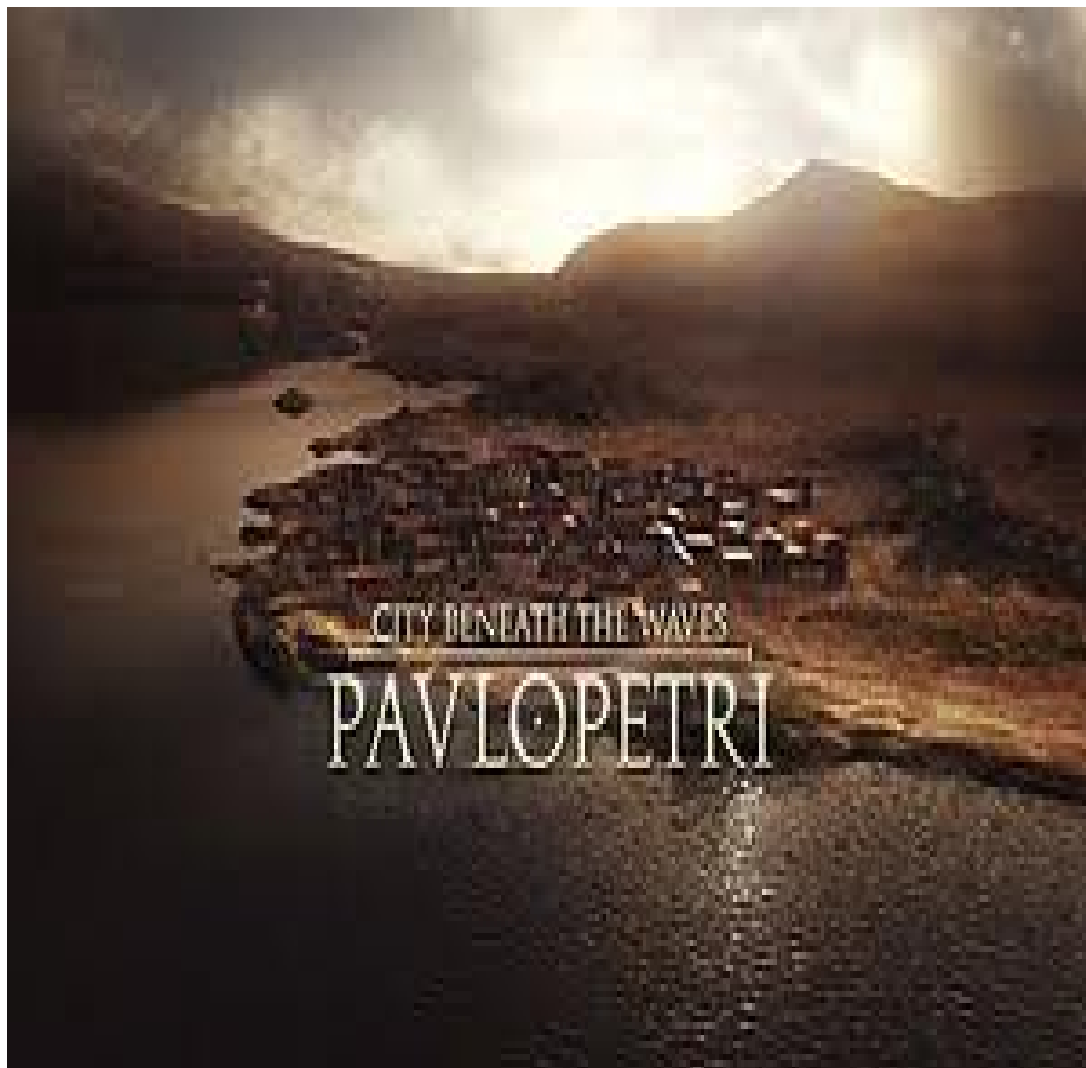


Πηγή: 2-4 Excavation May - June 2010 - 2012, Pavlopetri: Underwater Mycenaean's

Διασκορπισμένα σε όλο τον βυθό στο Παυλοπέτρι βρίσκονται τα υπολείμματα εκατοντάδων τεράστιων πήθων, που χρησιμοποιούνται ως αγγεία αποθήκευσης. Αυτοί χρησιμοποιούνταν για τη μεταφορά πληθώρας αγαθών λόγω της εύκολης χρήσης τους, όπως λαδιού, κρασιού, χρωμάτων, αρωμάτων και αγαλματιδίων.



Πυκνές συγκεντρώσεις πύλων σε συγκεκριμένα κτίρια υποδεικνύουν την ύπαρξη κεντρικών αποθηκών και πιθανόν αναδιανομής των αγαθών. Στην υφαλοράχη, βορειοανατολικά της βυθισμένης πόλης υπάρχει το νεκροταφείο που αποτελείται από 60 τάφους όπου επισκέφθηκε το 1806 ο Leake, για το οποίο οι Βρετανοί αρχαιολόγοι του Cambridge έκαναν σχετικό δημοσίευμα στο περιοδικό BSA το 1969, με το τίτλο " PAVLOPETRI, AN UNDERWATER BRONZE AGE TOWN IN LACONIA " των Anthony Harding, Gerald Cadogan και Roger Howell.



Πηγή:BBC coverage

## 1.2.ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ(ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ - ΕΚΤΑΣΗ)

Κατά την έρευνα διαπιστώθηκε ότι τα καταποντισμένα αρχιτεκτονικά ευρήματα που κάλυπταν έκταση 300 x 100 μέτρα ανήκουν σε προϊστορική πόλη, πιθανός Μυκηναϊκή (δηλαδή 1680 - 1180 π.Χ.).

Επί τη βάσει των τότε ανελκυσθέντων ευρημάτων η ομάδα του Πανεπιστημίου του Cambridge διατύπωσε την άποψη ότι το Παυλοπέτρι κατοικήθηκε για πρώτη φορά το 2800 π.Χ. (Πρωτοελλαδικοί χρόνοι), ενώ τα κτίρια και οι δρόμοι χρονολογήθηκαν στους Μυκηναϊκούς χρόνους (1680 - 1180 π.Χ.).

Περιορισμένοι, κατ' αυτούς, ήταν η κατοίκηση κατά των Μεσοελλαδικών χρόνων (δηλαδή 2000 - 1680 π.Χ.).



Πηγή:<http://hellenicrevenge.BlogSpot.com/>

Σύμφωνα με τα τότε ευρήματά τους, ο οικισμός φαινόταν να είχε εγκαταλειφθεί και τμήματα του να κατοικήθηκαν ή χρησιμοποιήθηκαν κατά τους Ελληνιστικούς, Ρωμαϊκούς και Βυζαντινούς χρόνους. Το Παυλοπέτρι μαζί με τα Κύθηρα έλεγχαν ένα από τα σπουδαιότερα προϊστορικά περάσματα του τότε Γνωστού Κόσμου. Το έτος 2009, ξεκίνησαν υποβρύχιες έρευνες με τα πλέον σύγχρονα μέσα από το Πανεπιστήμιο του Nottingham με υπεύθυνο τον Δρ. Jon Henderson και την συμμετοχή Ελλήνων αρχαιολόγων όπως της Δρα. Χρυσάνθη Γάλλου και την Δρα. Αγγελική Σίμωση. Το πρόγραμμα χρηματοδοτείται από το Ινστιτούτο Αιγαιακής Προϊστορίας, το Πανεπιστήμιο του Nottingham και τη Βρετανική Αρχαιολογική Σχολή Αθηνών.



Πηγή: <http://elafonisos.gov.gr/pavlopetri>

### 1.3. ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Το 2007 Ο Δρ. Nicholas Fleming, με τον Δρ. Jon Henderson από το Κέντρο Εναλίας Αρχαιολογίας του Πανεπιστημίου του Nottingham και τη Δρα. Χρυσάνθη Γάλλου από το Κέντρο Σπαρτιατικών & Πελοποννησιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου του Nottingham επισκέφτηκαν το Παυλοπέτρι και σε συνεργασία με τον Διευθυντή του προγράμματος Ηλία Σπονδύλη της Εφορείας Εναλίων Αρχαιοτήτων και την εξειδικευμένη ομάδα του Υπουργείου Πολιτισμού ανέλαβαν την εκπόνηση ερευνητικού προγράμματος για την συνέχιση των αρχαιολογικών ερευνών στο Παυλοπέτρι.

**Πραγματοποιείται σε συνεργασία με το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων ερευνών, υπό την αιγίδα της βρετανικής Σχολής Αθηνών και με την έγκριση του Υπουργείου Πολιτισμού και Τουρισμού, όπου έχει πενταετή διάρκεια (2009 - 2013).**



Πηγή:BBC υποτιτλισμένο " Η πόλη κάτω από τα κύματα: Παυλοπέτρι."  
[www.YouTube.com](http://www.YouTube.com)

Η πραγματοποίηση εξειδικευμένου αρχαιολογικού - ωκεανογραφικού προγράμματος στο Παυλοπέτρι έχει σκοπό την εκ νέου έρευνα του καταποντισμένου αρχαίου οικισμού με τη χρήση σύγχρονων μεθόδων και στόχο να δια φωτίσει ερευνητικά ερωτήματα σχετικά με την: α) Έκταση, τη χρονολόγηση και το

χαρακτήρα του βυθισμένου οικισμού στην Ελαφώνησο, β) το ρόλο του οικισμού στον έλεγχο του Λακωνικού Κόλπου, γ) τη διαχείριση των θαλάσσιων ανταλλαγών στην Προϊστορική Μεσόγειο και τη συμμετοχή των προϊστορικών κατοίκων του οικισμού στα θαλάσσια δίκτυα ανταλλαγών, καθώς και δ) το πότε και από ποιά αίτια βυθίστηκε η πολιτεία και το Στενό της Ελαφονήσου.





- Η ψηφιακή αναπαράσταση του Παυλοπετρίου –

Πηγή:BBC coverage

Στόχοι της πρόσφατης ερευνητικής περιόδου ήταν η ψηφιακή αποτύπωση του καταβυθισμένου οικισμού και της αρχαίας ακτογραμμής, η επιβεβαίωση της ορθότητας του σχεδίου των ερευνών του 1968, η περισυλλογή επιφανειακών ευρημάτων, η προκαταρκτική μελέτη των σταδίων εγκατάλειψης και της βαθμιαίας καταβύθισης του οικισμού και των μεταβολών στην αρχαία ακτογραμμή και εκπόνηση σχεδίου προστασίας, συντήρησης, διαχείρισης και ανάδειξης του οικισμού και του περιβάλλοντός του. Αξίζει να σημειωθεί ότι το Παυλοπέτρι αποτελεί την πρώτη ψηφιακή αναπαριστώμενη πόλη, που βρίσκεται στην θάλασσα.

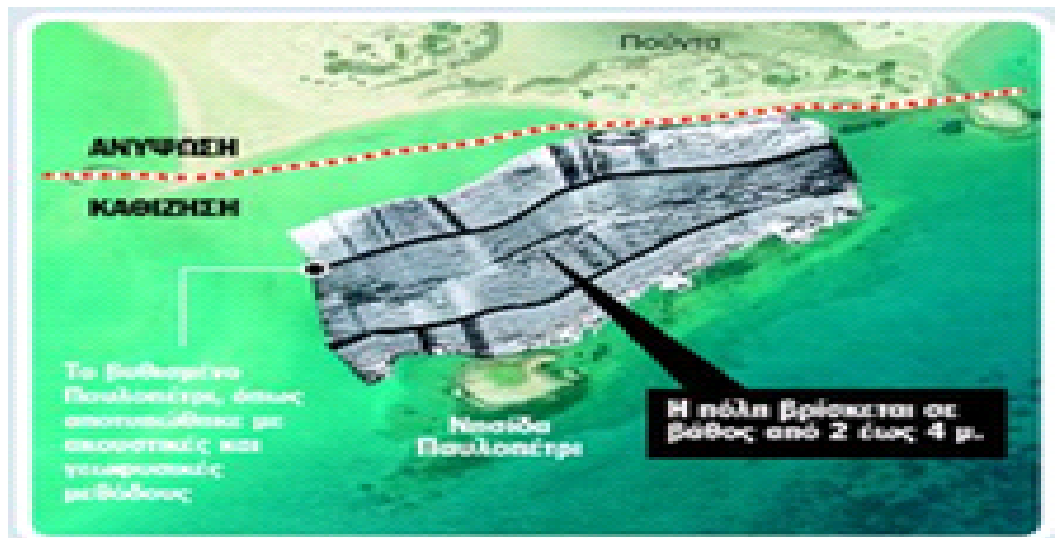


Πηγή: [www.Nottingham.ac.uk/pavlopetri](http://www.Nottingham.ac.uk/pavlopetri)

Με την αποτύπωση των υποθαλάσσιων αρχαιοτήτων και την παραγωγή τρισδιάστατων φωτό - ρεαλιστικών μοντέλων των βυθισμένων αρχιτεκτονικών στοιχείων από το Παυλοπέτρι με τη χρήση πρωτοποριακών μεθόδων και συνδυασμό σύγχρονων τεχνικών, όπως το σόναρ της Nautilus Ltd. και τη φωτοστερεογραμμική αποτύπωση (Κέντρο Ρομποτικής του Πανεπιστημίου του Sydney), τα οποία εφαρμόστηκαν για πρώτη φορά σε αρχαιολογικές έρευνες στο Παυλοπέτρι.



Πηγή: [www.travelstories.gr](http://www.travelstories.gr)



Πηγή: [www.travelstories.gr](http://www.travelstories.gr)



Πηγή: [www.Nottingham.ac.uk/pavlopetri](http://www.Nottingham.ac.uk/pavlopetri)



Επίσης εκπονείται λεπτομερής θαλάσσια γεωλογική - γεωμορφολογική - οκεανογραφική έρευνα από το Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών. (ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ.)



Από τις έρευνες του ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ το 2009 προκύπτει ότι η πόλη βυθίστηκε εξαιτίας σειράς σεισμών και τεκτονικών επεισοδίων στην ευρύτερη περιοχή σε συνδυασμό με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.



Πηγή:BBC coverage

#### 1.4.ΙΔΡΥΣΗ ΠΟΛΕΩΣ

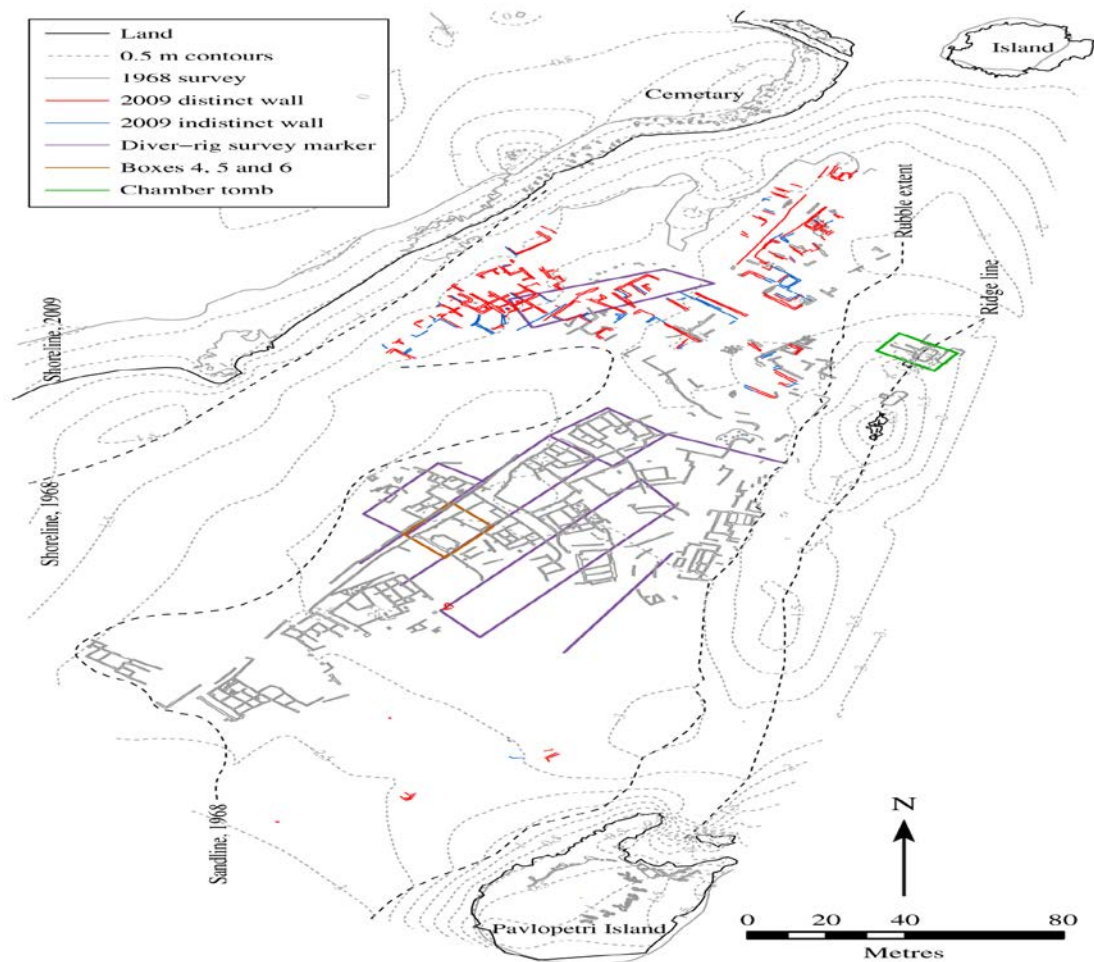
Αρχικά οι αρχαιολόγοι θεωρούσαν ότι ο οικισμός κατοικήθηκε για πρώτη φορά γύρω στο 2800 π.χ., ωστόσο από τις αρχαιολογικές έρευνες το 2009, διαπιστώθηκε ότι με τα νέα στοιχεία επιβεβαιώνεται ότι το Παυλοπέτρι είναι μια από της αρχαιότερες βυθισμένες πολιτείες στον κόσμο, ενώ υπάρχουν οι αρχαιότερες ενδείξεις για οργανωμένη κατοίκηση ήδη από την 4η χιλιετία π.χ .

Η ψηφιακή αναπαράσταση της πόλης παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τον τρόπο ζωής κατά την εποχή του Χαλκού. Σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα πρόκειται για μία πόλη με άριστη ρυμοτομία, που περιελάμβανε ένα πολύ καλά κατασκευασμένο οδικό δίκτυο.

Ανεξάρτητες και μη οικίες μέχρι και δύο ορόφων, συνυπήρχαν με δημόσια κτίρια. Αυτό που εντυπωσιάζει είναι το πολύπλοκο σύστημα διαχείρισης του νερού που σύμφωνα με τα ευρήματα περιελάμβανε κανάλια και υδρορροές.

Μόνον που βρίσκεται τέσσερα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Πρόκειται για μία βυθισμένη αρχαία ελληνική πόλη, που έρχεται κατ' ευθείαν από την ηρωική εποχή της Ιλιάδας του Ομήρου.

Στο Παυλοπέτρι έλληνες και ξένοι αρχαιολόγοι δραστηριοποιούνται εντατικά τα τελευταία χρόνια, μόλις το καλοκαίρι του 2011 η αρχαία πόλη χαρτογραφήθηκε πλήρως ψηφιακά και καταγράφηκε σε τρεις διαστάσεις, με περιθώριο σφάλματος μικρότερο από τρία εκατοστά και στην συνέχεια αναδημιουργήθηκε με τη βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας .



Ο Δρ. Jon Henderson καθηγητής υποθαλάσσιας αρχαιολογίας του Πανεπιστημίου του Nottingham δήλωσε πως "...Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι πρόκειται για την αρχαιότερη βυθισμένη πόλη του κόσμου. Βρήκαμε κεραμικά που χρονολογούνται από την προϊστορική εποχή. Αυτό δείχνει ότι η πόλη υπήρχε εδώ και 5 χιλιάδες χρόνια, 1200 χρόνια παλιότερα από ότι αρχικά πιστεύαμε." όπως επίσης και ότι "...είναι ένα από τα λίγα μέρη στον κόσμο όπου μπορείς κυριολεκτικά να κολυπήσεις κατά μήκος ενός βυθισμένου δρόμου μιας αρχαίας πόλης ή να κοιταξεις μέσα σε έναν τάφο.". Η ομάδα του Δρ. Jon Henderson έχει μέχρι στήγμης επισημάνει δεκάδες κτίρια, έξι μεγάλους δρόμους και ακόμη θρησκευτικά ιερά και τάφους. Μεταξύ του 2000 και του 1100 π.Χ. άνησε η πόλη - λιμάνι φθάνοντας στο μεγαλύτερο μέγεθός της την περίοδο 1700 - 1500 π.Χ., ενώ η εγκατάλειψή της έγινε περίπου έναν αιώνα πριν από το τέλος της 1ης π.Χ. χιλιετίας .Εκείνη την εποχή κάλυπτε περί τα 20 στρέμματα όπως έδειξαν οι έρευνες.



Παρ' όλα αυτά οι αρχαιολόγοι θεωρούσαν ότι θα ήταν ένας εμπορικός ή πολιτικός δорυφόρος του Μινωικού πολιτισμού ενώ κατά του τελευταίους αιώνες της ύπαρξής της πιθανώς να λειτουργούσε ως λιμάνι του Μυκηναϊκού κόσμου. Γύρω στα 1200 π.Χ., εποχή που συνδέεται με τον πόλεμο της Τροίας, ήταν μία ακμάζουσα πόλη με περίπου 2.000 κατοίκους αποδυκνύεται και από τα ευρήματα. Στην καρδιά της πόλης υπήρχε μία πλατεία μήκους 40 μέτρων και πλάτους 20 μέτρων, ενώ τα περισσότερα σπίτια είχαν ως και δώδεκα δωμάτια. Ανάμεσα στα κτίρια, μάλιστα κτισμένοι μέσα στους τοίχους, βρίσκονται πετρόκτιστοι τάφοι ενώ το οργανωμένο νεκροταφείο είναι ακριβώς έξω από την πόλη.



Πηγή: [www.nottingham.ac.uk/pavlopetri](http://www.nottingham.ac.uk/pavlopetri)

Ανακαλύθηκε και ένα μεγάλο κτίριο που πιθανόν να διέθετε σημαντικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης για εισαγόμενα τρόφιμα, τα οποία όπως αποδεικνύεται από το είδος των αγγείων που εντοπίστηκαν και τα οποία προέρχονται από όλη την ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου και την Μινωική Κρήτη .

Οι αρχαιολόγοι όμως έχουν ανακαλύψει και θραύσματα αντικείμενων καθημερινής χρήσης, όπως αγγεία μαγειρέματος και περίτεχνα αγγεία πόσης, πιθανόν για υψηλούς καλεσμένους ή για προσφορές προς τους θεούς . Σε ορισμένες περιπτώσεις οι κάτοικοι της πόλης έφτιαχναν και αντίγραφα αυτών των αγγείων αντιγράφοντας το ύφος της Κρήτης αλλά και της ηπειρωτικής Ελλάδας παράγοντας δικά τους προϊόντα αγγειοπλαστικής.



Πηγή: Mycenaean Stirrup Jar, ca .1200 - 1100 B .C.,

Pavlopetri: Underwater Mycenaean's



Πηγή:BBC coverage





## 1.5.ΛΟΓΟΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ

Ακόμη ομάδα τηλεοπτικής παραγωγής του βρετανικού δικτύου του BBC επισκέφτηκε το 2010 την Ελαφόνησο με στόχο την παρακολούθηση - βιντεοσκόπηση της έρευνας και την πραγματοποίηση παραγωγής ειδικής ταινίας μορφής ντοκιμαντέρ με θέμα το Παυλοπέτρι, που πρόσφατα προβλήθηκε στο βρετανικό τηλεοπτικό δίκτυο. Πραγματοποιήθηκε ενδεικτική προβολή στο πλαίσιο του Διεθνούς Συμποσίου για τον Κάβο Μαλιά τον Απρίλιο το 2011.



Πηγή:BBC coverage

Το Παυλοπέτρι συνδυάζει όλες τις εποχές του Ελληνικού Πολιτισμού (Εποχή Χαλκού, Μινωικό Πολιτισμό, Μυκηναϊκό Πολιτισμό, επιρροές Κυκλαδίτικου Πολιτισμού).

Σύμφωνα με τον Άγγλο αρχαιολόγο N.C.Flemming το Παυλοπέτρι χάθηκε μαζί με το κράτος της Ατλαντίδας. Με βάση τα στοιχεία: α) ότι η Μυκηναϊκή Εποχή είναι η χρονική περίοδος 1600 - 1100 π. Χ. και β) ότι στο Παυλοπέτρι εντοπίστηκαν Μυκηναϊκά ευρήματα πολύ πριν από το 1600 π. Χ., καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι με την ολοκλήρωση μίας συστηματικής έρευνας θα έχουμε νέα εντυπωσιακά στοιχεία που πιθανόν να αλλάξει τα παγκοσμίως αποδεκτά δεδομένα για το Μυκηναϊκό Πολιτισμό, όπου ως γνωστόν οδήγησε την Ελλάδα στην κορυφή της Παγκόσμιας πολιτισμικής πυραμίδας.



Ο λαμπρός αυτός πολιτισμός της Εποχής του Χαλκού έθεσε τις βάσεις της κοινωνικής, οικονομικής και οικιστικής οργάνωσης που μεταλαμπαδεύτηκε σε όλα τα μήκη και πλάτη του κόσμου.

Ο σπάνιος πολιτισμός του Παυλοπετρίου διένησε δύο χιλιετίες και το τέλος του σημαδεύτηκε από βιβλικές καταστροφές. Οι επιστήμονες προσπαθούν να βρουν την απάντηση στο ερώτημα γιατί βυθίστηκε η πόλη .

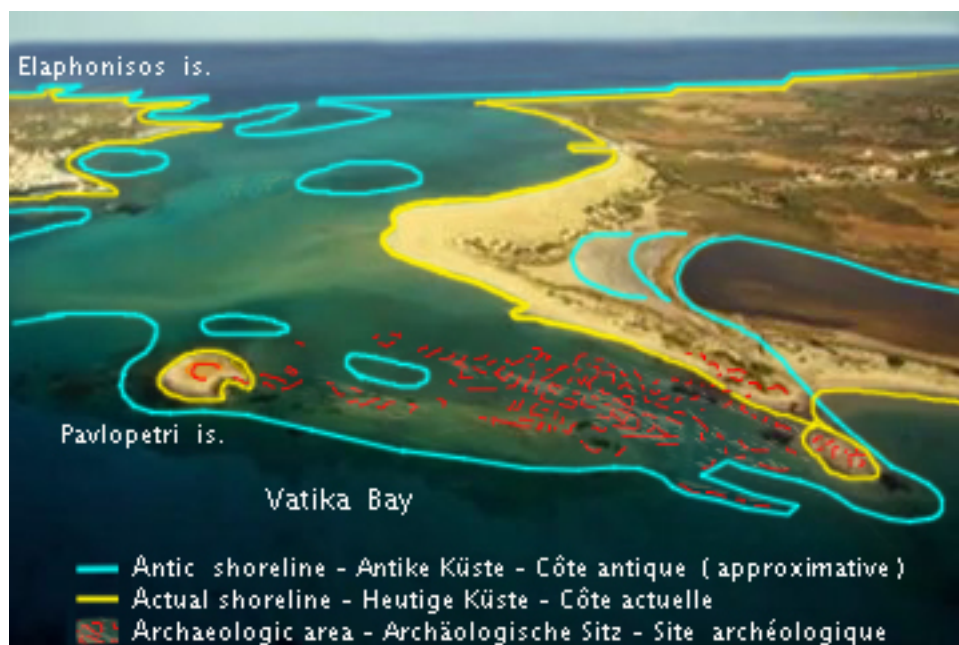
Υπάρχουν τρεις θεωρίες οι οποίες είναι: α) σταδιακή άνοδο της στάθμης της θάλασσας, β) υποχώρηση του εδάφους και γ) δημιουργία τσουνάμι.

Ο κ. Δημήτρης Σακελλαρίου από το Ελληνικό Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας που πήρε μέρος στην έρευνα για το Παυλοπέτρι δήλωσε ότι : " Είναι πολύ πιθανόν η απάντηση στο ερώτημα, γιατί βυθίστηκε η πόλη του Παυλοπετρίου, να είναι ένας συνδυασμός των δύο πρώτων θεωριών ."

