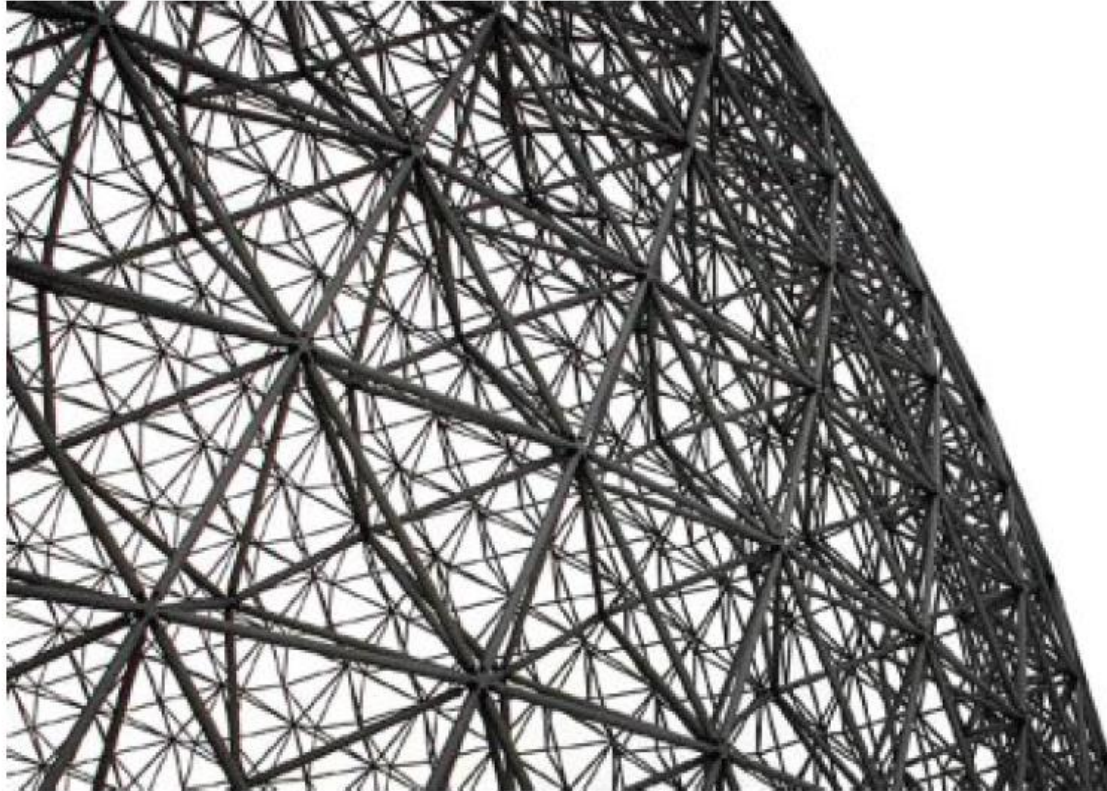


ΤΙΤΛΟΣ ΘΕΜΑΤΟΣ : ΓΑΙΟΔΕΤΙΚΟΣ ΘΟΛΟΣ

TITLE : GEODESIC DOME

ΟΜΑΔΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:
Μ.ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ, Α.ΘΕΟΛΟΓΙΤΗΣ, Η.ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΟΥ

NAMES OF PARTICIPANTS:
M.ANASTASAKIS, A.THEOLOGITIS, I.KALOGERAKOU



Ως στόχος του μαθήματος αυτό το εξάμηνο τέθηκε η κατασκευή σε κλίμακα 1:1 ενός γεωδαιτικού θόλου. Βασικό υλικό είναι ξύλινοι πήχεις (15 x 45 χιλ. και μήκους 4μ.) και βιομηχανική ξυλεία (κόντρα πλακέ) ή οποιοδήποτε άλλο υλικό που να είναι κατάλληλο και διαθέσιμο για την κατασκευή και πρωτοτυποποίηση των κόμβων. Επίσης μεταλλικοί σύνδεσμοι και εξαρτήματα για του κόμβους.
Ως αρχική σκέψη για το μέγεθος θεωρήσαμε τη διάμετρο των 7 μέτρων, αφού έτσι ένα ημισφαίριο θα έχει συνολικό ύψος 3,5 μέτρα και θα περικλείει ικανοποιητικό χώρο.

