

# Σύγχρονες Τεχνολογίες αποτυπώσεων στην Τεκμηρίωση Μνημείων

**Πέτρος Πατιάς**  
Καθηγητής ΑΠΘ

**Όλγα Γεωργούλα**  
Αναπλ. Καθηγήτρια ΑΠΘ

**Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, ΑΠΘ**

Κύκλος Σεμιναρίων "Σεισμική Επάρκεια Μνημείων"  
3-5 Νοεμβρίου 2011, Θεσσαλονίκη

Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ), Ευρωπαϊκό Κέντρο Πρόληψης και Πρόγνωσης Σεισμών (ΕΚΠΠΣ)

"In all works of preservation, restoration or excavation, there should always be precise documentation in the form of analytical and critical reports, illustrated with drawings and photographs. Every stage of the work of clearing, consolidation, rearrangement and integration, as well as technical and formal features identified during the course of the work, should be included. This record should be placed in the archives of a public institution and made available to research workers."

... emphasis on

- ⇒ involvement of the public through a better identification, understanding, interpretation and presentation of cultural heritage.
- ⇒ dissemination of the recorded information, to permit informed management and control of all change to cultural heritage

## **Article 16 of the Unesco Venice Charter, 1964**

[http://www.international.icomos.org/e\\_venice.htm#historic](http://www.international.icomos.org/e_venice.htm#historic)

## **ICOMOS Charter for the Conservation of Historic Towns and Urban Areas Washington Charter, 1987**

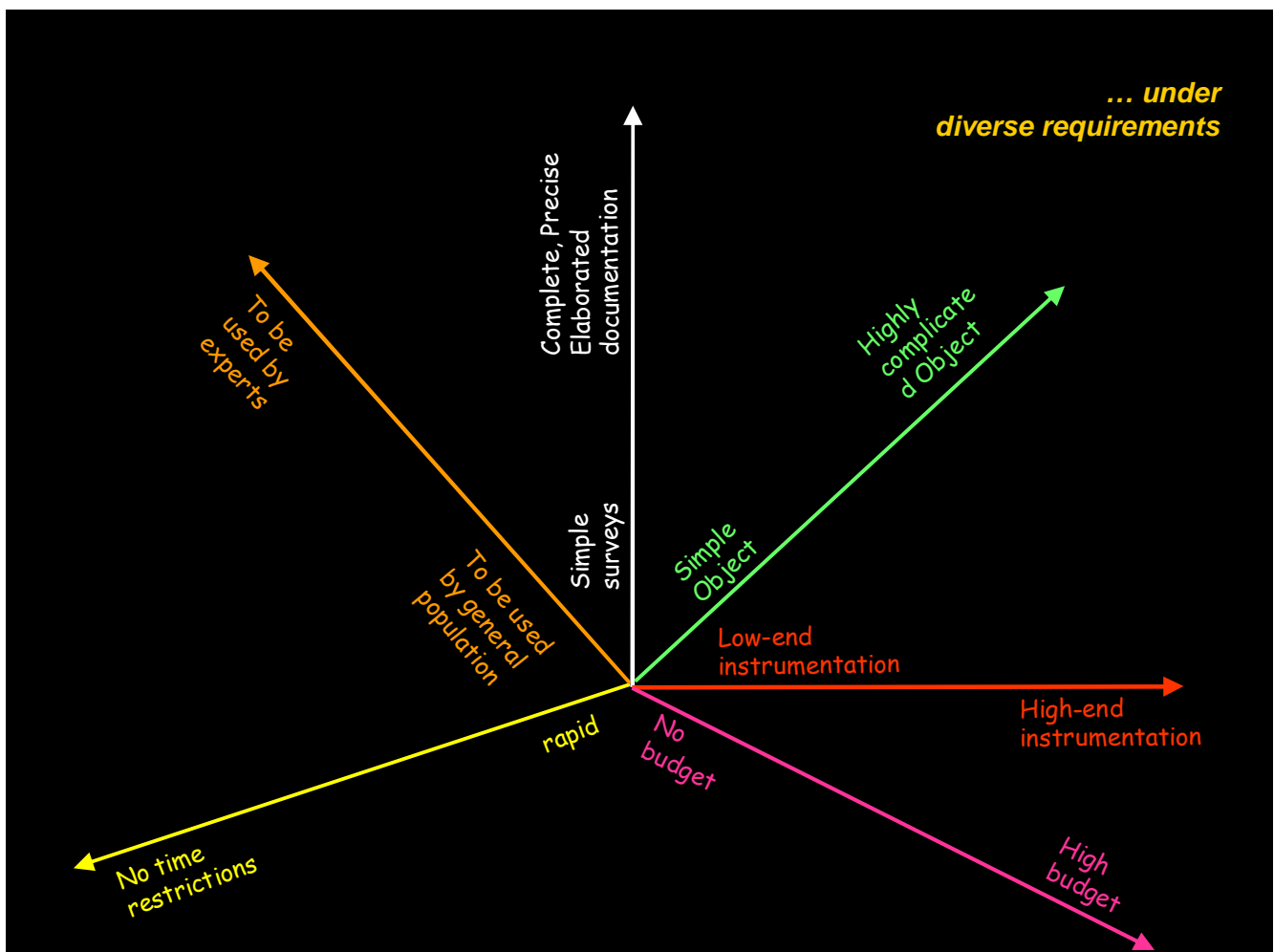
[http://www.international.icomos.org/e\\_towns.htm](http://www.international.icomos.org/e_towns.htm)

## **ICOMOS report on Principles for the Recording of Monuments, Groups of Buildings and Sites, 1996**






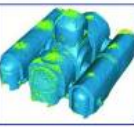








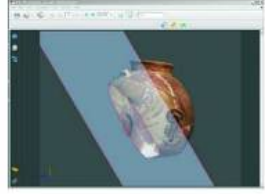
<http://www.international.icomos.org/recording.htm>

The keywords in all above statements and International Agreements are :

- **Recording** of a vast amount of 4-Dimensional multi-source, multi-format and multi-content information, in proper levels of accuracy and detail.
- **Inventory** by the use of photogrammetric and GIS solutions in 3D and, as far as available, down dating with historical images.
- **Management** of the 4D information in a secure and rational way, also susceptible to **sharing** and **distribution** to other users.
- **Visualization** and **Presentation** of the information in a user-friendly way, so that different kinds of users can actually retrieve the data and acquire useful information, using Internet and Visualization Techniques
- Appropriate use and **tuning** of the up-to-date **Information Technology**, when aiming at the above tasks.





Αντικείμενο αποτύπωσης	Εξοπλισμός/Μεθοδολογία	Προϊόντα αποτύπωσης
Σπήλαιο Πολύφημου	 <p>Optic ILRIS 3D Laser scanner Συνδυασμός φωτογραμμετρίας και σάρωσης laser</p>	  <p>Τμήμα Α -</p>
Παναγία Κερά	 <p>Trimble Gs200 Laser scanner Συνδυασμός φωτογραμμετρίας και σάρωσης laser</p>	  
Αρχαιολογικοί χώροι Βεργίνα Δισπηλιό Επανομή Κέρος	 <p>Μοντέλο ελικοπτερίου με φωτογραφική κάμερα Φωτογραμμετρικές μεθοδολογίες</p>	  
Αποτυπώσεις μικρών αντικειμένων και ευρημάτων	  <p>Minolta 9Vi      Next Engine 2020i</p>	 

**Table 1:**  
*Classification of applications*

		By Purpose						
		Architectural analysis of monuments	Conservation and restoration of monuments	Studies of artifacts	Special Studies	Archaeological Documentation	Studies of city centers and settlements	GIS Visualization Virtual Museums
By Product	2D vector Plans/Sections							
	2D texture maps							
	3D vector reconstructions							
	3D reconstructions + Texture							
By Methodology	Single-photo							
	Stereo / Multi-photo							
	Multi-sensor fusion							
By Emphasis on	Technical aspects							
	Documentation, Archiving Visualization aspects							
	Financial aspects							
	Time aspects							

## Περιεχόμενα

1. Ο σεισμός του 1978
2. Η παλιά πόλη της Λευκωσίας
3. Η Παναγία της Κερά
4. Αρχαιολογικοί χώροι (Βεργίνα, Δισπηλιό, Επανωμή, Κέρος)
5. Σπήλαιο Πολύφημου
6. Μονή Ρουσάνου, Μετέωρα
7. Εργαστήριο Διατμηματικού Μεταπτυχιακού ΠΣ/ΑΠΘ
8. Θαλάσσιο μέτωπο Θεσσαλονίκης



## ➤ Ο σεισμός της Θεσσαλονίκης του 1978

- 45 νεκροί κυρίως από την κατάρρευση οκταώροφης πολυκατοικίας στη Θεσσαλονίκη
- 220 τραυματίες
- 9.480 κτίρια με μη επισκευάσιμες βλάβες
- Σημαντικές ζημιές στις περιοχές Θεσσαλονίκης, Βόλβης – Λαγκαδά, Κιλκίς, Σερρών, Χαλκιδικής.



-**πράσινο** : Όχι μείωση της σεισμικής χωρητικότητας. Άμεσα χρησιμοποιούμενο. Είσοδος απεριορίστη.

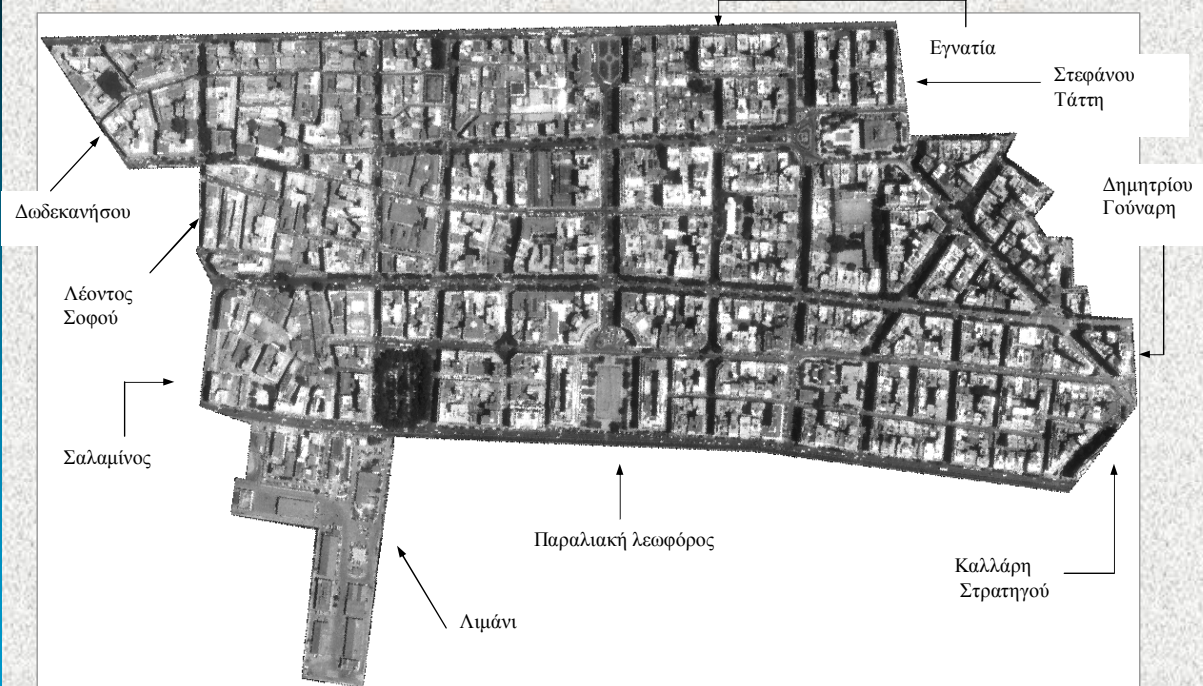
-**κίτρινο**: Μειωμένη σεισμική χωρητικότητα. Η χρήση δεν επιτρέπεται πριν από επισκευή και την ενίσχυση. Επιτρέπεται περιορισμένη είσοδος.

-**κόκκινο**: Μη ασφαλές. Πιθανή ξαφνική κατάρρευση. Απαγορεύεται η χρήση ή η είσοδος.



## ➤ Η περιοχή μελέτης

Τμήμα της Πυρίκαυστης ζώνης – Ιστορικό κέντρο της Θεσσαλονίκης

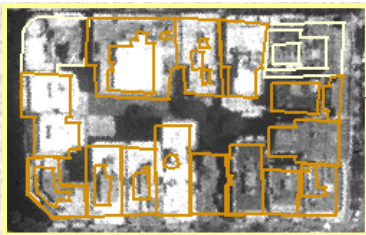


## • Η φωτογραμμετρική απόδοση των κτιρίων



- Με στερεοσκοπική όραση αποδόθηκαν οι στέγες και οι τaráτσες των κτιρίων στον ψηφιακό φωτογραμμετρικό σταθμό.

Κατά την τρισδιάστατη απόδοση των κτιρίων, η υψομετρική ακρίβεια των σημείων ήταν μεταξύ 0.5-1.0m όπως και στην περίπτωση συλλογής σημείων του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους.



## • Η δημιουργία των τρισδιάστατων στερεών των κτιρίων

Top View



Διατηρητέα κτίρια  
(σε 3D μορφή)

— Νέα κτίρια που  
αποδόθηκαν  
(περιγράμματα  
των στεγών τους)

Dynamic View

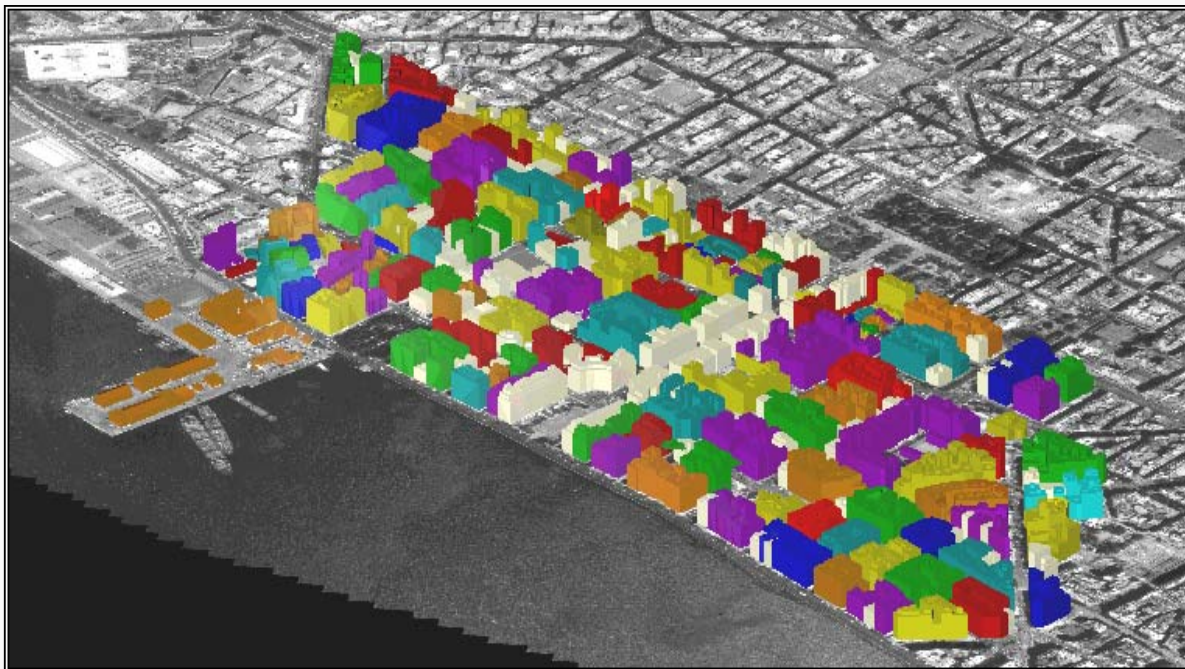


Διατηρητέα  
(σε 3D μορφή)

Νέα κτίρια που  
αποδόθηκαν  
(σε 3D μορφή)



Η περιοχή μελέτης με τα τρισδιάστατα μοντέλα των κτιρίων και τον ανάγλυφο ορθοφωτοχάρτη. Το ανάγλυφο δε φαίνεται καλά λόγω της μικρής κλίσης του εδάφους (2%)



### • Η συλλογή των στοιχείων από την ΥΑΣΒΕ και η δημιουργία του πίνακα της βάσης δεδομένων

- Στην ΥΑΣΒΕ τα κτίρια καταχωρημένα ανάλογα με τη διεύθυνσή τους
- Τα κτίρια που είχαν βγάλει άδειες ήταν ήδη καταχωρημένα σε μία βάση δεδομένων
- Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για τη διαχείριση της βάσης δεδομένων ήταν η Access
- Στη βάση δεδομένων καταχωρήθηκε ο χαρακτηρισμός όλων των κτιρίων μετά το σεισμό του 1978

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	
MSLINK	887
MAPID	1
ODOS	Ερμού
ARITHMOS	28
ASTYN_TMHEMA	E
ARITHMOS_ADEIAS	Δε βγήκε αδεια
OROFOI	3
EIDOS_DANEIOY	-
DIATHRHTEO	Ναι
ADEIA	-
XARAKTHRISMOS	ΠΡΑΣΙΝΟ
SXOLIA	Γωνία με Αριστοτέλους 17 - Εθνική Τράπεζα

**ARXEIO\_FAKELLWN** #1 of 1

Mslink : 223  
 Mapid : 1  
 Odos : Τσιμισκή  
 Arithmos : 029  
 Astyn\_tmhma : Γ'  
 Orofoi : 4  
 Xarakthrismos : ΠΡΑΣΙΝΟ  
 Adeia : 3082  
 Arithmos\_adeias : ΖΓ/32/13-12-79  
 Eidos\_daneioy : ΕΠΙΣΚΕΥΗ  
 Diathrhteo : Όχι  
 Sxolia : Τράπεζα Πίστωσης