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΑΥΛΟΠΕΤΡΙΟΥ

#### 2.1. ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ - ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΠΑΥΛΟΠΕΤΡΙΟΥ



Πηγή : <http://el.wikipedia.org/wiki/Παυλοπέτρι>

#### ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

A/A	X	Y
<b>0</b>	408937,64	4041361,87
<b>1</b>	408944,25	4041372,45
<b>2</b>	408958,80	4041379,07
<b>3</b>	408978,65	4041389,65
<b>4</b>	408991,88	4041396,27
<b>5</b>	409003,78	4041404,20
<b>6</b>	409020,98	4041414,79



<b>A/A</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>7</b>	409031,56	4041426,69
<b>8</b>	409036,86	4041439,92
<b>9</b>	409048,76	4041454,48
<b>10</b>	409056,70	4041467,70
<b>11</b>	409063,31	4041484,90
<b>12</b>	409080,51	4041500,78
<b>13</b>	409093,74	4041516,65
<b>14</b>	409105,65	4041528,56
<b>15</b>	409124,17	4041541,79
<b>16</b>	409147,98	4041557,66
<b>17</b>	409158,56	4041565,60
<b>18</b>	409170,47	4041573,54
<b>19</b>	409178,41	4041580,15
<b>20</b>	409191,64	4041580,15
<b>21</b>	409203,54	4041574,86
<b>22</b>	409208,84	4041569,57
<b>23</b>	409210,16	4041564,28
<b>24</b>	409210,16	4041555,02
<b>25</b>	409218,10	4041553,69



A/A	X	Y
<b>26</b>	409228,68	4041561,63
<b>27</b>	409236,62	4041569,57
<b>28</b>	409241,91	4041580,15
<b>29</b>	409247,20	4041586,77
<b>30</b>	409252,49	4041594,71
<b>31</b>	409263,08	4041603,97
<b>32</b>	409267,04	4041609,26
<b>33</b>	409280,27	4041618,52
<b>34</b>	409289,53	4041631,75
<b>35</b>	409317,31	4041650,27
<b>36</b>	409327,90	4041662,17
<b>37</b>	409338,48	4041667,47
<b>38</b>	409354,36	4041667,47
<b>39</b>	409366,26	4041676,73
<b>40</b>	409375,52	4041680,69
<b>41</b>	409383,46	4041692,60
<b>42</b>	409391,40	4041701,86
<b>43</b>	409404,63	4041709,80
<b>44</b>	409427,12	4041719,06

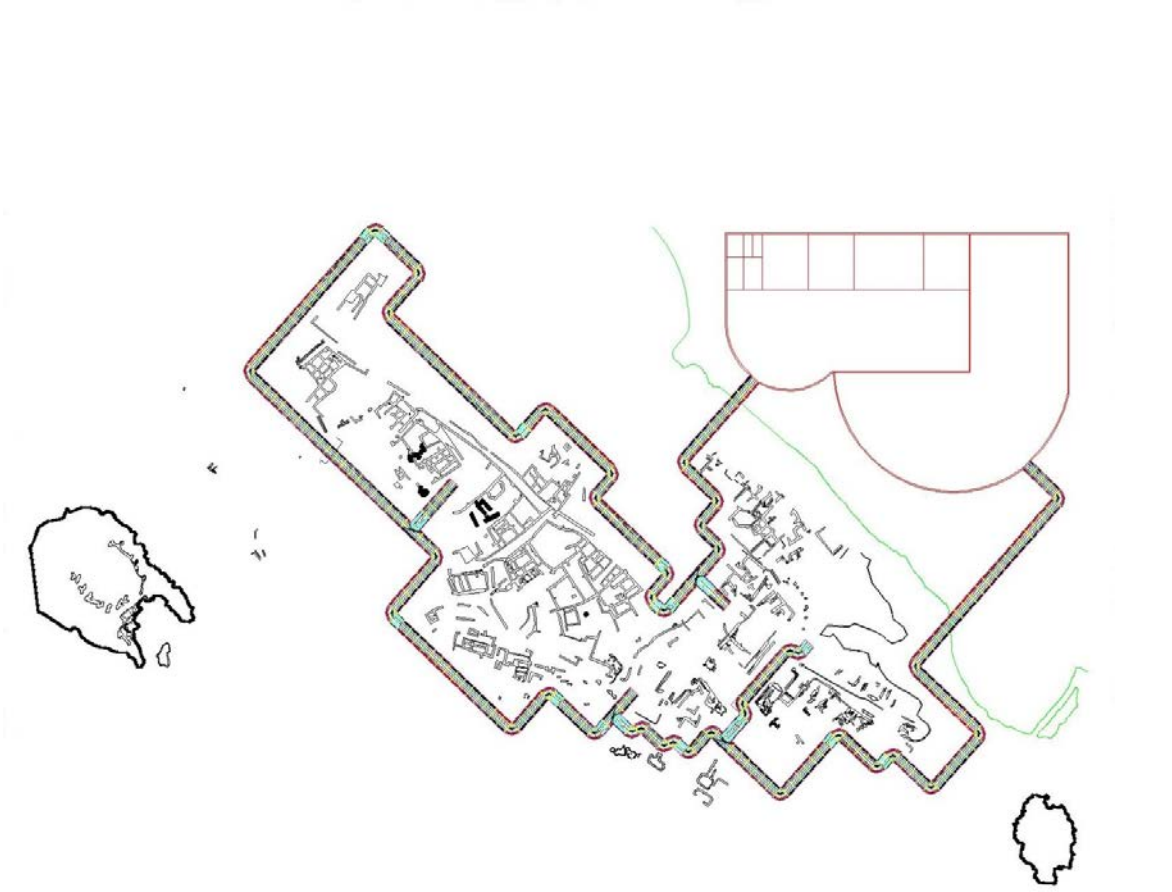


<b>A/A</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>45</b>	409445,64	4041720,38
<b>46</b>	409461,51	4041716,41
<b>47</b>	409462,84	4041705,83
<b>48</b>	409464,16	4041696,57
<b>49</b>	409464,16	4041668,79
<b>50</b>	409461,51	4041644,98
<b>51</b>	409449,61	4041588,09
<b>52</b>	409442,99	4041551,05
<b>53</b>	409436,38	4041521,94
<b>54</b>	409431,09	4041490,19
<b>55</b>	409424,47	4041467,70
<b>56</b>	409417,86	4041433,31
<b>57</b>	409411,24	4041394,94
<b>58</b>	409405,95	4041373,78
<b>59</b>	409399,34	4041361,87
<b>60</b>	409390,08	4041343,35
<b>61</b>	409387,43	4041324,83
<b>62</b>	409380,82	4041301,02
<b>63</b>	409374,20	4041286,46

<b>A/A</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>64</b>	409359,65	4041278,53
<b>65</b>	409338,48	4041253,39
<b>66</b>	409321,28	4041241,49
<b>67</b>	409310,70	4041222,96
<b>68</b>	409272,34	4041211,06
<b>69</b>	409244,55	4041207,09
<b>70</b>	409198,25	4041207,09
<b>71</b>	409141,37	4041215,03
<b>72</b>	409059,35	4041225,61
<b>73</b>	408990,55	4041234,87
<b>74</b>	408934,99	4041265,30
<b>75</b>	408912,50	4041307,63
<b>76</b>	408940,28	4041367,16

Η αποτύπωση της περιοχής του Παυλοπετρίου έγινε με βάση το Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ 87) από το Εθνικό Κτηματολόγιο & Χαρτογράφηση Α.Ε (ΕΚΧΑ), με συνολικό εμβαδόν είναι 159236,88 τ.μ. Η βυθισμένη πόλη βρίσκεται τέσσερα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας και με έκταση 30 χιλιάδες τετραγωνικά μέτρα.

Κάτοψη υποθαλάσσιου τμήματος της κατασκευής και Κτιρίων εγκαταστάσεων

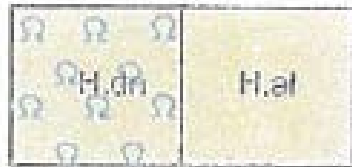




## 2.2.ΕΛΑΦΙΚΑ - ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

### 2.2.1.ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΛΑΦΟΥΣ

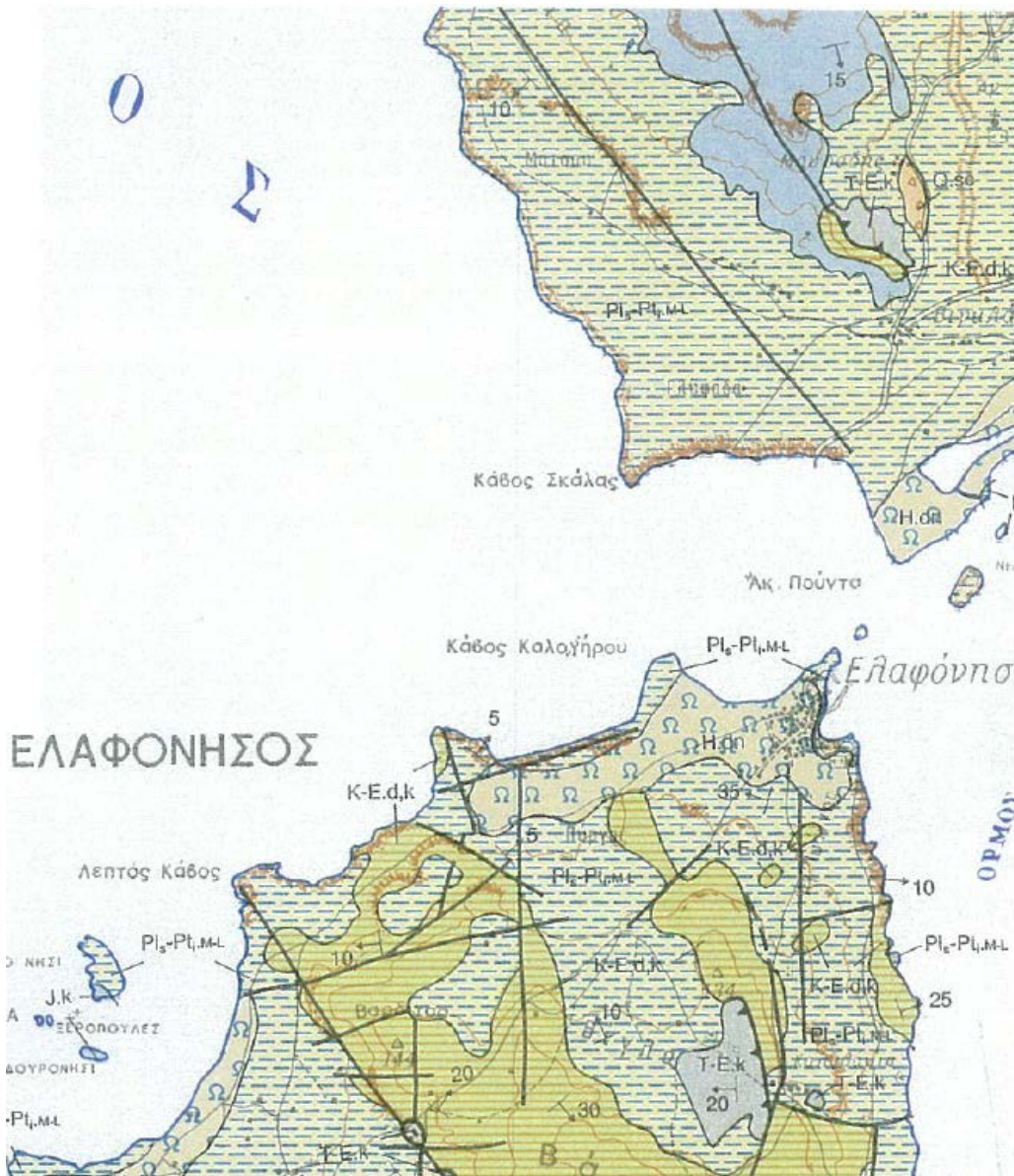
Το έδαφος αποτελείται από αλλουβιακές αποθέσεις ασύνδετα υλικά προσχώσεων, υλικά ελουβιακού μανδύα και κλαστικές αποθέσεις. Επίσης από κροκάλες, χαλίκια και άργιλο.



Τα ανώτερα μέλη εμφανίζονται με βιογενή ιζήματα με ενστρώσεις χερσαίες προέλευσης κυρίως πηλίτες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, ασβεσταρενίτες και ανθρακικά πετρώματα με ερυθροφύκη. Η συνδεδετική ύλη όταν υπάρχει, είναι αποκλειστικά ανθρακικό υλικό. Τα πετρώματα παρουσιάζουν ταχεία κατακόρυφη και οριζόντια εναλλαγή.



Τα κατώτερα μέλη εμφανίζονται με τη μορφή βασικού κροκαλοπαγούς μικρού πάχους, το οποίο καλύπτεται από μια ψαμμιτοαργιλική ακολουθία μεγαλύτερου πάχους ενώ στα ανώτερα στρώματα τμήματα υπάρχει στρωματολιθικός ορίζοντας.



### 2.3.ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΡΕΥΜΑΤΑ( ΚΥΜΑΤΑ) - ΑΝΕΜΟΣ

Παρακάτω παρουσιάζονται αποτελέσματα που προέρχονται από στατιστική επεξεργασία ανεμολογικών και κυματικών παραμέτρων του συστήματος ΠΟΣΕΙΔΩΝ από το ΕΛ.Κ.Ε.Θ.Ε..

Αυτά παρουσιάζονται στη μορφή χαρτών χωρικής κατανομής, για τα δεδομένα που προέρχονται από αριθμητική προσομοίωση, και στη μορφή δισδιάστατων ιστογραμμάτων συχνότητας εμφάνισης, για τα δεδομένα που προέρχονται τόσο από αριθμητική προσομοίωση όσο και από σημειακές μετρήσεις.

Ειδικότερα, για τα δεδομένα που προέρχονται από αριθμητική προσομοίωση παρουσιάζονται χάρτες χωρικής κατανομής

1. Μέσων τιμών ταχύτητας ανέμου
2. Κατευθυντικότητας ανέμου
3. Μέσων τιμών σημαντικού ύψους κύματος
4. Μέσων τιμών περιόδου κορυφής φάσματος
5. Μέσων τιμών κυματικής κλίσης
6. Κατευθυντικότητας κύματος
7. Πιθανότητας των ενδεχομένων  $W U < 4 \text{ m/s}$ ,  $W U < 6 \text{ m/s}$ ,  $W U > 8 \text{ m/s}$ ,  $W U > 11 \text{ m/s}$
8. Πιθανότητας των ενδεχομένων  $HS < 0.5 \text{ m}$ ,  $HS < 1.25 \text{ m}$ ,  $HS > 2.5 \text{ m}$ ,  $HS > 4 \text{ m}$
9. Τιμών σχεδιάσεως ετήσιου σημαντικού ύψους κύματος
10. Τιμών σχεδιάσεως ετήσιου ταχύτητας ανέμου

και δισδιάστατα ιστογράμματα συχνότητας εμφάνισης των ακόλουθων παραμέτρων:

11. Ταχύτητας - κατεύθυνσης ανέμου
12. Σημαντικού ύψους - περιόδου κύματος
13. Σημαντικού ύψους - κατεύθυνσης κύματος
14. Σημαντικού ύψους κύματος - ταχύτητας ανέμου

### 2.3.1. Χάρτες μέσων τιμών ταχύτητας ανέμου

#### Εξεταζόμενη παράμετρος

Ταχύτητα ανέμου  $W U$  στα 10 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.

#### Περιγραφή

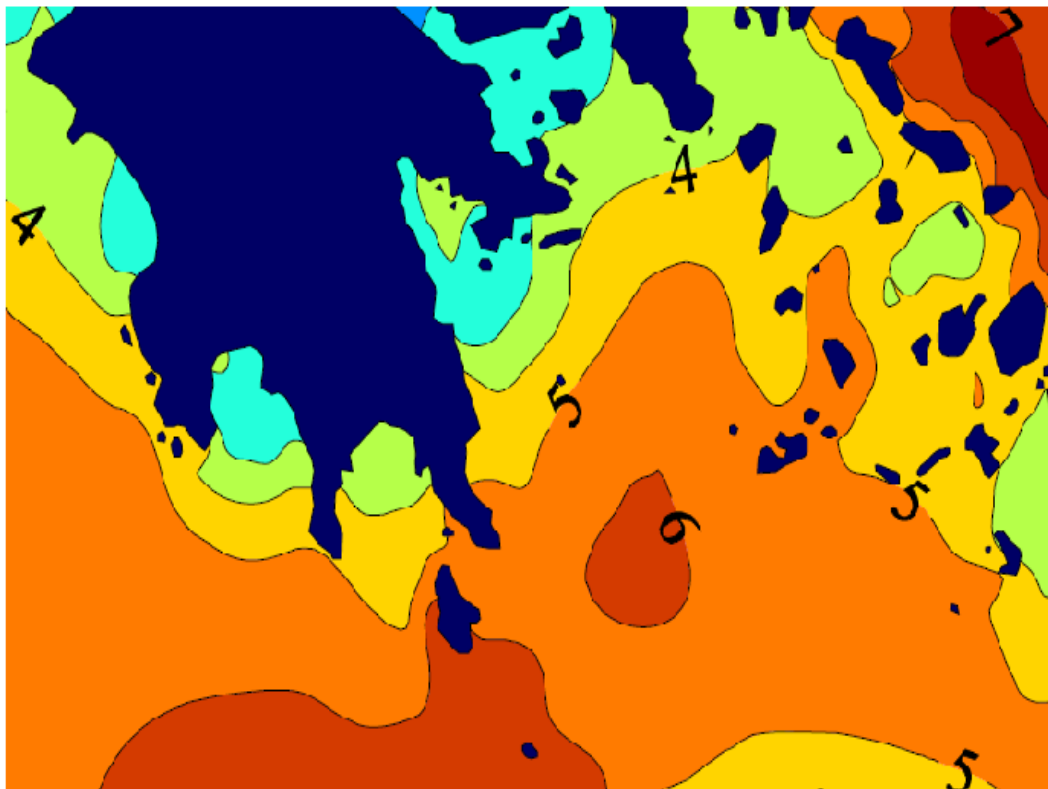
Οι ισοσταθμικές καμπύλες των μέσων ταχυτήτων ανέμου είναι ο (γεωμετρικός) τόπος των σημείων όπου η εποχιακή μέση τιμή της ταχύτητας ανέμου είναι σταθερή. Αυτή η σταθερή τιμή (σε  $m/s$ ) απεικονίζεται σε κάθε καμπύλη.

#### Εποχιακή ανάλυση

Φθινόπωρο Σεπτέμβριος, Οκτώβριος, Νοέμβριος  
Χειμώνας Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος  
Άνοιξη Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος  
Καλοκαίρι Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος  
Ετήσιο Όλοι οι μήνες

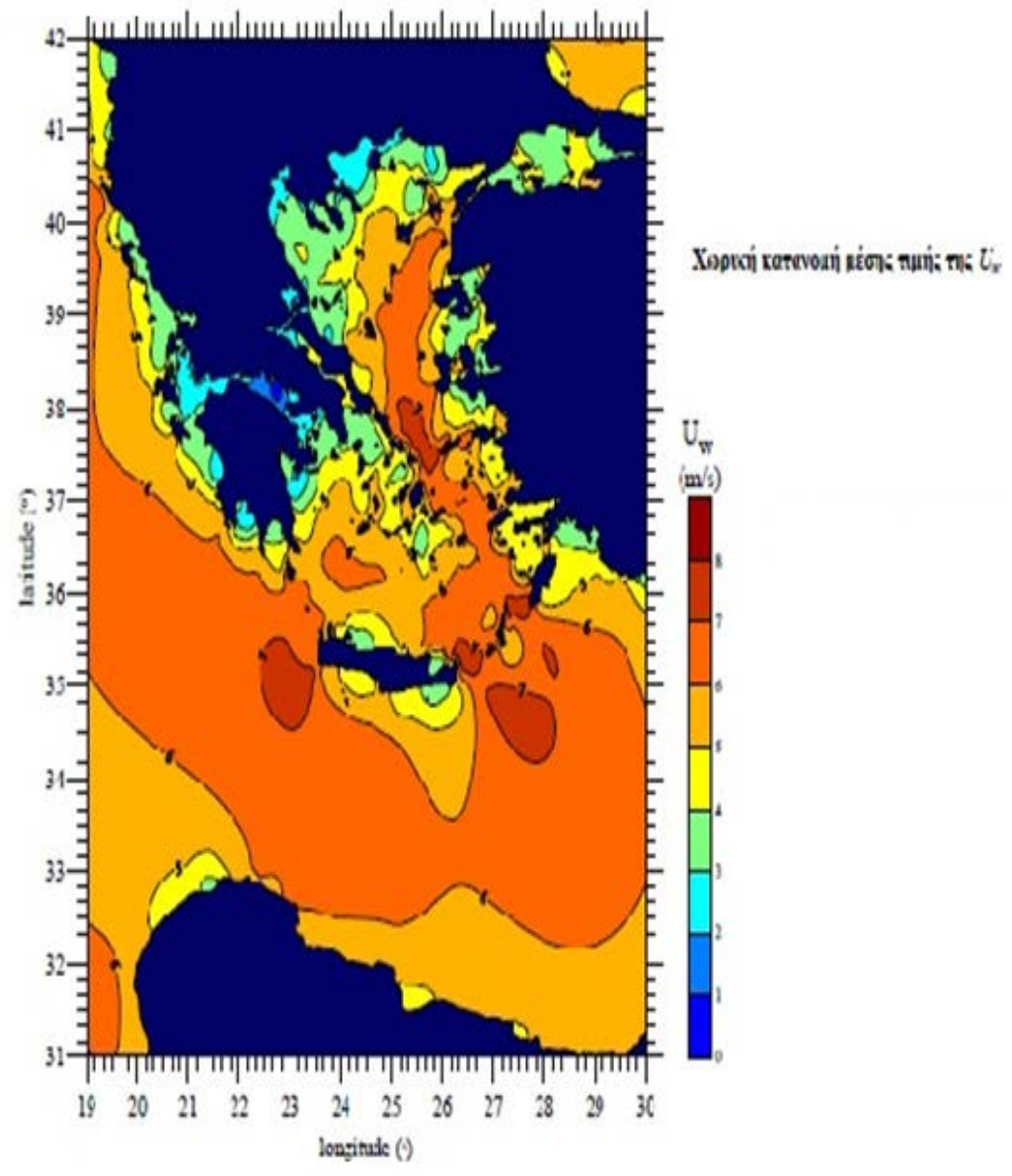
#### Παράδειγμα

Το Φθινόπωρο η μέση τιμή της ταχύτητας ανέμου παίρνει τιμές από 5  $m/s$  έως 6  $m/s$  στην περιοχή που περικλείεται από τις αντίστοιχες ισοσταθμικές.



ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ

ΕΤΗΣΙΟ



### 2.3.2. Χάρτες κατευθυντικότητας ανέμου

#### Εξεταζόμενη παράμετρος

Κατεύθυνση ανέμου *WIND* Θ στα 10m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.

#### Περιγραφή

Τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση από την οποία πνέει ο άνεμος. Το μήκος τους αντιστοιχεί στη συχνότητα εμφάνισης ανέμων (%) που πνέουν από την αντίστοιχη κατεύθυνση. Έχουν ληφθεί υπόψη ταχύτητες ανέμου άνω των 6 m/s.

#### Εποχιακή ανάλυση

Φθινόπωρο Σεπτέμβριος, Οκτώβριος, Νοέμβριος

Χειμώνας Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος

Ανοιξη Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος

Καλοκαίρι Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος

Ετήσιο Όλοι οι μήνες

#### Παράδειγμα

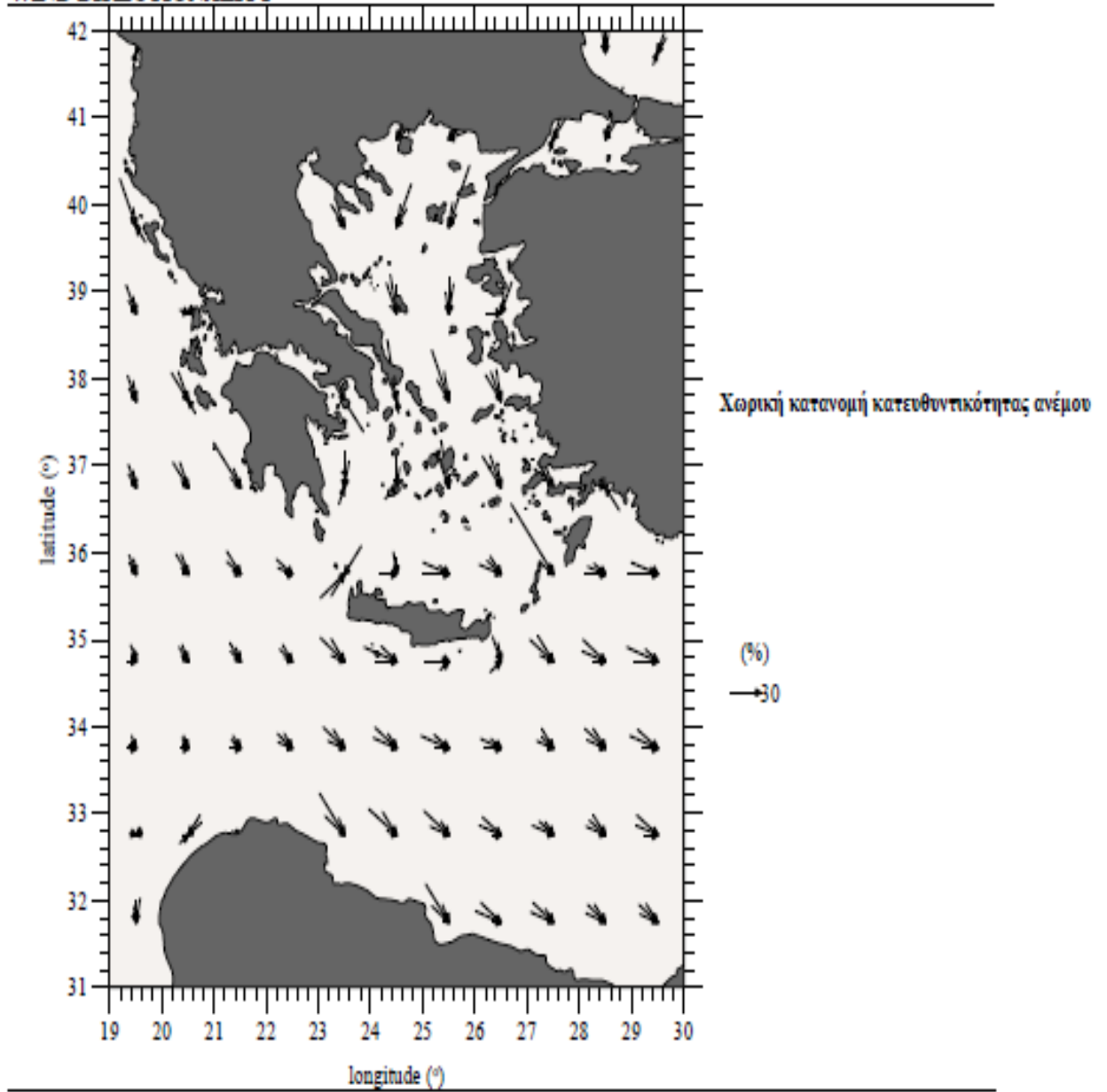
Σημείο: 33.75°N, 26.5°E

Το Φθινόπωρο οι άνεμοι πνέουν από Β-ΒΔ, Δ-ΒΔ, Δ με συχνότητα εμφάνισης 15%, 15%, 13%, αντίστοιχα.



**ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ**  
**WIND DIRECTIONALITY**

**ΕΤΗΣΙΟ**



### 2.3.3. Χάρτες μέσω τιμών σημαντικού ύψους κύματος

#### Εξεταζόμενη παράμετρος

Σημαντικό ύψος κύματος  $S_H$ .