In this semester the goal we set was the construction of a geodesic dome in full scale. The main material for the construction would be wooden sticks measuring 15x45x4000 mm. Also industrial timber (as plywood) would be used for the construction of the joints, as well as any needed metal joinings and parts. A first thought on the scale of the construction was a diameter of around 7 meters, so that a hemisphere could provide a convenient total height of 3 and half meters and cover enough space.



ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΙΑΚΩΒΟΣ ΡΗΓΟΣ

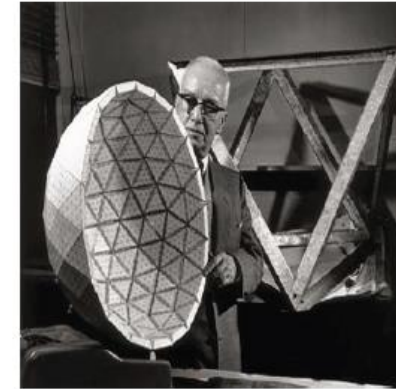
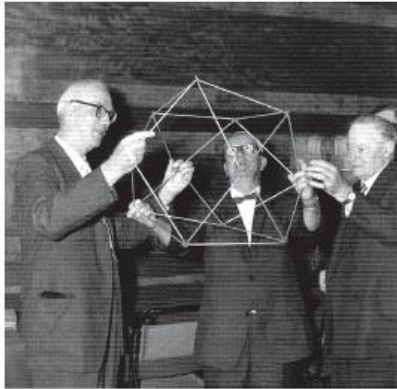
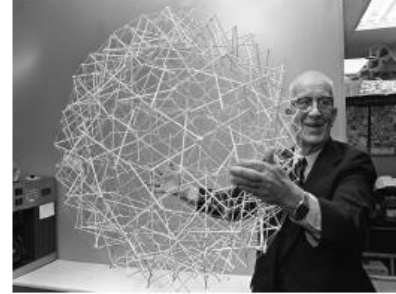
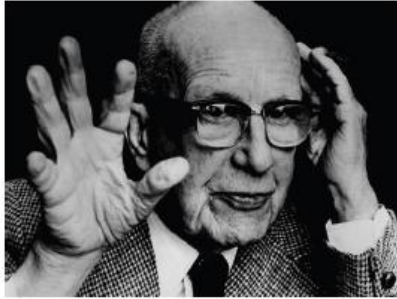
TUTOR: JACOB RIGOS

ΤΙΤΛΟΣ ΘΕΜΑΤΟΣ : ΓΑΙΟΔΕΤΙΚΟΣ ΘΟΛΟΣ

TITLE : GEODESIC DOME

ΟΜΑΔΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:
Μ.ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ, Α.ΘΕΟΛΟΓΙΤΗΣ, Η.ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΟΥ

NAMES OF PARTICIPANTS:
M.ANASTASAKIS, A.THEOLOGITIS, I.KALOGERAKOU



Ο πρωτοπόρος των γεωδαιτικών θόλων υπήρξε στα μέσα του 20ου αιώνα ο Richard Buckminster Fuller. Πρωταρχικό στερεό στους γεωδαιτικούς θόλους του Buckminster Fuller είναι το «εικοσάεδρον», που αποτελείται από είκοσι τριγωνικές επιφάνειες ίσων ισόπλευρων τριγώνων εγγεγραμμένες σε σφαίρα. Εμβληματική εικόνα είναι αυτή του θόλου πάνω από το Μανχάταν, με διάμετρο δύο μιλίων, που σχεδίασε ο Fuller για να προστατεύσει το κεντρικότερο σημείο της πόλης μέσα σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον.

The pioneer on geodesic domes was Richard Buckminster Fuller, in the middle of 20th century. The fundamental solid for Fuller's geodesic domes is the "icosahedron", consisting of twenty equal and equilateral triangles. Memorable is the dome over Manhattan, with a diameter of two miles, which Fuller designed to protect the central part of the city under a echinally controlled environment.



ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΙΑΚΩΒΟΣ ΡΗΓΟΣ

TUTOR: JACOB RIGOS

ΟΜΑΔΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:
Μ.ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ, Α.ΘΕΟΛΟΓΙΤΗΣ, Η.ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΟΥ

NAMES OF PARTICIPANTS:
M.ANASTASAKIS, A.THEOLOGITIS, I.KALOGERAKOU



Οι γεωδαιτικοί θόλοι είναι ελαφρές κατασκευές αποτελούμενες από στοιχεία γραμμικής ευθύγραμμης λειτουργίας, που εγγράφονται σε σφαίρα. Επιτυγχάνουν το εξής: να περικλείουν το μέγιστο όγκο χώρου με την ελάχιστη δυνατή επιφάνεια. Η σχέση μάζας υλικού – επιτυγχανόμενης αντοχής και ανοιγματος είναι πολύ υψηλότερη από οποιαδήποτε άλλη κατασκευή. Τόσο ελαφρές είναι αυτές οι κατασκευές, που οι μικρότερες από αυτές είναι δυνατό να μεταφέρονται εναερίως, ενώ μπορούν να μεταφερθούν με τα χέρια λίγων ανθρώπων.

Geodesic domes are light-weight structures composed of linear elements, registered in a sphere. They achieve the following: to include the maximum volume of space within the minimum surface. The ratio of mass to achieved strength is much higher than any other structure. So light are these structures, that the smaller of them can be transported by air, and can be carried in the hands of a few men.