**Functions**

Query

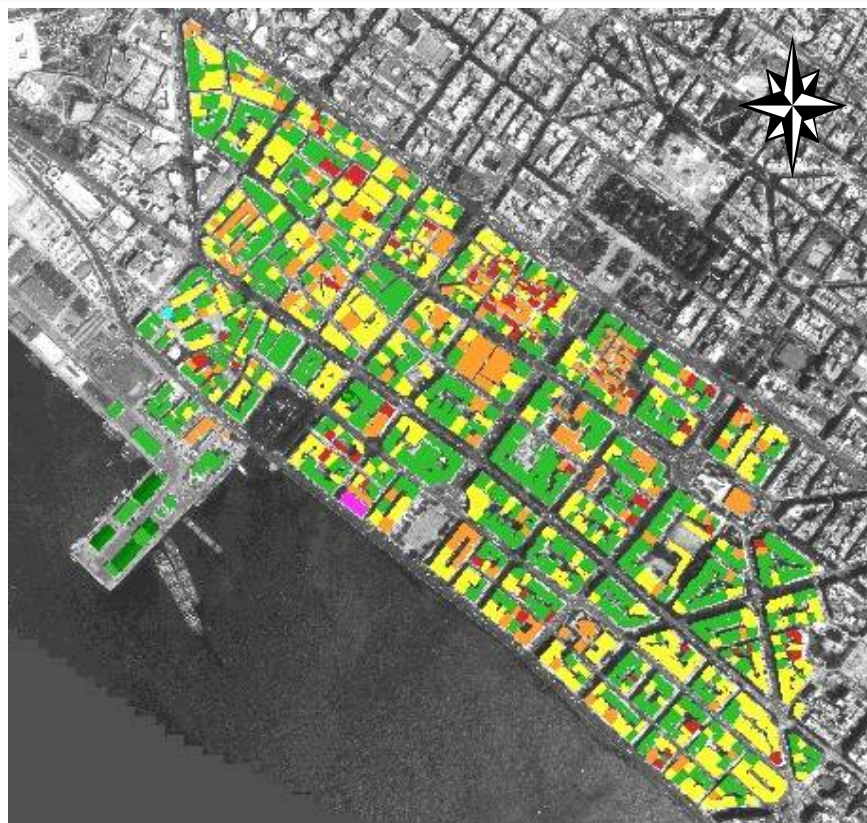
Query Insert Update Delete Clear

First Prev. Next Last

Attach Review Detach Locate

☐ Use Fence If Active

Επιστροφή



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
 ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ

ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ  
 ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΑΣ  
 ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ  
 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
 ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΚΗΣ  
 ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΕΚΟΠΗΣΗΣ ΣΕ  
 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝGIS

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

"Τρισδιάστατη φωτογραμμετρική αναπαράσταση  
 του ιστορικού κέντρου της Θεσσαλονίκης και  
 ανάπτυξη GIS για διαχείριση καταστροφών"

ΚΑΙΜΑΚΑ 1:6.500 (m)



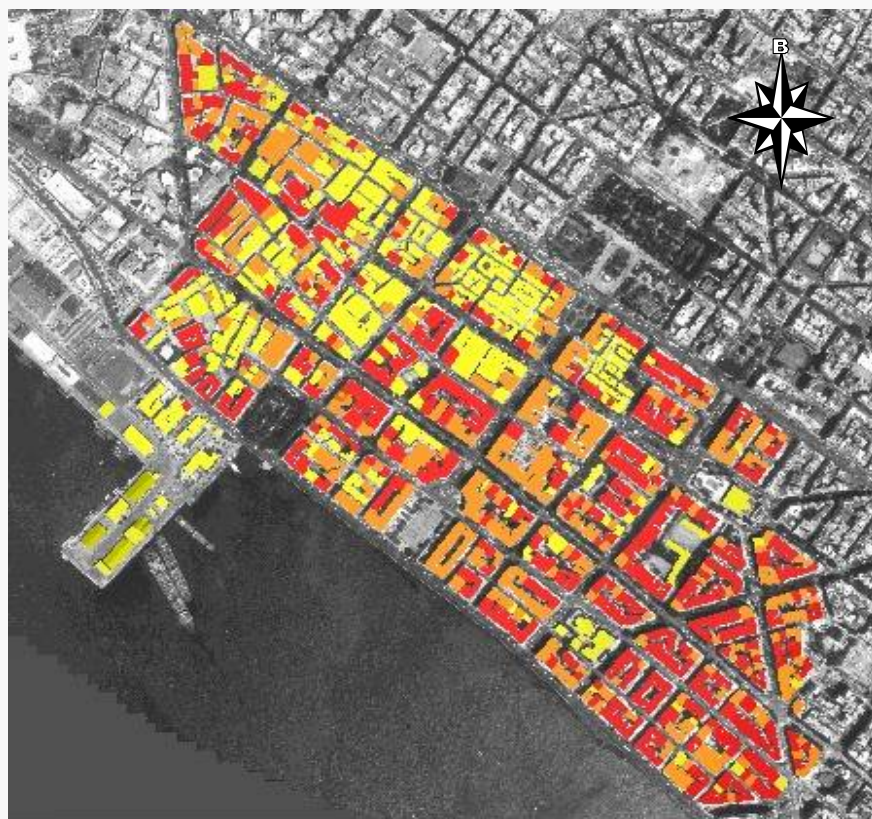
ΘΕΜΑ: Ο χαρακτηρισμός των κτιρίων  
 μετά το σεισμό του 1978

**ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ**

- Πράσινο (627 κτίρια)
- Κίτρινο (544 κτίρια)
- Κόκκινο (144 κτίρια)
- Δε βρέθηκε (217 κτίρια)
- Δεν ελέγχθηκε (4 κτίρια)
- Αχαρακτήριστο (1 κτίριο)

ΣΟΦΙΑΝΙΔΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ  
 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2002





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ

ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ  
ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΑΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

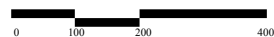
### ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΚΗΣ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΕΚΟΙΝΗΣΗΣ ΣΕ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΣ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

Τρισδιάστατη φωτογραμμετρική αναπαράσταση  
του ιστορικού κέντρου της Θεσσαλονίκης και  
ανάπτυξη ΓΙΣΑ διαχείριση καταστροφών

ΚΑΙΜΑΚΑ 1:6.500 (m)



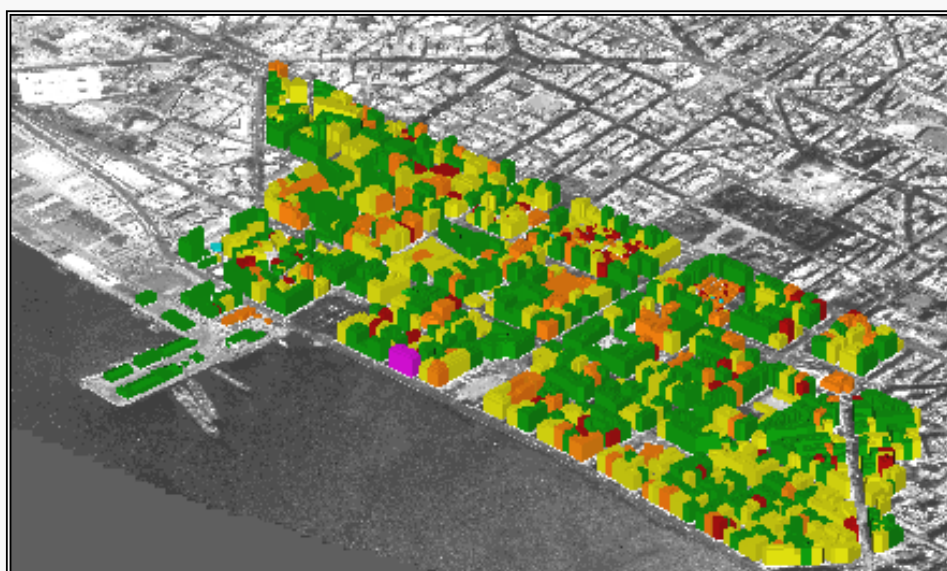
ΘΕΜΑ: Αριθμός ορόφων για τα κτίρια  
του κέντρου της Θεσσαλονίκης

#### ΟΡΟΦΟΙ ΚΤΙΡΙΩΝ

- Από 1 έως 3
- Από 4 έως 6
- Από 7 έως 10

ΣΟΦΙΑΝΙΔΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2002

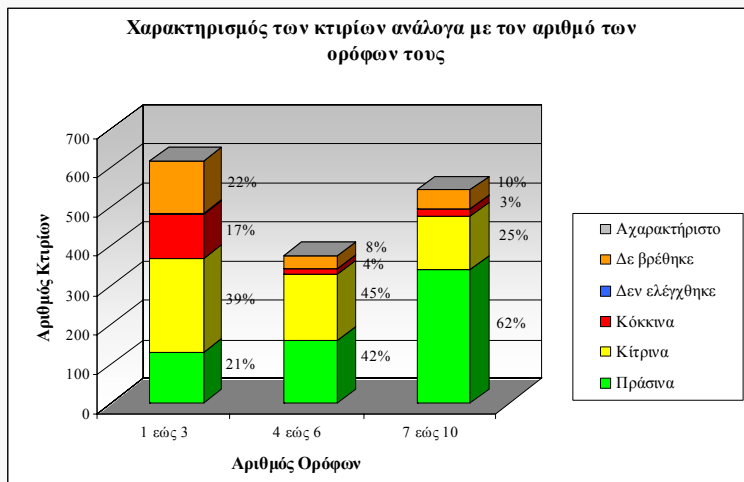


#### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

- Πράσινο (627 κτίρια)
- Κίτρινο (544 κτίρια)
- Κόκκινο (144 κτίρια)
- Δε βρέθηκε (217 κτίρια)
- Δεν ελέγχθηκε (4 κτίρια)
- Αχαράκτηριστο (1 κτίριο)



Επιστροφή



← Επιστροφή

## MAPPING OF BUILDINGS FACADES' AT THE HISTORICAL CENTRE OF NICOSIA, CYPRUS AND CREATING A RESTORATION INFORMATION SYSTEM

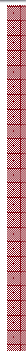


Project Area





## Project Overview

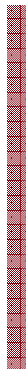


## Sample Images of Building Facades



## The Photogrammetric Survey

### Data Acquisition

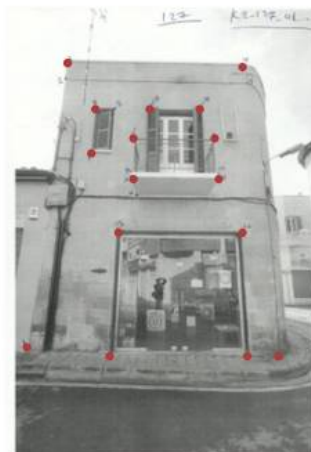


## Area of Interest

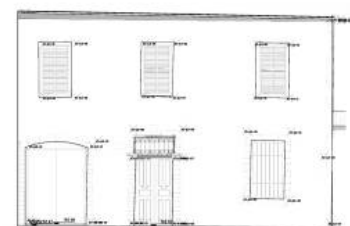
4 Neighborhoods

30 Streets

300 Buildings



$x = 0.08384048y + 8.9006$



The Photogrammetric Survey  
Single Image Photogrammetric  
Processing

## Image Rectification

### Usage of Z/I IRAS/C Software

8-10 Control Points for Each Image

3-5 Check Points for each Image

Rectified Images Accuracy 1-2 cm

Rectified Images Resolution 0.5 cm



Number of GCPs: 15  
Degrees of Freedom: 22  
Standard Error: 0.01m  
Model: Projective

2D Drawings Creation and  
Geo-Reference

## 2D Drawing Creation



65



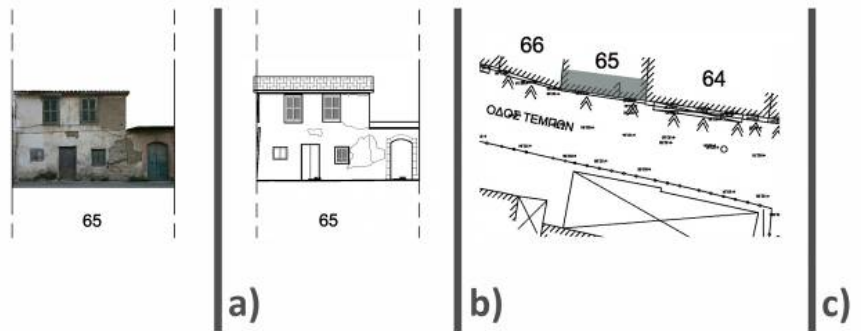
65

## 2D Drawings Creation and Geo-Reference

### Geo-Reference

Reference: Survey Maps of the 4 neighborhoods

3-4 Interest points were measured in each façade to serve as tie points



## 2D Drawings Creation and Geo-Reference

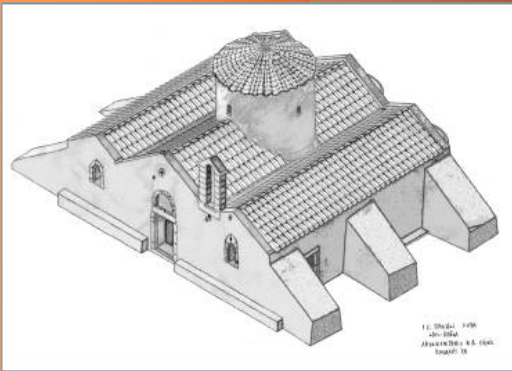
### Geo-Reference

Final Drawing were comprised from all the facades along a street face

- Rectified Image Accuracy <2cm
- Rectified Image Resolution 0.5 cm
- Full recording of façade's architectural elements, corrosions, erosions and damages
- Georeference Accuracy <2cm



HISTORICAL DATA	CADASTRAL DATA	BUILDING MATERIALS	BUILDING CONDITION	PREVIOUS RESTORATIONS
Date of construction	Current owner	Structure Materials	Structure condition	Type of restoration
Ownership history	Building plot	Facade materials	Facade condition	Original Materials
Previous uses	Building data (number of floors, area, height, etc.)	Morphological Elements	Pathology	Restoration Materials
Construction phases	Current use	Roof	Erosion	Restoration date
		Wall paintings/ frescos	Corrosion	Analysis and Evaluation of previous restoration
		Balconies	Disintegration	
		Chimneys	Vegetation	
		Coatings		



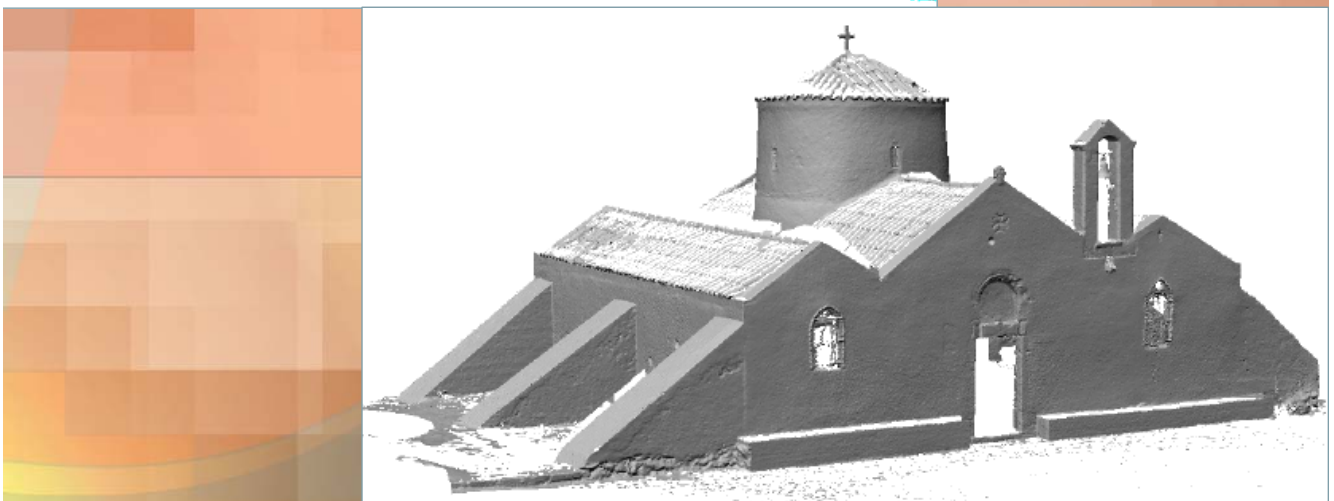
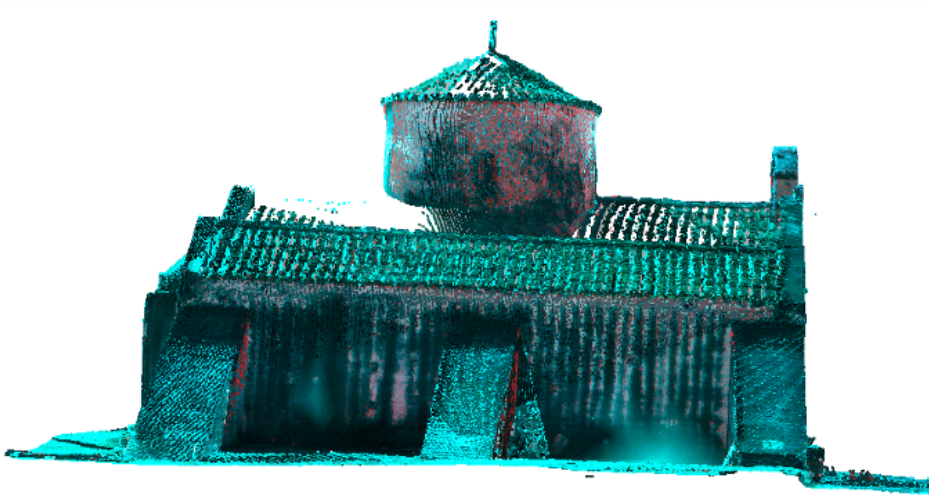
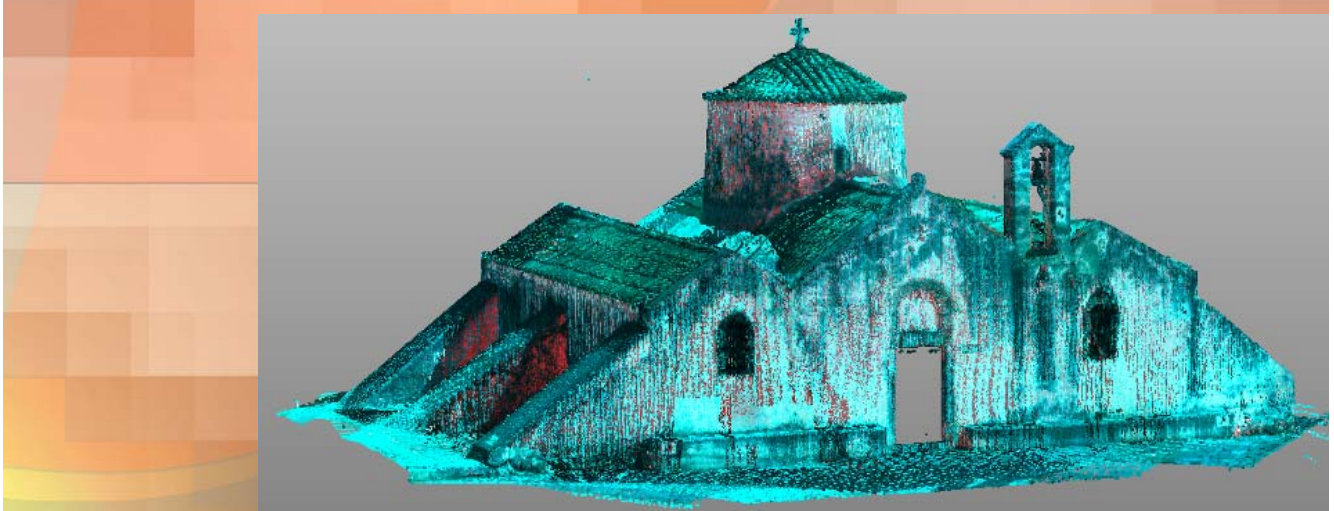
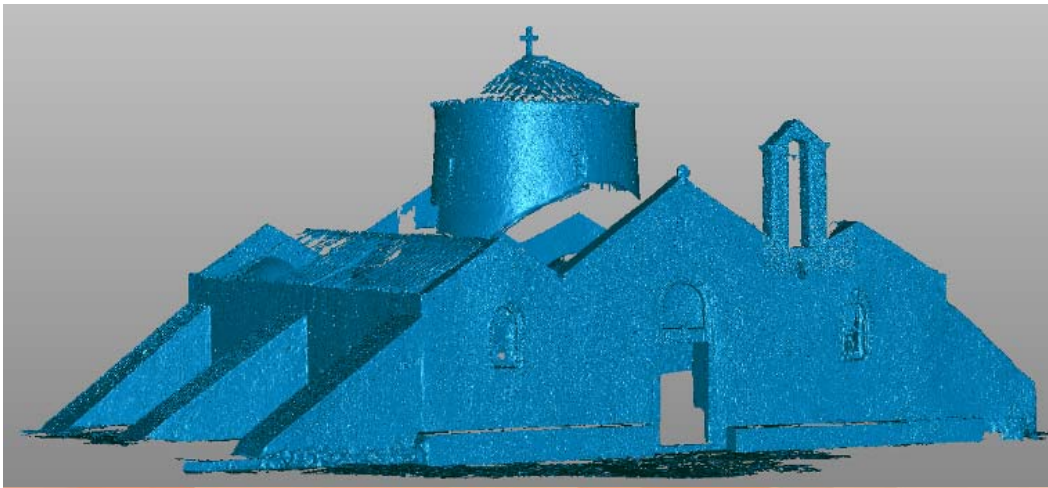
# 3D Αποτύπωση Παναγίας ΚΕΡΑ