#### Περιγραφή

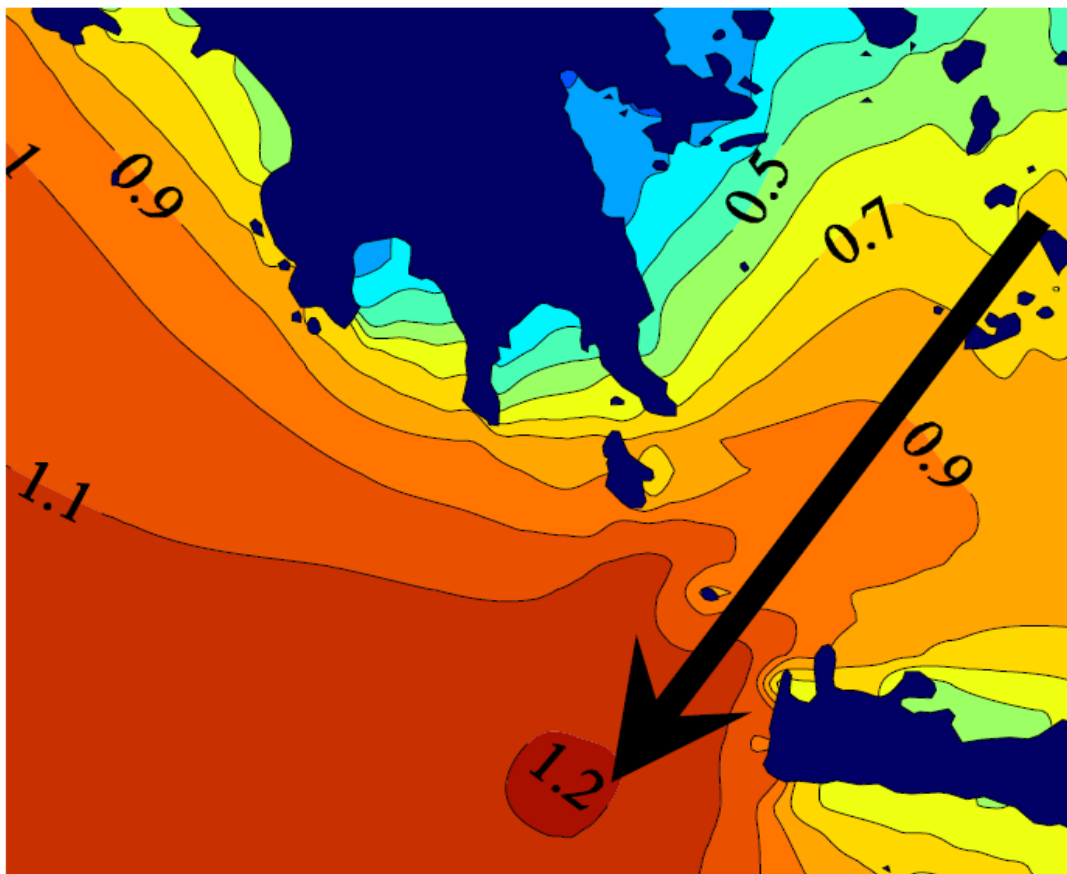
Οι ισοσταθμικές καμπύλες των μέσων τιμών του σημαντικού ύψους κύματος είναι ο (γεωμετρικός) τόπος των σημείων όπου η εποχιακή μέση τιμή του σημαντικού ύψους είναι σταθερή. Αυτή η σταθερή τιμή (σε  $m$ ) απεικονίζεται σε κάθε καμπύλη.

#### Εποχιακή ανάλυση

Φθινόπωρο Σεπτέμβριος, Οκτώβριος, Νοέμβριος  
Χειμώνας Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος  
Άνοιξη Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος  
Καλοκαίρι Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος  
Ετήσιο Όλοι οι μήνες

#### Παράδειγμα

Το Φθινόπωρο η μέση τιμή του σημαντικού ύψους κύματος παίρνει τιμές από  $1.1 m$  έως  $1.2 m$  στην περιοχή που περικλείεται από τις αντίστοιχες ισοσταθμικές, οι οποίες δείχνονται με τα βέλη.

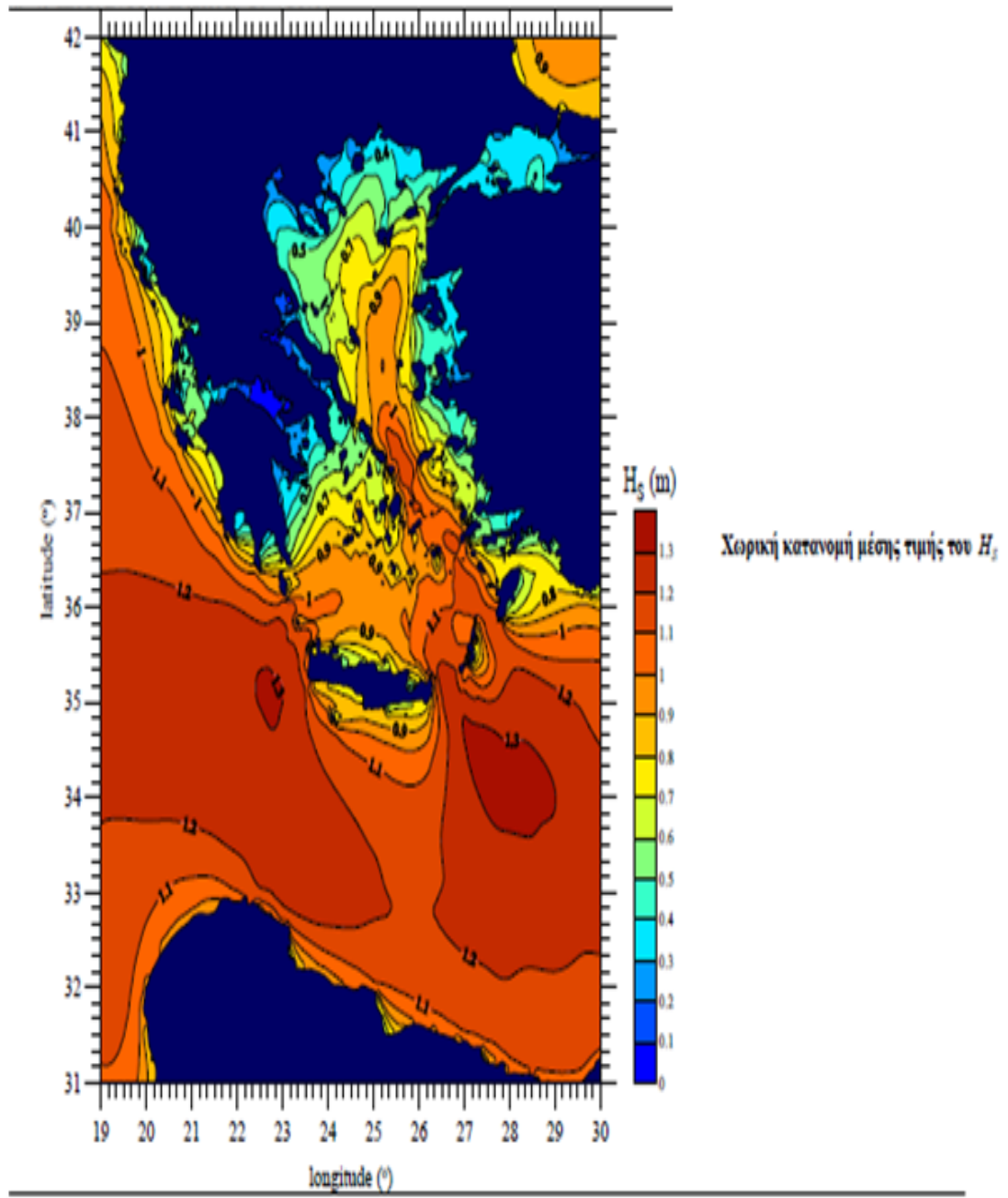






ΜΕΣΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΥΨΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ

ΕΤΗΣΙΟ



### 2.3.4. Χάρτες μέσω τιμών περιόδου κορυφής φάσματος

#### Εξεταζόμενη παράμετρος

Περίοδος κορυφής φάσματος  $P T$ .

#### Περιγραφή

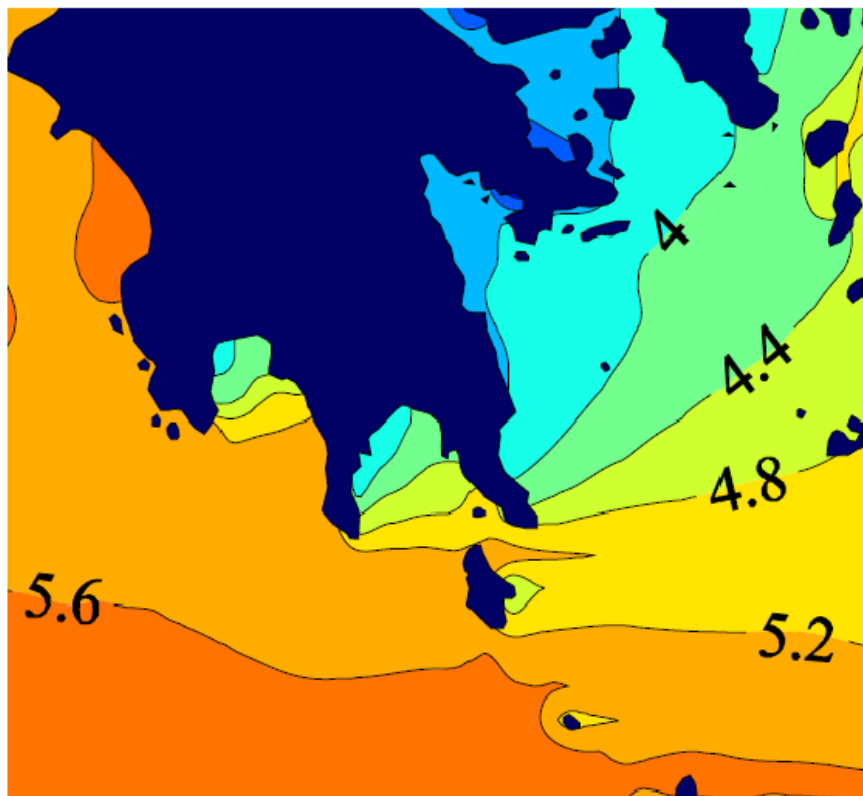
Οι ισοσταθμικές καμπύλες των μέσω τιμών της περιόδου κορυφής φάσματος είναι ο (γεωμετρικός) τόπος των σημείων όπου η εποχιακή μέση τιμή της περιόδου κορυφής φάσματος είναι σταθερή. Αυτή η σταθερή τιμή (σε  $s$ ) απεικονίζεται σε κάθε καμπύλη.

#### Εποχιακή ανάλυση

Φθινόπωρο Σεπτέμβριος, Οκτώβριος, Νοέμβριος  
Χειμώνας Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος  
Άνοιξη Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος  
Καλοκαίρι Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος  
Ετήσιο Όλοι οι μήνες

#### Παράδειγμα

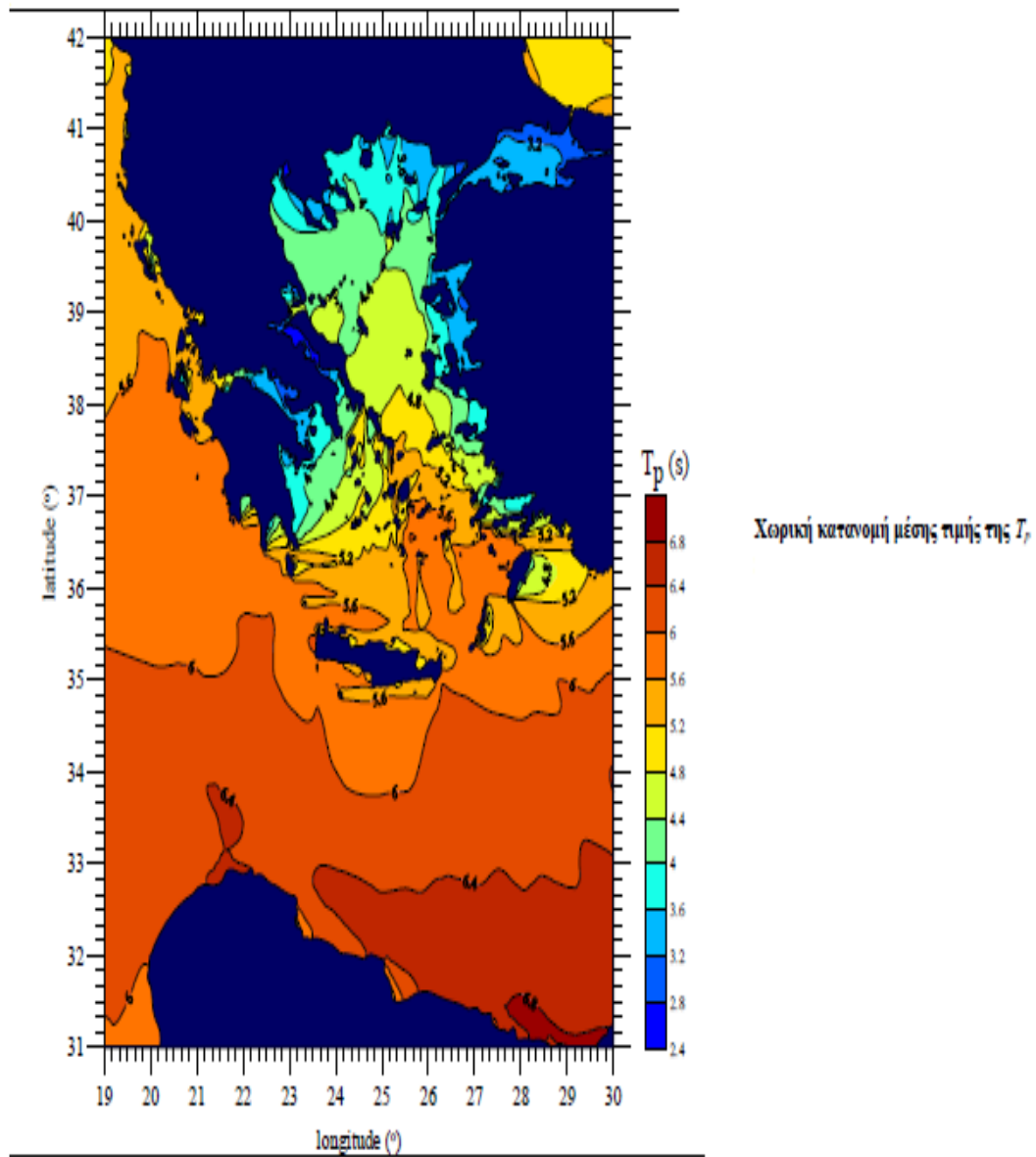
Το Φθινόπωρο η μέση τιμή της περιόδου κορυφής φάσματος παίρνει τιμές από 4  $s$  έως 4.4  $s$  στην περιοχή που περικλείεται από τις αντίστοιχες ισοσταθμικές.





ΜΕΣΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ

ΕΤΗΣΙΟ



### 2.3.5. Χάρτες μέσω των τιμών κυματικής κλίσης

#### Εξεταζόμενη παράμετρος

Κυματική κλίση  $P \beta = 2.2 S P H g T \pi$ .

#### Περιγραφή

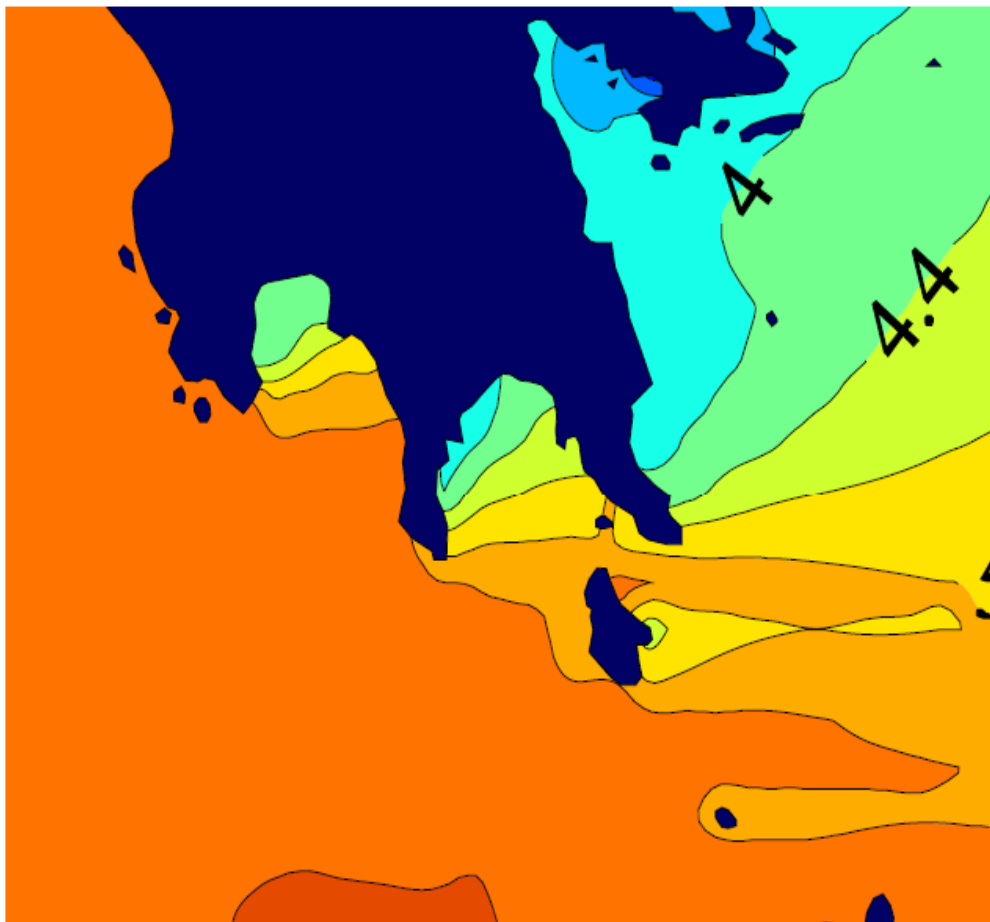
Οι ισοσταθμικές καμπύλες των μέσω των τιμών της κυματικής κλίσης είναι ο (γεωμετρικός) τόπος των σημείων όπου η εποχιακή μέση τιμή της κυματικής κλίσης είναι σταθερή. Αυτή η σταθερή τιμή (%) απεικονίζεται σε κάθε καμπύλη.

#### Εποχιακή ανάλυση

Φθινόπωρο Σεπτέμβριος, Οκτώβριος, Νοέμβριος  
 Χειμώνας Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος  
 Άνοιξη Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος  
 Καλοκαίρι Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος  
 Ετήσιο Όλοι οι μήνες

#### Παράδειγμα

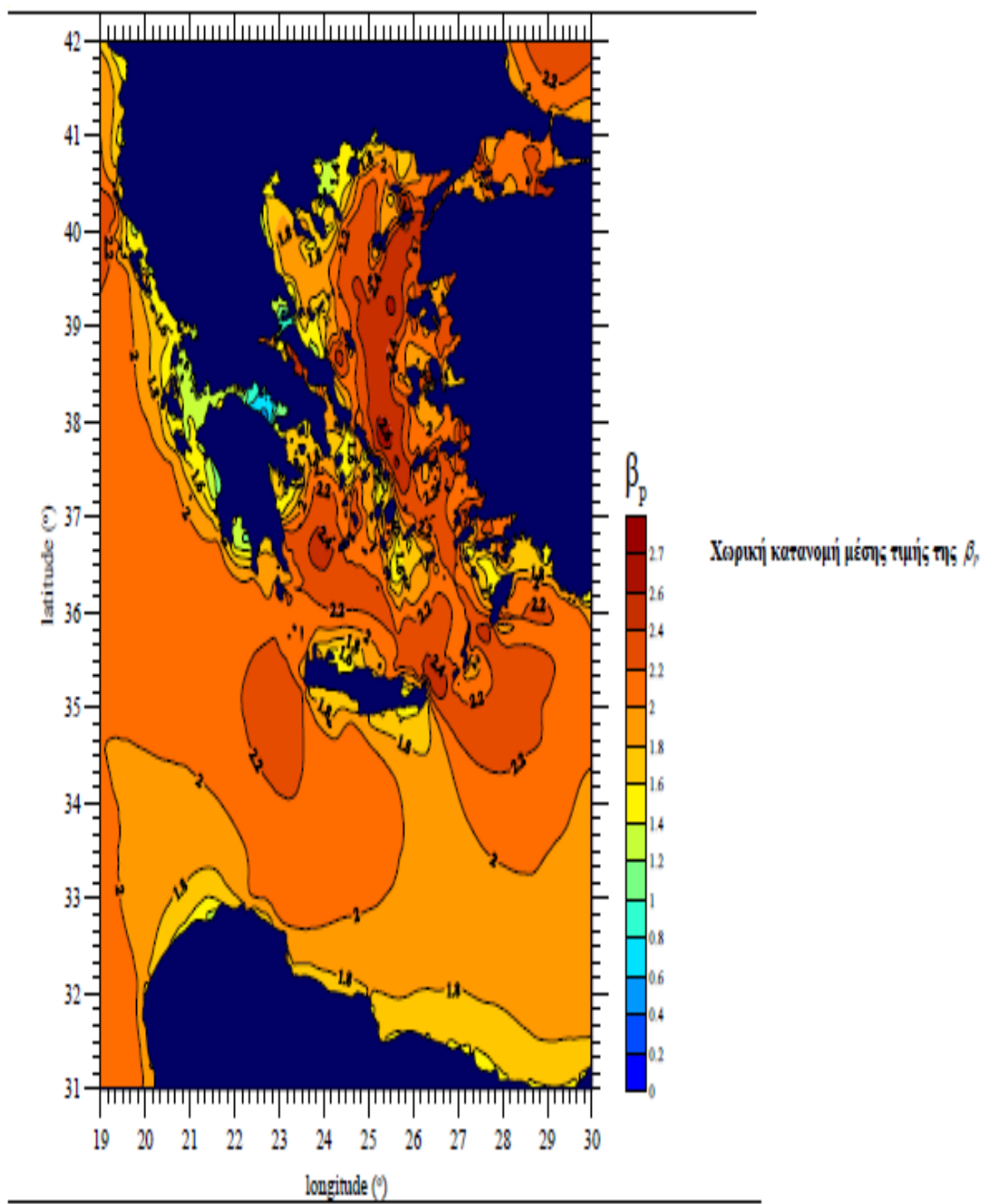
Το Φθινόπωρο η μέση τιμή της κυματικής κλίσης παίρνει τιμές από 1.8 % έως 2 % στην περιοχή που περικλείεται από τις αντίστοιχες ισοσταθμικές.





ΜΕΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΚΑΛΕΣΗ

ΕΤΗΣΙΟ



### 2.3.6. Χάρτες κατευθυντικότητας κύματος

#### Εξεταζόμενη παράμετρος

Κατεύθυνση διάδοσης κύματος WAVE Θ

#### Περιγραφή

Τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση από την οποία διαδίδονται τα κύματα. Το μήκος τους αντιστοιχεί στη συχνότητα εμφάνισης κυματισμών (%) που διαδίδονται από την αντίστοιχη κατεύθυνση. Έχουν ληφθεί υπόψη κύματα με σημαντικό ύψος άνω του 1 m.

#### Εποχιακή ανάλυση

Φθινόπωρο Σεπτέμβριος, Οκτώβριος, Νοέμβριος

Χειμώνας Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος

Άνοιξη Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος

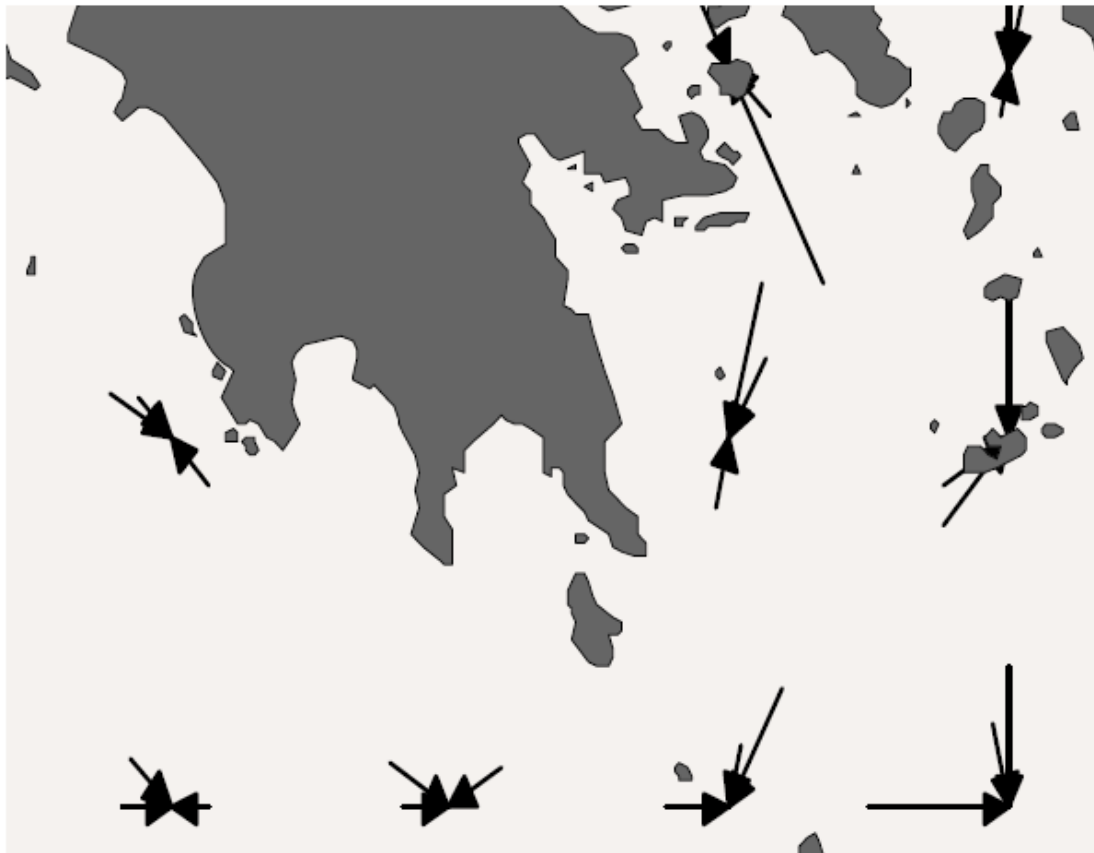
Καλοκαίρι Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος

Ετήσιο Όλοι οι μήνες

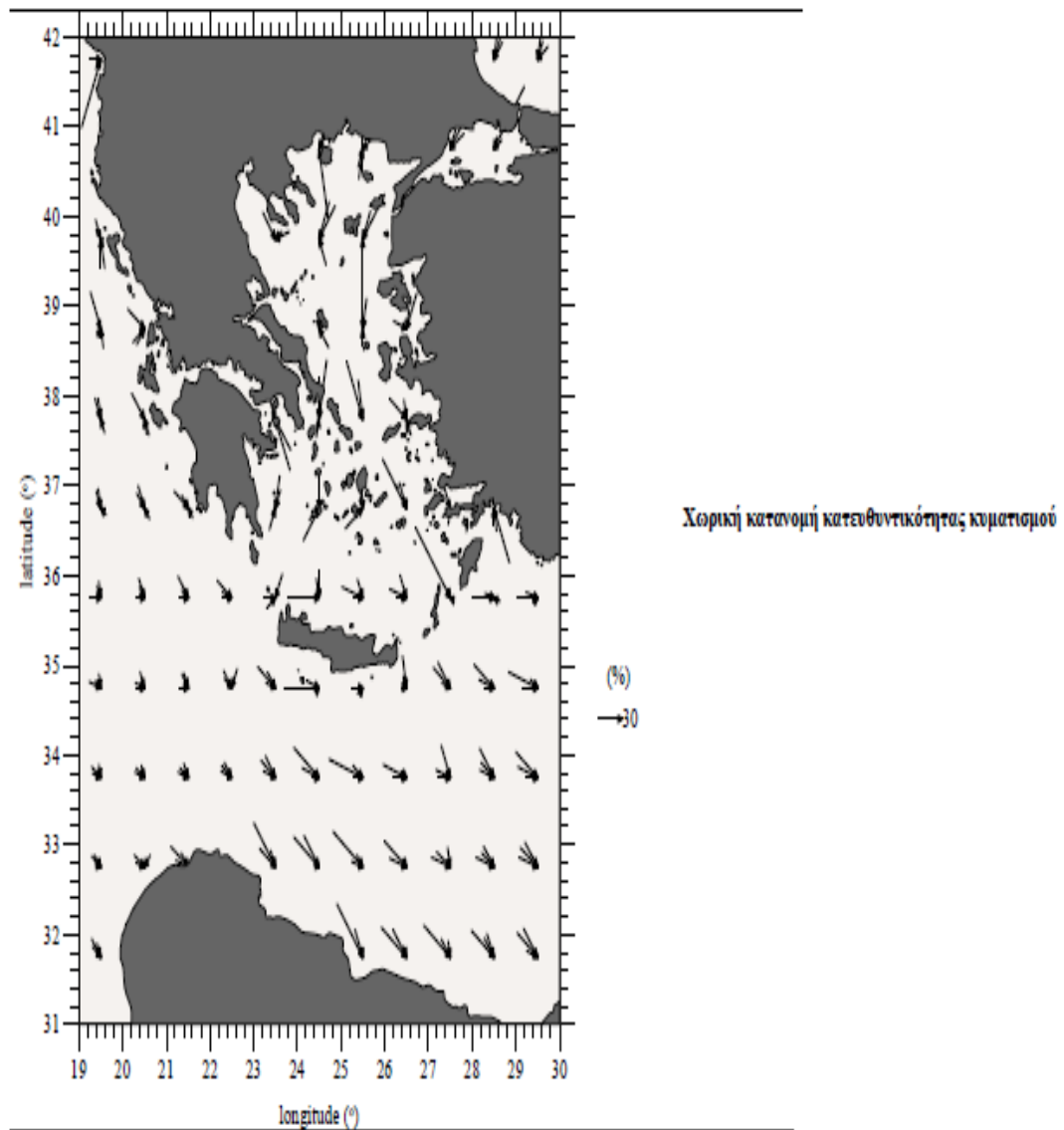
#### Παράδειγμα

Σημείο: 33.75°N, 26.5°E

Το Φθινόπωρο, οι κυματισμοί διαδίδονται από Δ-ΒΔ, Β, Β-ΒΔ, με συχνότητα εμφάνισης 30%, 15%, 13%, αντίστοιχα.



ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΤΗΣΙΟ



### 2.3.7. Χάρτες ισοπληθών ταχύτητας ανέμου

#### Εξεταζόμενη παράμετρος

Ταχύτητα ανέμου  $W U$  σε 10 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Τιμές κατωφλίου  $W, threshold U : 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 11 m/s$ .

#### Περιγραφή

Οι ισοπληθείς καμπύλες της ταχύτητας ανέμου είναι ο (γεωμετρικός) τόπος των σημείων όπου η συχνότητα εμφάνισης  $P$ , ταχυτήτων  $W U < W, threshold U$  (ή  $W U > W, threshold U$ ) έχει σταθερή τιμή. Αυτή η σταθερή τιμή (%) απεικονίζεται σε κάθε καμπύλη.

#### Εποχιακή ανάλυση

Φθινόπωρο Σεπτέμβριος, Οκτώβριος, Νοέμβριος

Χειμώνας Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος

Άνοιξη Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος

Καλοκαίρι Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος

Ετήσιο Όλοι οι μήνες

#### Παράδειγμα

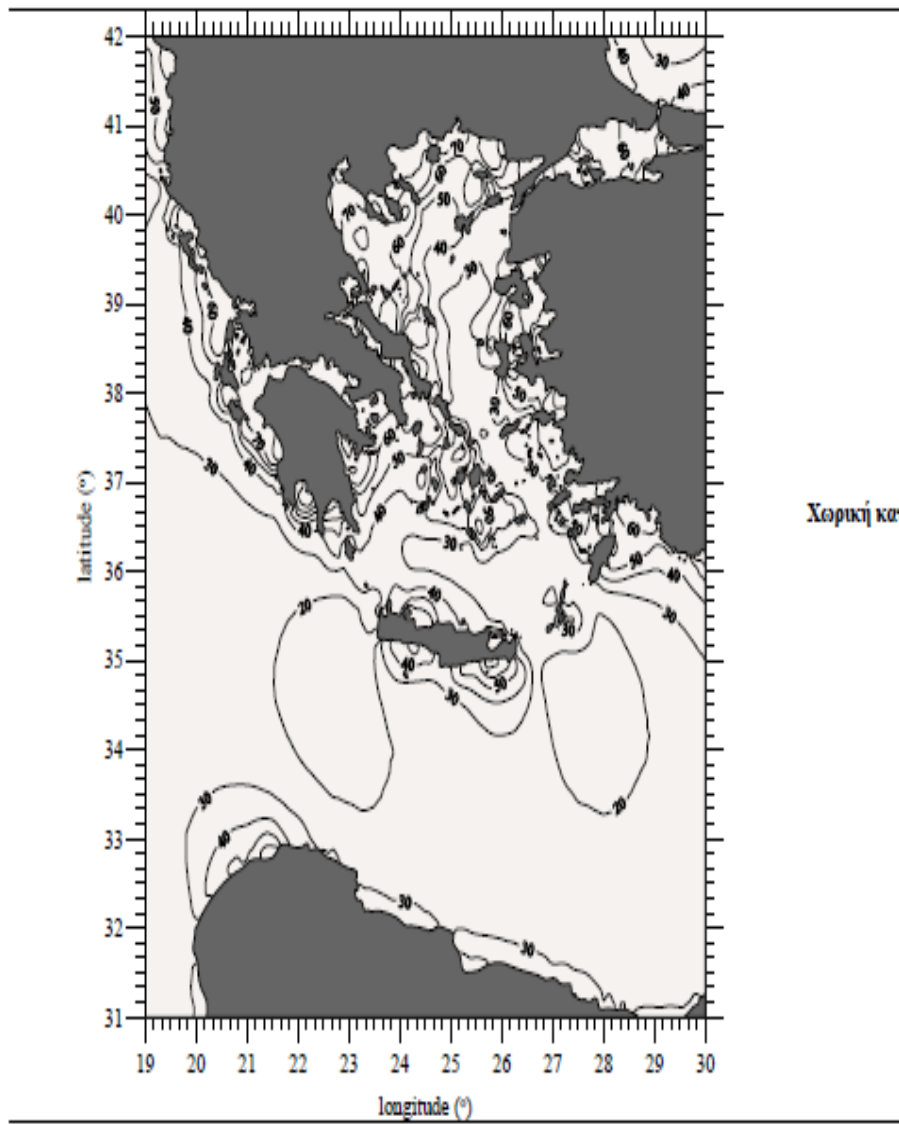
Το Φθινόπωρο η συχνότητα εμφάνισης ανέμων με ταχύτητες μικρότερες από 4 m/s παίρνει τιμές από 30% έως 40% σε όλη την περιοχή που περικλείεται από τις αντίστοιχες ισοπληθείς, οι οποίες δείχνονται με τα βέλη.





ΓΕΟΠΑΘΕΙΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ

ΕΤΗΣΙΟ



### 2.3.8. Χάρτες ισοπληθών σημαντικού ύψους κύματος

#### Εξεταζόμενη παράμετρος

Σημαντικό ύψος κύματος  $S H$ .

Τιμές κατωφλίου  $S$ , *threshold*  $H$  : 0.5 m, 1.25 m, 2.5 m, 4 m.

#### Περιγραφή

Οι ισοπληθείς καμπύλες του σημαντικού ύψους κύματος είναι ο (γεωμετρικός) τύπος

των σημείων όπου η συχνότητα εμφάνισης  $P$ , υψών  $S H < S$ , *threshold*  $H$  (ή  $S H > S$ , *threshold*  $H$ )

έχει σταθερή τιμή. Αυτή η σταθερή τιμή (%) απεικονίζεται σε κάθε καμπύλη.

#### Εποχιακή ανάλυση

Φθινόπωρο Σεπτέμβριος, Οκτώβριος, Νοέμβριος

Χειμώνας Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος

Άνοιξη Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος

Καλοκαίρι Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος

Ετήσιο Όλοι οι μήνες

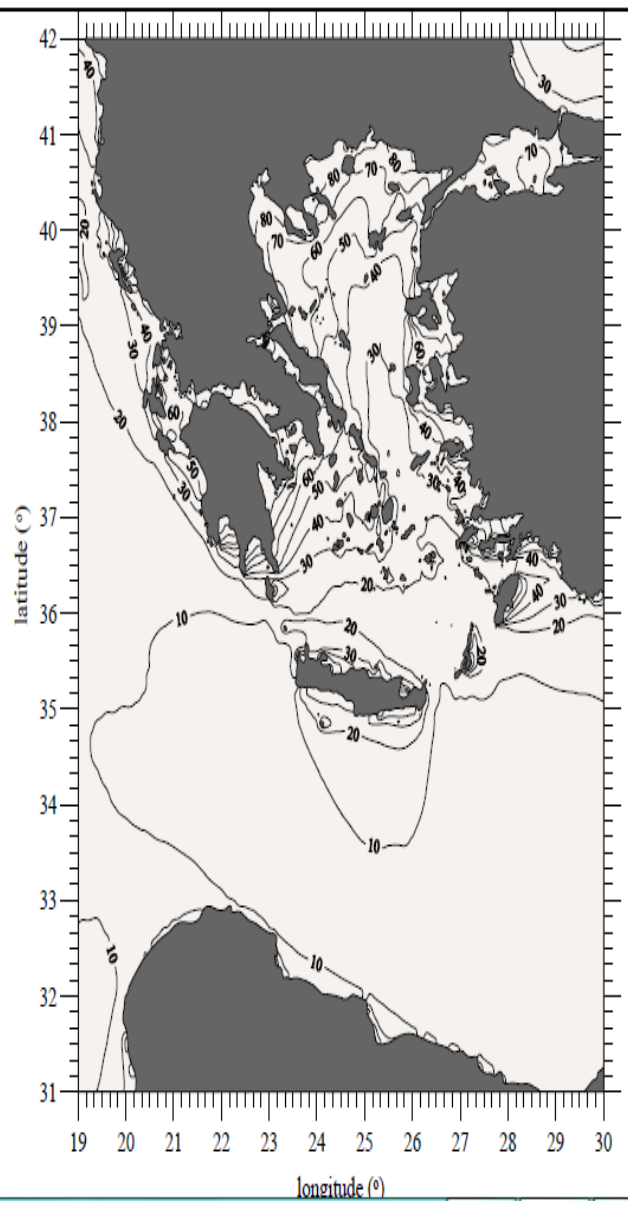
#### Παράδειγμα

Το Φθινόπωρο η συχνότητα εμφάνισης ύψους κύματος με τιμές μικρότερες από 0.5 m παίρνει τιμές από 10% έως 20% σε όλη την περιοχή που περικλείεται από τις αντίστοιχες ισοπληθείς.





ΓΕΟΠΑΘΕΙΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΥ ΥΨΟΥΣ ΚΥΜΑΤΩΣ ΕΤΗΣΙΟ



Χορική κατανομή της  $P[H_3 < 0.5m]$

### 2.3.9. Χάρτες τιμών σχεδιάσεως σημαντικού ύψους κύματος

#### Εξεταζόμενη παράμετρος

Σημαντικό ύψος κύματος  $S H$ .

#### Περιγραφή

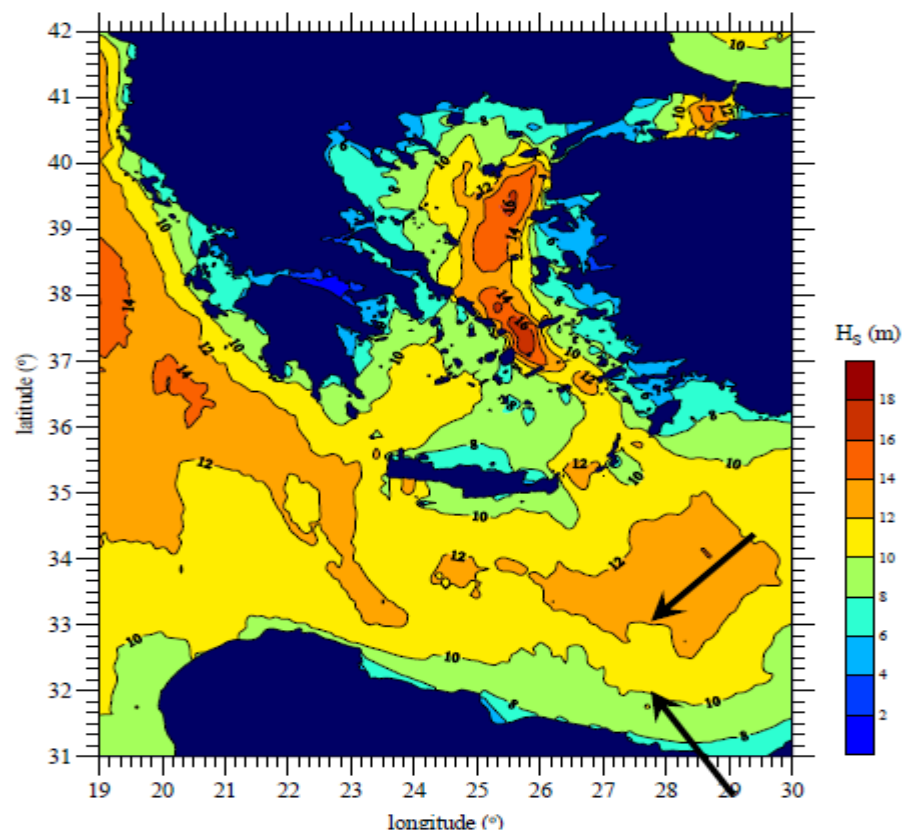
Οι ισοσταθμικές καμπύλες των τιμών σχεδιάσεως σημαντικού ύψους κύματος είναι ο (γεωμετρικός) τόπος των σημείων όπου η τιμή σχεδιάσεως είναι σταθερή. Αυτή η σταθερή τιμή (σε  $m$ ) απεικονίζεται σε κάθε καμπύλη.

#### Παράδειγμα

Εποχή: Όλο το έτος

Η τιμή σχεδιάσεως 50 ετών σημαντικού ύψους κύματος παίρνει τιμές από 10  $m$  έως 12  $m$  στην περιοχή που περικλείεται από τις αντίστοιχες ισοσταθμικές.

#### ΤΙΜΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΕΩΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΥ ΥΨΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΣ



### 2.3.10. Χάρτες τιμών σχεδιάσεως ταχύτητας ανέμου

#### Εξεταζόμενη παράμετρος

Ταχύτητα ανέμου  $W U$  στα 10 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.

#### Περιγραφή

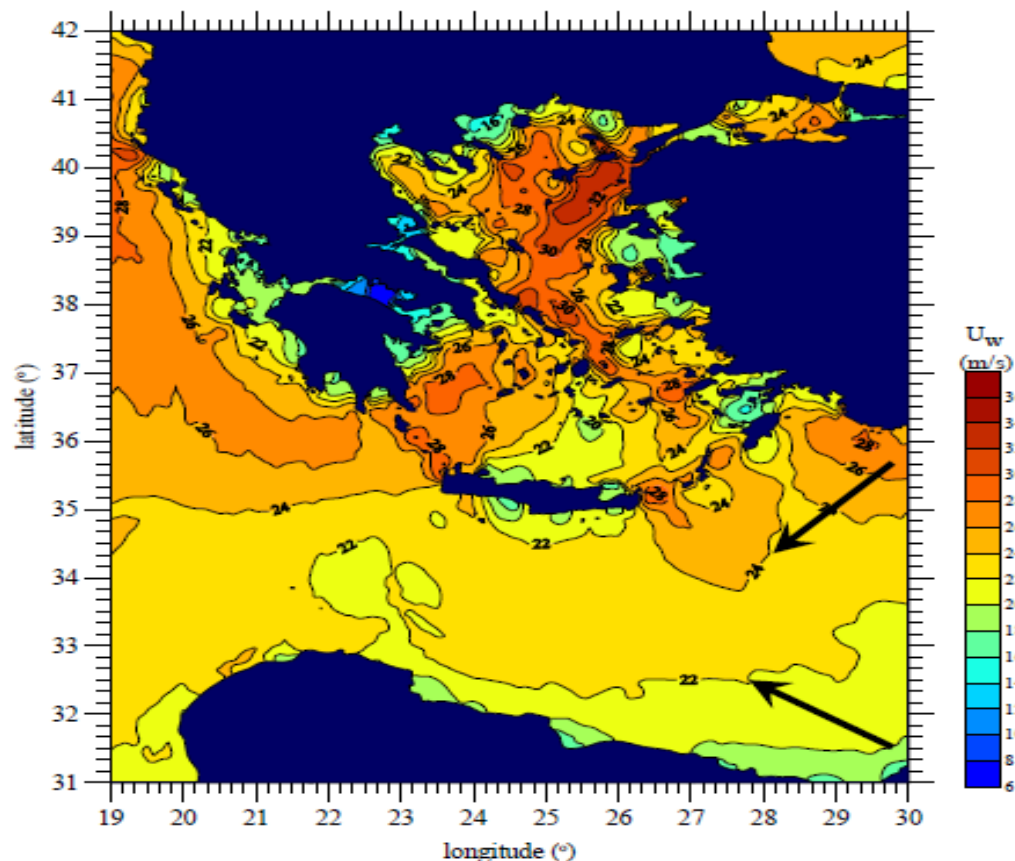
Οι ισοσταθμικές καμπύλες των τιμών σχεδιάσεως ταχύτητας ανέμου είναι ο (γεωμετρικός) τόπος των σημείων όπου η τιμή σχεδιάσεως είναι σταθερή. Αυτή η σταθερή τιμή (σε  $m/s$ ) απεικονίζεται σε κάθε καμπύλη.

#### Παράδειγμα

Εποχή: Όλο το έτος

Η τιμή σχεδιάσεως 50 ετών της ταχύτητας ανέμου παίρνει τιμές από 22  $m/s$  έως 24  $m/s$  στην περιοχή που περικλείεται από τις αντίστοιχες ισοσταθμικές, οι οποίες δείχνονται με τα βέλη.

### ΤΙΜΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΕΩΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1.ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

#### 3.1.1.ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Οι δυνάμεις που ασκούνται στην κατασκευή είναι οι εξής :

- Οι δυνάμεις(φορτίο κύματος) που θα υποστεί η κατασκευή από θαλάσσιους κυματισμούς και τα ρεύματα του βυθού.
- Δυνάμεις από τις μετακινήσεις του περιβάλλοντος εδάφους σε σεισμικές φορτίσεις και η συμπεριφορά της κατασκευής στη περίπτωση της διέλευσης των σεισμικών κυμάτων και το φορτίο σεισμού .
- Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ εδάφους και κατασκευής καθώς επίσης και τα χαρακτηριστικά συμπεριφοράς ορθογωνικής και κυκλικής διατομής.
- Οι συνολικές ωθήσεις που ασκεί το έδαφος στην κατασκευή και να γνωρίζουμε τις μηχανικές ιδιότητες του εδάφους.
- Τα στατικά φορτία όπως είναι η άνωση, τα μόνιμα φορτία του μουσείου και τα κινητά, το ίδιο βάρος του και τις υδροστατικές πιέσεις που ασκούνται στα τοιχώματα.
- Τις δυναμικές παραμορφώσεις που θα υποστεί το έργο καθώς επίσης την επιρροή τάσεων του νερού των πόρων.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα επιλέγουμε τη κυκλική διατομή της κατασκευής του μουσείου και ο τρόπος θεμελίωσης της θα γίνει με πασσάλους, οι οποίοι χρησιμοποιούνται συνήθως σε αποθέσεις μαλακών ή χαλαρών εδαφών, που είναι κατά κόρον τα υποθαλάσσια εδαφικά στρώματα, για μεταβίβαση στο έδαφος υψηλών φορτίων με ταυτόχρονο περιορισμό των καθιζήσεων.

Επιγραμματικά αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα :

ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΑΣΚΟΥΝΤΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ		ΠΟΥ ΣΤΗΝ	ΠΗΓΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
1	Ίδιο βάρος κατασκευής		Οπλισμένο σκυρόδεμα- Γυαλί- Χάλυβας	Βάρος υλικών που θα χρησιμοποιηθούν
2	Υδροστατική πίεση		<a href="http://el.Wikipedia.org/wiki/Υδροστατική_πίεση">el.Wikipedia.org/wiki/Υδροστατική_πίεση</a>	Η πίεση που ασκεί ένα ρευστό το οποίο βρίσκεται σε ισορροπία σε αντικείμενο ή επιφάνεια που βρίσκεται μέσα σ' αυτό.
3	Σεισμική καταπόνηση	Οριζόντια συνιστώσα	<a href="http://www.geo.auth.gr">www.geo.auth.gr</a>	Κατακόρυφη ή οριζόντια ανάταξη του βυθού
		Κάθετη συνιστώσα		
4	Κυματισμός	Πλάτος κύματος	<a href="http://el.Wikipedia.org/wiki/Κύμα">http://el.Wikipedia.org/wiki/Κύμα</a>	Η καθ ύψος μέγιστη μετατόπιση ενός σημείου, από το σημείο ισορροπίας του κατά τη διέλευση ενός κύματος.
		Φορτίο κύματος	<a href="http://www.naval.ntua.gr/post/site/roi_II.htm">http://www.naval.ntua.gr/post/site/roi_II.htm</a>	Ο όγκος του νερού που μεταφέρεται στην ελεύθερη επιφάνεια επί την ταχύτητα
		Μήκος κύματος	<a href="http://el.Wikipedia.org/wiki/Κύμα">http://el.Wikipedia.org/wiki/Κύμα</a>	Η <u>απόσταση</u> μεταξύ δύο διαδοχικών <u>κορυφών</u> ενός κύματος
5	Άνωση		<a href="http://el.wikipedia.org/wiki/Άνωση">http://el.wikipedia.org/wiki/Άνωση</a>	Η συνισταμένη δύναμη που δέχεται ένα σώμα από το ρευστό μέσα στο οποίο βρίσκεται.
6	Κινητά φορτία		Στατική I, II, III	Άνθρωποι, μηχανήματα

### 3.2.ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΥΠΟΘΑΛΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Το υποθαλάσσιο μουσείο θα αποτελείται από στοιχεία που θα περιλαμβάνουν προκατασκευασμένα τμήματα. Τα στοιχεία θα συνδέονται μέσω εύκαμπτων υποθαλάσσιων συνδέσεων, οι οποίοι θα εξασφαλίζουν υδατοστεγανότητα, θα παρέχουν άρθρωση και θα διευκολύνουν τη μεταφορά διατμητικών δυνάμεων μεταξύ των στοιχείων.

Αναλυτική περιγραφή των μεθόδων γίνεται παρακάτω.

Το υπόψη τμήμα μήκους 9.00 m. X 5.00m. X 2.50 m. εφόσον τοποθετηθεί στη τελική του θέση συνδέεται με το επόμενο με τη βοήθεια υδατοστεγών αρμών. Τα επιμέρους υποτμήματα αφού σκυροδετηθούν, εφοδιάζονται με έναν σύνδεσμο GINA στη μια άκρη τους και σφραγίζονται έτσι ώστε να επιπλέουν.

Στη συνέχεια μεταφέρονται και τοποθετούνται σε κατάλληλη θέση και με τη συνδρομή υδραυλικών γρύλων πλησιάζουν μεταξύ τους, τόσο ώστε ο σύνδεσμος που έχει συνδεθεί στον έναν σπόνδυλο, να έρθει σε επαφή με τον αμέσως προηγούμενο που έχει ήδη τοποθετηθεί.

Έτσι τα υποτμήματα έλκουν το ένα το άλλο. Τέλος ένας δευτερεύον σύνδεσμος OMEGA τοποθετείται προς στεγάνωση του αρμού.

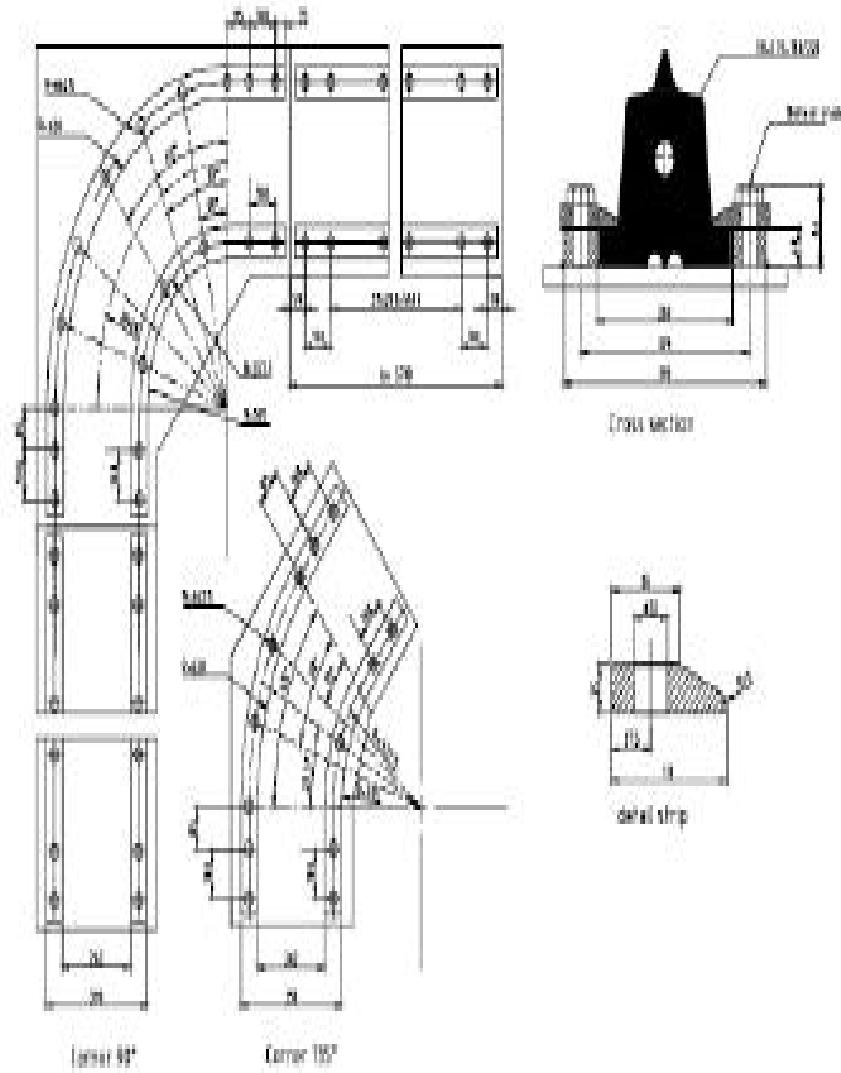
Οι σύνδεσμοι **GINA** και **OMEGA** προσφέρουν μόνωση και σφράγιση της σήραγγας, μεταφέροντας από την κάθε μία διατομή στην άλλη φορτία και μετακινήσεις που προκαλούνται από τις δυνάμεις(φορτίο κύματος) που θα υποστεί η κατασκευή από θαλάσσιους κυματισμούς και τα ρεύματα του βυθού, τις δυνάμεις από τις μετακινήσεις του περιβάλλοντος εδάφους σε σεισμικές φορτίσεις, τα στατικά φορτία όπως είναι η άνωση, τα μόνιμα φορτία του μουσείου και τα κινητά, το ίδιο βάρος του και τις υδροστατικές πιέσεις που θα ασκηθούν στα τοιχώματα.

#### ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ :

Οι σύνδεσμοι θα κατασκευασθούν σε μήκη τουλάχιστον των 9m. Τα γωνιακά τμήματα θα κατασκευασθούν ανάλογα με τη γωνία και την ακτίνα που θα επιλέξουμε.