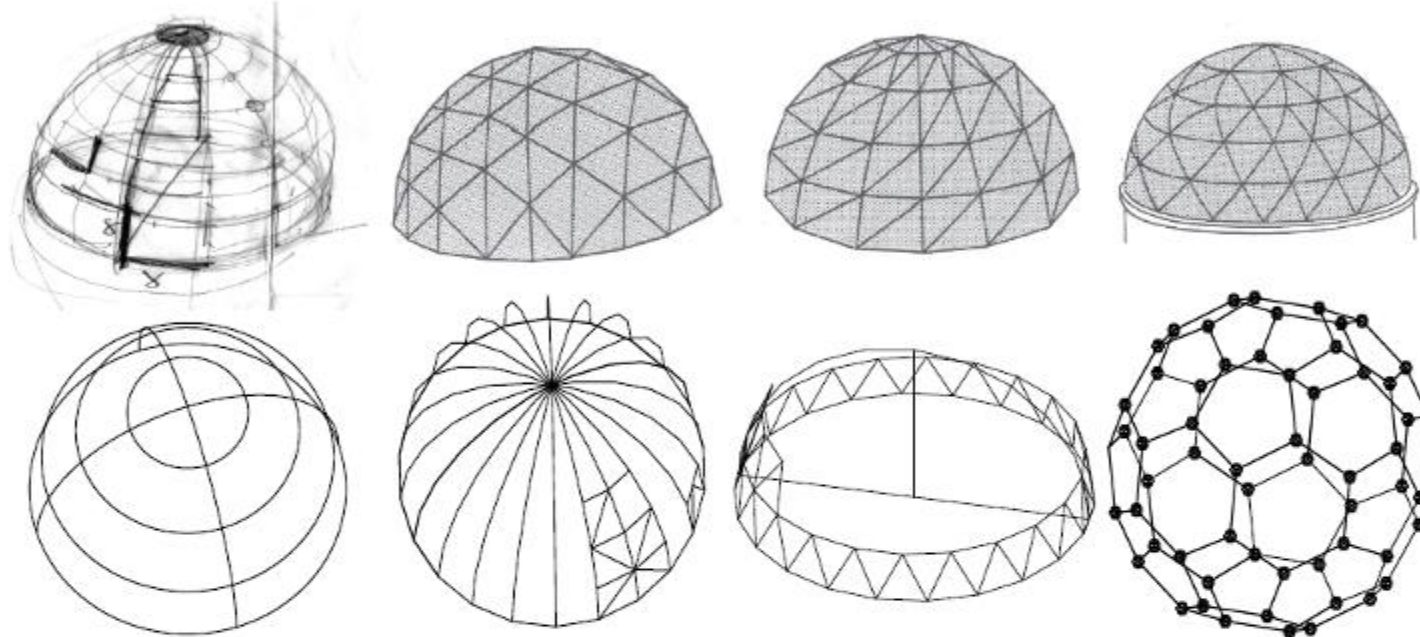


ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΙΑΚΩΒΟΣ ΡΗΓΟΣ

TUTOR: JACOB RIGOS

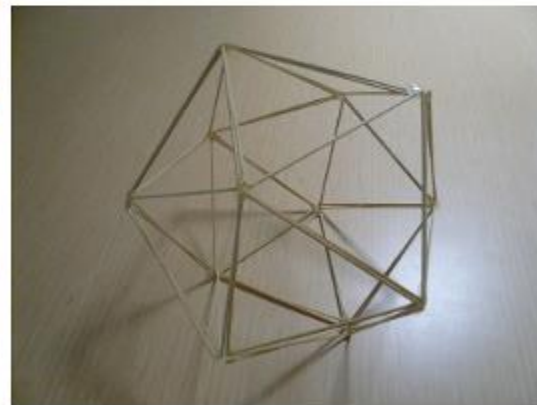
ΟΜΑΔΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:
Μ.ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ, Α.ΘΕΟΛΟΓΙΤΗΣ, Η.ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΟΥ

NAMES OF PARTICIPANTS:
M.ANASTASAKIS, A.THEOLOGITIS, I.KALOGERAKOU



Κατά το αρχικό στάδιο της εργασίας έγινε προσπάθεια για την εξοικείωση με τους γεωδαιτικούς θόλους ως κατασκευές. Τα πρώτα μοντέλα στον υπολογιστή είχαν ως στόχο να προσεγγίσουν γρήγορα και με αντιληπτικό τρόπο ποικίλες εναλλακτικές λύσεις για τη γεωμετρία του θόλου. Γρήγορα κατασκευάστηκαν και τα πρώτα πειραματικά μοντέλα. Ένας γεωδαιτικός θόλος αποτελούμενος από τρίγωνα, τετράγωνα και πεντάγωνα ήταν μια αρκετά φιλόδοξη προσέγγιση, που έδειξε καλά στοιχεία παρ' όλες τις ανακρίβειες. . Ακόμη φτιάχτηκε ένα «δωδεκάεδρον» που όμως παρουσίαζε μεγάλη αστάθεια.Επιτυχέστερο δείγμα ήταν το «εικοσάεδρον», αποτελούμενο από ίσα και ισοσκελή τρίγωνα.

At the initial stage of our work we tried to familiarize with geodesic domes as structures. Early computer models aimed to reach quickly and perceptual various alternatives for the geometry of the dome. Quickly we made the first experimental models. A geodesic dome composed of triangles, squares and pentagons was a fairly ambitious approach, which showed good evidence despite all the inaccuracies. Also a "dodecahedron" was constructed which had indeed considerable problems of instability. Most promising was the "icosahedron", consisting of equal and equilateral triangles.



ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΙΑΚΩΒΟΣ ΡΗΓΟΣ

TUTOR: JACOB RIGOS

ΤΙΤΛΟΣ ΘΕΜΑΤΟΣ : ΓΑΙΟΔΕΤΙΚΟΣ ΘΟΛΟΣ

TITLE : GEODESIC DOME

ΟΜΑΔΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:
Μ.ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ, Α.ΘΕΟΛΟΓΙΤΗΣ, Η.ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΟΥ

NAMES OF PARTICIPANTS:
M.ANASTASAKIS, A.THEOLOGITIS, I.KALOGERAKOU



Ένα τρισδιάστατο μοντέλο αποτελούμενο από δώδεκα πεντάγωνα και είκοσι εξάγωνα, αποτέλεσε τη βάση για τη συνέχεια. Κατασκευάστηκε σε μακέτα μια πλήρης σφαίρα, όμως ήταν πολύ ασταθής. Τα πεντάγωνα και εξάγωνα έπρεπε να διαιρεθούν σε τρίγωνα. Έγινε πρόχειρος υπολογισμός του μήκους των ράβδων που έπρεπε να προστεθούν και σταδιακά, όσο «κλειναμε» πεντάγωνα και εξάγωνα, παρατηρούσαμε τη συνολική γεωμετρία της σφαίρας να δημιουργείται και να σταθεροποιείται. Ο θόλος θεωρήθηκε πως δημιουργεί μια ικανοποιητική προσέγγιση της σφαίρας. Μεταφέρθηκε δεμένος σε οροφή αυτοκινήτου και οι αστοχίες που παρουσίασε ήταν αμελητέες.

A 3d model on the computer consisting of twelve pentagons and twenty hexagons, set the basis for the sequel. A model of a full sphere was constructed, but it was very unstable. The pentagons and hexagons should be divided into triangles. We roughly estimated the length of the rods to be added and, gradually, as we fixed pentagons and hexagons we observed the overall geometry of the sphere being created and stabilized. The vault created a good approximation of a sphere. It was transported tied to car roof and the failures presented were negligible.

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΙΑΚΩΒΟΣ ΡΗΓΟΣ

TUTOR: JACOB RIGOS

ΕΛΑΦΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ 2013_2014 ΕΞ. 7ο
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ - ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ

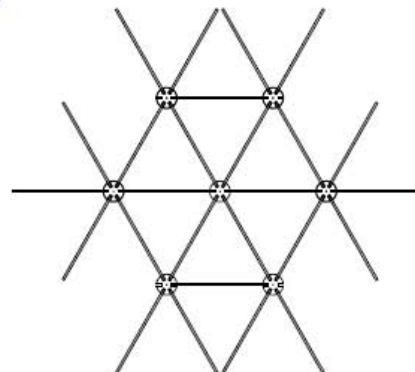
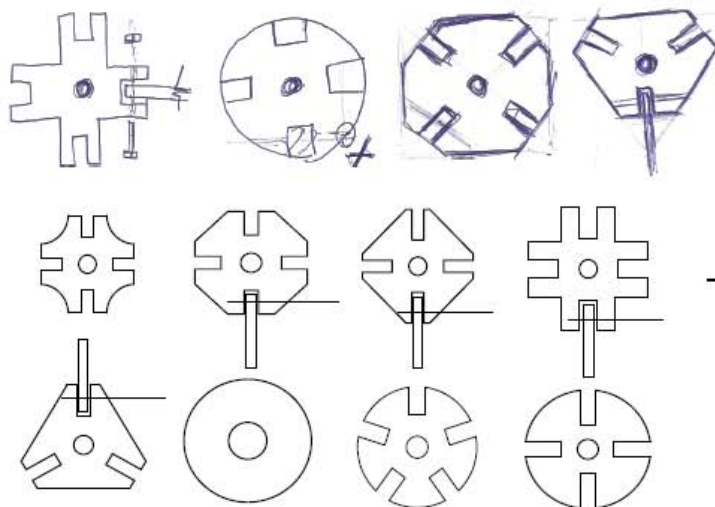
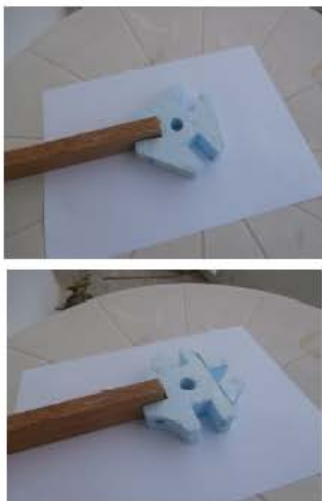
LIGHTWEIGHT STRUCTURES AC.YEAR 2013_2014 7TH SEM.
TECHNICAL UNIVERSITY OF CRETE - SCHOOL OF ARCHITECTURE