Laser Scanner Application

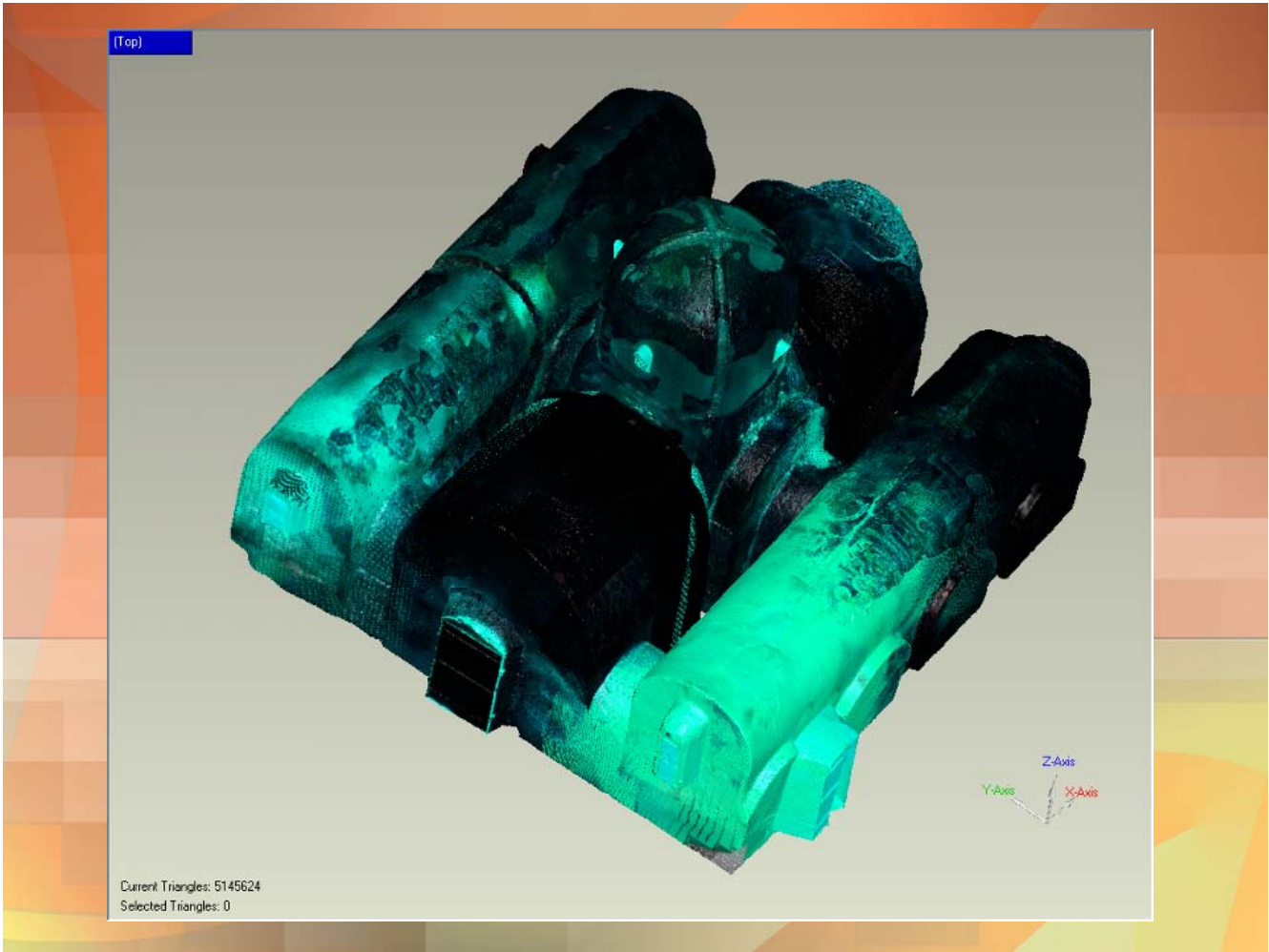












Left



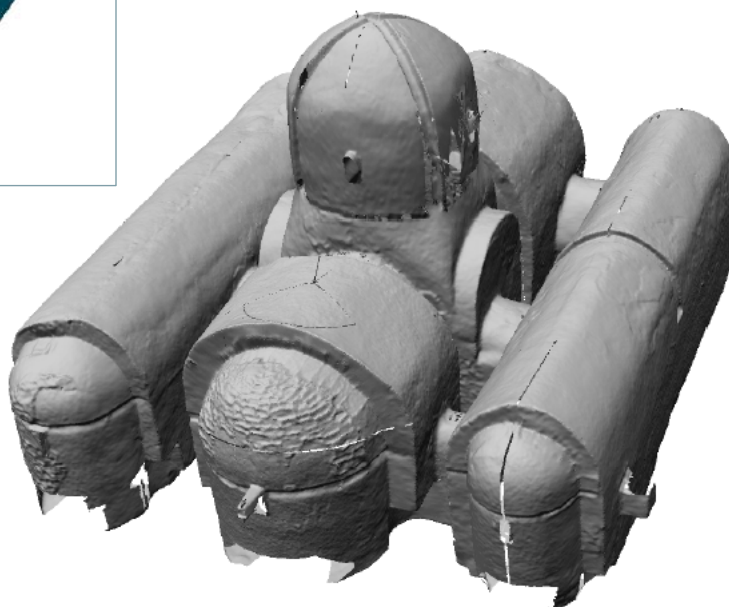
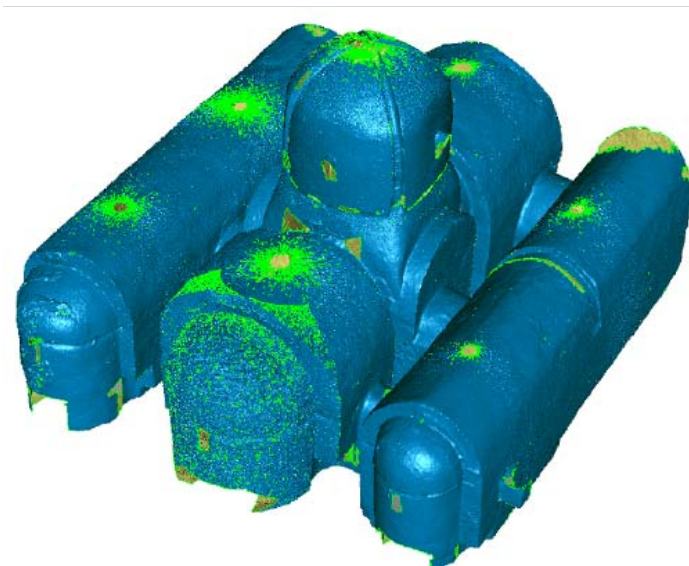
Current Triangles: 5145624  
Selected Triangles: 0

(Left)



Current Triangles: 5145624  
Selected Triangles: 0





**IK\_41\_42\_43**



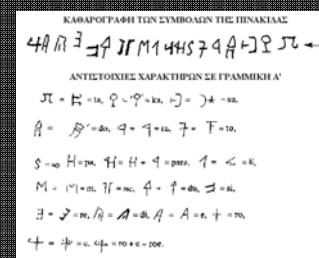
407 Panaja Kera außerhalb Kriha: Merambello, Grundriss mit ikonographischem Programm





# Εφαρμογές με ελικόπτερο και laser scanner

ι. Δημιουργία χάρτη του αρχαιολογικού χώρου του Νεολιθικού οικισμού στο Δισπηλιό, Καστοριά (Αύγουστος-Σεπτέμβριος 2006)







### **Αεροφωτογράφιση**

Ελήφθησαν συνολικά 195 φωτογραφίες

- 124 στο σκάμμα Α
- 71 στο σκάμμα Β

Χαρακτηριστικά μεγέθη αεροφωτογράφισης

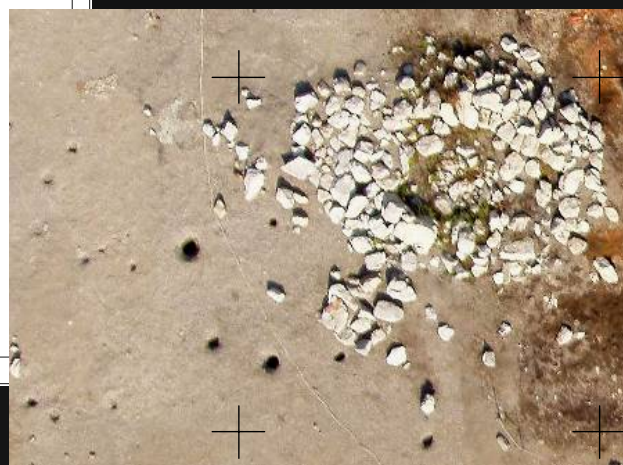
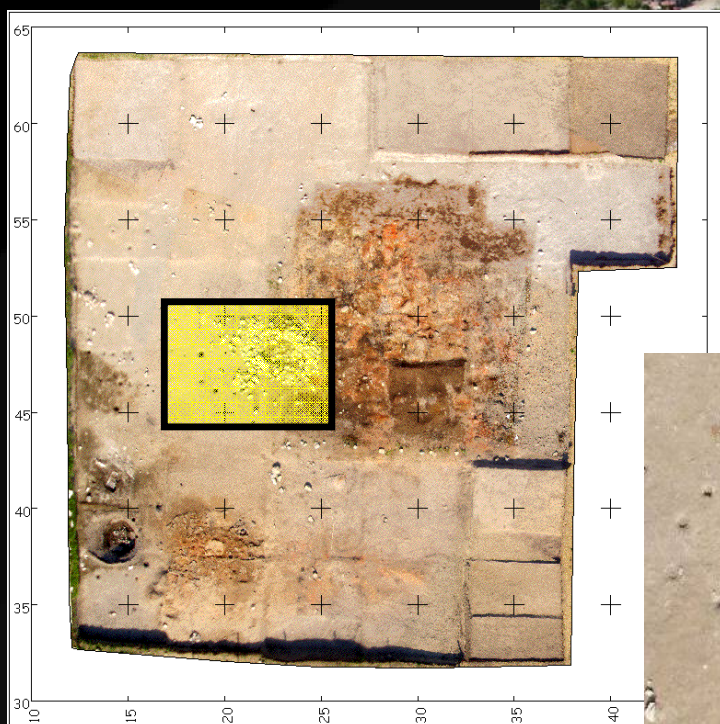
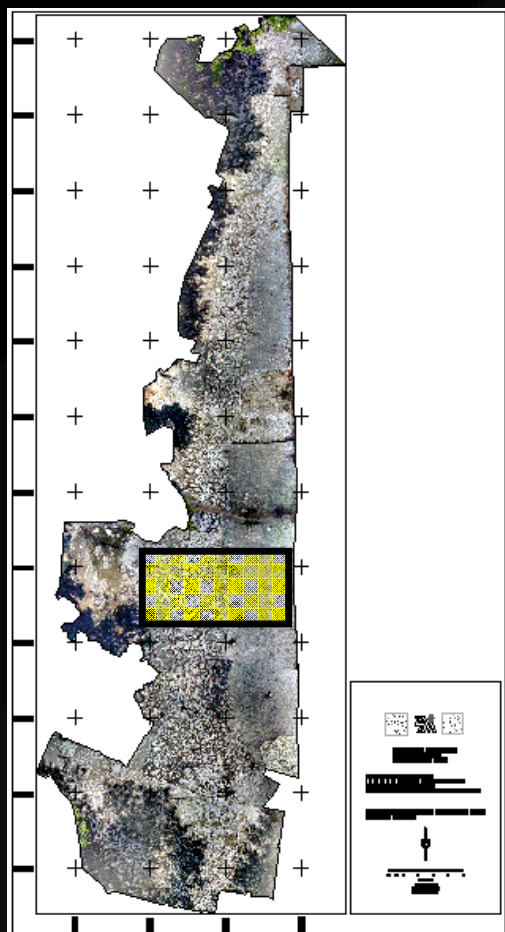
Κωδικός φωτογραφίας	Ύψος πτήσης (m)	Κλίμακα φωτογραφίας	Μέγεθος ρίχελ στο έδαφος (mm)	Διαστάσεις φωτογραφίας (m)	Έκταση που καλύπτεται (m <sup>2</sup> )
370	50	1:6000	17.2	44.χ33	1450
285	26	1:3000	8.9	22χ17	374
1	6	1:700	2.0	5χ4	20

### **Τοπογραφικές εργασίες για τον προσδιορισμό φωτοσταθερών**

#### **Φωτογραμμετρική επεξεργασία σκαμμάτων**

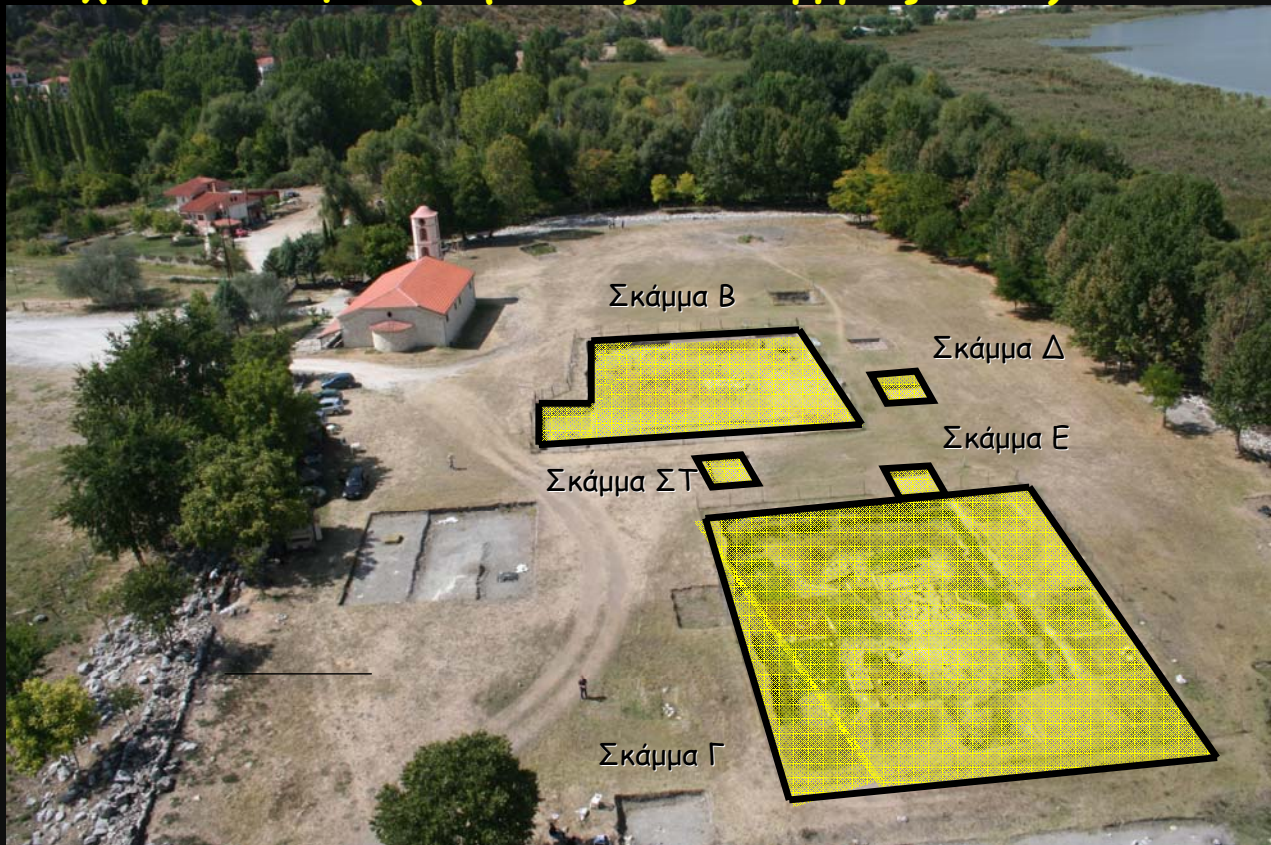
- Αναγνώριση φωτοσταθερών
- Αναγωγή 21 εικόνων (Erdas Imagine8.7)
- Δημιουργία ανηγμένων εικόνων και σύνταξη χαρτών