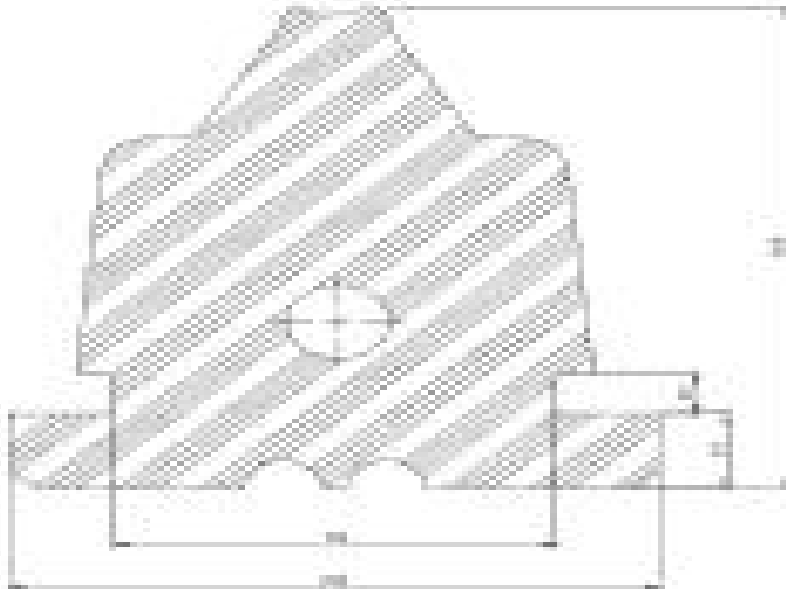


*Γενικά στοιχεία για τις βυθισμένες σήραγγες*





## ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ GINA



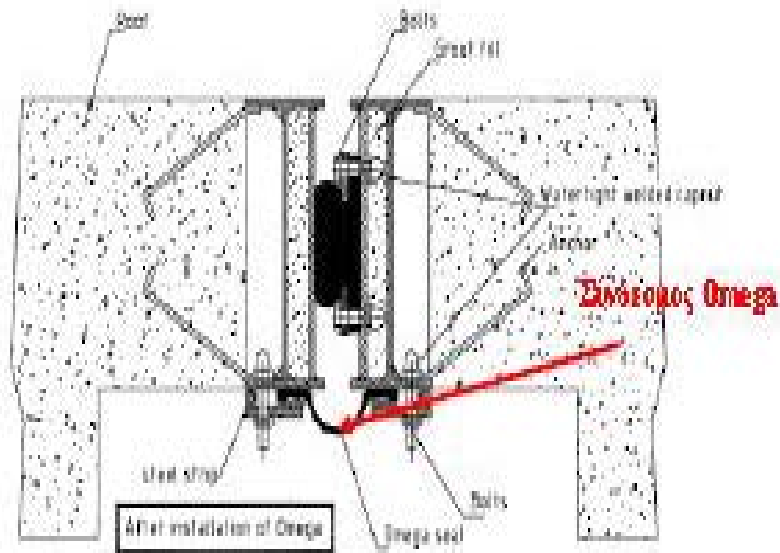
### ETS 200-260 SIF

Το μίγμα από το οποίο θα κατασκευασθεί ο σύνδεσμος, θα αποτελείται από NR(φυσικό ελαστικό) και SBR(πολυμερές στυρενίου-βουταδιενίου), το οποίο συνδυάζει εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες, χαμηλή απορροφητικότητα νερού και καλή αντίσταση σε χημικές και βακτηριακές επιθέσεις.

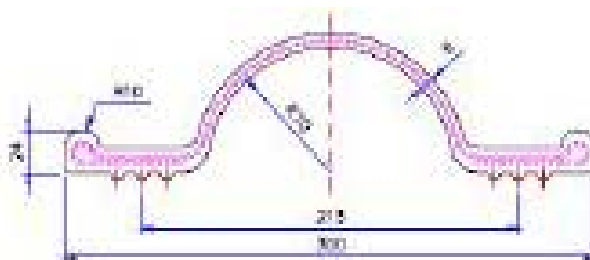
Αποτελείται από μεταλλικές πλάκες, που κρατούν μέσω κοχλιών τον σύνδεσμο στην προκαθορισμένη θέση του.

- Οι σύνδεσμοι **GINA** αποτελούνται από ένα ελαστικό τμήμα, που αποτελεί τον κυρίως αρμό και ένα σύστημα σύσφιξης πάνω στο οποίο πατάει ο αρμός.
- Οι σύνδεσμοι **OMEGA** θα χρησιμοποιηθούν ως δευτερεύον στοιχείο, οι οποίοι θα λειτουργήσουν σε συνδυασμό με τους συνδέσμους **GINA**.

**ΣΧΕΔΙΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ :**

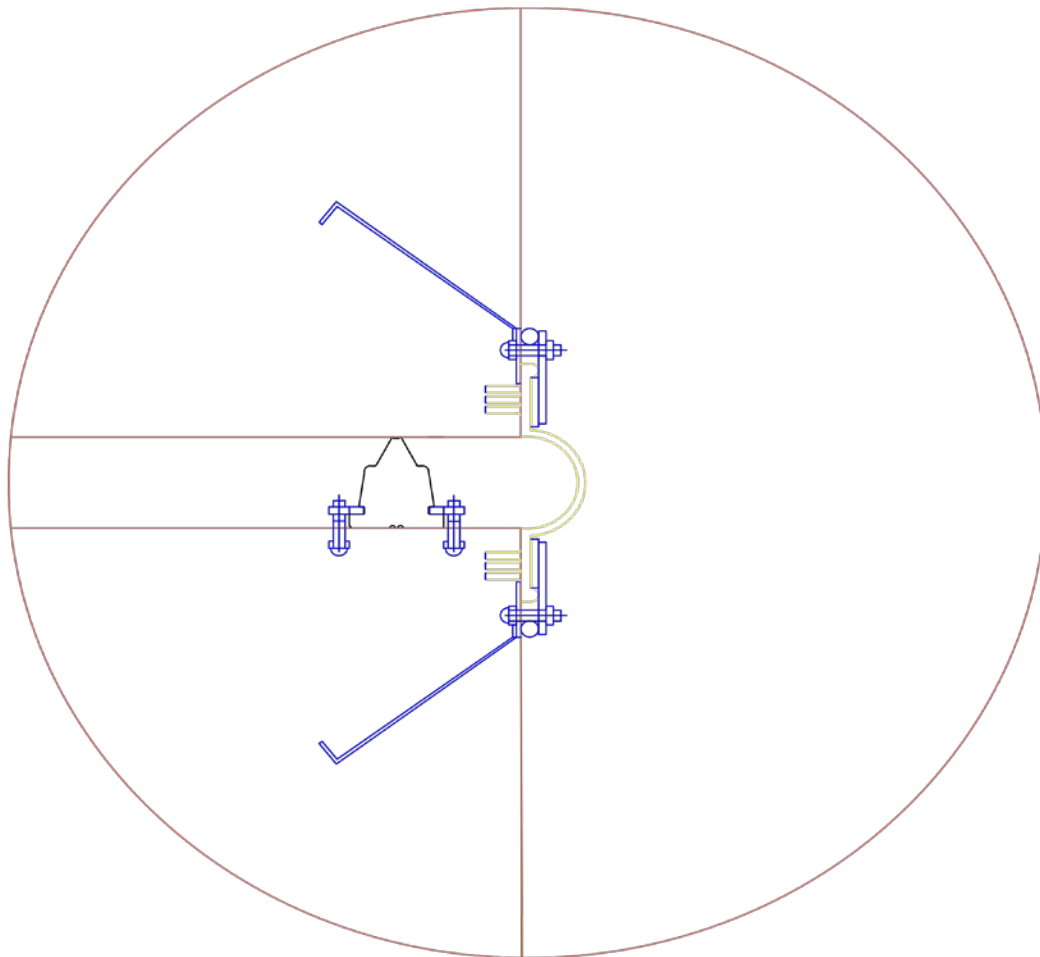


**ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΩΜΕΓΑ :**



Αποτελείται από δύο στρώσεις νάιλον καλυμμένες με ελαστικό SBR, παραλαμβάνοντας μετακινήσεις των ενωμένων τμημάτων.

**ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ :**



Οι ενώσεις του σκυροδέματος με την ακρυλική ρητίνη (γυαλί) θα είναι από μαστιχοειδή ασφαλτικά υλικά πάχους 0.45 m και για παραλαβή φορτίσεων τοποθέτηση χάλυβα στην αρχή - μέση - τέλος του κάθε τμήματος του διαδρόμου, με μορφή T(0.50 \* 0.26 \* 0.25) .



### 3.3.ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Χρησιμοποιείται υψηλή ποιότητα σκυροδέματος και για λόγους αντοχής και υδατοστεγανότητας.

**Α)Τσιμέντο Πόρτλαντ με Πουζολάνη – Π/35 :** Στην αγορά είναι γνωστό με την ονομασία "κοινό τσιμέντο" ή Π 35. Χρησιμοποιείται για τα σκυροδέματα των συνήθων κατασκευών.

Η ανάπτυξη των αντοχών του είναι βραδύτερη συγκριτικά με τους τύπους I, αλλά λόγω της παρουσίας ποζολανικών υλικών στη σύνθεσή του,συνεχίζονται να αυξάνονται μακροχρόνια οι αντοχές του σκυροδέματος αποτέλεσμα την αύξηση της ανθεκτικότητάς του.

Το σκυρόδεμα που παρασκευάζεται από το τσιμέντο αυτό, παρουσιάζει μειωμένη ανάπτυξη θερμοκρασιών (χαμηλήθερμότητα ενυδάτωσης), μειωμένη διαπερατότητα και αυξημένη ανθεκτικότητα στα θειικά άλατα, το θαλασσίνο νερό και σε διάφορα διαβρωτικά περιβάλλοντα (χρήση σε λιμενικά έργα).

Σκυρόδεμα τύπου CEM II (B(P-W) 32.5N σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Πρότυπου EN 197 - 1:2000 "Cement - Part" κατηγορίας C25/30.

**Εκτιμώμενη συνολική διάρκεια ζωής κατασκευής από σκυρόδεμα για διάφορους τύπους τσιμέντου και διάφορες κατηγορίες έκθεσης σε περίπτωση διάβρωσης οπλισμού που προκαλείται μέσω μηχανισμού ενανθράκωσης [8].**



Χαρακτηριστικά σύνθεσης/ σχεδιασμού	XC1 (ξηρό)	XC1 (μ.θ.γρό)	XC2	XC3	XC4	
<b>Τύπος τσιμέντου CEM I 42.5N</b>						
Μέγιστος λόγος W/C	0.65	0.65	0.60	0.55	<b>0.50</b>	0.50
Ελάχιστη περιεκτικότη. C (kg/m <sup>3</sup> )	260	260	280	280	<b>300</b>	300
Ελάχιστη κατηγορία αντοχής	C20/25	C20/25	C25/30	C30/37	<b>C30/ 37</b>	C30/3 7
t <sub>cr</sub> (χρόνια) για c = 15 mm	5	>100	>100	22	<b>34</b>	84
t <sub>cr</sub> (χρόνια) για c = 20 mm	8	>100	>100	38	<b>61</b>	>100
t <sub>cr</sub> (χρόνια) για c = 25 mm	12	>100	>100	60	<b>95</b>	>100
<b>Τύπος τσιμέντου CEM II/B-M(W-P-LL) 32.5N</b>						
Μέγιστος λόγος W/C	0.65	0.65	0.60	0.55	<b>0.50</b>	0.50
Ελάχιστη περιεκτικότη. C (kg/m <sup>3</sup> )	260	260	280	280	<b>300</b>	300
Ελάχιστη κατηγορία αντοχής	C20/25	C20/25	C20/25	C25/30	<b>C25 /30</b>	C25/3 0
t <sub>cr</sub> (χρόνια) για c = 15 mm	2	>100	77	9	<b>13</b>	32
t <sub>cr</sub> (χρόνια) για c = 20 mm	4	>100	>100	16	<b>23</b>	57
<p>Η δημιουργία και τοποθέτηση της υποθαλάσσιας κατασκευής θα γίνει τμηματικά, όπου θα αποτελείται από διαφορετικές διατομές του διαδρόμου :</p> <p>Μέτρο ελαστικότητας</p>					E <sub>cm</sub> =200KN/mm 2	
t <sub>cr</sub> (χρόνια) για c = 25 mm	6	>100	>100	25	<b>36</b>	89

W/C: λόγος νερού/τσιμέντο κατά βάρος, C: περιεκτικότητα σκυροδέματος σε τσιμέντο ( $\text{kg/m}^3$ ), c: πάχος επικάλυψης οπλισμού (mm),  $t_{cr}$ : διάρκεια της περιόδου εισαγωγής στην διάβρωση μέσω ενανθράκωσης.

Για την ίδια τώρα **κατηγορία έκθεσης XC1 αλλά μονίμως υγρό περιβάλλον** (προτείνουμε  $RH \geq 98\%$ , με προτεινόμενη μέση τιμή: 98%), η ενανθράκωση σχεδόν παρεμποδίζεται πλήρως λόγω των γεμάτων πόρων με νερό που μειώνουν δραστικά την διάχυση  $\text{CO}_2$ , και επίσης η διεργασία της διάβρωσης είναι εξαιρετικά αργή λόγω δραστηρικής μείωσης της διάχυσης  $\text{O}_2$ .

Οι προβλέψεις των μοντέλων [8], για τις παραμέτρους σχεδιασμού του Πίνακα 4, δίνουν  $t_{cr} > 100$  χρόνια. Τυπικό παράδειγμα αυτής της περίπτωσης είναι στοιχεία σκυροδέματος βυθισμένα συνεχώς σε νερό.

Χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου $\sigma/\delta$ 28-ημερών	$F_{ck}=40\text{N/mm}^2$
Μέτρο ελαστικότητας $\sigma/\delta$	$E_{cm}=35\text{KN/mm}^2$

**B) Χάλυβας οπλισμού S500s ή S500c** σύμφωνα με το EN ISO 15630 - 1:2002 και EN 10081 -3:2002, του Κ.Τ.Χ [ ΦΕΚ 381/Β/24-3-2000], με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Χαρακτηριστική αντοχή διαρροής οπλισμού	$f_{yk}=500\text{N/mm}^2$
---	---------------------------

Στην περίπτωση της **κατηγορίας έκθεσης XS2** (τμήματα θαλασσίων κατασκευών μόνιμα βυθισμένα σε θαλάσσιο νερό), ο ρυθμός διείδυσης χλωριόντων είναι μέγιστος, ο ρυθμός όμως διάβρωσης οπλισμού (όταν έχει ξεπερασθεί το κατώφλι διάβρωσης) είναι πάλι χαμηλός λόγω της ανεπαρκούς παρουσίας οξυγόνου. Παραταύτα η συνολική διάρκεια ζωής θα είναι αρκετά εκτενέστερη, λόγω σημαντικής έλλειψης οξυγόνου.

Γ) Διάφανες υλικό Ακρυλική ρητίνη R-cast-rod-tube διαμέτρου 197 in (5.00 m), πάχος τοιχώματος 1.0 in (0.254 m) και μήκος υλικού 118 in (3.00 m), τοποθέτηση σε όλο μήκος του υποθαλάσσιου τμήματος.

## R-Cast™ rod & tube

### R-Cast™ ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

#### Property

#### Μέθοδος ASTM

#### Αμερικάνικες μονάδες

#### Μέση τιμή

#### Μονάδες μέτρησης

#### Μέση τιμή

### ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ

Αντοχή σε εφελκυσμό

ASTM-D638

psi

10800

Kg/cm<sup>2</sup>

759

Συντελεστής ελαστικότητας

ASTM-D638

psi

450000

Kg/cm<sup>2</sup>

31 x 10<sup>3</sup>

Επιμήκυνση εφελκυσμού

ASTM-D638

%

4.0

-

-

Αντοχή σε κάμψη

ASTM-D790

psi

16000

Kg/cm<sup>2</sup>

1125

Αντοχή σε συμπίεση

ASTM-D695

psi

17500

Kg/cm<sup>2</sup>

1230

Αντοχή σε διάτμηση

ASTM-D732

psi

10000

Kg/cm<sup>2</sup>

703

Αντοχή σε κρούση

ASTM-D256

ft-lbs/inch

0.414

J/m

22.1

Σκληρότητα ROCKWELL

ASTM-D785

-

103

-

-

Παραμόρφωση φορτίου

ASTM-D621

%

0.85

-

-

### ΟΠΤΙΚΕΣ

Μετάδοση του φωτός, ονομαστικό πάχος

ASTM-D1003

%

92

-

-

Ομίχλη

-

%

< 1

-

-

Δείκτης διάθλασης

ASTM-D542

-

1.49

-

-

### ΘΕΡΜΙΚΕΣ

Θερμοκρασία θερμικής εκτροπής

ASTM-D648

°F

226

°C

108

Συντελεστής διαστολής

ASTM-D696

in/in/°F

4.0 x 10<sup>-5</sup>

mm/mm/°C

7.2 x 10<sup>-5</sup>

### ΔΙΑΦΟΡΑ

Απορρόφηση νερού ισορροπίας

ASTM-D570

%

0.2

-

-

Ειδικό βάρος

ASTM-D792

-

1.19

-

-



**Δ) Πλακάκι δαπέδου :** Κεραμικό πλακάκι ορθογωνικού σχήματος.

Είναι ειδικά χρωματιστά τούβλα, τα οποία χρησιμοποιούνται στην κατασκευή δαπέδων εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου. Έχουν υποστεί καλή όπτηση και παρουσιάζουν μικρή υδροαπορρόφηση και μεγάλη σκληρότητα και αντοχή σε τριβή.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην κατασκευή οπλισμένων δαπέδων, όταν φέρουν οπλισμένες νευρώσεις. Τα τούβλα, τα οποία χρησιμοποιούνται για δάπεδα εξωτερικού χώρου, έχουν αντλιοσθητική επίστρωση και υψηλή αντοχή στο παγετό.

**Ε) Χάλυβας Στηρίξεως :** Τοποθετήθηκε χάλυβας κατηγορίας S500s όπως και στον χάλυβα οπλισμού

Ενώ για τους **πασσάλους** θα χρησιμοποιηθούν:

α) **Σκυρόδεμα κατηγορία αντοχής μεταξύ C20/25 - C30/37,**

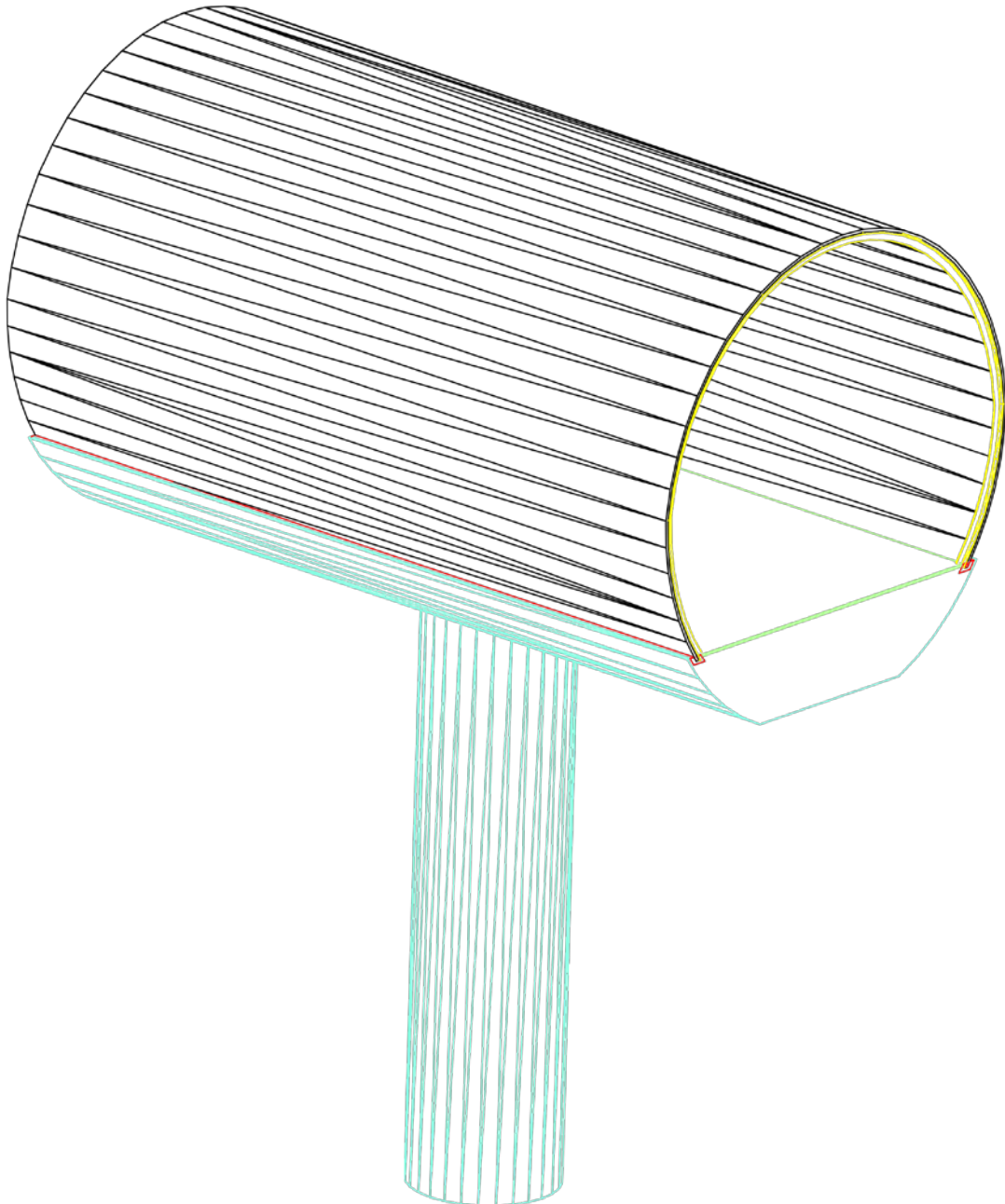
β) **Χάλυβας οπλισμού S500s**, καθαρός από βρωμιές - λίπη - σκουριά που μπορούν να προκαλέσουν φθορές στο σκυρόδεμα και θα βαφεί με αστάρι για καλύτερη προστασία από το θαλασσινό νερό. Όπου οι πάσσαλοι θα είναι κυκλικής διατομής με διάμετρο 1.60 m και μήκος 6.00 m.

Οι ενώσεις του σκυροδέματος με την ακρυλική ρητίνη (γυαλί) θα είναι από μαστιχοειδή ασφαλτικά υλικά πάχους 0.45 m και για παραλαβή φορτίσεων τοποθέτηση χάλυβα στην αρχή - μέση - τέλος του κάθε τμήματος του διαδρόμου, με μορφή T(0.50 \* 0.26 \* 0.25) .

### **3.4.ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

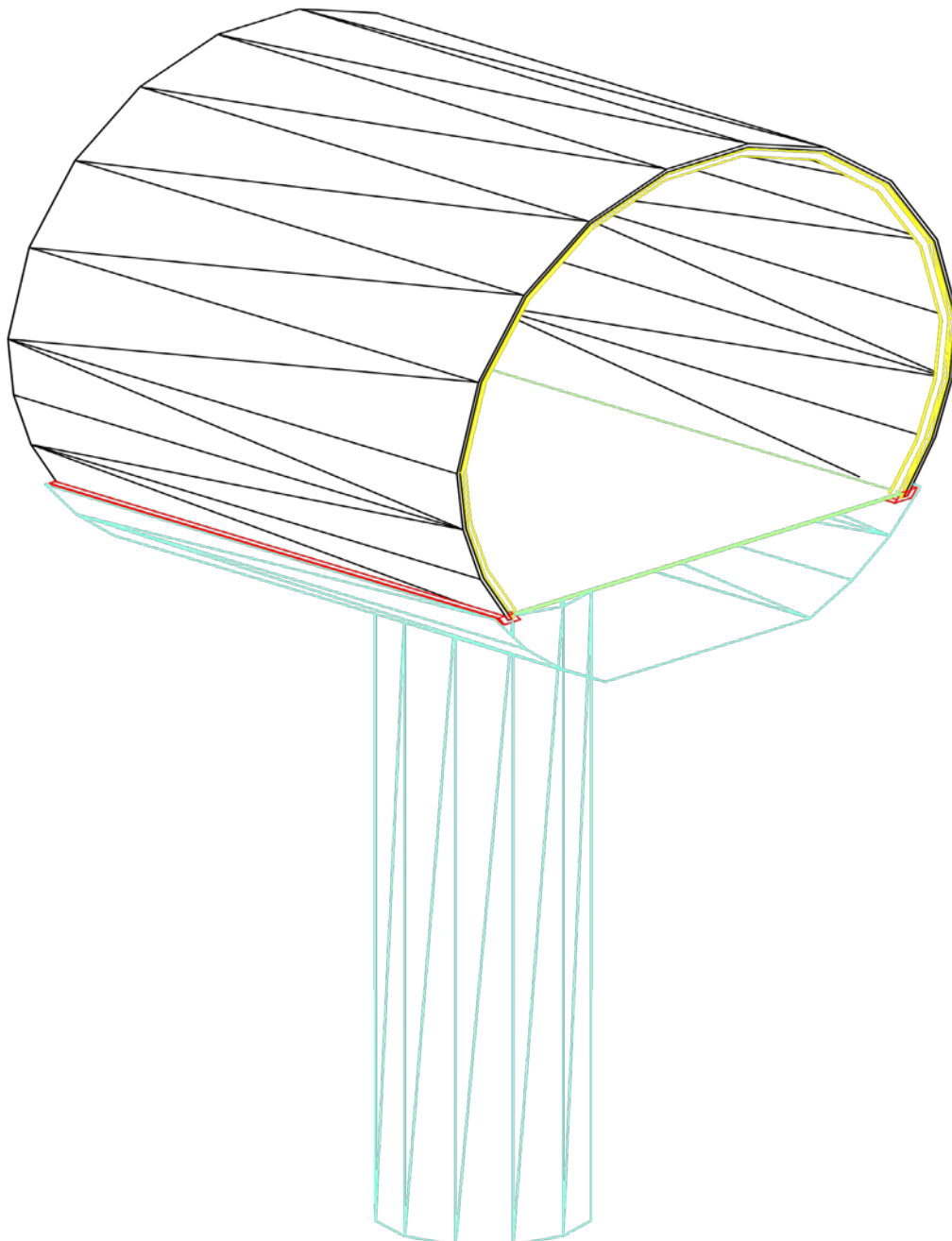
Με βάση τα παραπάνω δεδομένα επιλέγουμε τη κυκλική διατομή της κατασκευής του μουσείου και ο τρόπος θεμελίωσης της θα γίνει με πασσάλους, οι οποίοι χρησιμοποιούνται συνήθως σε αποθέσεις μαλακών ή χαλαρών εδαφών, που είναι κατά κόρον τα υποθαλάσσια εδαφικά στρώματα, για μεταβίβαση στο έδαφος υψηλών φορτίων με ταυτόχρονο περιορισμό των καθιζήσεων.