ΤΙΤΛΟΣ ΘΕΜΑΤΟΣ : ΓΑΙΟΔΕΤΙΚΟΣ ΘΟΛΟΣ

TITLE : GEODESIC DOME

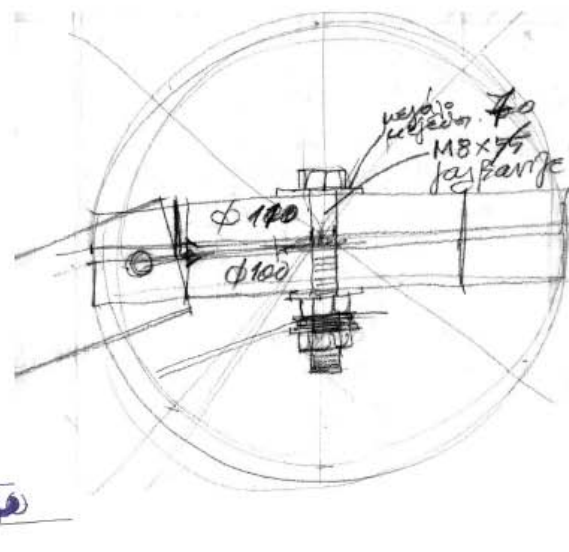
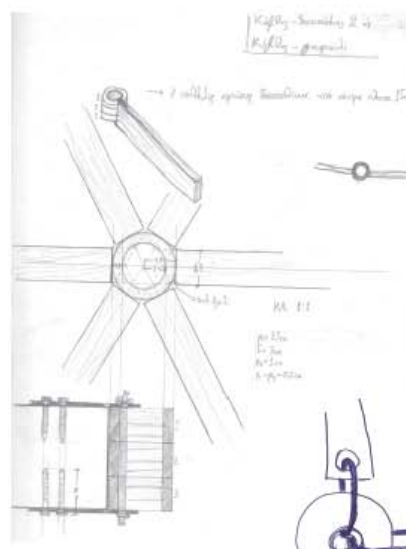
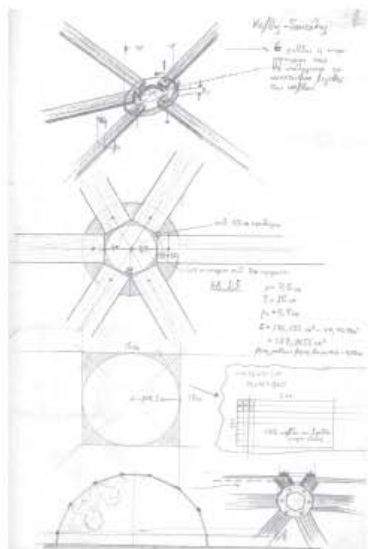
ΟΜΑΔΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:
Μ.ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ, Α.ΘΕΟΛΟΓΙΤΗΣ, Η.ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΟΥ

NAMES OF PARTICIPANTS:
M.ANASTASAKIS, A.THEOLOGITIS, I.KALOGERAKOU



Από την αρχή έγιναν οι πρώτες πρόχειρες μακέτες κόμβων για να υπάρξει μια πρώτη επαφή με τη λύση αυτού του προβλήματος. Κοινή λογική στα παραπάνω ήταν η προσπάθεια να προσεγγιστεί η γεωμετρία που να δίνει τα λιγότερα μήκη ράβδων και να λιγότερα είδη κόμβων, για λόγους οικονομίας και ωραιότητας. Έπειτα από ομαδική εξέταση του προβλήματος, βρέθηκε μια πολύ ικανοποιητική λύση. Ένας κόμβος αποτελούμενος από δύο παράλληλους δίσκους συνδεόμενους με ένα κεντρικό μπουλόνι $d=8\text{mm}$. Οι ράβδοι δένονται στο μπουλόνι με λεπτό σύρμα, το οποίο βρίσκεται υπό τάση όταν οι ράβδοι εφελκύνονται, ενώ οι θλιβόμενοι ράβδοι μεταφέρουν το φορτίο στο δακτύλιο στον οποίο εφάπτονται.