## ii. Διαχρονική αεροφωτογράφιση στον αρχαιολογικό χώρο Δισπηλιό (Αύγουστος-Σεπτέμβριος 2007)



### Υλοποίηση, μέτρηση και υπολογισμός φωτοσταθερών



Υπολογισμός φωτοσταθερών (ΕΓΣΑ '87)

Reflectorless total station TCR 305 της LEICA





## Προγραμματισμός πτήσης

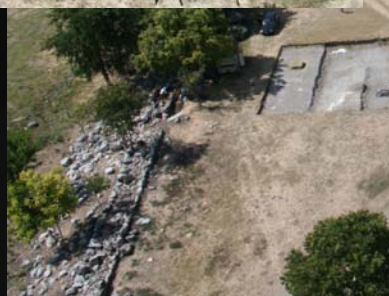


Ελήφθησαν συνολικά 458 φωτογραφίες

- 250 στο σκάμμα Β
- 160 στο σκάμμα Γ
- 14 στο σκάμμα Δ
- 8 στο σκάμμα Ε
- 26 στο σκάμμα ΣΤ



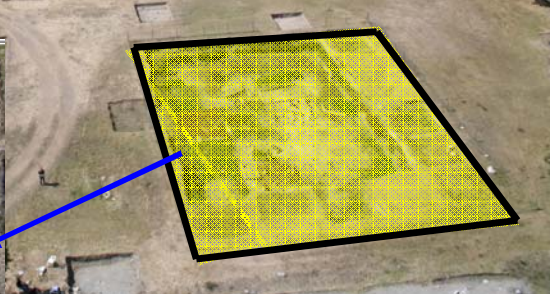
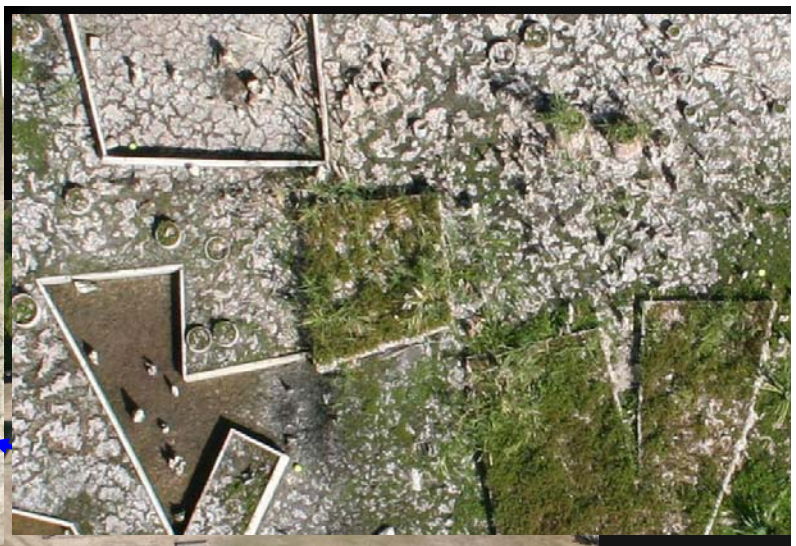
Σκάμμα Β







Σκάμμα Β



Σκάμμα Γ



Σκάμμα Β



Σκάμμα Γ



Σκάμμα ΣΤ





## Laser scanning παρειών σκάμματος



ΝΟΤΙΟ ΣΚΑΜΜΑ



Ανατολική  
παρειά







Νότια παρειά



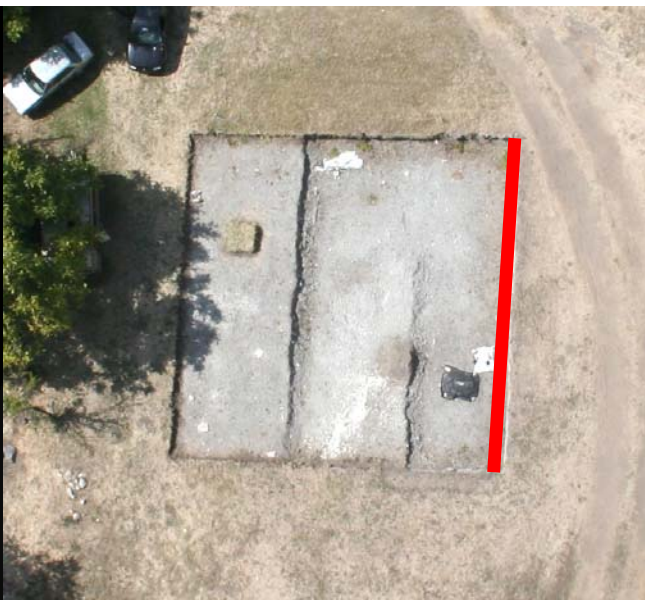
Τμήμα της νότιας παρειάς



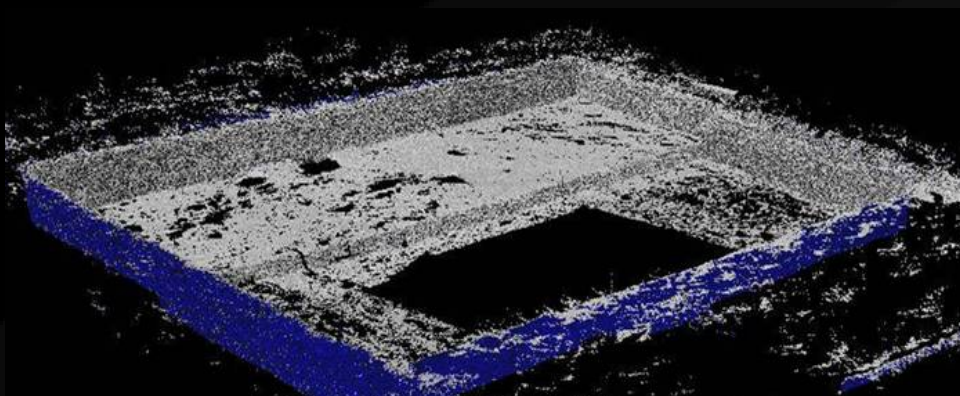
Δυτική παρειά



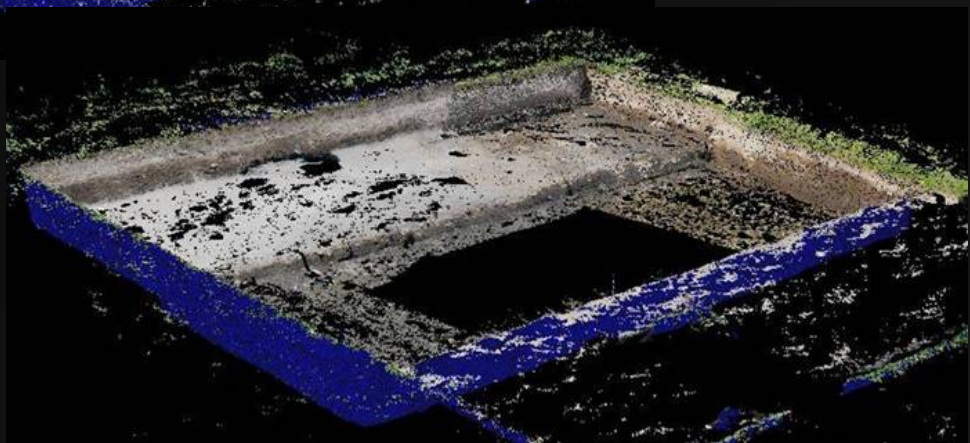




Βόρεια παρειά

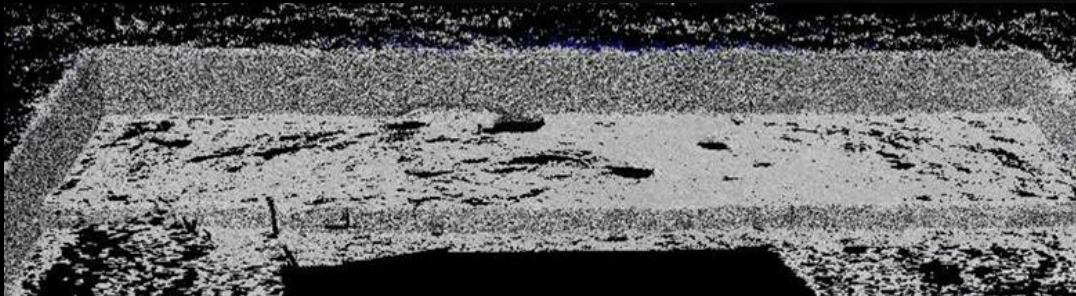


Μοντέλο  
επιφάνειας  
(Τρίγωνα)



Μοντέλο  
επιφάνειας  
(σημεία RGB)





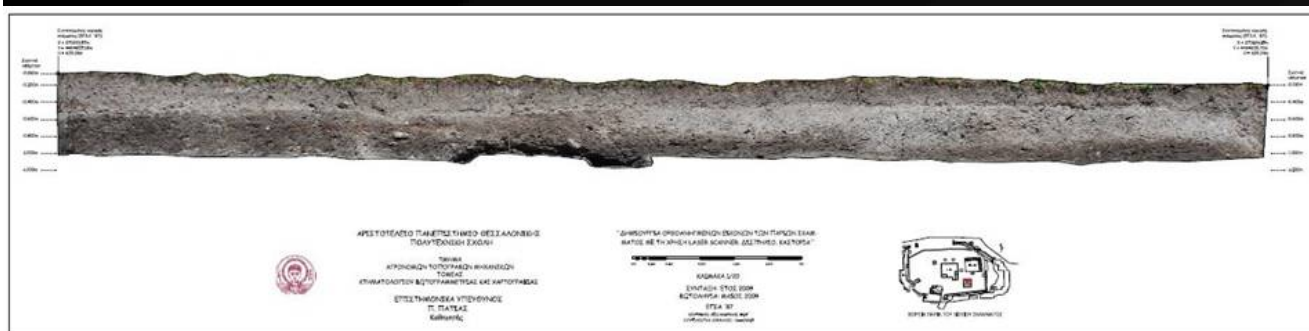
Βόρεια παρειά. Μοντέλο επιφάνειας (Τρίγωνο).



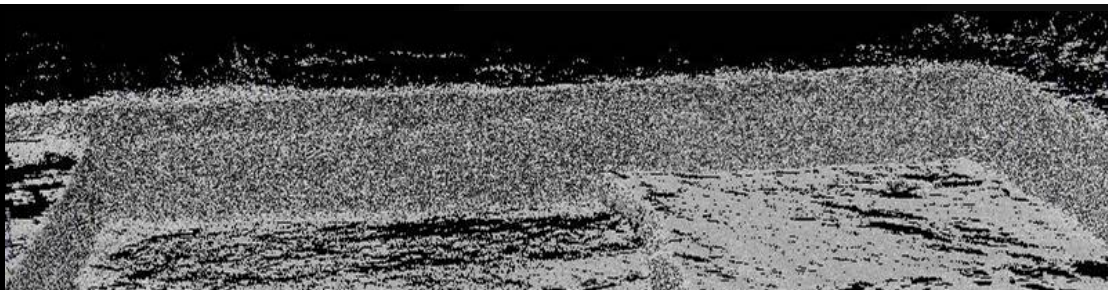
Μοντέλο επιφάνειας (σημεία RGB)



Επικαλυπτόμενες επίγειες φωτογραφίες (Nicon 10Mp)







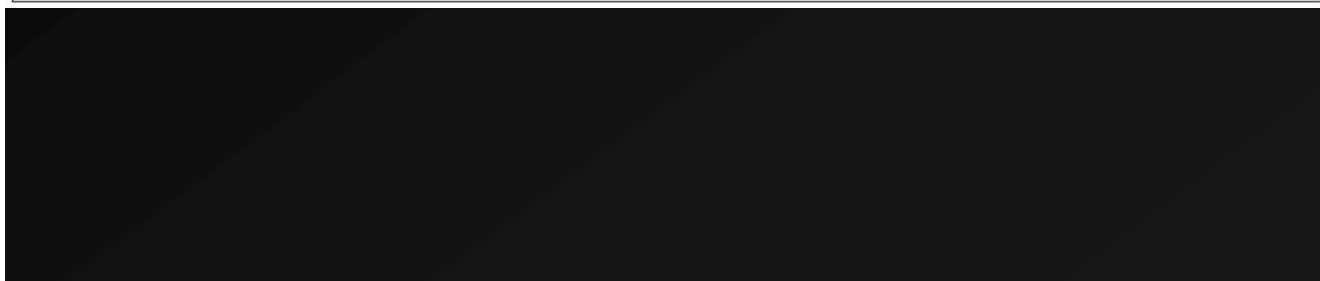
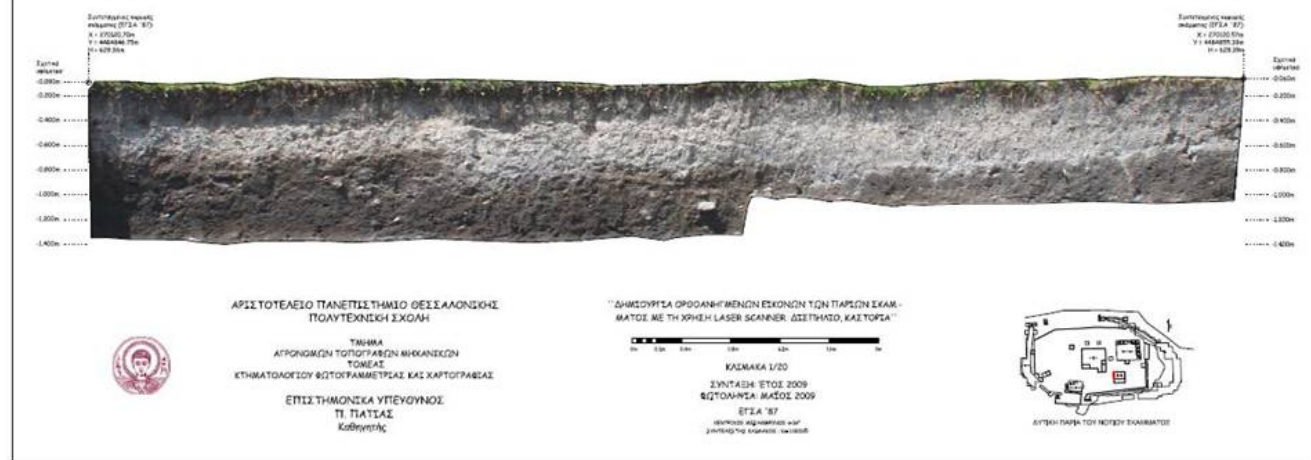
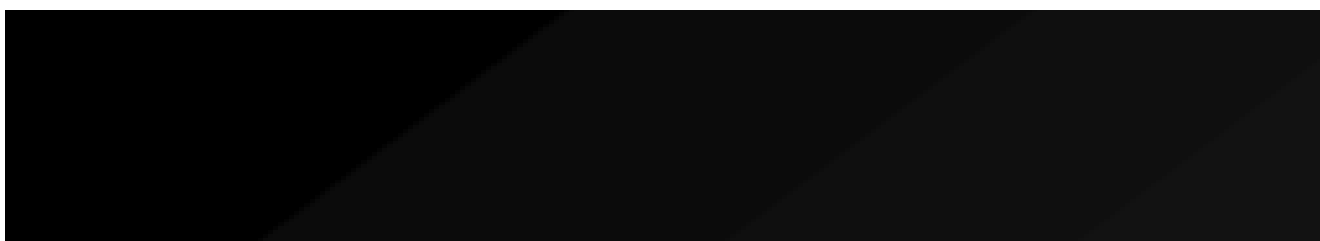
Δυτική παρειά. Μοντέλο επιφάνειας (Τρίγωνο).