**Α) ΔΙΑΤΟΜΗ 1:** Έχει μήκος 9.00 m, πλάτος 5.00 m, ύψος διαδρόμου 4.60 m και στο μέσον της κατασκευής στο 4.50 m θα είναι ο πάσσαλος με μήκος 6.00 m και πλάτος κυκλικής διατομής 1.60 m. Επίσης Χάλυβα στήριξης μορφής **T** ( 0.50 \*0.26 \*0.25 m) στις δύο άκρες και στο μέσον της κατασκευής και χάλυβα οπλισμού σε μορφή **Π** (0,0800 \*0.1659\* 0.0500m)

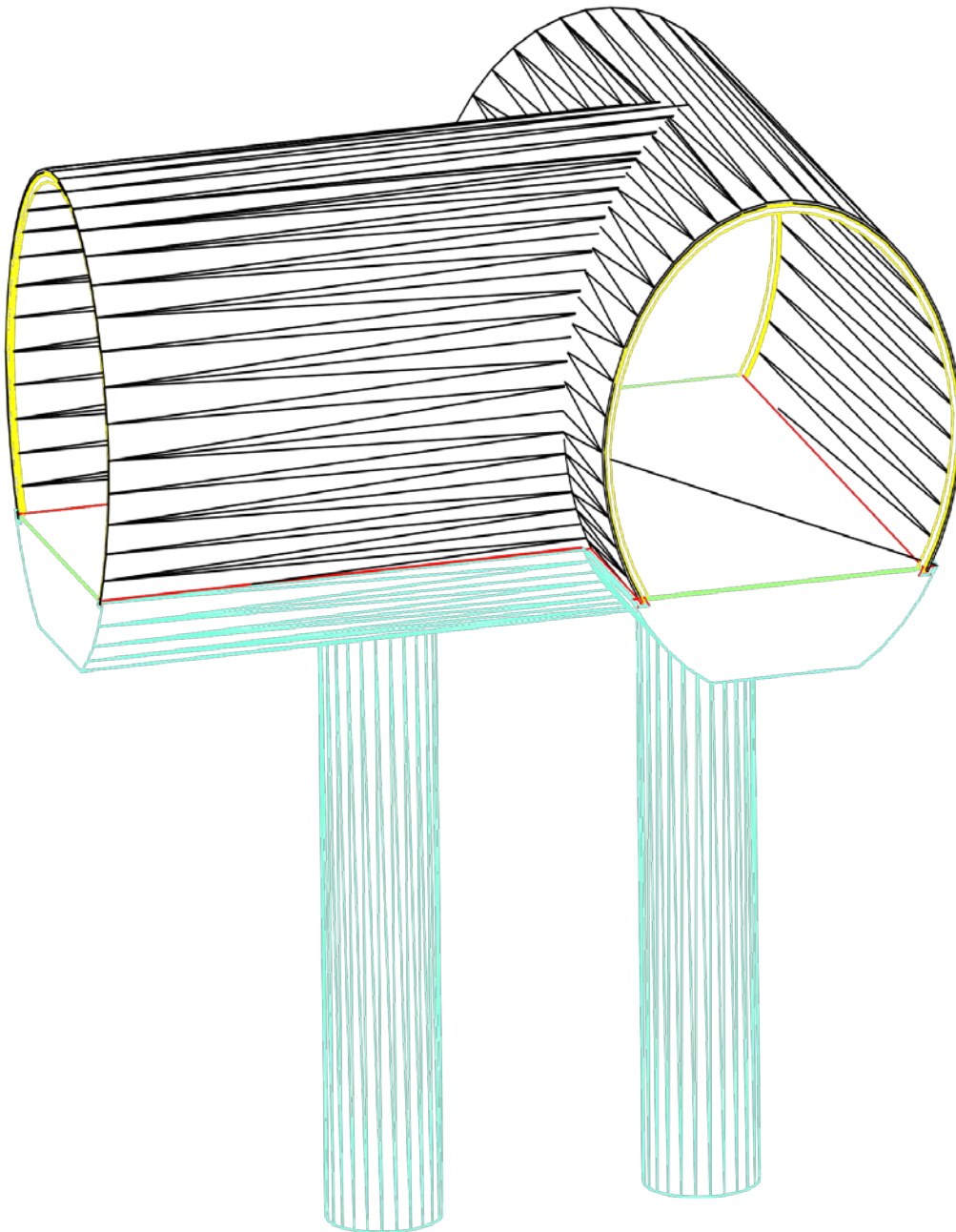




**Β)ΔΙΑΤΟΜΗ 2:** Έχει μήκος 4.50 m, πλάτος 5.00 m, ύψος διαδρόμου 4.60 m και στο μέσον της κατασκευής στο 2.25 m θα είναι ο πάσσαλος με μήκος 6.00 m και πλάτος κυκλικής διατομής 1.60 m.Επίσης Χάλυβα στήριξης μορφής **T** (0.50 \*0.26 \*0.25 m) στα άκρα της κατασκευής και χάλυβα σπλισμού σε μορφή σε μορφή **Π** (0.0800 \* 0.1659 \* 0.0500m)

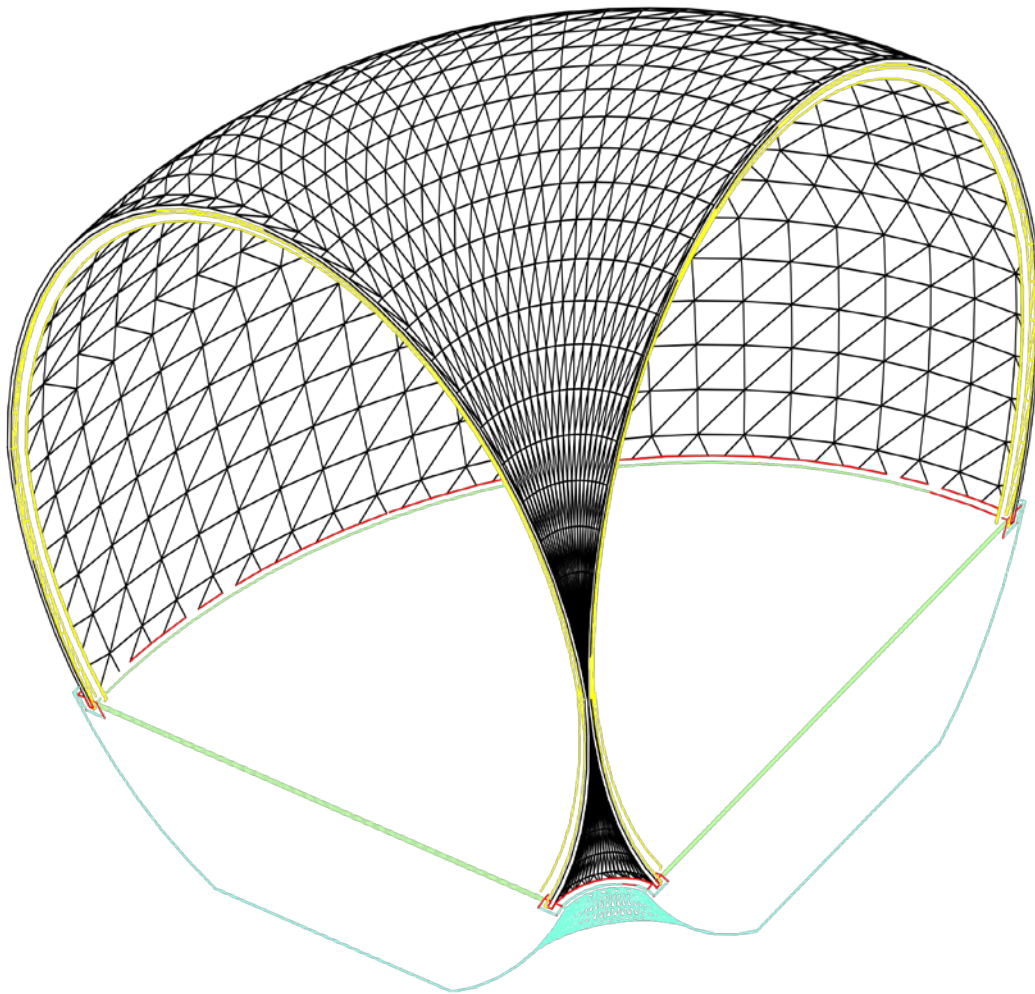


**Γ)ΔΙΑΤΟΜΗ 3:** Έχει σχήμα T με μήκος (9.00 \* 5.00 \* 2.00 \* 6.90 m), πλάτος 5.00 m, ύψος διαδρόμου 4.60 m. Έχει δύο πασσάλους α) στο μέσον του μήκους των 9.00 m και β) στα 4.50 m του μήκους 6.90 m μήκους 6.00 m και πλάτος κυκλικής διατομής 1.60 m. Επίσης Χάλυβα οπλισμού μορφής T (0.50 \* 0.26 \* 0.25 m)στις άκρες των 9.00 m, στη μία άκρη των 6.90 m και στα 3.50 m από τα 6.90 m, ακόμη χάλυβα οπλισμού σε μορφή σε μορφή Π (0.0800 \* 0.1659 \* 0.0500 m)

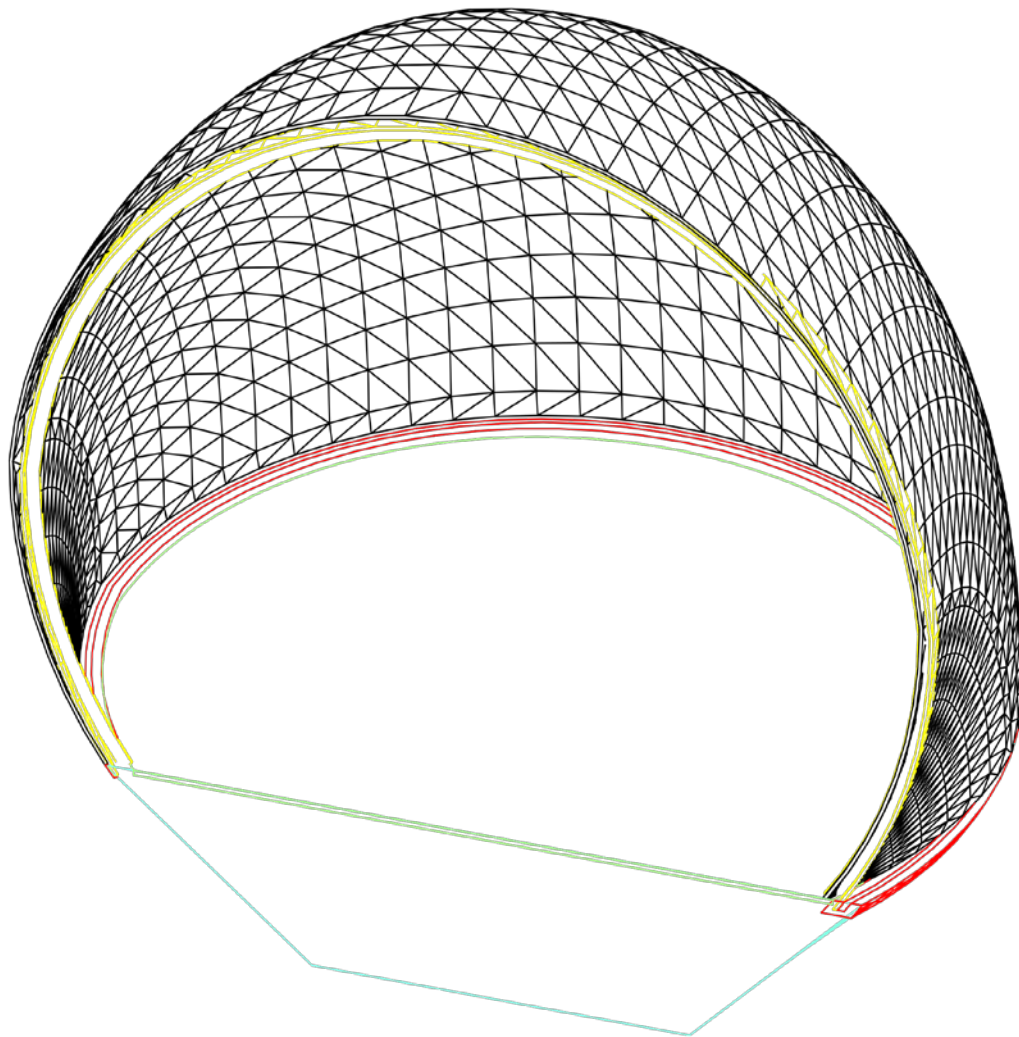




**Δ) ΔΙΑΤΟΜΗ 4 :** Είναι κυκλική διατομή υπό γωνία  $90^\circ$  μοιρών .Με πλάτος 5.00 m και ύψος 4.60 m, έχει χάλυβα οπλισμού σε μορφή σε μορφή **Π** (0.0800 \* 0.1659 \* 0.0500 m).Επίσης στις δύο άκρες της διατομής έχει χάλυβα οπλισμού σε μορφή **T** (0.50 \*0.26 \*0.25 m)



**Ε)ΔΙΑΤΟΜΗ 5 :** Είναι μία διατομή μορφής θόλου με ύψος 4.60 m και πλάτος 5.00 m, έχει χάλυβα στήριξης σε μορφή **T** (0.50 \* 0.26 \* 0.25 m) και χάλυβα οπλισμού σε μορφή **Π** (0.0800 \* 0.1659 \* 0.0500 m).



### 3.4.ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Για τον φωτισμό του υποθαλάσσιου τμήματος της κατασκευής θα αξιοποιήσουμε την ύπαρξη του φυσικού φωτός αλλά, όπου αυτό δεν επαρκεί ή δεν υπάρχει - κατά τις νυχτερινές ώρες, τις ώρες έλλειψης ηλιοφάνειας - η χρήση του τεχνητού φωτός είναι αναγκαία.

Για τον τεχνητό φωτισμό του υποθαλάσσιου τμήματος θα χρησιμοποιηθούν ειδικοί λαμπτήρες τύπου T8, χρώματος Hagen AQUA – GLO, εντάσεως 20 Watts / 589 mm και με θερμοκρασία χρώματος 12.000 K., τοποθετημένοι ανά 3.00 m στην εξωτερική επιφάνεια της κάθε τύπου διατομής και 0.30 cm κάτω από την ένωση του διαφανούς υλικού με το σκυρόδεμα.

Ενώ στο εσωτερικό χώρο του υποθαλάσσιου τμήματος θα τοποθετηθούν ανάλογα με την μορφή της κάθε διατομής λαμπτήρες LED εντάσεως 15 Watts.

**Παραδείγματα :** Για την **Διατομή 1** θα τοποθετηθούν λαμπτήρες στις εξής αποστάσεις 0.50 m, 2.50 m, 4.50 m, 6.50 m και στα 8.50 m, συνολικά θα είναι πέντε λαμπτήρες.

Για την **Διατομή 2** θα τοποθετηθούν λαμπτήρες στις εξής αποστάσεις 0.50 m, 2.25 m και στα 4.00 m, συνολικά τρεις λαμπτήρες.

Για την **Διατομή 3** επειδή έχει σχήμα μορφής **T** οι λαμπτήρες θα τοποθετηθούν στην επιφάνεια των 9.00 m όπως στην διατομή 1, στην επιφάνεια των 2.00 m σε αποστάσεις 0.50 m - 1.50 m και στην επιφάνεια των 6.90 m σε αποστάσεις 0.50 m, 2.50 m, 4.50 m και στα 6.50 m .

Για την **Διατομή 4** λόγω ότι είναι υπό γωνία 90 ° μοιρών θα τοποθετηθούν σε απόσταση 0.50 m, 1.50 m, 2.50 m, 3.50 m, 4.50 m, 5.50 m και στα 6.50 m περιμετρικά της καμπύλης της διατομής.



Για την **Διατομή 5** λόγω σχήματος θα τοποθετηθούν όπως και στην διατομή 4.



### 3.5.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ(ΟΓΚΟΥ – ΒΑΡΟΥΣ – ΑΝΩΣΗΣ

#### 3.5.1.ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ

Οι ογκομετρήσεις έγιναν με χρήση του σχεδιαστικού προγράμματος AUTOCAD όπου σας παρατίθενται παρακάτω :

Customization file loaded successfully. Customization Group: ACAD

Customization file loaded successfully. Customization Group: CUSTOM

Customization file loaded successfully. Customization Group: IMPRESSION

Customization file loaded successfully. Customization Group: AUTODESKSEEK

Customization file loaded successfully. Customization Group: EXPRESS

Opening an AutoCAD 2004/LT 2004 format file.

Regenerating model.

Loading Modeler DLLs.

AutoCAD menu utilities loaded.

Autodesk DWG. This file is a TrustedDWG last saved by an Autodesk application or Autodesk licensed application.

Command: COMMANDLINE

Command: properties

Command: Specify opposite corner: \*Cancel\*

Command: vp

DDVPOINT

\*\*\* Switching to the WCS \*\*\*

\*\*\* Returning to the UCS \*\*\*

Command: massprop

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 3.1880

Volume: 3.1880

Bounding box: X: 0.9203 -- 0.9408  
Y: -233.4409 -- -117.1910  
Z: -31.5370 -- 285.3077

Centroid: X: 0.9304  
Y: -167.1857  
Z: 74.4671

Moments of inertia: X: 138349.0533  
Y: 44334.5038  
Z: 94020.0694

Products of inertia: XY: -495.9004  
YZ: -41413.2182  
ZX: 220.8625

Radii of gyration: X: 208.3192  
Y: 117.9267  
Z: 171.7321

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 31562.6991 along [1.0000 0.0000 0.0000]  
J: 26788.9192 along [0.0000 0.9969 0.0785]  
K: 4773.7801 along [0.0000 -0.0785 0.9969]

### 3.5.2 ΒΑΡΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Ο υπολογισμός του όγκου της υποθαλάσσιας κατασκευής έγινε με χρήση σχεδιαστικού προγράμματος AUTOCAD.

Τα ειδικά βάρη των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή είναι :

$$\text{Ειδικό Βάρος Σκυροδέματος} = 25 \text{ KN} / \text{m}^3$$

$$\text{Ειδικό Βάρος Χάλυβα Οπλισμού} = 1.15 \text{ KN} / \text{m}^3$$

$$\text{Ειδικό Βάρος Χάλυβα Στηρίξεως} = 1.15 \text{ KN} / \text{m}^3$$

$$\text{Ειδικό Βάρος Διαφανούς Υλικού} = 1.19 \text{ KN} / \text{m}^3$$

$$\text{Ειδικό Βάρος Επικάλυψης} = 1.5 \text{ KN} / \text{m}^3$$

Για την κατασκευή του υποθαλάσσιου τμήματος του μουσείου χρησιμοποιήθηκαν πέντε διαφορετικές μορφές διατομών. Υπολογίστηκαν ο όγκος της κάθε διατομής ξεχωριστά και μετά πολλαπλασιάστηκαν τον αριθμό των διατομών ίδιου σχήματος.

#### 3.5.2.1. ΔΙΑΤΟΜΗ 1

Customization file loaded successfully. Customization Group: ACAD

Customization file loaded successfully. Customization Group: CUSTOM

Customization file loaded successfully. Customization Group: MODELDOC

Customization file loaded successfully. Customization Group: CONTENTEXPLORER

Customization file loaded successfully. Customization Group: EXPRESS

Opening an AutoCAD 2004/LT 2004 format file.

Regenerating model.

Loading Modeler DLLs.

AutoCAD menu utilities loaded.

Command: COMMANDLINE

Command:

Autodesk DWG. This file is a TrustedDWG last saved by an Autodesk application or Autodesk licensed application.

Command:

---

Command: MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 39.7524

Volume: 39.7524

Bounding box: X: -1465.9989 -- -1456.9989

Y: 2292.7123 -- 2297.0623

Z: 82.3823 -- 89.3078

Centroid: X: -1461.4989

Y: 2294.8874

Z: 87.8188

Moments of inertia: X: 209663229.2261

Y: 85217261.1814

Z: 294267056.8162

Products of inertia: XY: -133328666.3553

YZ: 8011471.5685

ZX: -5102105.3275

Radii of gyration: X: 2296.5680

Y: 1464.1378

Z: 2720.7523

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 171.8272 along [1.0000 0.0000 0.0000]

J: 329.6057 along [0.0000 1.0000 -0.0001]

K: 219.8795 along [0.0000 0.0001 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command: MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 2.9178

Volume: 2.9178

Bounding box: X: -1465.9989 -- -1456.9989

Y: 2292.3275 -- 2297.4473

Z: 89.2578 -- 93.1219

Centroid: X: -1461.4989

Y: 2294.8897

Z: 91.5835

Moments of inertia: X: 15391197.1920

Y: 6256881.4892

Z: 21599123.3714

Products of inertia: XY: -9786277.6057

YZ: 613248.1133

ZX: -390546.6339

Radii of gyration: X: 2296.7176

Y: 1464.3684

Z: 2720.7552

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 15.5978 along [1.0000 0.0000 0.0000]

J: 24.1036 along [0.0000 1.0000 0.0009]

K: 30.8846 along [0.0000 -0.0009 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command: MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.0884

Volume: 0.0884

Bounding box: X: -1465.9989 -- -1456.9989

Y: 2292.3573 -- 2297.4173

Z: 89.2578 -- 93.0919

Centroid: X: -1461.4989

Y: 2294.8839

Z: 91.5588

Moments of inertia: X: 466293.6548

Y: 189560.5654

Z: 654371.8603

Products of inertia: XY: -296487.3129

YZ: 18574.0993

ZX: -11828.9318

Radii of gyration: X: 2296.7108

Y: 1464.3691

Z: 2720.7514

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 0.4598 along [1.0000 0.0000 0.0000]

J: 1.2976 along [0.0000 1.0000 0.0034]

K: 1.4963 along [0.0000 -0.0034 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command: MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.1989

Volume: 0.1989

Bounding box: X: -1465.9989 -- -1456.9989

Y: 2292.7525 -- 2297.0221

Z: 89.2278 -- 89.3078

Centroid: X: -1461.4989

Y: 2294.8604

Z: 89.2650

Moments of inertia: X: 1048921.9300

Y: 426372.4903

Z: 1472125.0978

Products of inertia: XY: -667004.0276

YZ: 40739.0888

ZX: -25944.9924

Radii of gyration: X: 2296.5967

Y: 1464.2248

Z: 2720.7305

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 0.8143 along [1.0000 0.0000 0.0000]

J: 1.3425 along [0.0000 1.0000 0.0000]

K: 2.1566 along [0.0000 0.0000 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command:

MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.7085

Volume: 0.7085

Bounding box: X: -1465.9989 -- -1456.9989

Y: 2292.9136 -- 2296.8647

Z: 89.2878 -- 89.3078

Centroid: X: -1461.4989

Y: 2294.8892

Z: 89.2978

Moments of inertia: X: 3736728.1445

Y: 1518894.3403

Z: 5244323.9422

Products of inertia: XY: -2376134.9879

YZ: 145182.2010

ZX: -92459.2065

Radii of gyration: X: 2296.6262

Y: 1464.2268

Z: 2720.7542

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:



Press ENTER to continue:

I: 0.9146 along [1.0000 0.0000 0.0000]

J: 4.7821 along [0.0000 1.0000 0.0000]

K: 5.6966 along [0.0000 0.0000 1.0000]

**Υπολογισμός συνολικού βάρους της διατομής 1 :**

A) Σκυρόδεμα =  $39.7524 \text{ m}^3 \times 25 \text{ KN /m}^3 = 993.81 \text{ KN}$

B) Διαφανές υλικό =  $2.9178 \text{ m}^3 \times 1.19 \text{ KN /m}^3 = 3.472182 \text{ KN}$

Γ) Χάλυβας Οπλισμού =  $0,0884 \text{ m}^3 \times 1.15 \text{ KN /m}^3 = 0.10166 \text{ KN}$

Δ) Χάλυβας Στηρίξεως =  $0,1989 \text{ m}^3 \times 1.15 \text{ KN /m}^3 = 0.228735 \text{ KN}$

E) Επικάλυψη Δαπέδου =  $0.7085 \text{ m}^3 \times 1.5 \text{ KN /m}^3 = 1.06275 \text{ KN}$

**Συνολικό βάρος : 998.67532 KN**

### 3.5.2.2. ΔΙΑΤΟΜΗ 2

Specify base point or [Displacement] <Displacement>:

Specify second point or <use first point as displacement>:

Command: MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 25.9081

Volume: 25.9081

Bounding box: X: -0.2167 -- 4.1333

Y: 2.2500 -- 6.7500

Z: -6.9055 -- 0.0200

Centroid: X: 1.9584

Y: 4.5000

Z: -2.0363

Moments of inertia: X: 773.3104

Y: 339.2361

Z: 665.7877

Products of inertia: XY: 228.3231

YZ: -237.4021

ZX: -103.3135

Radii of gyration: X: 5.4634

Y: 3.6185

Z: 5.0693

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 141.2460 along [1.0000 0.0000 0.0000]

J: 132.4439 along [0.0000 1.0000 0.0000]

K: 41.7829 along [0.0000 0.0000 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command:

MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 1.4564

Volume: 1.4564

Bounding box: X: 4.0931 -- 8.5931

Y: 1.7276 -- 6.8474

Z: 0.0200 -- 3.8841

Centroid: X: 6.3392

Y: 4.2899

Z: 2.3446

Moments of inertia: X: 42.5963

Y: 71.1825

Z: 93.3649

Products of inertia: XY: 39.6057

YZ: 14.6513

ZX: 21.6424

Radii of gyration: X: 5.4081

Y: 6.9911

Z: 8.0067

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 7.7886 along [0.9999 0.0000 -0.0148]

J: 4.6504 along [0.0000 1.0000 0.0009]

K: 8.0368 along [0.0148 -0.0009 0.9999]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command:

MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.0994

Volume: 0.0994

Bounding box: X: -0.1726 -- 4.0931

Y: 2.2500 -- 6.7500

Z: -0.0600 -- 0.0200

Centroid: X: 1.9872

Y: 4.5000

Z: -0.0228

Moments of inertia: X: 2.1815

Y: 0.7991

Z: 2.9803

Products of inertia: XY: 0.8892

YZ: -0.0102

ZX: -0.0045

Radii of gyration: X: 4.6839

Y: 2.8348

Z: 5.4747

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 0.1679 along [1.0000 0.0000 0.0000]

J: 0.4064 along [0.0000 1.0000 0.0000]

K: 0.5741 along [0.0000 0.0000 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command: MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.0589

Volume: 0.0589

Bounding box: X: 4.3080 -- 4.7500  
Y: 34.7954 -- 39.8944  
Z: 0.0000 -- 3.8341

Centroid: X: 4.5290  
Y: 37.3415  
Z: 2.3010

Moments of inertia: X: 82.7935  
Y: 1.6096  
Z: 83.6051

Products of inertia: XY: 9.9665  
YZ: 5.0642  
ZX: 0.6142

Radii of gyration: X: 37.4818  
Y: 5.2262  
Z: 37.6650

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 0.3065 along [1.0000 0.0009 0.0000]

J: 0.0888 along [-0.0009 1.0000 0.0034]

K: 0.2213 along [0.0000 -0.0034 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command:

MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.3542  
Volume: 0.3542  
Bounding box: X: 51.2981 -- 55.7981  
Y: 29.5916 -- 33.5427  
Z: -0.0200 -- 0.0000

Centroid: X: 53.5481  
Y: 31.5672  
Z: -0.0100

Moments of inertia: X: 353.4391  
Y: 1016.3071  
Z: 1369.7462

Products of inertia: XY: 598.7712  
YZ: -0.1117  
ZX: -0.1894

Radii of gyration: X: 31.5876  
Y: 53.5639  
Z: 62.1841

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 0.4573 along [1.0000 0.0000 0.0000]  
J: 0.5978 along [0.0000 1.0000 0.0000]  
K: 1.0550 along [0.0000 0.0000 1.0000]

**Υπολογισμός συνολικού βάρους Διατομής 2 :**

A) Σκυρόδεμα =  $25.9081 \text{ m}^3 \times 25 \text{ KN} / \text{m}^3 = 647.7025 \text{ KN}$

B) Διαφανές υλικό =  $1.4564 \text{ m}^3 \times 1.19 \text{ KN} / \text{m}^3 = 1.733116 \text{ KN}$

Γ) Χάλυβας Οπλισμού =  $0.0994 \text{ m}^3 \times 1.15 \text{ KN} / \text{m}^3 = 0.11431 \text{ KN}$

Δ) Χάλυβας Στηρίξεως =  $0.0589 \text{ m}^3 \times 1.15 \text{ KN} / \text{m}^3 = 0.067735 \text{ KN}$

Ε) Επίχρισμα Δαπέδου =  $0.3542 \text{ m}^3 \times 1.5 \text{ KN} / \text{m}^3 = 0.5313 \text{ KN}$

**Συνολικό Βάρος = 650.14895 KN**

**3.5.2.3. ΔΙΑΤΟΜΗ 3**

Command: MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 73.9065

Volume: 73.9065

Bounding box: X: -3.4550 -- 5.5450

Y: 29.5415 -- 40.6585

Z: -6.6968 -- 0.2288

Centroid: X: 0.9308

Y: 34.0395

Z: -1.3438

Moments of inertia: X: 86641.1705

Y: 686.2400

Z: 86512.6510

Products of inertia: XY: 2318.7351

YZ: -3371.9731

ZX: -91.6264

Radii of gyration: X: 34.2390

Y: 3.0472

Z: 34.2136

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 874.6711 along [0.9980 0.0595 -0.0221]

J: 487.1657 along [-0.0589 0.9979 0.0266]

K: 814.4124 along [0.0236 -0.0252 0.9994]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command: MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.3092

Volume: 0.3092

Bounding box: X: -3.4550 -- 5.5450

Y: 29.5817 -- 40.6614

Z: 0.1485 -- 0.2288

Centroid: X: 0.9400

Y: 34.1318

Z: 0.1859

Moments of inertia: X: 364.2256

Y: 2.2036

Z: 366.4075

Products of inertia: XY: 9.7846

YZ: 1.9619

ZX: 0.0540



Radii of gyration: X: 34.3234

Y: 2.6698

Z: 34.4261

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 4.0521 along [0.9980 0.0629 0.0000]

J: 1.9113 along [-0.0629 0.9980 0.0000]

K: 5.9630 along [0.0000 0.0000 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command: MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 4.7385

Volume: 4.7385

Bounding box: X: -4.5000 -- 4.5000

Y: -2.5598 -- 9.0000

Z: 6.8753 -- 10.7395

Centroid: X: -0.0005

Y: 2.3978

Z: 9.3154

Moments of inertia: X: 504.8324

Y: 445.7863

Z: 113.7955

Products of inertia: XY: -0.0092

YZ: 105.6766

ZX: -0.0246

Radii of gyration: X: 10.3217

Y: 9.6993

Z: 4.9005

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 66.3919 along [1.0000 0.0001 -0.0002]

J: 34.5898 along [-0.0001 1.0000 -0.0032]

K: 86.5515 along [0.0002 0.0032 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Automatic save to C:\Users\Nίκος\AppData\Local\Temp\3d\_tay\_1\_1\_9220.sv\$ ...