From the very start quick models of possible joints were made in order to have a first contact with the solution of this problem. Common principal was to approximate the geometry that gives the fewest rod lengths and fewer types of nodes, for reasons of economy and beauty. After examining the problem, we got to a very satisfactory solution. A joint is composed of two parallel discs connected by a central bolt ($d = 8\text{mm}$). The rods are tied to the bolt with a thin wire, which is under tension when the rods are stretched, while the rods which are under compressed carry the load on the circumference of the disc.



ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΙΑΚΩΒΟΣ ΡΗΓΟΣ

TUTOR: JACOB RIGOS

ΤΙΤΛΟΣ ΘΕΜΑΤΟΣ : ΓΑΙΟΔΕΤΙΚΟΣ ΘΟΛΟΣ

TITLE : GEODESIC DOME

ΟΜΑΔΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:
Μ.ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ, Α.ΘΕΟΛΟΓΙΤΗΣ, Η.ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΟΥ

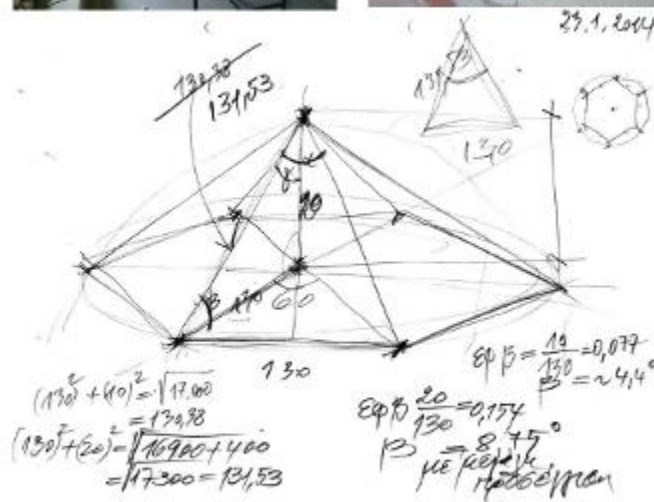
NAMES OF PARTICIPANTS:
M.ANASTASAKIS, A.THEOLOGITIS, I.KALOGERAKOU

Α/Α	Ραβδό	Ποσότητα & Σημεία	Παραρτ.
1	α (Ρ07) 15x45	Τεμ 52 (ρεολογισμένα, ρεολογισμένα & εξαγνισμένα)	χρόνια
2	β (Ρ07) 15x45	Τεμ 30 (για περιφέρεια)	χρόνια
3	γ (Ρ07) 15x45	Τεμ 82 (για εφόρμια)	στο μοντέλο 1-1/4 d=102
4	Διάμετρο κόμης Φ 110 / τρύπα 8,5 (για Μ8)	Τεμ 60 (κατά τεχνικά βάση από μέτρο (βάση))	
5	Φ 100	Τεμ 7x60	
6	Μεταλλικά Μ8x40	Τεμ 60 πάρτη τεμ 180 ροδ. τεμ 240 πρωτότυπο	
7	Βάσεις Φ 2		
8	Βερνίκι εμποτισμού		



Οι δίσκοι κόπηκαν στο cnc του εργαστηρίου της σχολής. Επιφανειακές και ασήμαντες αποφλοιώσεις χρειάστηκε να εξομαλυνθούν με λείανση. Το διαθέσιμο υλικό ήταν το κόντρα πλακέ θαλάσσης 10χιλ., που κρίθηκε και ικανοποιητικό ως προς την αντοχή και οικονομικότερο σε σχέση με εκείνο πάχους 20χιλ. που αρχικά σχεδιάστηκε. Με την αλλαγή του πάχους, έπρεπε να προβλεφθεί και η αλλαγή της διαμέτρου των δίσκων, ώστε η σχηματιζόμενη γωνία να παραμείνει ίδια με τη σχεδιασμένη. Σε κάθε περίπτωση αυτή η ανακρίβεια δεν δημιουργεί προβλήματα στατικής λειτουργίας. Στον τελικό υπολογισμό του μήκους των ράβδων, λόγω της τρισδιάστατης γεωμετρίας απαιτούνταν κάποιο σύνθετο υπολογιστικό σύστημα, που δεν το γνωρίζαμε. Οι διαστάσεις προσεγγίστηκαν με ικανοποιητική ακρίβεια από το τρισδιάστατο μοντέλο και επιτόπιες δοκιμές.