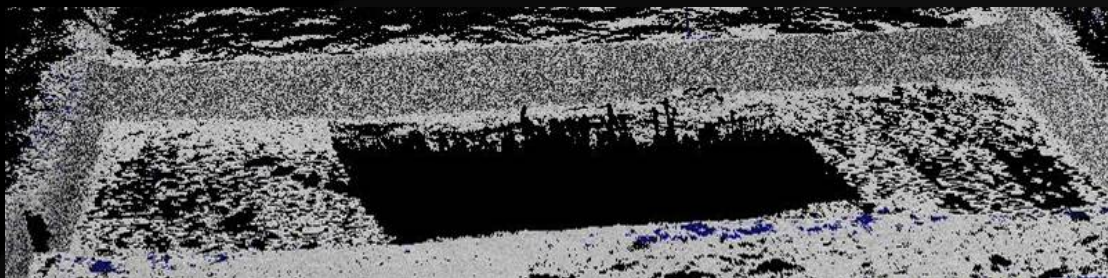
Μοντέλο επιφάνειας (σημεία RGB)



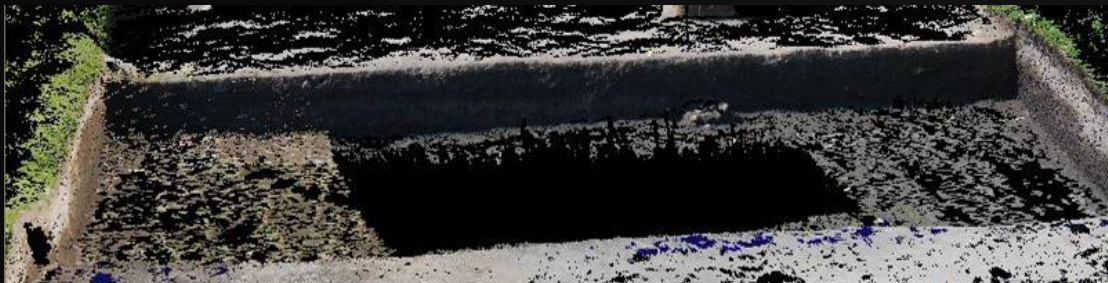
Επίγειες φωτογραφία (Nicon 10Mp)







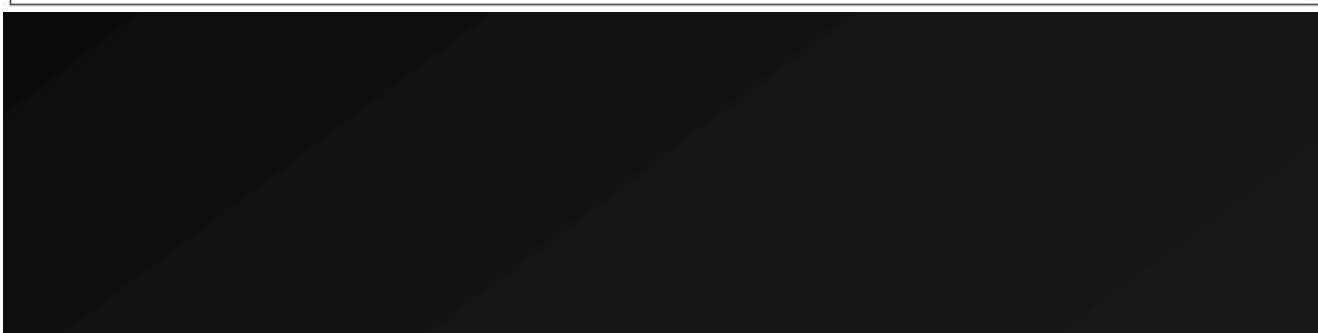
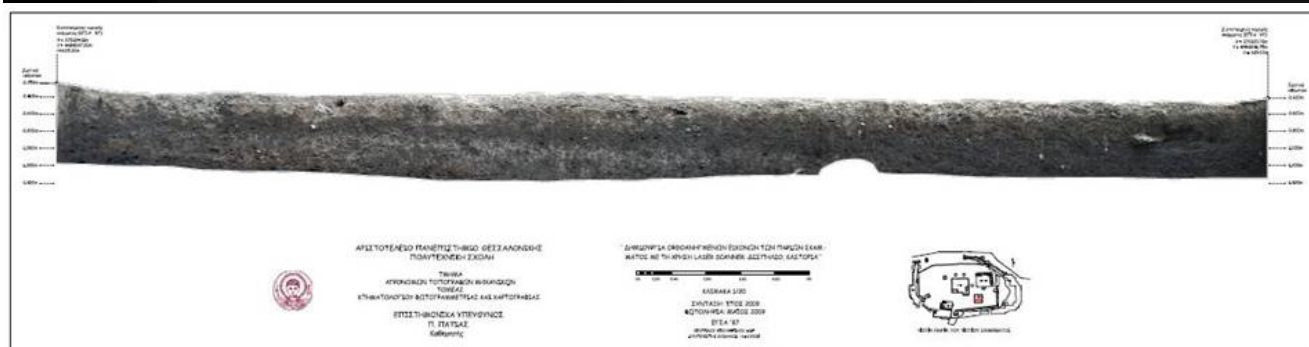
Νότια παρειά. Μοντέλο επιφάνειας (Τρίγωνο).



Μοντέλο επιφάνειας (σημεία RGB)



Επικαλυπτόμενες επίγειες φωτογραφία (Nicon 10Mr)





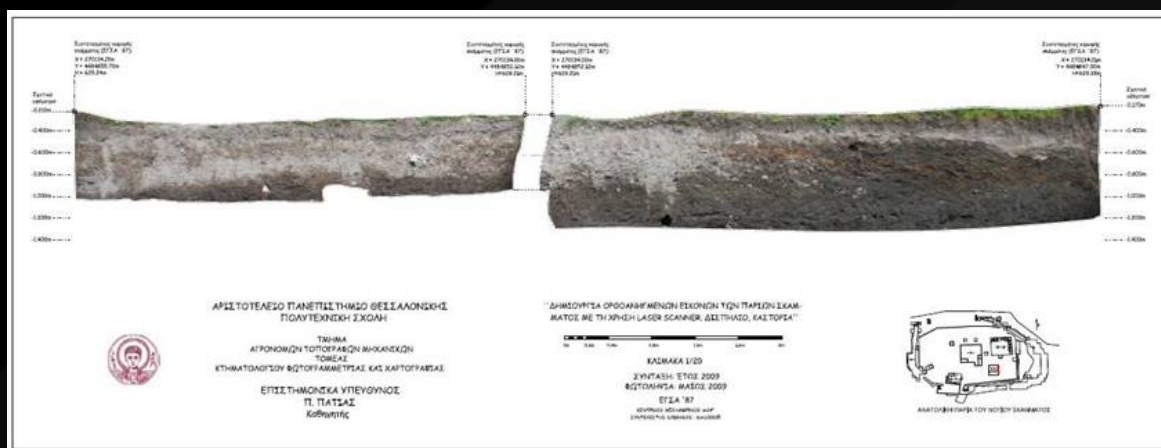
Ανατολική παρειά. Μοντέλο επιφάνειας (Τρίγωνα).



Μοντέλο επιφάνειας (σημεία RGB)

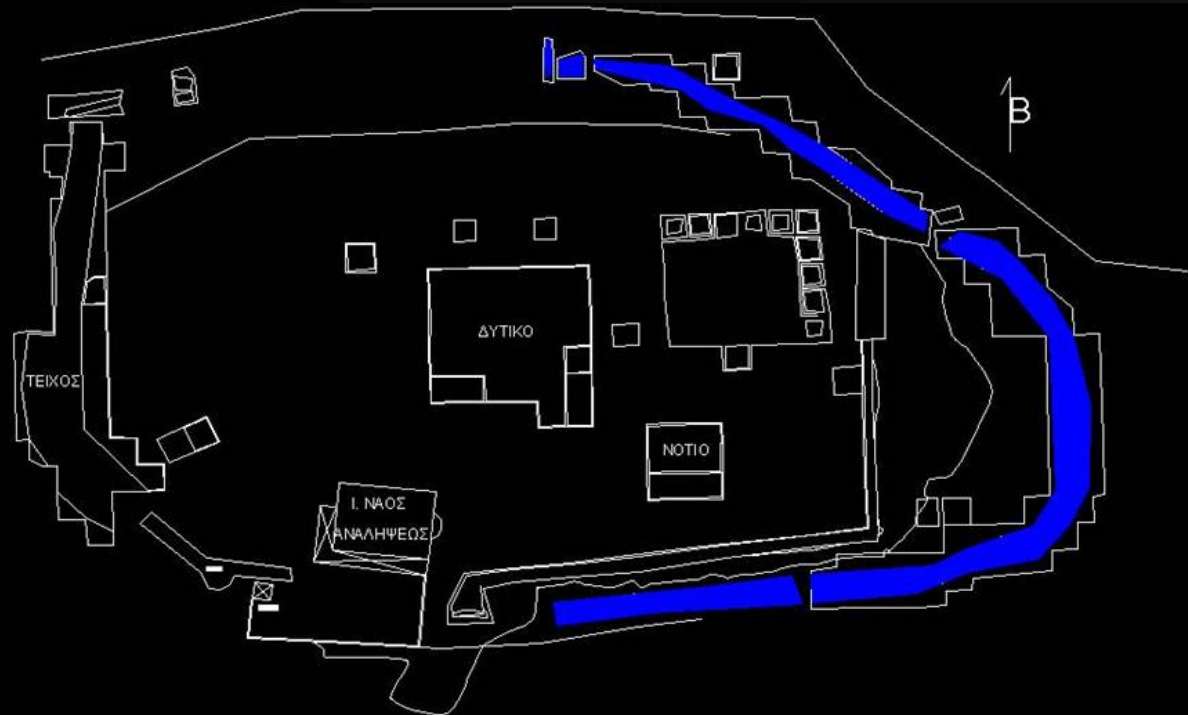


Επίγειες φωτογραφία (Nikon 10Mp)





## LASER SCANNER στον ΠΕΡΙΒΟΛΟ



Επιφάνεια κάλυψης: ~1500τ.μ.

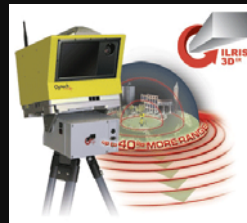
## LASER SCANNER στον ΠΕΡΙΒΟΛΟ

Ολοκληρώθηκαν:

- 60 στάσεις των 2 Laser Scanner.



Trimble 65200



Optech ILRIS 3D

- Λήψη εκατομμυρίων 3D σημείων του Μοντέλου Επιφάνειας του Περιβόλου.

- Δεκάδες κεκλιμένες φωτογραφίες του Περιβόλου.





**iii. Αποτύπωση παλαιοχριστιανικής εκκλησίας  
στην Επανομή, Θεσσαλονίκη (Αύγουστος 2007)**

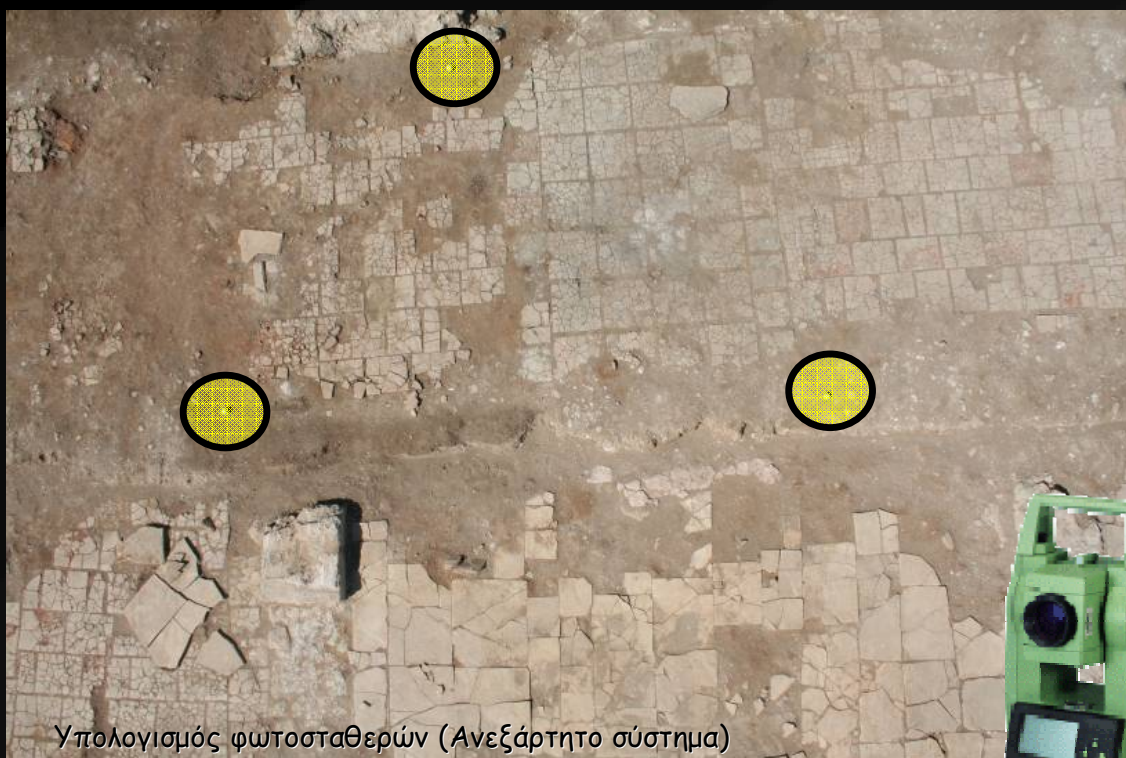






*Κατακόρυφη αεροφωτογραφία*

## *Υλοποίηση, μέτρηση και υπολογισμός φωτοσταθερών*



Υπολογισμός φωτοσταθερών (Ανεξάρτητο σύστημα)

Reflectorless total station TCR 305 της LEICA



## Προγραμματισμός πτήσης

Λωρίδα πτήσης <<μεγάλης>> κλίμακας



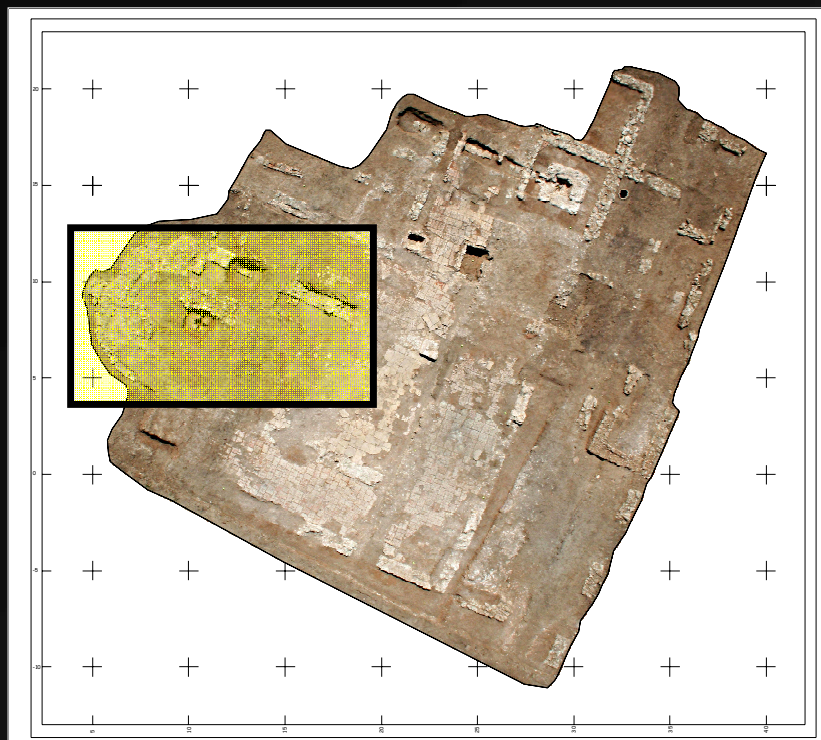
## Φωτογραμμετρική επεξεργασία

Erdas Imagine 8.7

Δημιουργία χάρτη

Μονοεικονική μέτρηση φωτοσταθερών

Φωτομωσαϊκό





## Φωτογραμμετρική επεξεργασία

Erdas Imagine 8.7

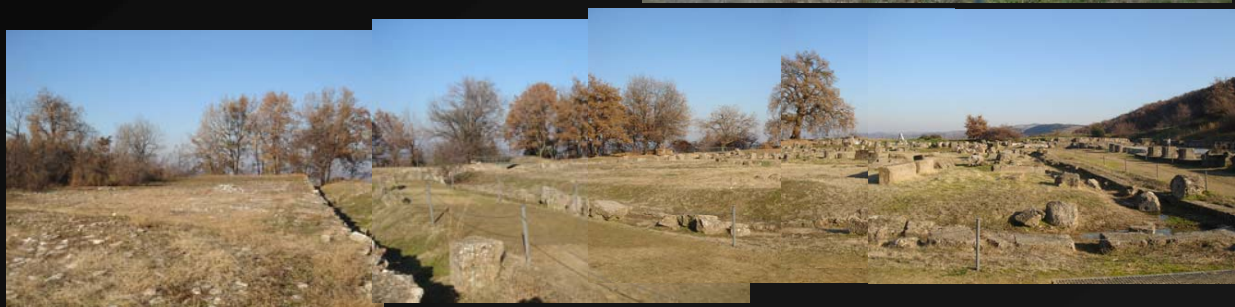
Μονοεικονική μέτρηση φωτοσταθερών

Δημιουργία χάρτη

Φωτομωσαϊκό



## iv. Δημιουργία ορθοφωτοχάρτη του Μακεδονικού ανακτόρου της Βεργίνας (Νοέμβριος 2006)





## Υλοποίηση, μέτρηση και υπολογισμός φωτοσταθερών



## Προγραμματισμός πτήσης

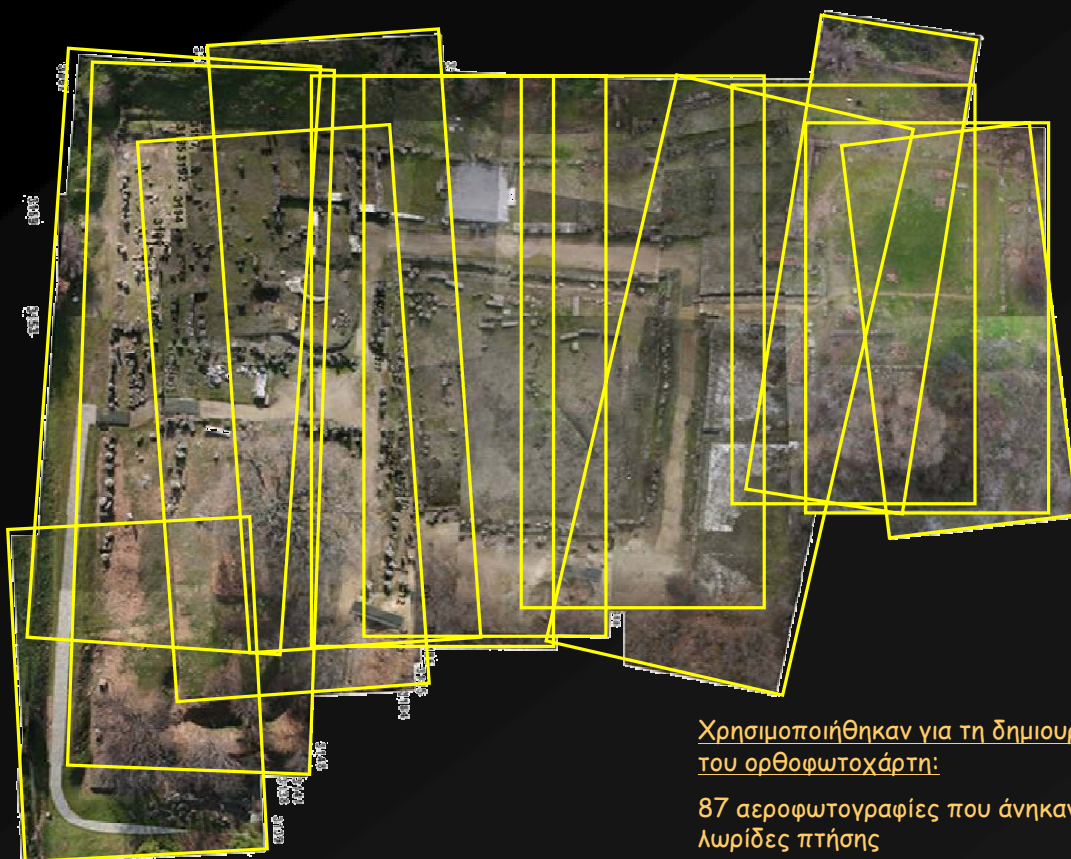




## Προγραμματισμός πτήσης



## Προγραμματισμός πτήσης



Χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του ορθοφωτοχάρτη:

87 αεροφωτογραφίες που άνηκαν σε 9 λωρίδες πτήσης

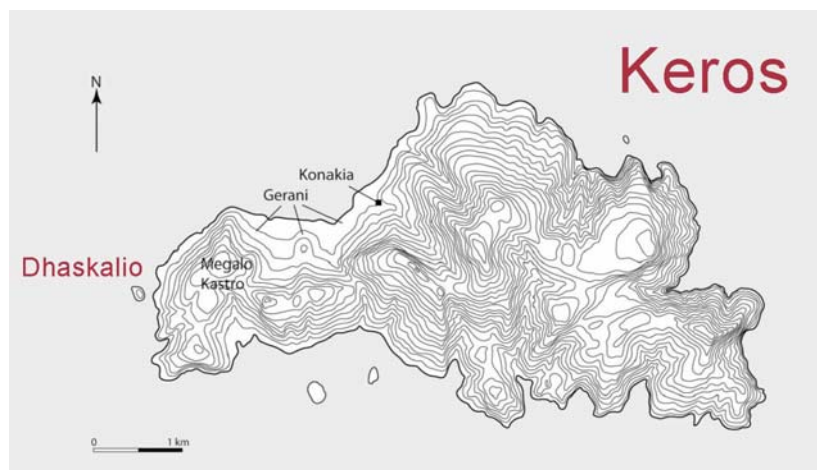








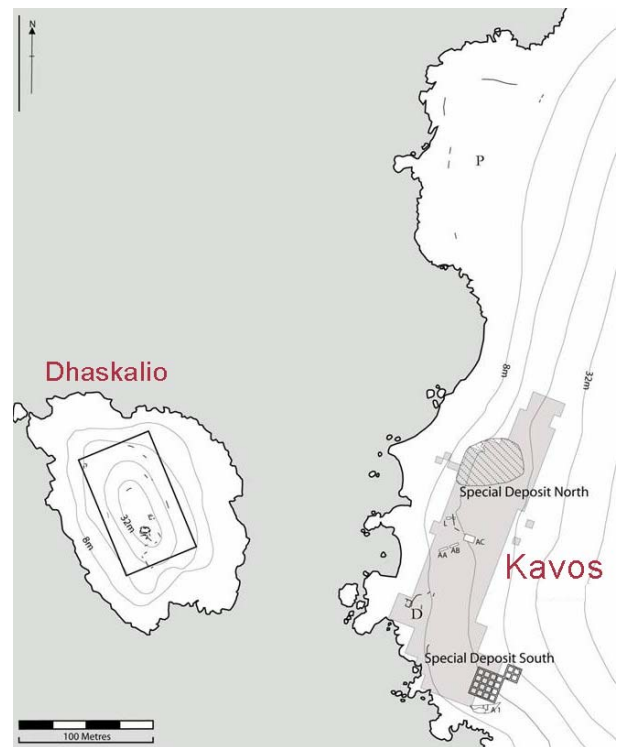
## PHOTOGRAMMETRIC DOCUMENTATION AND DIGITAL REPRESENTATION OF EXCAVATIONS AT KEROS ISLAND IN THE CYCLADES



**Keros** (Greek: **Κέρος**) is an uninhabited Greek island in the Cyclades about 10 km southeast of Naxos. Administratively it is part of the community of Koufonisi. It has an area of 15 km<sup>2</sup> and its highest point is 432 metres. It was an important site to the Cycladic civilization that flourished around 2500 BC.



The Cambridge Keros Project, co-directed by Colin Renfrew and Michael Boyd, conducted excavations in 2006 and 2007 at the site of **Kavos** on the west coast of the island, where a special deposit of broken choice material has been systematically excavated. This site is believed to be the source of the so-called "**Keros Hoard**" of fragmentary Cycladic figurines. In 2008, the same project identified a substantial Cycladic period settlement on the nearby island of **Dhaskalio**, located opposite the special deposit of Kavos.

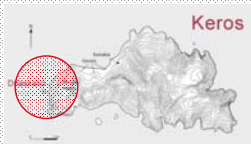


### "Keros Hoard"

fragmented marble figurines and vessels, metal items and clay vases of the Early Cycladic II period - Syros phase, 2800-2300BC







Aerial views of Kavos

Aerial views of Dhaskalio



excavation works during 'The Cambridge Keros Project' in 2008



archaeological trenches at Dhaskalio





excavation works during 'The Cambridge Keros Project' in 2008



archaeological trenches at Kavos (Special Deposit South)



## AERIAL IMAGE ACQUISITION AND IMAGE PROCESSING

Measurement of GCP's

Image acquisition

Photogrammetric processing



## Image acquisition



The UAV-helicopter used for the image acquisition



An **autonomous UAV** (Unmanned aerial vehicle)-helicopter, equipped with a **digital camera**, was used for the photogrammetric documentation of the study area.

The camera mounted to the helicopter was the **10.1 Mpixel** (3888 x 2592) Canon EOS D400. The camera was calibrated and the calibrated focal length was **c=9.056mm**.

For the production of the **final orthophotos 1:500** in both study areas, images acquired from an average **flight height** of **20meters** corresponding to an average **image scale** of **1:2000**. The ground coverage in each image 1:2000 was 49.94x33.30m.

All the strips of images in both study areas were acquired with approximately **60 %** overlap along and **30 %** overlap across the strips.



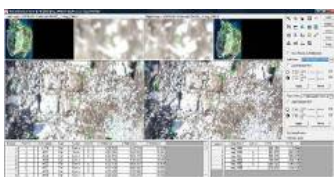


## AERIAL IMAGE ACQUISITION AND IMAGE PROCESSING

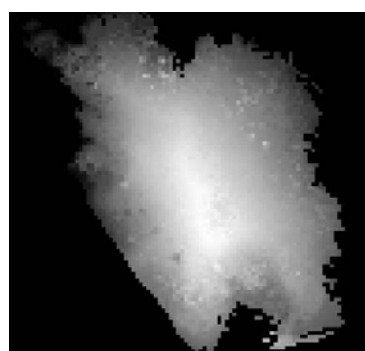
Measurement of GCP's

Image acquisition

Photogrammetric processing



## Photogrammetric processing



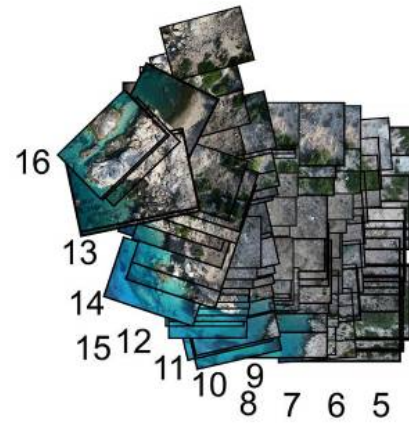
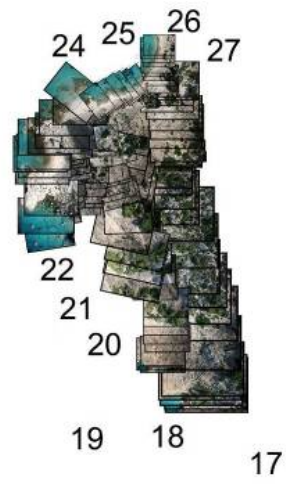
The Digital Terrain Model of Dhaskalio

The photogrammetric processing includes a number of digital photogrammetry applications such as **tie point measurement**, **bundle adjustment**, **DSM** and **orthophoto generation**, using the software package **LPS 9.0 (Leica Photogrammetry Suite)**.

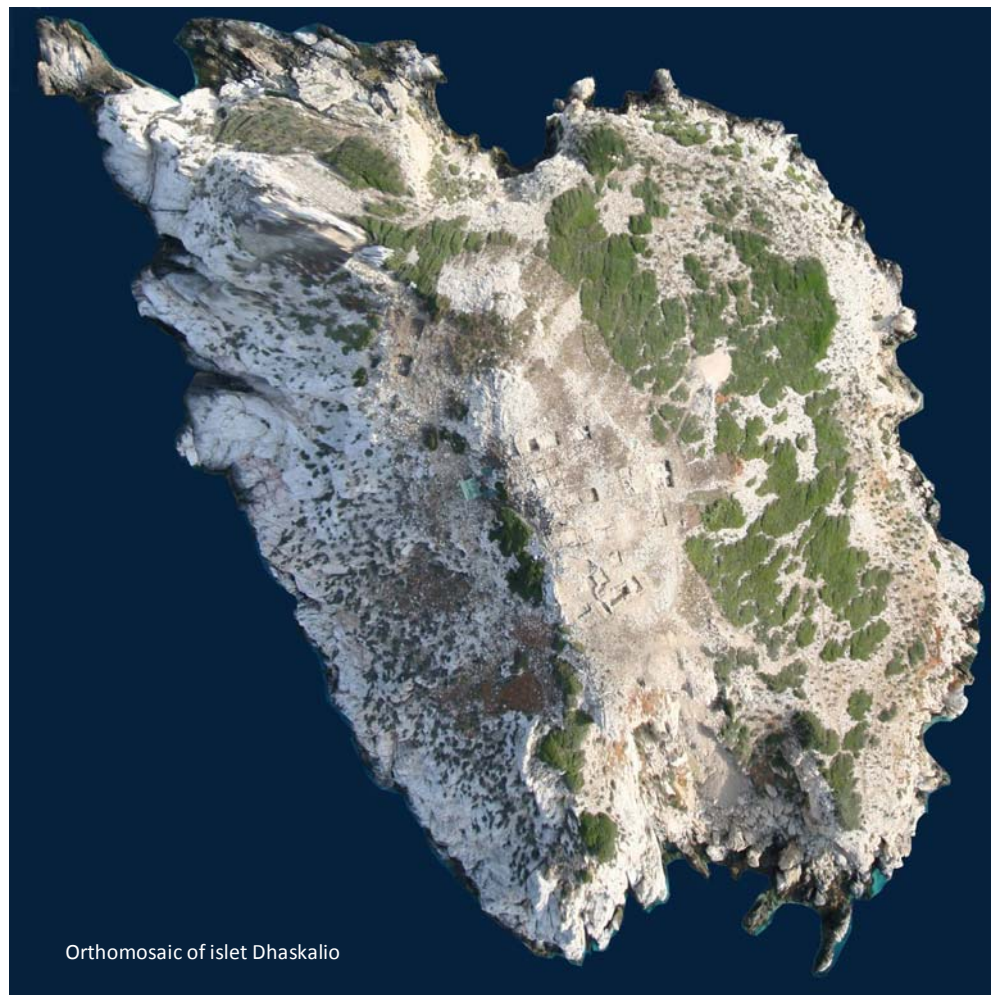
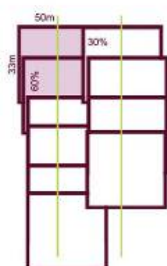
The initial standard deviation of GCPs was **2cm** while the accuracy of image point standard deviation was **2 pixels**. The **Bauer's simple model** was used as an additional parameter function.

Because of the steep terrain, DTMs were created for each individual strip and merged afterwards. In addition to finalize the DTM so as to improve orthophoto's quality it was edited. The **cell width varies between 0.5 and 3m** and the general mass point quality for most of the points was 80 %.

For the **orthophoto** derivation a pixel size of **2cm** was used.

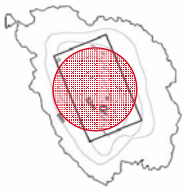


Orthomosaic of islet Dhaskalio

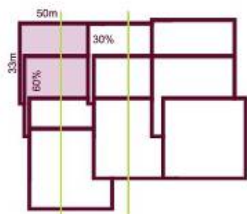




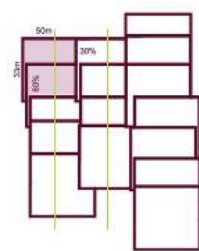
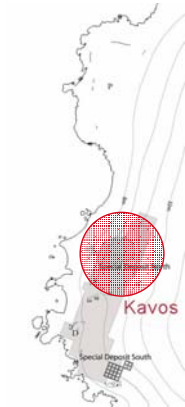
Orthomosaic of islet Dhaskalio



Orthomosaic of Special Deposit South



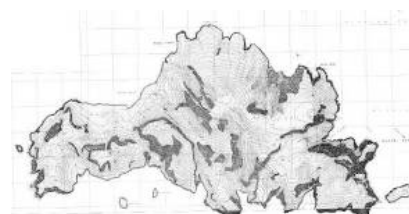




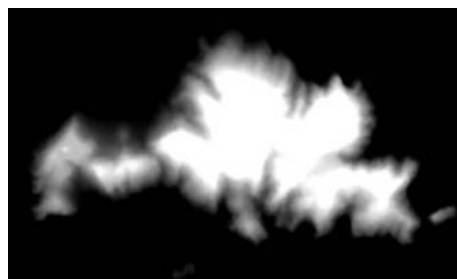
## REMOTE SENSING APPLICATION

For the geometric correction and georeferencing to EGSA87 (GGRS87), of the QuickBird Image, 5 up-to-date cadastre maps 1:5000 and a Digital Terrain Model (DTM) of the whole area of interest, provided by The Hellenic Military Geographical Service, were used.

During the process of the ortho resampling of the QuickBird Image in the commercial software package Erdas Imagine 9.1, the rectified maps 1:5000 were used for the determination and measurement of Ground Control Points (GCP's), as well as the Digital Terrain Model (DTM) of the whole region.



mosaic of 5 cadastre maps 1:5000



Digital Terrain Model (DTM)



Quick Bird Image



## Quick Bird Image



Screen captures of a flythrough video showing Keros and Dhaskalio using the QuickBird Image



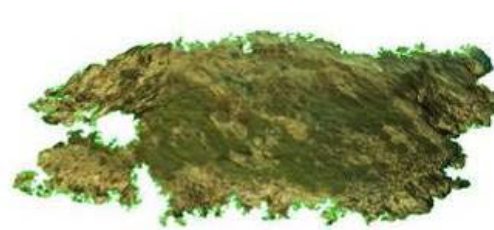
## LASER SCANNING APPLICATIONS

During the Keros-Dhaskalio project, the production of a DTM for the excavation site took place, using the Optech ILRIS 3D laser scanner.

The DTM grid was selected to be 20 cm.

The point cloud alignment and registration was performed using the Polyworks software.

The final merged model was inserted in the Geomagic Studio software for texturing and hole filling.



3D model of the Dhaskalio Site

7 different scans were performed.

Approximately 4 million points were collected.

The final model was comprised of 433.402 triangles.



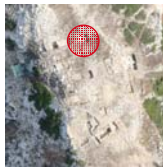
3D model of the Keros Island

4 different scans were performed.

4.235.632 points were collected.

The final model was comprised of 2.625.212 triangles.

## Laser scanner modeling of trenches

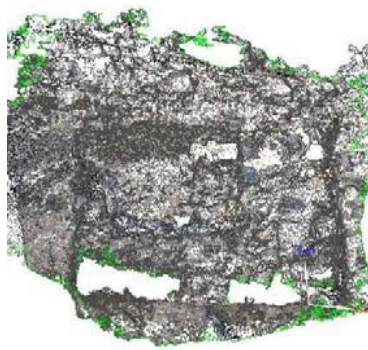


Islet Dhaskalio



Special Deposit South

During the Keros-Dhaskalio project, the detailed modelling of 2 trenches took place, using the **Optech ILRIS 3D** laser scanner.

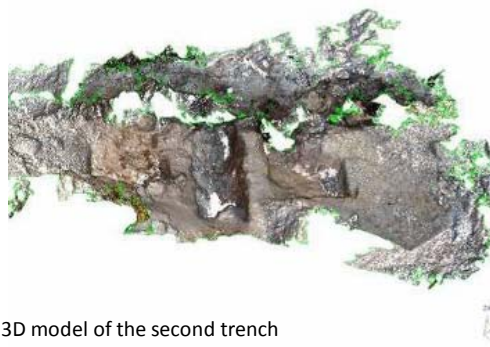


3D model of the first trench

9 different scans were performed using a 5mm grid collecting 5.651.133 points.

The final model was created using the **Geomagic Studio 10** software.

The final model had 4.243.134 triangles.



3D model of the second trench

8 scans were performed collecting 2.639.840 points.

The final model had 588.792 triangles.

## Laser scanning of Cycladic figurines



A **NExTEngine** scanner was used to scan 6 pre history Cycladic figurines with a dimensional accuracy detail of 127  $\mu\text{m}$  and a grid of 63.5  $\mu\text{m}$ .

3D models of high detail were created, using **Geomagic Studio 10** software to produce photorealistic texturing, in order to identify traces in the figurines surface that can give hints to archaeologists about their usage.

The number of scans was around 15 scans per object.