Command:

Command: Specify opposite corner or [Fence/WPolygon/CPolygon]: \*Cancel\*

Command: MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 1.2618

Volume: 1.2618

Bounding box: X: -4.5000 -- 4.5000

Y: -1.9737 -- 9.0000

Z: 6.9053 -- 6.9256

Centroid: X: 0.0000

Y: 2.4065

Z: 6.9155

Moments of inertia: X: 80.1884

Y: 65.8426

Z: 25.3387

Products of inertia: XY: 0.0000

YZ: 20.9999

ZX: 0.0000

Radii of gyration: X: 7.9717

Y: 7.2235

Z: 4.4811

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 12.5345 along [1.0000 0.0000 0.0000]

J: 5.4965 along [0.0000 1.0000 0.0000]

K: 18.0309 along [0.0000 0.0000 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command: MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.1179

Volume: 0.1179

Bounding box: X: -4.5000 -- 4.5000

Y: -2.5300 -- 9.0000

Z: 6.8755 -- 10.7095

Centroid: X: 0.0026

Y: 3.3608

Z: 9.1765

Moments of inertia: X: 13.2757

Y: 11.4857

Z: 4.5631

Products of inertia: XY: 0.0021

YZ: 3.6355

ZX: 0.0024

Radii of gyration: X: 10.6130

Y: 9.8716

Z: 6.2221

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 2.0193 along [1.0000 -0.0023 -0.0004]

J: 1.5606 along [0.0023 1.0000 0.0003]

K: 3.2318 along [0.0004 -0.0003 1.0000]

**Υπολογισμός συνολικού βάρους διατομής 3 :**

$$A) \text{Σκυρόδεμα} = 73.9065 \text{ m}^3 \times 25 \text{ KN /m}^3 = 1847.6625 \text{ KN}$$

$$B) \text{Διαφανές Υλικό} = 4.7385 \text{ m}^3 \times 1.19 \text{ KN /m}^3 = 5.638815 \text{ KN}$$

$$\Gamma) \text{Χάλυβας Οπλισμού} = 0.3092 \text{ m}^3 \times 1.15 \text{ KN /m}^3 = 0.35558 \text{ KN}$$

$$\Delta) \text{Χάλυβας Στηρίξεως} = 0.1179 \text{ m}^3 \times 1.15 \text{ KN /m}^3 = 0.135585 \text{ KN}$$

$$E) \text{Επίχρισμα Δαπέδου} = 1.2618 \text{ m}^3 \times 1.5 \text{ KN /m}^3 = 1.8927 \text{ KN}$$

**Συνολικό Βάρος = 1855.685 KN**

#### **3.5.2.4.ΔΙΑΤΟΜΗ 4**

Customization file loaded successfully. Customization Group: ACAD

Customization file loaded successfully. Customization Group: CUSTOM

Customization file loaded successfully. Customization Group: MODELDOC

Customization file loaded successfully. Customization Group: CONTENTEXPLORER

Customization file loaded successfully. Customization Group: EXPRESS

Opening an AutoCAD 2004/LT 2004 format file.

Regenerating model.

Loading Modeler DLLs.

AutoCAD menu utilities loaded.

Command: COMMANDLINE

Command:

Autodesk DWG. This file is a TrustedDWG last saved by an Autodesk application or Autodesk licensed application.

Command:

Command: MASSPROP

Select objects:

```
----- SOLIDS -----  
  
Mass:          12.3707  
Volume:        12.3707  
Bounding box:  X: -1465.9989 -- -1461.2639  
                Y: 2292.7123 -- 2297.4473  
                Z: 88.3823 -- 89.3078  
  
Centroid:      X: -1464.1077  
                Y: 2295.5561  
                Z: 88.8803  
  
Moments of inertia: X: 65286264.0536  
                    Y: 26615779.6674  
                    Z: 91706592.0353  
  
Products of inertia: XY: -41577292.0649  
                    YZ: 2523994.9365  
                    ZX: -1609806.1482
```

Radii of gyration: X: 2297.2764

Y: 1466.8035

Z: 2722.7177

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 10.5748 along [0.7071 0.7071 0.0000]

J: 22.5994 along [-0.7066 0.7066 -0.0377]

K: 31.6152 along [-0.0266 0.0266 0.9993]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command:

MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 1.3025

Volume: 1.3025

Bounding box: X: -1465.9989 -- -1460.8791

Y: 2292.3275 -- 2297.4473

Z: 89.2578 -- 93.1219

Centroid: X: -1463.4162

Y: 2294.8645

Z: 91.5827

Moments of inertia: X: 6870157.3675

Y: 2800239.5855

Z: 9648544.7033

Products of inertia: XY: -4374072.0046

YZ: 273736.4823

ZX: -174559.7571

Radii of gyration: X: 2296.6921

Y: 1466.2804

Z: 2721.7632

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 3.8344 along [0.7071 0.7071 0.0000]

J: 7.2096 along [-0.5129 0.5129 -0.6884]

K: 5.1686 along [-0.4868 0.4868 0.7253]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command:

MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.0898

Volume: 0.0898

Bounding box: X: -1465.9989 -- -1461.3042

Y: 2292.7525 -- 2297.4473

Z: 89.2278 -- 89.3078

Centroid: X: -1463.3446

Y: 2294.7929

Z: 89.2651

Moments of inertia: X: 473561.2487

Y: 192991.8830

Z: 665122.1788

Products of inertia: XY: -301524.2723

YZ: 18393.2006

ZX: -11728.9843

Radii of gyration: X: 2296.5290

Y: 1466.0655

Z: 2721.6643

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 0.1224 along [0.7071 0.7071 0.0000]

J: 0.3081 along [-0.7071 0.7071 -0.0004]

K: 0.4305 along [-0.0003 0.0003 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command:

MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.0589

Volume: 0.0589

Bounding box: X: -1465.9989 -- -1460.9089

Y: 2292.3573 -- 2297.4473

Z: 89.2578 -- 93.0919



Centroid: X: -1464.6956

Y: 2296.1406

Z: 91.5588

Moments of inertia: X: 311202.4300

Y: 126924.3974

Z: 437138.5875

Products of inertia: XY: -198198.9217

YZ: 12389.5135

ZX: -7903.2030

Radii of gyration: X: 2297.9664

Y: 1467.5562

Z: 2723.5275

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 0.3824 along [0.7081 -0.7062 0.0000]

J: 0.1968 along [0.7062 0.7081 0.0015]

K: 0.4052 along [-0.0011 -0.0011 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command:

MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.3163

Volume: 0.3163



Bounding box: X: -1465.9989 -- -1461.4653

Y: 2292.9136 -- 2297.4473

Z: 89.2878 -- 89.3078

Centroid: X: -1464.0491

Y: 2295.4975

Z: 89.2978

Moments of inertia: X: 1669236.3508

Y: 680505.4634

Z: 2344697.3053

Products of inertia: XY: -1063015.8989

YZ: 64837.3032

ZX: -41352.6907

Radii of gyration: X: 2297.2340

Y: 1466.7704

Z: 2722.6368

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 0.2912 along [0.7071 0.7071 0.0000]

J: 0.5987 along [-0.7071 0.7071 0.0000]

K: 0.8898 along [0.0000 0.0000 1.0000]

#### Υπολογισμός συνολικού Βάρους Διατομής 4 :

A)Σκυρόδεμα =  $12.3707 \text{ m}^3 \times 25 \text{ KN} / \text{m}^3 = 309.4175 \text{ KN}$

B)Διαφανές υλικό =  $1.3025 \text{ m}^3 \times 1.19 \text{ KN} / \text{m}^3 = 1.549975 \text{ KN}$

Γ)Χάλυβας Οπλισμού =  $0.0898 \text{ m}^3 \times 1.15 \text{ KN} / \text{m}^3 = 0.10327 \text{ KN}$

Δ)Χάλυβας Στηρίξεως =  $0.0589 \text{ m}^3 \times 1.15 \text{ KN} / \text{m}^3 = 0.067735 \text{ KN}$

Ε)Επίχρισμα Δαπέδου =  $0.3163 \text{ m}^3 \times 1.5 \text{ KN} / \text{m}^3 = 0.47445 \text{ KN}$

**Συνολικό Βάρος = 311.61292 KN**

#### 3.5.2.5.ΔΙΑΤΟΜΗ 5

Command:

Command: MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 7.3489

Volume: 7.3489

Bounding box: X: 2226.9351 -- 2230.8289

Y: 1255.2090 -- 1260.3825

Z: 3.3761 -- 4.2534

Centroid: X: 2228.2573

Y: 1257.7630

Z: 3.9343

Moments of inertia: X: 11625881.3142

Y: 36488477.2244

Z: 48114130.2580

Products of inertia: XY: 20596234.1007

YZ: 36365.8068

ZX: 64426.1377

Radii of gyration: X: 1257.7697

Y: 2228.2609

Z: 2558.7302

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 8.5983 along [0.9932 -0.0609 0.0994]

J: 5.6069 along [0.0598 0.9981 0.0139]

K: 13.5313 along [-0.1000 -0.0079 0.9950]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command:

MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.7694

Volume: 0.7694

Bounding box: X: 2226.9360 -- 2230.7701

Y: 1255.3216 -- 1260.3816

Z: 4.2525 -- 8.0866

Centroid: X: 2228.8162

Y: 1257.8516

Z: 6.1327

Moments of inertia: X: 1217417.1212

Y: 3822268.2947

Z: 5039625.6588

Products of inertia: XY: 2157112.6083

YZ: 5935.3985

ZX: 10516.6794

Radii of gyration: X: 1257.8681

Y: 2228.8252

Z: 2559.2609

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 2.7316 along [0.7071 0.0000 -0.7071]

J: 1.8806 along [0.0000 1.0000 0.0000]

K: 3.5112 along [0.7071 0.0000 0.7071]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command:

MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.0989

Volume: 0.0989

Bounding box: X: 2226.9339 -- 2230.7701

Y: 1255.3083 -- 1260.3843

Z: 4.1725 -- 4.2525

Centroid: X: 2229.2101

Y: 1257.8360

Z: 4.2099

Moments of inertia: X: 156430.3562

Y: 491327.2599

Z: 647754.1113

Products of inertia: XY: 277231.2572

YZ: 523.5607

ZX: 927.8848

Radii of gyration: X: 1257.8444

Y: 2229.2144

Z: 2559.5964

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 0.3530 along [0.9999 -0.0154 0.0001]

J: 0.1380 along [0.0154 0.9999 0.0000]

K: 0.4909 along [-0.0001 0.0000 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command:

MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.0295

Volume: 0.0295

Bounding box: X: 2226.9360 -- 2227.0360

Y: 1255.2650 -- 1260.3251

Z: 4.2025 -- 8.0366

Centroid: X: 2226.9860

Y: 1257.7917

Z: 6.5035

Moments of inertia: X: 46618.2640

Y: 146138.4255

Z: 192754.1099

Products of inertia: XY: 82537.5978

YZ: 241.0361

ZX: 426.7667

Radii of gyration: X: 1257.8106

Y: 2226.9958

Z: 2557.6376

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 0.1533 along [1.0000 0.0000 0.0000]

J: 0.0435 along [0.0000 1.0000 0.0034]

K: 0.1098 along [0.0000 -0.0034 1.0000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>: n

Command: MASSPROP

Select objects:

----- SOLIDS -----

Mass: 0.3626

Volume: 0.3626

Bounding box: X: 2226.9360 -- 2230.5721

Y: 1255.4545 -- 1260.2252

Z: 4.2273 -- 4.2525

Centroid: X: 2228.5699

Y: 1257.8347

Z: 4.2399

Moments of inertia: X: 573644.2750

Y: 1800712.4447

Z: 2374343.6842

Products of inertia: XY: 1016342.3403

YZ: 1933.6048

ZX: 3425.8664

Radii of gyration: X: 1257.8424

Y: 2228.5741

Z: 2559.0378

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

Press ENTER to continue:

I: 0.5469 along [0.9994 -0.0354 0.0000]

J: 0.3276 along [0.0354 0.9994 0.0000]

K: 0.8744 along [0.0000 0.0000 1.0000]

**Υπολογισμός Συνολικού Βάρους Διατομής :**

A)Σκυρόδεμα = **7.3489 m<sup>3</sup> × 25 KN / m<sup>3</sup> = 183.7225 KN**

B)Διαφανές Υλικό = **0.7694 m<sup>3</sup> × 1.19 KN / m<sup>3</sup> = 0.915586 KN**

Γ)Χάλυβας Οπλισμού = **0.0989 m<sup>3</sup> × 1.15 KN / m<sup>3</sup> = 0.113735 KN**

Δ)Χάλυβας Στηρίξεως = **0.0295 m<sup>3</sup> × 1.15 KN / m<sup>3</sup> = 0.033925 KN**

Ε)Επίχρισμα Δαπέδου = **0,3626 m<sup>3</sup> × 1.5 KN / m<sup>3</sup> = 0.5439 KN**

**Συνολικό Βάρος =185.32963 KN**



Για τον υπολογισμό του συνολικού βάρους της κατασκευής πολλαπλασιάζουμε το συνολικό βάρος κάθε διατομής με τον αριθμό τους και μετά προσθέτουμε τα αποτελέσματα.

### ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

$$\Sigma.Β.Κ = [(998.67532 \times 105) + (650.14895 \times 15) + (1855.685 \times 4) + (311.61292 \times 38) + (185.32963 \times 4)] = 134618.48 \text{ KN}$$

### 3.5.3.ΑΝΩΣΗ

Κάνουμε την παραδοχή ότι αν ισχύει η παρακάτω ανίσωση :

$$\Sigma \text{ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ} > \text{ΑΝΩΣΗ}$$

τότε δεν θα έχουμε το φαινόμενο του φελλού. Η άνωση υπολογίζεται με βάση τον τύπο :  $A = \rho \times g \times V$  όπου :  $\rho$  : Πυκνότητα ρευστού =  $1040 \text{ Kg/m}^3$

$$g : \text{Επιτάχυνση Βαρύτητας} = 9.81 \text{ m / sec}^2$$

$$V : \text{Όγκος Βυθιζόμενου Σώματος} = 31880 \text{ m}^3$$

Οπότε :

$$A = 1040 \text{ Kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m / sec}^2 \times 31880 \text{ m}^3 < 132060.72 \text{ KN / m} \times 9.81 \text{ m / sec}^2$$

$$325252.51 \text{ Kg m / sec}^2 < 1295515.6 \text{ Kg m / sec}^2$$

$$325.25251 \text{ Pa} < 129551.56 \text{ Pa}$$

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Η επιλογή του σχήματος που θα έχει η διατομή της κατασκευής του υποθαλάσσιου τμήματος του μουσείου είναι σωστή γιατί το συνολικό της βάρος είναι πολύ μεγαλύτερο από την άνωση της θάλασσας με αποτέλεσμα η κατασκευή μας να είναι σταθερή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

**Αρχιτεκτονική μελέτη του κεντρικού κτιρίου υποδοχής των επισκεπτών του υποθαλάσσιου μουσείου στην περιοχή Παυλοπέτρι στο νοτιοανατολικό άκρο της Πελοποννήσου.**

Με βάση την μορφολογία του εδάφους και την τοποθεσία της περιοχής, το γεγονός ότι είναι παραθαλάσσιο, η προσέγγιση από τους επισκέπτες θα γίνεται μόνο παραλιακά γιατί το βάθος της θάλασσας είναι 3 - 4 μέτρα και υπάρχει κίνδυνος καταστροφής των αρχαίων υπολειμμάτων. Δίπλα από το νεκροταφείο υπάρχει μία λιμνοθάλασσα που προστατεύεται από το πρόγραμμα Nature 2000. Η τοπογραφία της περιοχής βοήθησε στο να τοποθετηθεί η εγκατάσταση στη θάλασσα και να επικοινωνεί άμεσα με τη στεριά μέσω μιας σταθερής σήραγγας.

Η πρόσβαση στην εγκατάσταση γίνεται από οχήματα και από λεωφορεία που θα μεταφέρουν παιδιά και ενήλικες στο υποθαλάσσιο μουσείο.

Το σύνολο της εγκατάστασης περιλαμβάνει:

#### Στη στεριά:

- i. θέσεις στάθμευσης για Ι.Χ. και λεωφορεία
- ii. Χώρος υποδοχής για τους επισκέπτες
- iii. Χώρος εστίασης ο οποίος θα έχει θέα προς το υποθαλάσσιο μουσείο, όπου οι επισκέπτες θα μπορούν να καθίσουν και να απολαύσουν την θέα.
- iv. Ηλεκτρονική βιβλιοθήκη βασισμένη στα ευρήματα της αρχαιολογικής έρευνας και ανασκαφής της περιοχής όπου γίνεται ενημέρωση και διαλέξεις σε θέματα ενάλιας αρχαιολογίας σε φοιτητές, καθηγητές και κοινό.
- v. Τουαλέτες κοινού
- vi. Χώρος έκθεσης και συντήρησης των ευρημάτων, όπου ο περπατητής βγαίνοντας από την έκθεση θα οδηγείται στο υποθαλάσσιο μουσείο μέσω σήραγγας.

Η εγκατάσταση γίνεται πλησίον της στεριάς και σε σημείο όπου το βάθος της θάλασσας δεν ξεπερνά τα 5 μέτρα.

Στη χώρα μας είναι εκατοντάδες τα αρχαία ναύγια αλλά και οι ανακαλύψεις αρχαίων λιμανιών και υπολειμμάτων αρχαίων πολιτισμών στο βυθό. Άρα, η δημιουργία κατά τόπους υποθαλάσσιων μουσείων – εγκαταστάσεων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα ένα δίκτυο θαλάσσιων εγκαταστάσεων μελέτης και προβολής του αρχαίου πλούτου της χώρας. εσωτερικά και κυρίως τους κοιτώνες των χρηστών των υπερθαλάσσιων χώρων.

Το κτίριο στο σύνολό του είναι ελαφρά υπερυψωμένο από την επιφάνεια της θάλασσας. Αυτό προτείνεται ώστε να αποφευχθούν οι συνέπειες των κυματισμών πάνω σε αυτό, κυρίως τους χειμερινούς μήνες.

Στην εγκατάσταση εφαρμόζονται μέθοδοι ενεργειακού σχεδιασμού, ώστε το κτίριο να λειτουργεί με μια σχετική αυτονομία όσον αφορά τον ηλεκτρισμό του και να επιτυγχάνει αερισμό στο υποθαλάσσιο τμήμα του.

## 4.2. ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ

Στο κτίριο εγκαθίστανται δύο σωλήνες διαμέτρου 50 εκατοστών ο καθένας μέσω των οποίων θα εισάγουμε φρέσκο αέρα και θα τον κατευθύνουμε στο εσωτερικό του υποθαλάσσιου.

Οι αγωγοί αερισμού θα διέλθουν εφαπτόμενοι στο φλοιό του υποθαλάσσιου και σε επαφή με το νερό της θάλασσας.

Το καλοκαίρι η θερμοκρασία της θάλασσας στο σημείο της εγκατάστασης είναι κατά μέσο όρο στους 23 °C, επομένως μόνο από την επαφή του φλοιού με το νερό έχουμε απώλειες θερμότητας και δεν απαιτείται επιπλέον φορτίο δροσισμού.

Το χειμώνα η θερμοκρασία της θάλασσας αγγίζει τους 12 °C, επομένως είναι αναγκαία η χρήση του συστήματος. Όταν η εξωτερική θερμοκρασία αέρα είναι στους 5 °C για παράδειγμα είναι καλύτερο να φέρουμε τον αέρα μέσα από τους αγωγούς, ώστε το σύστημα κλιματισμού του μουσείου να χρειαστεί να θερμάνει το χώρο, με αέρα από τους 12 °C και όχι από τους 5 °C.

Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται αποδοτικότερη λειτουργία του συστήματος κλιματισμού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

#### 5.1.ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΜΕ ΠΑΣΣΑΛΟΥΣ

Η θεμελίωση με πασσάλους είναι μία ειδική τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε γεωτεχνικά έργα και συνήθως σε αποθέσεις μαλακών ή χαλαρών εδαφών, που είναι τα υποθαλάσσια εδάφη. Η χρήση των πασσάλων είναι για την μεταβίβαση των φορτίων από την κατασκευή στο έδαφος και για τον περιορισμό των καθιζήσεων .

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό της φέρουσας ικανότητας ενός πασσάλου δεχόμαστε ότι το φορτίο της ανωδομής μεταβιβάζεται στο έδαφος μέσω του πασσάλου μέσω της αντοχής της αιχμής του ( $Q_b$ ) και της αντοχής από την τριβή ( $Q_s$ ) όπου ισχύει η σχέση  $P_u = Q_b + Q_s$ .

Η φέρουσα ικανότητα του πασσάλου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως το υλικό - τη μορφή και τον τρόπο κατασκευής του, καθώς και το είδος του περιβάλλοντος εδάφους. Αφορά στην κατασκευή εγχυτών πασσάλων με αφαίρεση του εδαφικού υλικού, η βασική λειτουργία των οποίων συνιστάται στην ανάληψη φορτίων ή / και στον περιορισμό των παραμορφώσεων, όπου διακρίνονται σε δύο κατηγορίες :

**A)Πασσάλους με εκτόπιση** που διακρίνονται επίσης σε δύο κατηγορίες σε προκατασκευασμένους - εμπηγνόμενους και σε επιτόπου εγχυόμενους και σε

#### **B)Πασσάλους χωρίς εκτόπιση**

Με τον όρο έγχυτοι πάσσαλοι με αφαίρεση του εδαφικού υλικού εννοούνται :

**1)Πάσσαλοι κυκλικής διατομής**, καθώς και πάσσαλοι διατομής με προεξοχές (τύπου << μπαρέτα >>) εφόσον σκυροδετούνται σε μία φάση (σχήμα 1)

**2)Πάσσαλοι ομοιόμορφης διατομής** σε όλο το μήκος των

**3)Πάσσαλοι μεταβαλλόμενης διατομής** (π.χ με διαπλάτυνση της έδρασης, με τοπικές διευρύνσεις φρέατος εκσκαφής των ), ( σχήμα 2 )

## 5.2. ΟΡΙΣΜΟΙ

**ΠΑΣΣΑΛΟΣ :** Εύκαμπτο δομικό στοιχείο εντός του εδάφους που αποσκοπεί στην ανάληψη φορτίων

**ΠΑΣΣΑΛΟΣ ΔΙ' ΕΚΣΚΑΦΗΣ :** Πάσσαλος του οποίου η κατασκευή περιλαμβάνει αρχικά τη διάνοιξη κατάλληλης οπής εντός εδάφους ( με ή χωρίς την υποστήριξη των τοιχωμάτων της ) και στη συνέχεια την πλήρωση της με άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα.

**ΠΑΣΣΑΛΟΣ ΤΡΙΒΗΣ :** Πάσσαλος του οποίου η λειτουργία ανάληψης εξωτερικής φόρτισης βασίζεται στην επαρκή ανάπτυξη φαινομένων τριβής στην παράπλευρη επιφάνειά του, η οποία βρίσκεται εν επαφή με το περιβάλλον γεωυλικό.

### 5.2.1. ΟΡΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΓΩΝΙΑΚΩΝ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ

Πάσσαλοι με επιτρέπων ορίων γενικών διαστάσεων και γωνιακών αποκλίσεων από την κατακόρυφο.

**A)** Διάμετρος πασσάλων κυκλικής διατομής  $0.3 \text{ m} \leq D \leq 3.0 \text{ m}$  ( σχήματα 1 και 2 )

**B)** Ελάχιστη διάσταση των προκατασκευασμένων στοιχείων που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σε πασσάλους κυκλικής διατομής είναι :

**1)** Διάμετρος προκατασκευασμένου στοιχείου κυκλικής διατομής  $D_p \geq 0.3 \text{ m}$

**2)** Πλάτος ορθογωνικού προκατασκευασμένου στοιχείου  $W_p \geq 0.3 \text{ m}$

**3)** Μέγιστη ανεκτή απόκλιση του άξονα του πασσάλου από την κατακόρυφο για κατακόρυφους πασσάλους είναι  $1 : 4$  ( δηλαδή  $n \geq 4$  ή γωνία  $\Theta \geq 76^\circ$ , σχήμα 2)

**4)** Διαπλάτυνση έδρασης σε συνεκτικά εδάφη  $DB/D \leq 3$ , σε μη συνεκτικά εδάφη  $DB/D \leq 2$

**5)** Ανεκτή κλίση στην περιοχή διεύρυνσης του κατακόρυφου φρέατος εκσκαφής : σε συνεκτικά εδάφη  $m \geq 1.5$ , σε μη συνεκτικά εδάφη  $m \geq 3$ .

**6)** Ανεκτή τοπική διεύρυνση κατακόρυφου φρέατος εκσκαφής : σε κάθε τύπου εδάφους  $DE/D \leq 2$

Καλύπτουν τις ακόλουθες διατάξεις πασσάλων :

**A)** Μεμονωμένους πασσάλους

**B)** Ομάδες πασσάλων

**Γ)** Πασσαλοτοιχίες

Όπου οι πάσσαλοι στην κατασκευή του υποθαλάσσιου τμήματος της κατασκευής μας, ύστερα από υπολογισμούς (βλέπε στο **3ο Κεφάλαιο**) θα είναι κυκλικής διατομής με διάμετρο 1.60 m και μήκος 6.00 m.

### **5.3.ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ**

#### **5.3.1.ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

Το σκυρόδεμα κατασκευής των πασσάλων είναι κατηγορία χαρακτηριστικής αντοχής μεταξύ **C20/25 - C30/37**. Η περιεκτικότητα σε τσιμέντο να κυμαίνεται ανάμεσα **400 kgr ≤ τσιμέντο ≥ 500 kgr ανα m<sup>3</sup>** για οποιονδήποτε τύπο και οποιασδήποτε κατηγορία αντοχής σκυροδέματος.

Η αναλογία νερού τσιμέντου (**N / T**) δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη του **0.6** και η κάθιση του σκυροδέματος πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 130 mm, συνήθως δε της τάξεως των 200 - 220 mm.