The discs were cut on the cnc of our school's workshop. Superficial and insignificant spalling had to be fixed by grinding. The available material was plywood 10mm thick, which seemed to be satisfactory in terms of durability and economical compared to the originally conceived of 20mm thickness. By changing the thickness we should also have changed the diameter of the discs so that the angle remains the same as estimated. In any case this does not create problems of static function. In the final calculation of the length of the rods because of three dimensional geometry, a complex mathematical system was required, that we did not know. The dimensions were approached with sufficient accuracy from the 3d model and in situ tests.



ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΙΑΚΩΒΟΣ ΡΗΓΟΣ

TUTOR: JACOB RIGOS

ΤΙΤΛΟΣ ΘΕΜΑΤΟΣ : ΓΑΙΟΔΕΤΙΚΟΣ ΘΟΛΟΣ

TITLE : GEODESIC DOME

ΟΜΑΔΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:
Μ.ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ, Α.ΘΕΟΛΟΓΙΤΗΣ, Η.ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΟΥ

NAMES OF PARTICIPANTS:
M.ANASTASAKIS, A.THEOLOGITIS, I.KALOGERAKOU



Η επιλογή της τοποθεσίας ήταν το τελευταίο ζήτημα, πριν αρχίσει η συναρμολόγηση του θόλου. Θα πρέπει να είναι ορατό από μακριά, κατασκευασμένο σε ψηλό σημείο. Να μην εμποδίζει την κυκλοφορία των πεζών και να δημιουργεί ένα σημείο στάσης. Το περιβάλλον γύρω του να είναι απλό και να μη βρίσκεται κοντά σε κτίρια ή κατασκευές που εμποδίζουν την ανάδειξη της κατασκευής.
Αφού βρέθηκε η σωστή τοποθεσία ξεκίνησε η κατασκευή του θόλου. Στην αρχή κατασκευάστηκε ένα πεντάγωνο και γύρω από αυτό τα εξάγωνα. Αφού τελειώσε η συναρμολόγηση όλων των πενταπλευρών και των εξαπλευρών προστέθηκαν οι ακτίνες αυτών και η κατασκευή άρχισε να παίρνει τη τελική της μορφή. Για να μπορέσουμε να τη σηκώσουμε χρησιμοποιήσαμε σκάλες και καθρόνια ως ικριώματα. Τέλος για να την σταθεροποιήσουμε σφίξαμε τον κάθε κόμβο.

The choice of location was last issue before the the dome assembly. It should be visible from afar, built on a high point. It should not impede the movement of pedestrians. The environment around it is simple and not located near buildings or structures that disturb emergence of structure.
After we found the correct location we began the construction of the dome. At first we constructed a pentagonal and around the hexagons. After we finished assembling all pentagonal and hexagonal the radial rods were added and the dome began to take form. During the assembly we used ladders and planks as scaffolding. Finally we fixed each joint.

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΙΑΚΩΒΟΣ ΡΗΓΟΣ

TUTOR: JACOB RIGOS

ΤΙΤΛΟΣ ΘΕΜΑΤΟΣ : ΓΑΙΟΔΕΤΙΚΟΣ ΘΟΛΟΣ

TITLE : GEODESIC DOME

ΟΜΑΔΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ: ΜΑΝΟΛΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ,
ΑΝΤΩΝΗΣ ΘΕΟΛΟΓΙΤΗΣ, ΗΡΩ ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΟΥ

NAMES OF PARTICIPANTS: MANOLIS ANASTASAKIS
ANTONIS THEOLOGITIS, IRO KALOGERAKOU



ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΙΑΚΩΒΟΣ ΡΗΓΟΣ

TUTOR: JACOB RIGOS

ΕΛΑΦΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ 2013_2014 ΕΞ. 7ο
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ - ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ

LIGHTWEIGHT STRUCTURES AC.YEAR 2013_2014 7TH SEM.
TECHNICAL UNIVERSITY OF CRETE - SCHOOL OF ARCHITECTURE