3D model of a fragmented figurine





3D model of a figurine's torso



3D model of an artifact



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών

# 3D Αποτύπωση σπήλαιο Πολύφημου Μαρώνειας Laser Scanner Application



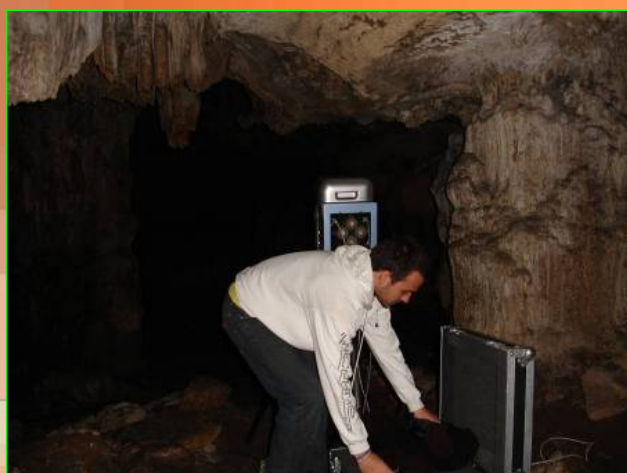


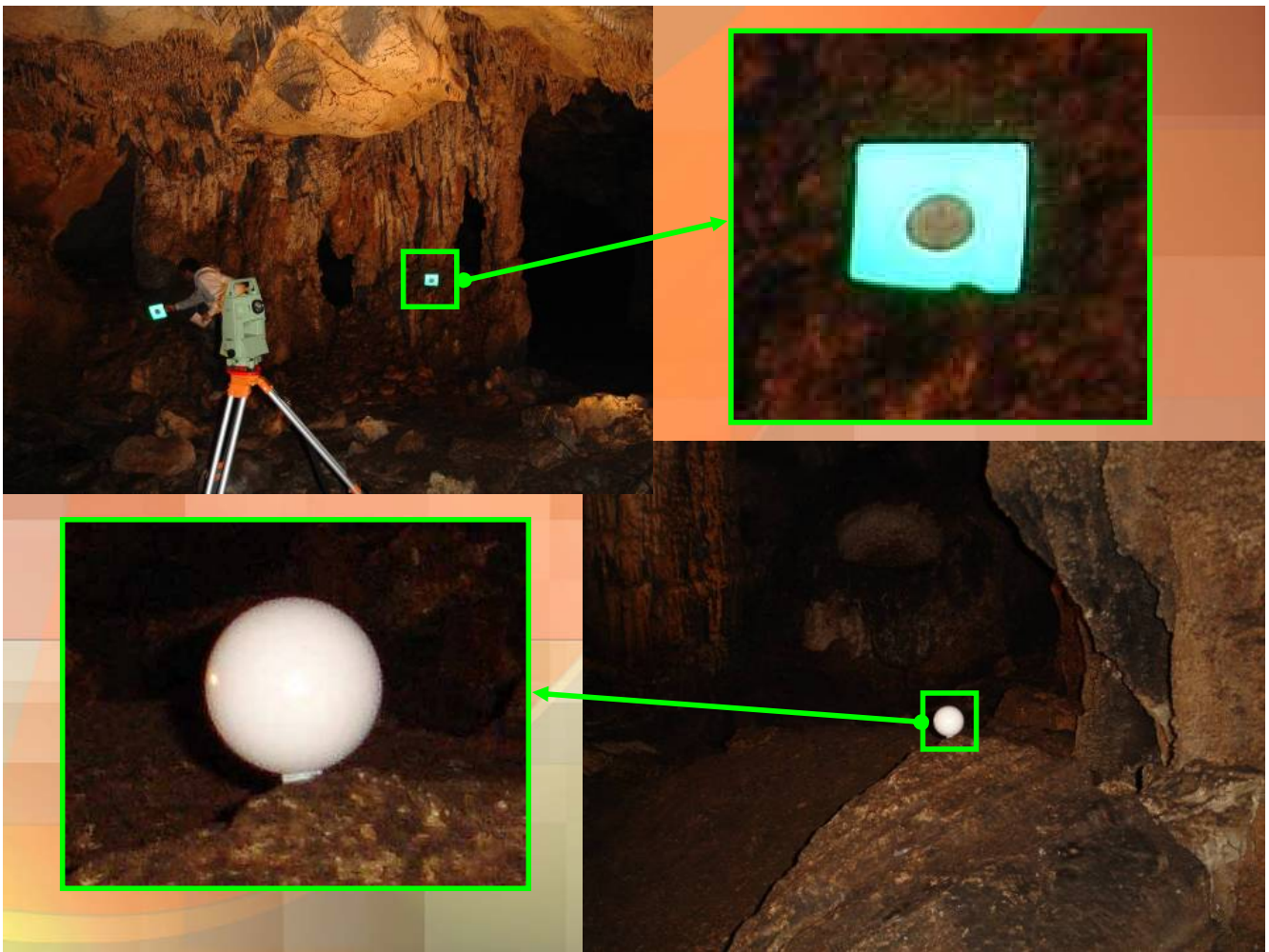


**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**  
**Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών**



**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**  
**Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών**



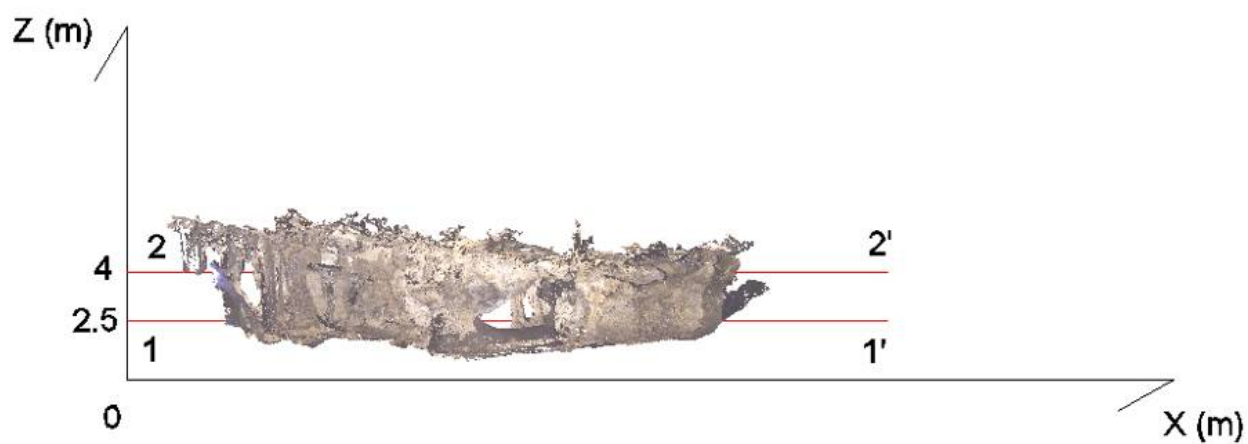


## Hardware – Software used



- ❑ **Trimble GS200 Laser scanner**
  - ❑ 1,5mm point accuracy at 50m
  - ❑ 360 x 60 degrees
- ❑ **Software:**
  - ❑ Cyclone
  - ❑ Polyworks