#### **5.3.2.ΣΙΔΗΡΟΙ ΟΠΛΙΣΜΟΥ**

Οι σίδηροι οπλισμοί των πασσάλων ( δηλαδή μεταλλικοί ράβδοι, μεταλλικά πλέγματα, σιδηροσωλήνες ) θα επιλεγούν βάση των απαιτήσεων των προδιαγραφών prENV 10081 - 4 : 2002, EN 10210 - 1 : 1994 και EN 10025 - 1 : 2004. Ο σίδηρος οπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί είναι Χάλυβας κατηγορίας S500s, καθαρός από βρωμές - λίπη - σκουριά που μπορούν να προκαλέσουν φθορές στο σκυρόδεμα και θα βαφεί με αστάρι για καλύτερη προστασία από το θαλασσινό νερό .

Αν χρησιμοποιηθεί για την εξασφάλιση της ευστάθειας της οπής των πασσάλων πρέπει οι σίδηροι οπλισμού να είναι κατασκευασμένοι από μη γαλβανισμένο σίδηρο, εξαιτίας κυρίως του κινδύνου ηλεκτροχημικής διάβρωσης των οπλισμών.

#### **5.3.3.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ ΥΓΡΟ**

Το διατρητικό υγρό είναι υλικό που τοποθετείται στα τοιχώματα της οπής των πασσάλων για να εξασφαλίσουμε την ευστάθεια ( σταθερότητα ) των τοιχωμάτων της. Αιώρημα μπεντονίτη ( BENTONITE ) θα χρησιμοποιηθεί σαν διατρητικό υγρό για την εξασφάλιση της ευστάθειας της οπής των πασσάλων. Η προετοιμασία, η διατήρηση και ο έλεγχος των διατρητικών υγρών αιωρημάτων μπεντονίτη πρέπει να γίνονται βάση με το EN 1538 : 2000.

Ο μπεντονίτης θα θεωρείται ότι είναι κατάλληλος για χρήση ως διατρητικό υγρό σύμφωνα με την προδιαγραφή **DFCP4** του Συνδέσμου Υλικών Εταιρειών Πετρελαιοειδών ( OIL COMPANIES MATERIALS ASSOCIATION )

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

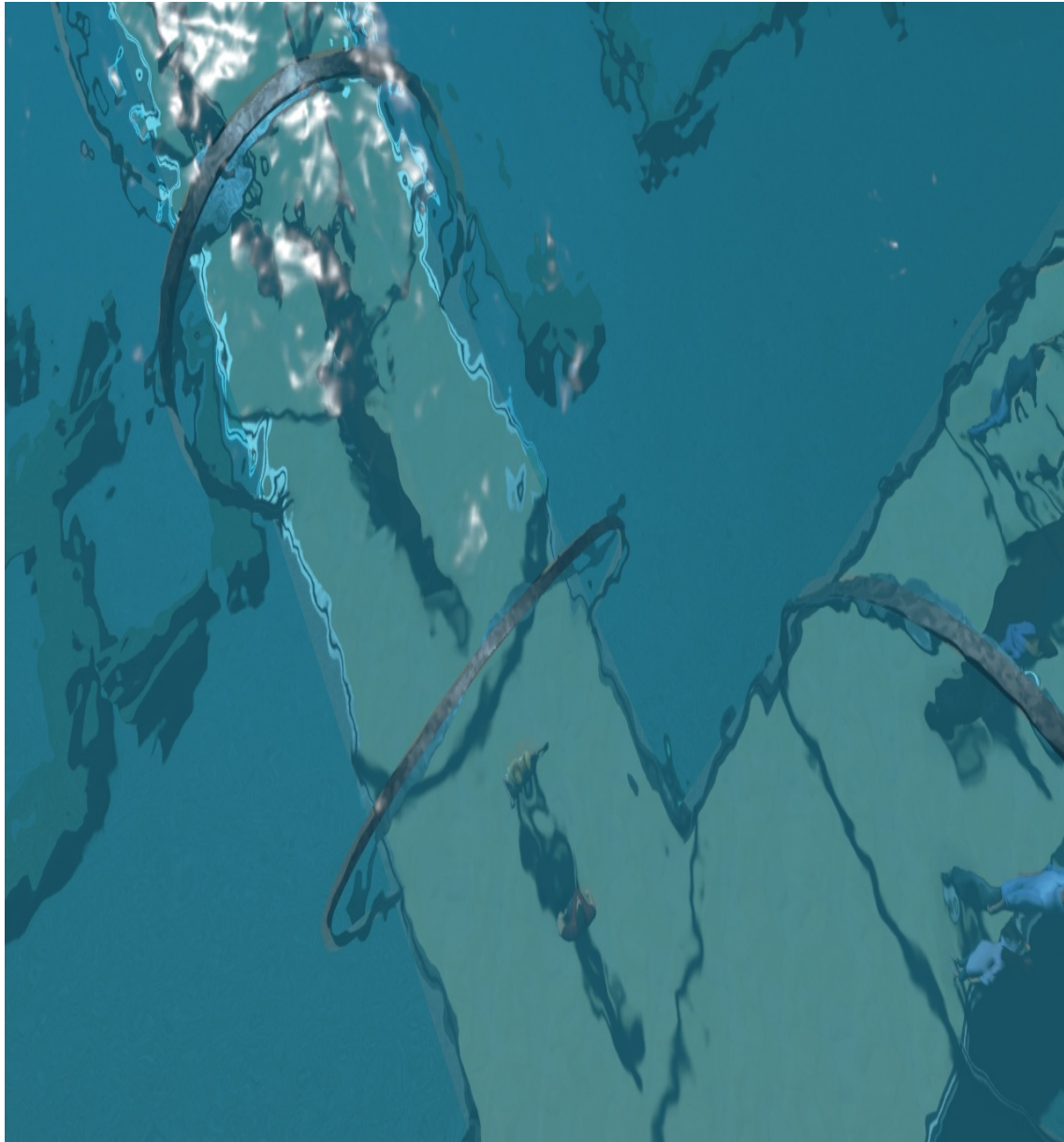
### 6.1.ΦΩΤΟ -ΡΕΑΛΙΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ

Πανοραμική άποψη της υποθαλάσσιας κατασκευής :



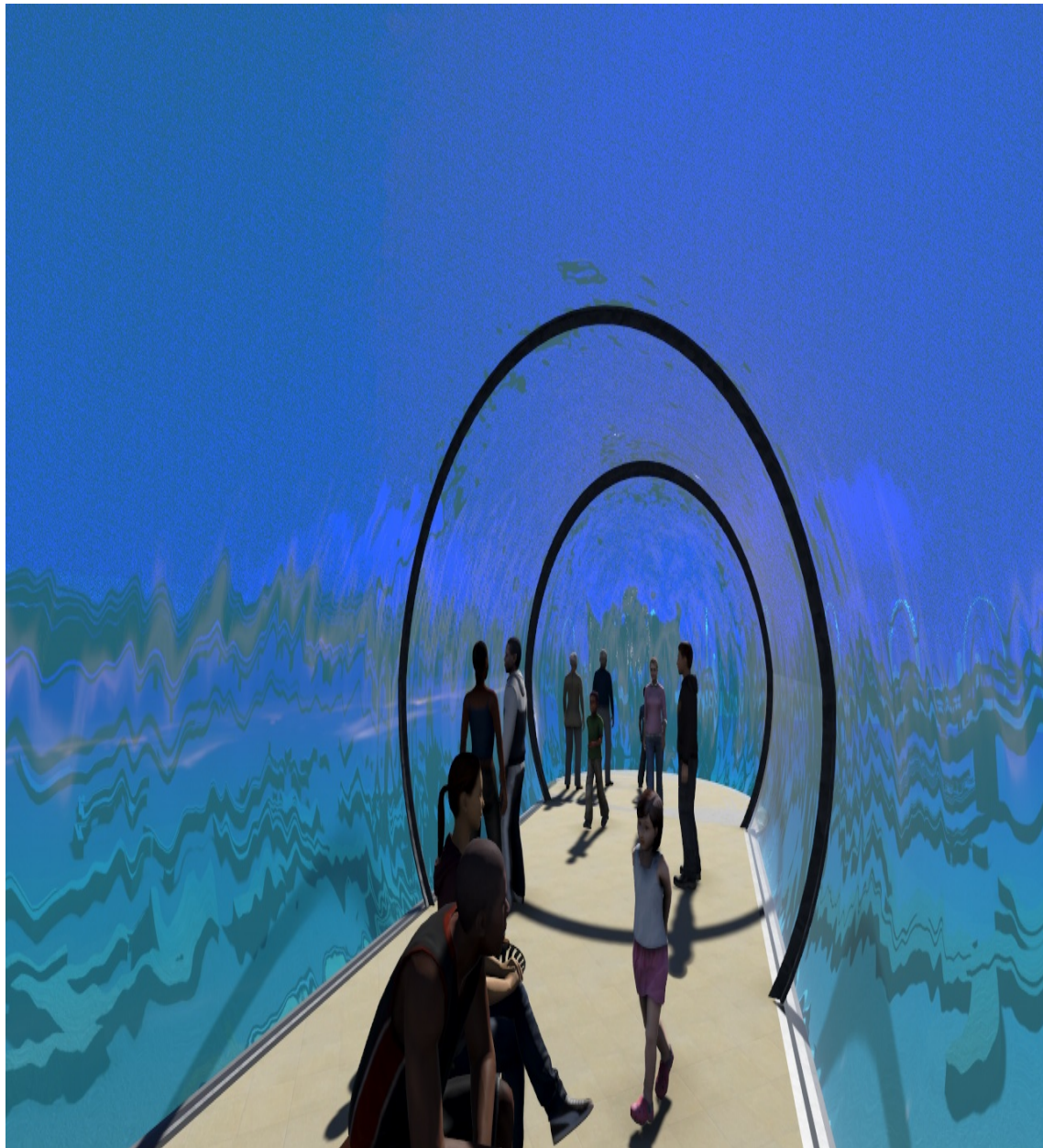


Άποψη ενός τμήματος της υποθαλάσσιας κατασκευής πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας :





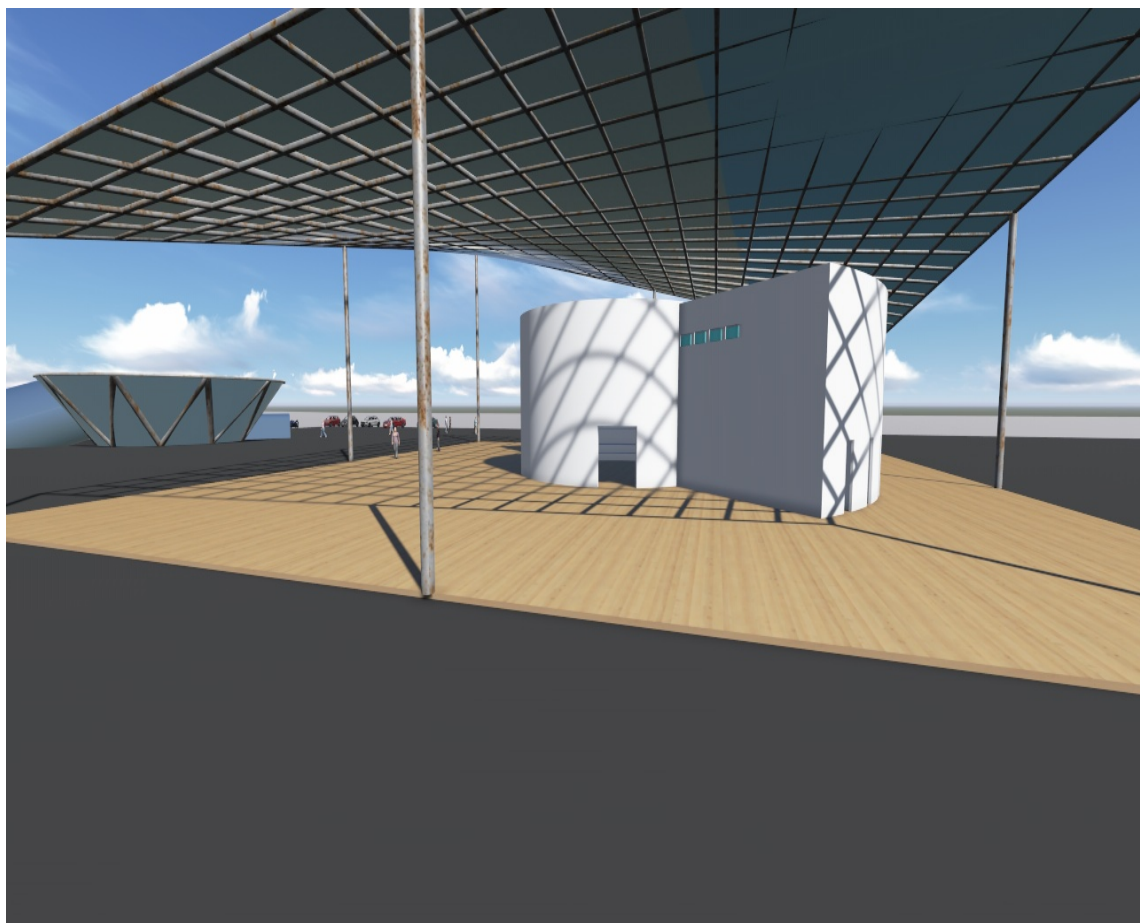
Εικόνα εσωτερικής άποψης του υποθαλάσσιου διαδρόμου :



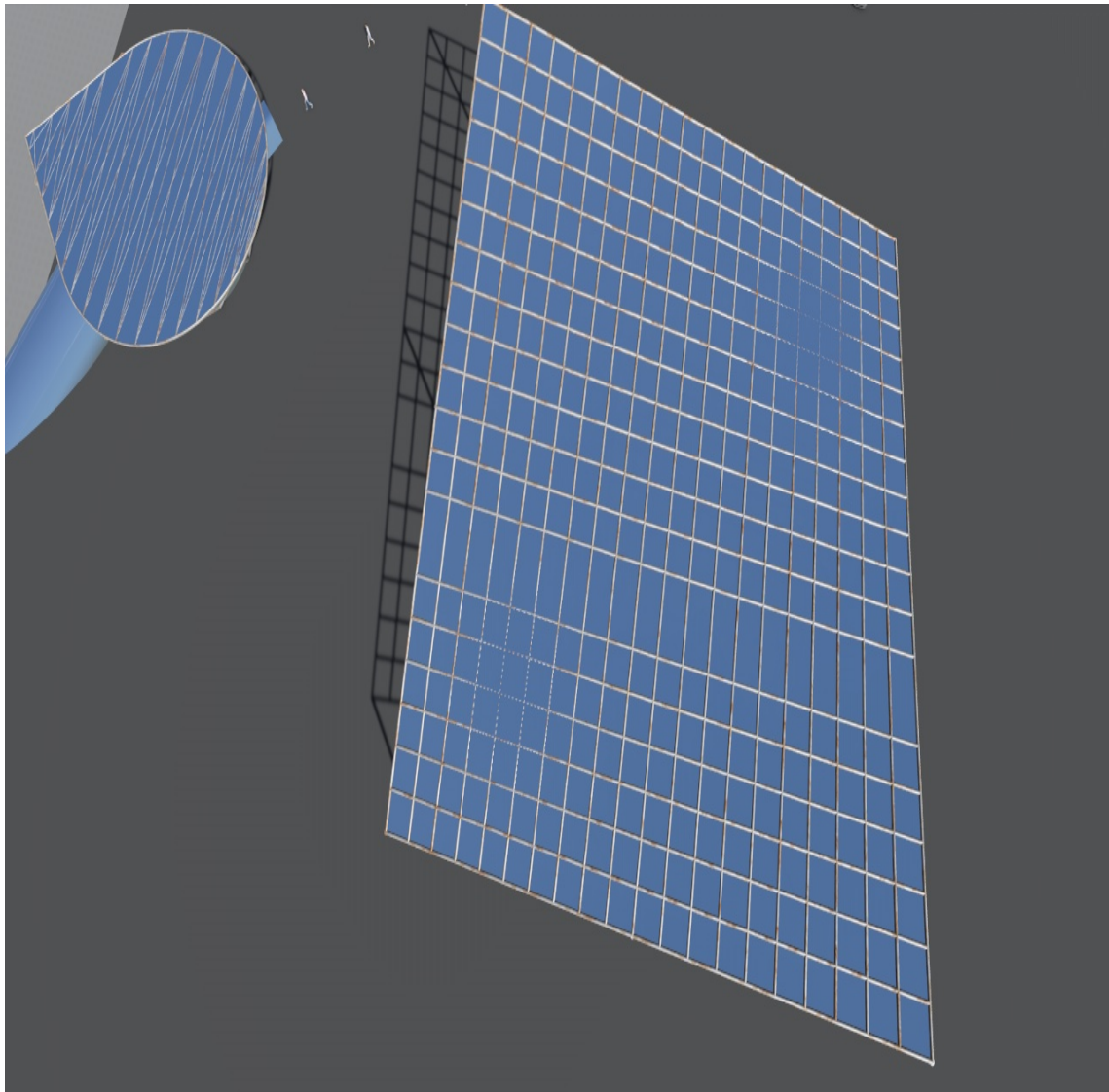
Εικόνα εσωτερικής άποψης του υποθαλάσσιου διαδρόμου από άλλη γωνία :



Εικόνα κτιρίου εισόδου και κτιρίου εκδηλώσεων :

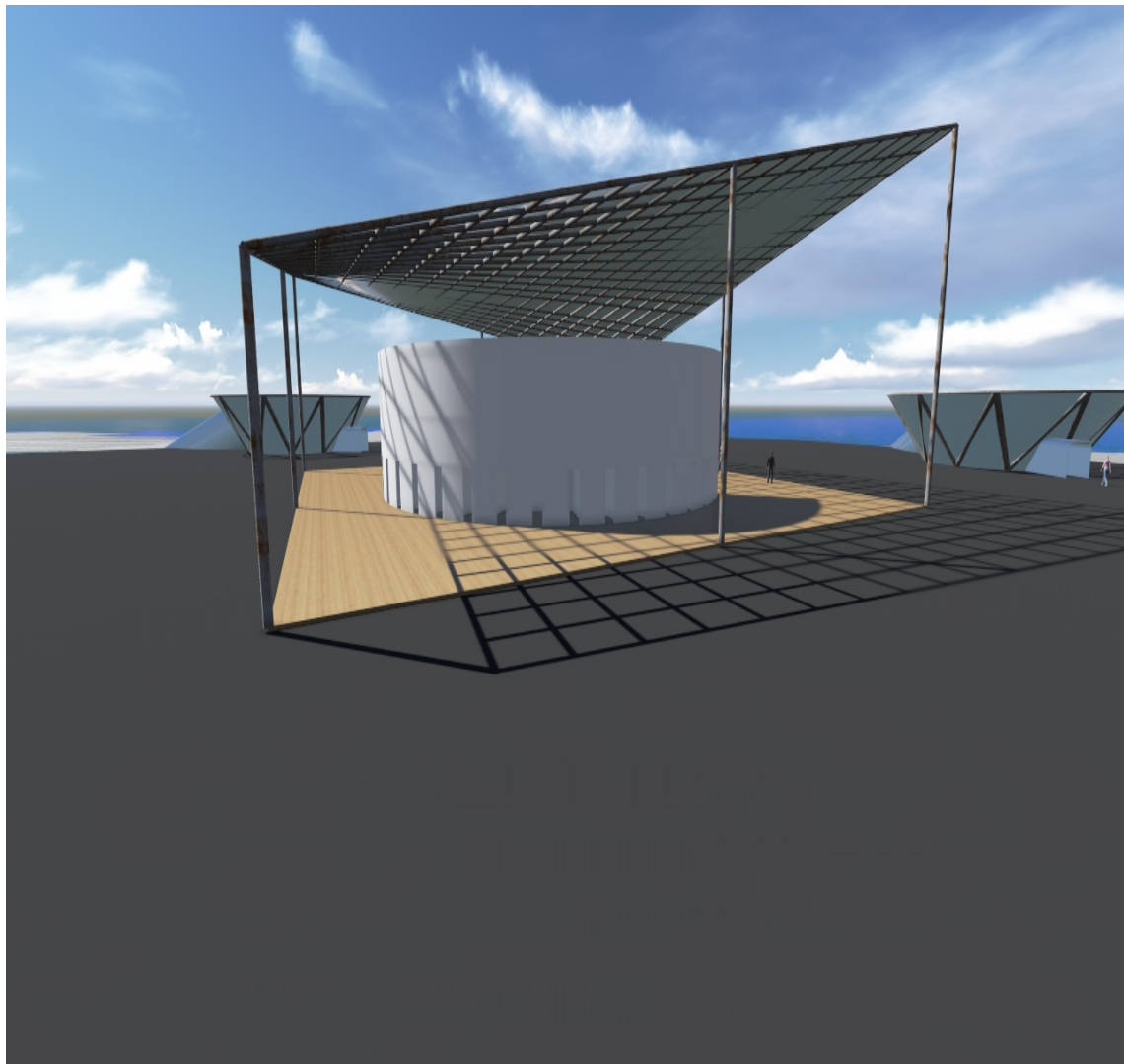


Πανοραμική άποψη των κτιρίων εισόδου και εκδηλώσεων :

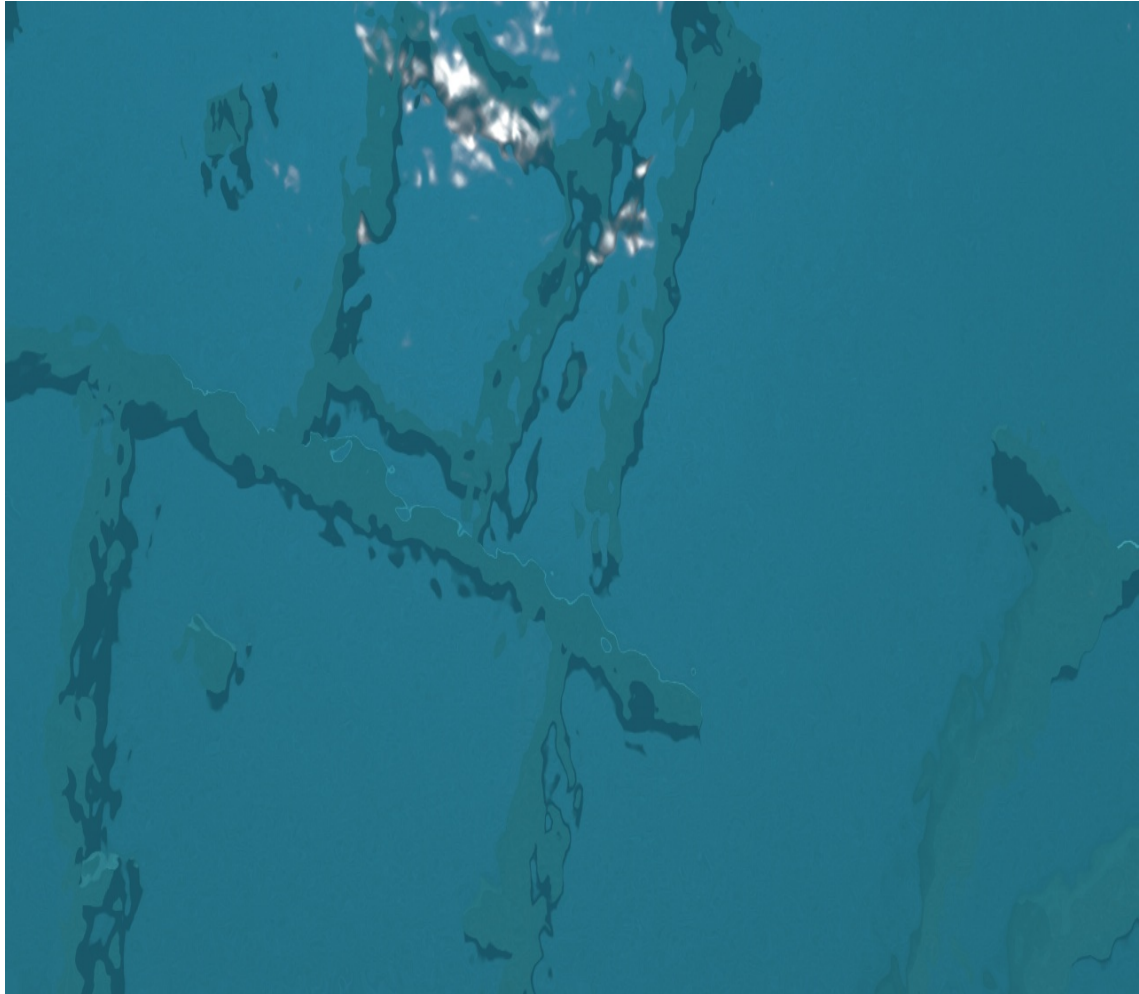




Εικόνα κτιρίου εκδηλώσεων :



Άποψη των αρχαιολογικών ευρημάτων πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας :





## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

**ΑΝΔΡΕΑΣ Β. ΦΡΑΓΚΟΣ** «ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ ΣΕ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ» **ΞΙΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΜΠ**

**ΤΣΙΑΜΠΑΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ** «Η υποθαλάσσια σήραγγα Σαλαμίνας-Περάματος: Γεωλογικές, γεωτεχνικές και σεισμοτεκτονικές έρευνες» **ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΚΕΦΑΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Π.Θ.**  
«Υποθαλάσσια Εγκατάσταση Εναλίων Αρχαιολογικών Ερευνών. Κέντρο Ερευνών Και Υποθαλάσσιο Μουσείο Στον Παγασητικό Κόλπο»

**Τ.Ε.Ε., Σ.Π.Μ.Ε., Ο.Α.Σ.Π., ΤΕΕ/Τμ.** Δυτικής Ελλάδας Δημερίδα στην Πάτρα (17-18 Ιουνίου 2011) «Σχεδιασμός Κτηρίων Σκυροδέματος με βάση τους Ευρωκώδικες 2, 7 & 8»

**ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε** Έργο «Κατασκευή εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων νήσου Θηρασίας ( N2000a)» >> Απρίλιος 2013 **ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ**

**ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΩΝ Τ.Ε.Ε** Ευρωκώδικας 7 Μέρος 1ο  
«Γεωτεχνικός Σχεδιασμός» >> Δομή ,Αρχές και Επιπτώσεις .

**ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ 1969 PAVLOPETRI, AN UNDERWATER BRONZE AGE TOWN IN LACONIA** ANTHONY HARDING, GERALD GADOGAN AND ROGER HOWELL

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΟΣΕΙΔΩΝ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ Κ.ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ (ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ)**

**ΕΦΟΡΙΑ ΕΝΑΛΙΩΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ Κ. ΗΛΙΑ ΣΠΟΝΔΥΛΗΣ**

ΕΛΟΤ 959: Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος

ΕΛΟΤ 971: Συγκολλησιμοι Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος

Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος (Κ.Τ.Χ.), ΦΕΚ 381/Β/24.3.2000

Σχέδιο Προτύπου ΕΛΟΤ 1421 για χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος (Ιστοσελίδα ΤΕΕ)

«ΧΑΛΥΒΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ, με βάση τις σύγχρονες απαιτήσεις των Κανονισμών», Π. Μαυροειδής, Εκδόσεις ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ

European Standard prEN ISO 17660 (2002): Welding of reinforcing steel  
INTERNATIONAL STANDARD ISO 15630-1, 15630-2

Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ 87) Εθνικό Κτηματολόγιο & Χαρτογράφηση Α.Ε (ΕΚΧΑ)

Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών

Μέντης Κων/νος, 1993: Ελαφονήσι το Σμιγοπέλαγο Νησί, έκδοση Λαφονησιώτικη βιβλιοθήκη, Πειραιάς

BBC υποτιτλισμένο " Η πόλη κάτω από τα κύματα: Παυλοπέτρι."  
[www.YouTube.com](http://www.YouTube.com)

Πηγή: Mycenaean Stirrup Jar, ca .1200 - 1100 B .C., Pavlopetri: Underwater Mycenaean's

Πηγή: 2-4 Excavation May - June 2010 - 2012, Pavlopetri: Underwater Mycenaean's

<http://www.Nottingham.ac.uk/pavlopetri>

<http://el.wikipedia.org/wiki/Pavlopetri>

<http://hellenicrevenge.BlogSpot.com/>

<http://elafonisos.gov.gr/pavlopetri>

<http://greekcham.BlogSpot.com>

<http://www.greekarchitects.gr>

<http://www.travelstories.gr>

<http://www.moriasnow.gr>

<http://www.visitvatika.gr>