**Κάτοψη 1-1'**

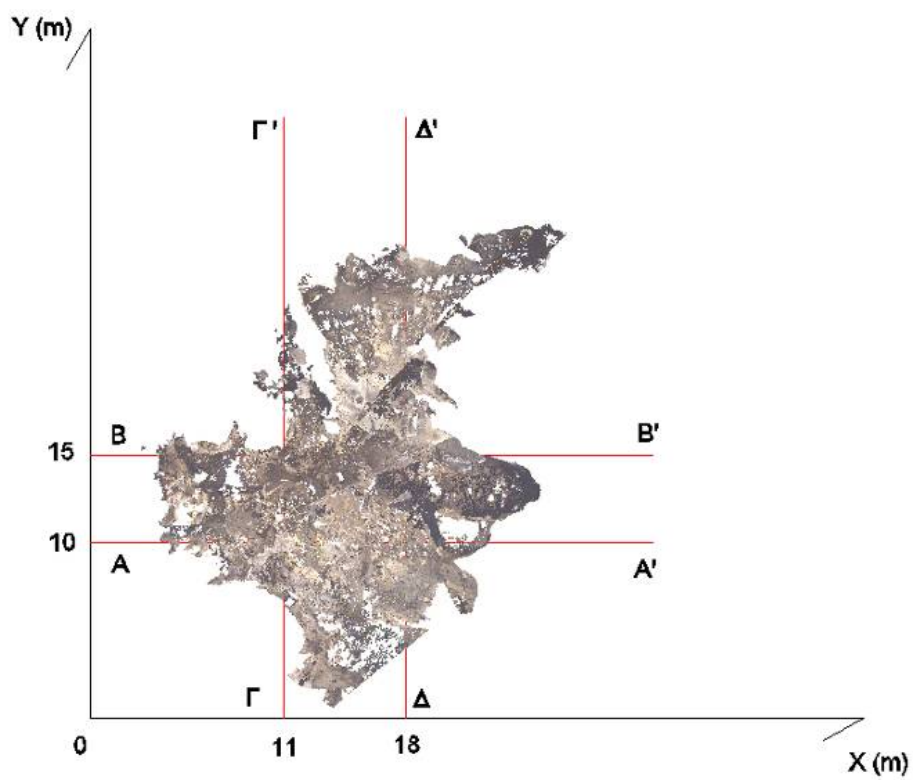




## Κάτοψη 2-2'



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών







**Τομή Α – Α'**



**Τομή Β – Β'**



**Τομή Γ – Γ'**



**Τομή Δ – Δ'**

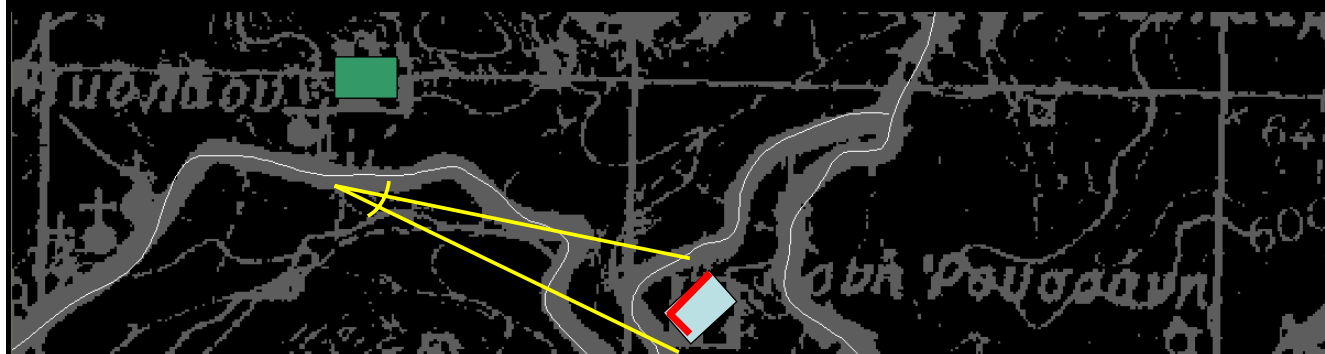




# Αποτύπωση της Μονής Ρουσάνου με Laser Scanner

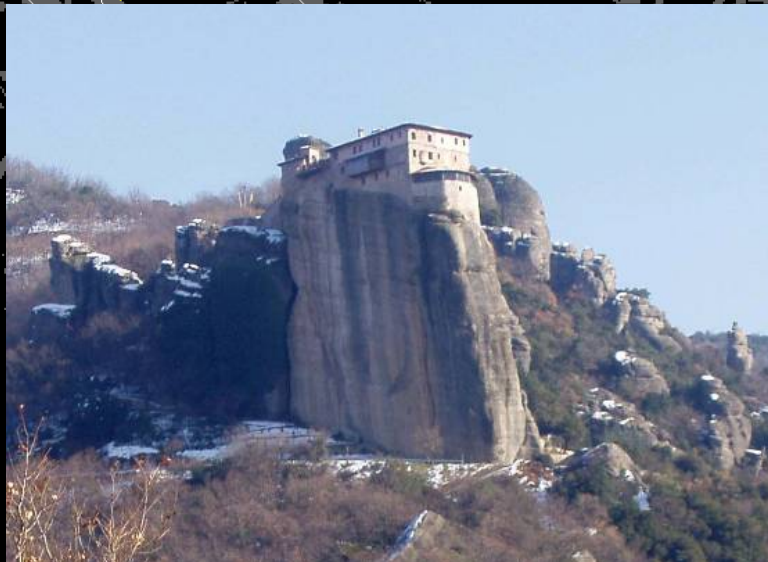


Αποτύπωση Βράχου και Κελύφους της Μονής Ρουσάνου, Μετέωρα



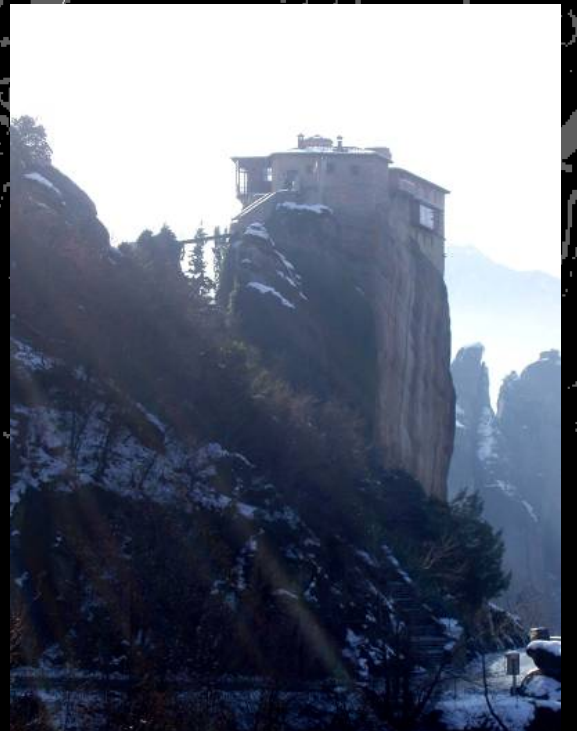
Sop.= 620μ

Ανάλυση 13cm





*Αποτύπωση Βράχου και Κελύφους της Μονής Ρουσσάνου, Μετέωρα*



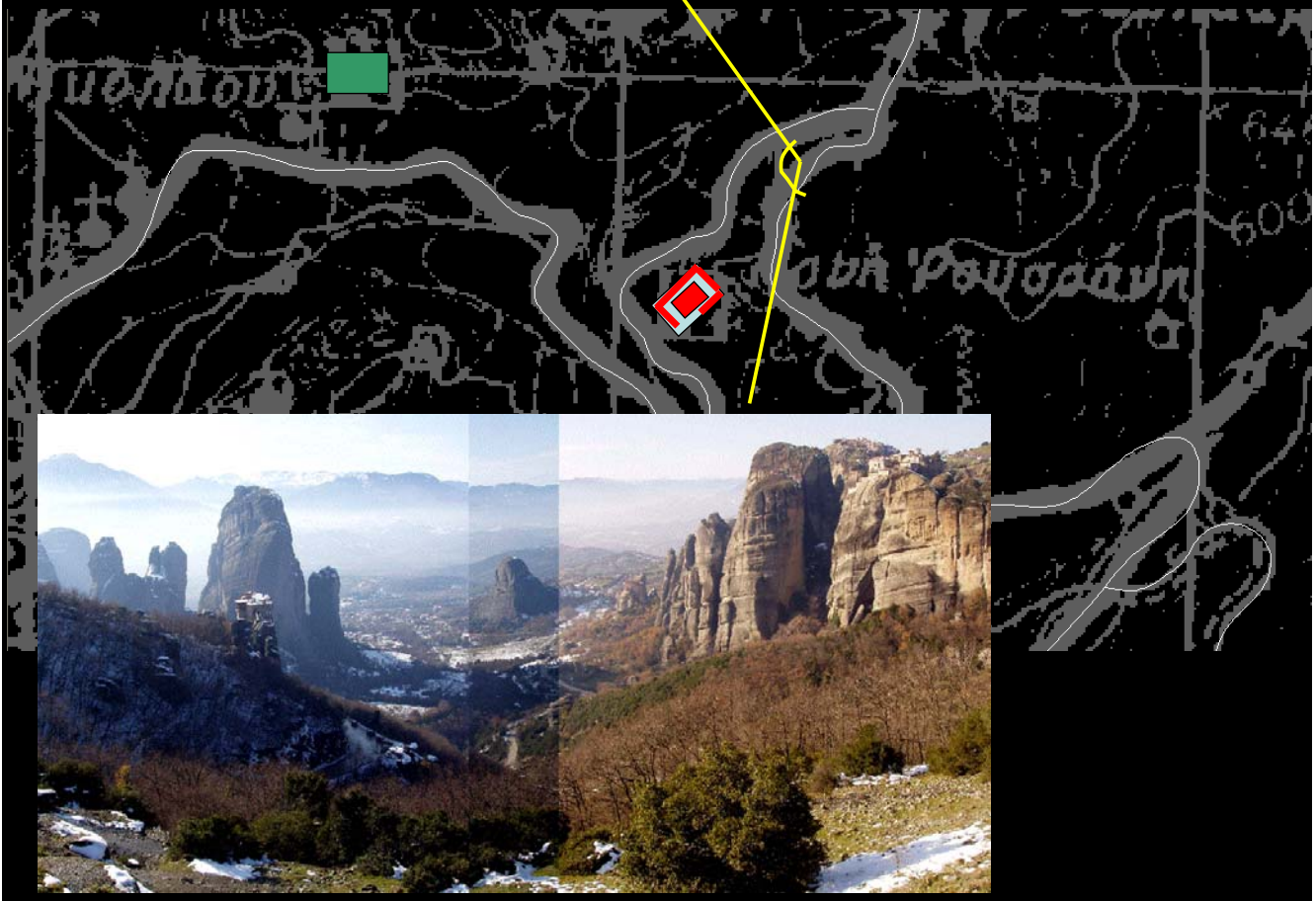
Sop.= 200μ  
Ανάλυση 5cm

*Αποτύπωση Βράχου και Κελύφους της Μονής Ρουσσάνου, Μετέωρα*

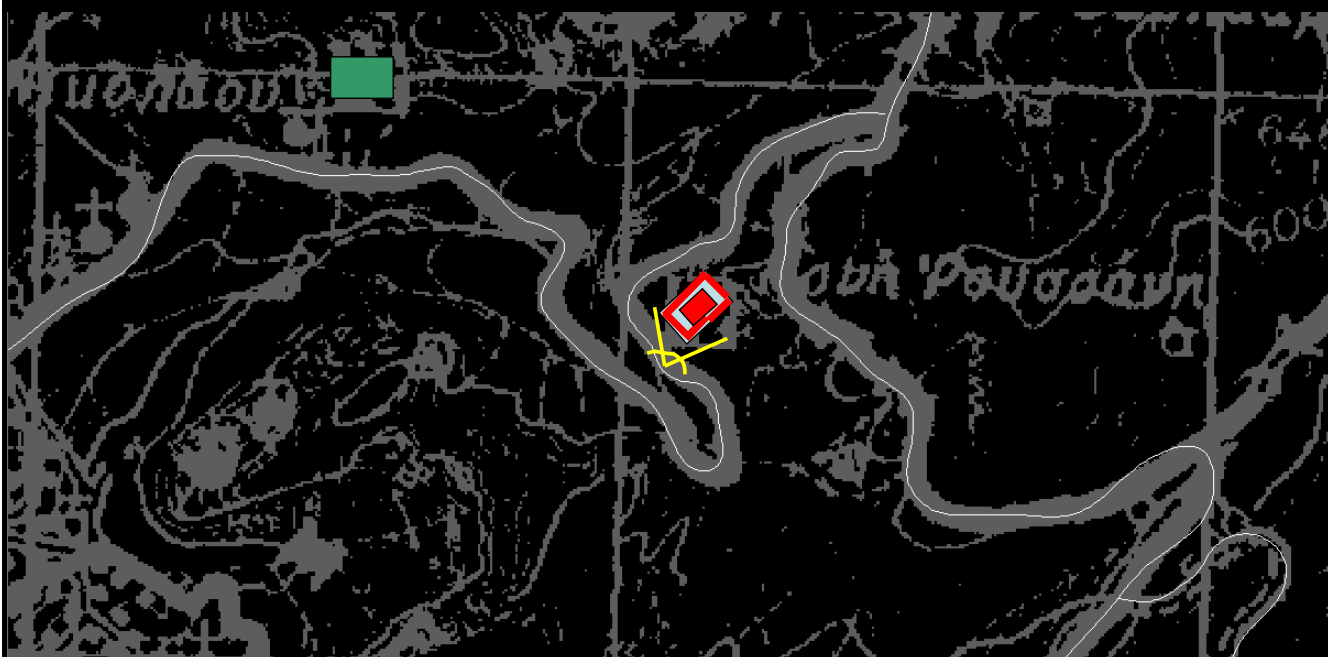


Sop.= 230μ  
Ανάλυση 5,5cm

Αποτύπωση Βράχου και Κελύφους της Μονής Ρουσσάνου, Μετέωρα



Αποτύπωση Βράχου και Κελύφους της Μονής Ρουσσάνου, Μετέωρα



Σορ.= 50μ  
Ανάλυση 3cm





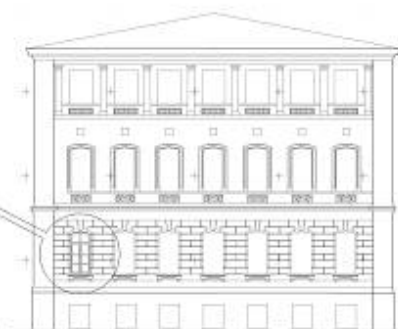


## Σεμινάριο ΔΠΜΣ Νοέμβριος 2009



### ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΟΨΗΣ

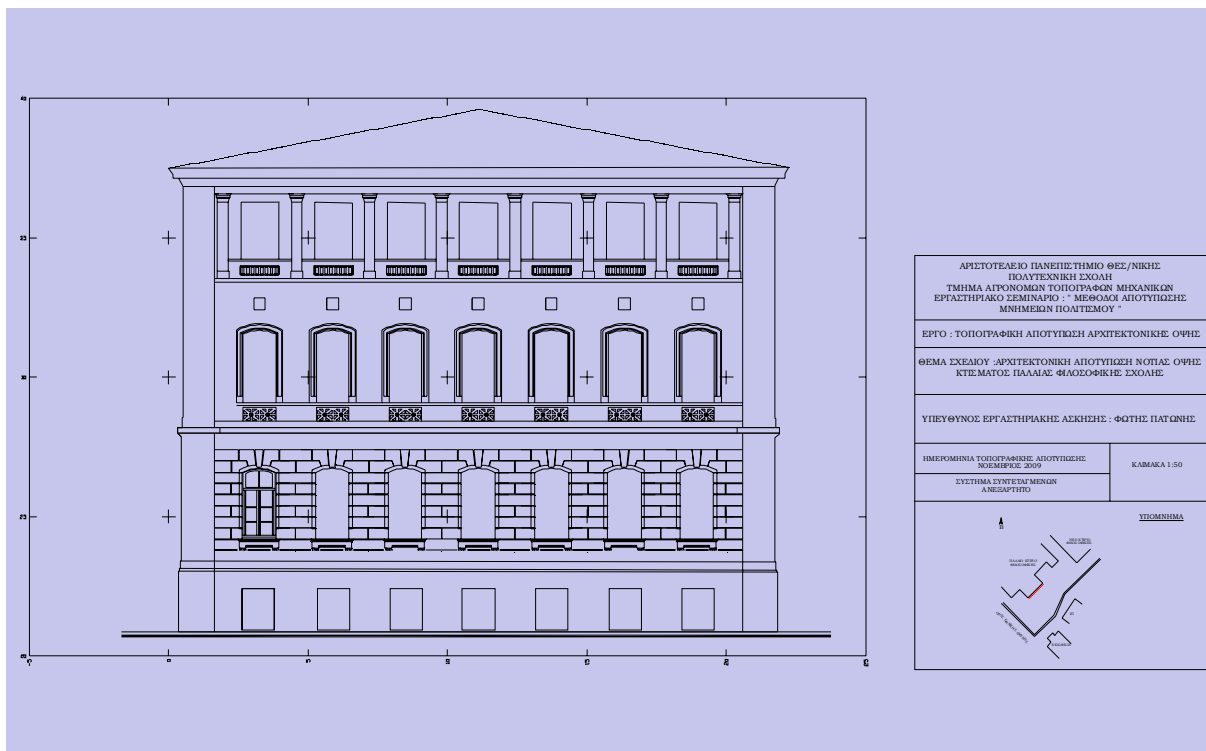
### ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΝΟΤΙΑΣ ΟΨΗΣ ΠΑΛΑΙΑΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ





## ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΟΨΗΣ

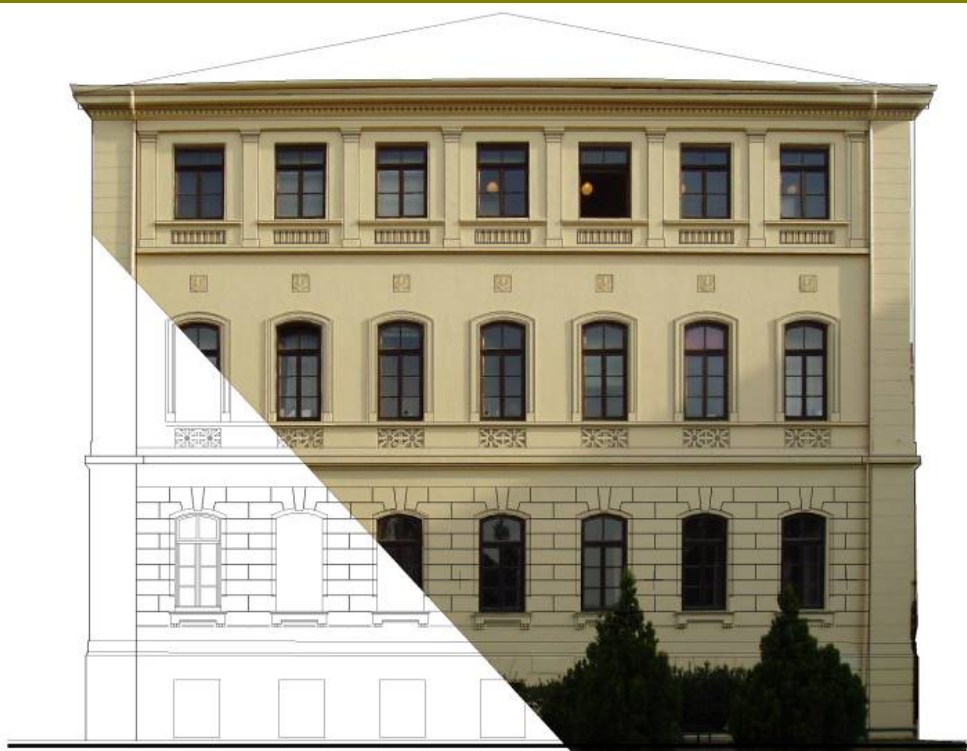
### ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΝΟΤΙΑΣ ΟΨΗΣ ΠΑΛΑΙΑΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ



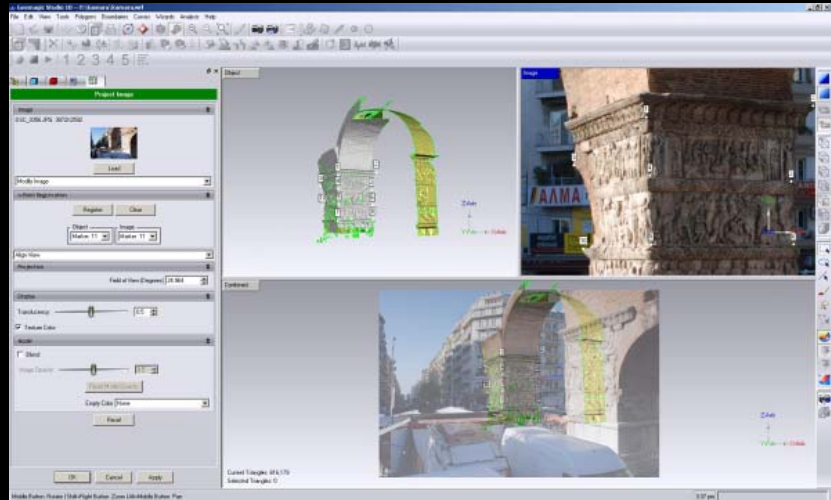
## ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΟΨΗΣ

### ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΝΟΤΙΑΣ ΟΨΗΣ ΠΑΛΑΙΑΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ

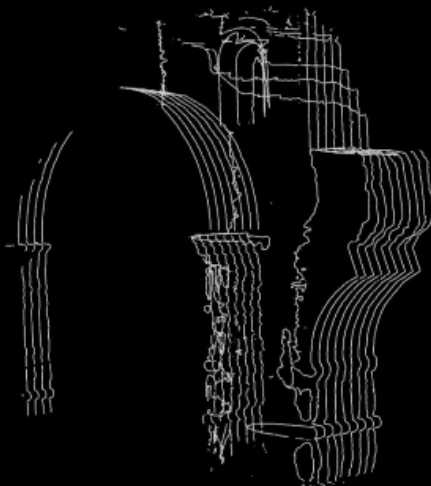
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΚΑΙ  
ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ



## ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΟΨΗΣ ΑΨΙΔΑ ΓΑΛΕΡΙΟΥ

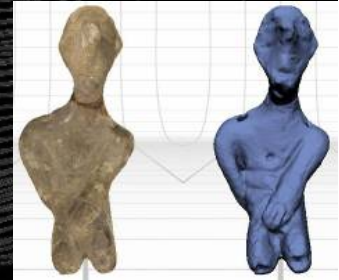


## ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΟΨΗΣ ΑΨΙΔΑ ΓΑΛΕΡΙΟΥ

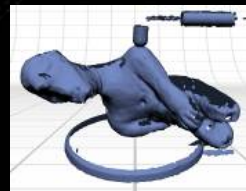




## αποτύπωση μικροαντικειμένων με Micro Laser Scanner



15cm απόσταση,  
12 σαρώσεις,  
ανάλυση 0.7mm,  
αρχικό νέφος 77 MB



15cm απόσταση,  
8 σαρώσεις,  
ανάλυση 0.7mm,  
αρχικό νέφος 3.8 MB

## TEMPORAL STUDY OF COASTAL FRONT OF THE HISTORICAL CENTRE OF THESSALONIKI





The study refers to the **visual representation of the coastal front of the historical center of Thessaloniki** and its changes that have occurred through the years.

The research was initially based on the **photogrammetric processing of archive aerial images (1938)** of Thessaloniki's city centre. Besides the vertical images, **high oblique aerial images dated back to 1932**, proved to be a significant source of information. A rich archive of **old photographic material, sketches, drawings and gravures** of the coastal forehead of the city was also used. **Ortho-images of the coastal front**, derived from **laser scanning (2010)**, and a **3D model of the historical city centre**, derived from the **stereo photogrammetric process of aerial images (1990)**, contributed decisively at the multi temporal study of the city front.

Main outcomes of the present documentation study are:

- The **3D representation of temporal changes** of the coastal front of the historical centre of Thessaloniki.
- The **2D representation of these changes with respect to variations on skyline, lacunas, interventions in old buildings** etc.
- Development of a **multi temporal GIS**.



a)



b)



c)

Aerial images of Thessaloniki: a) before the fire of 1917, b) after the fire, c) in 2010.



a)



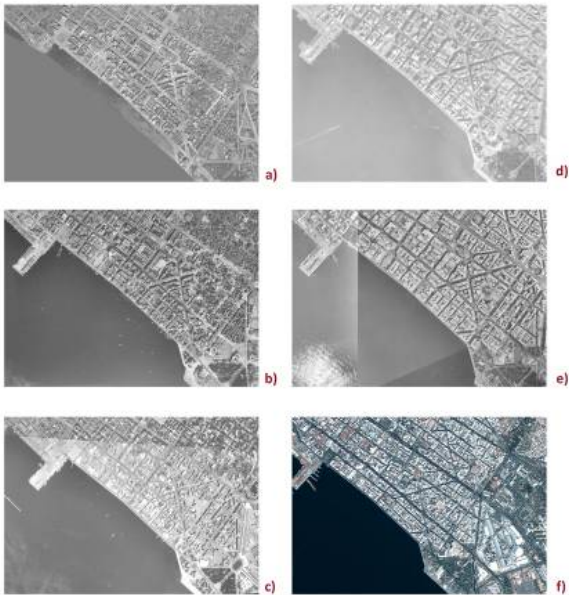
b)



c)

Images taken along the coastal front of Thessaloniki showing: a) Eleftherias square, b) Aristotle's square, c) the White Tower.





*Aerial images of Thessaloniki's coastal front dated back to: a) 1938, b) 1951, c) 1965, d) 1978, e) 1990, f) 2000.*



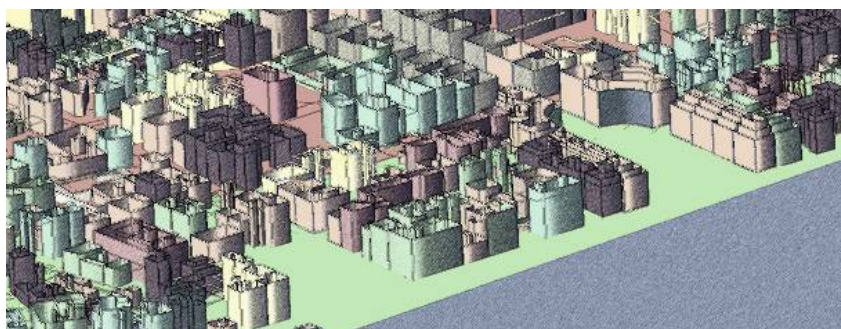
*High oblique aerial images, dated back to 1932, showing the coastal front of the city.*



*Part of the archive of old photographic material used*



*Ortho-images representing part of the coastal front, derived from laser scanning (2010).*



*Part of the 3D model (building silhouettes) of the historical city centre, derived from the stereo photogrammetric process of aerial images (1990).*



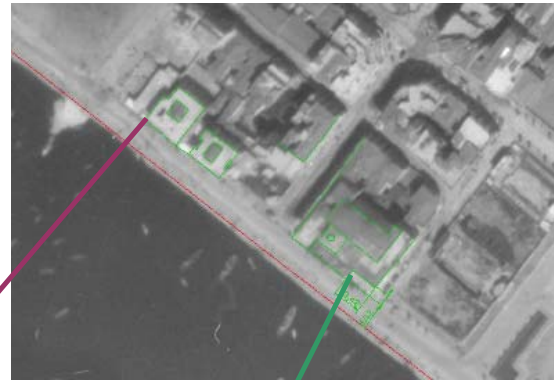
*Ortho-images of the West coastal front of the city, derived from laser scanning (2010), showing the first three building blocks along the waterfront.*

*High oblique aerial image, dated back to 1932, showing the same part of the coastal front of the city.*





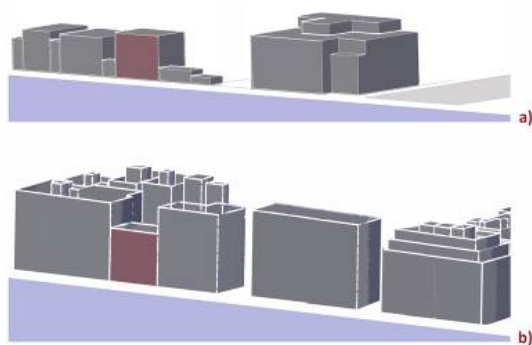
Aerial image of  
Thessaloniki's coastal  
front dated back to 1938.



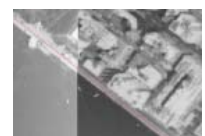
High oblique aerial image,  
dated back to 1932,  
showing the same part of  
the coastal front of the city.



3D representation of  
building volumes showing  
the same part of the  
coastal front of the city:  
a) in 1938, b) in 2010.



1938



1990

High oblique aerial image,  
dated back to 1932,  
showing the same part of  
the coastal front of the city.



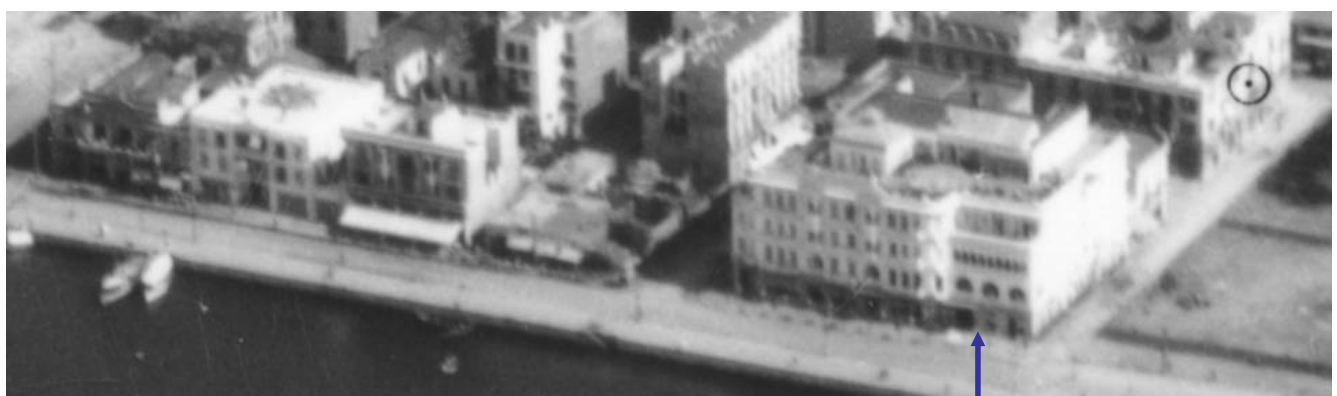
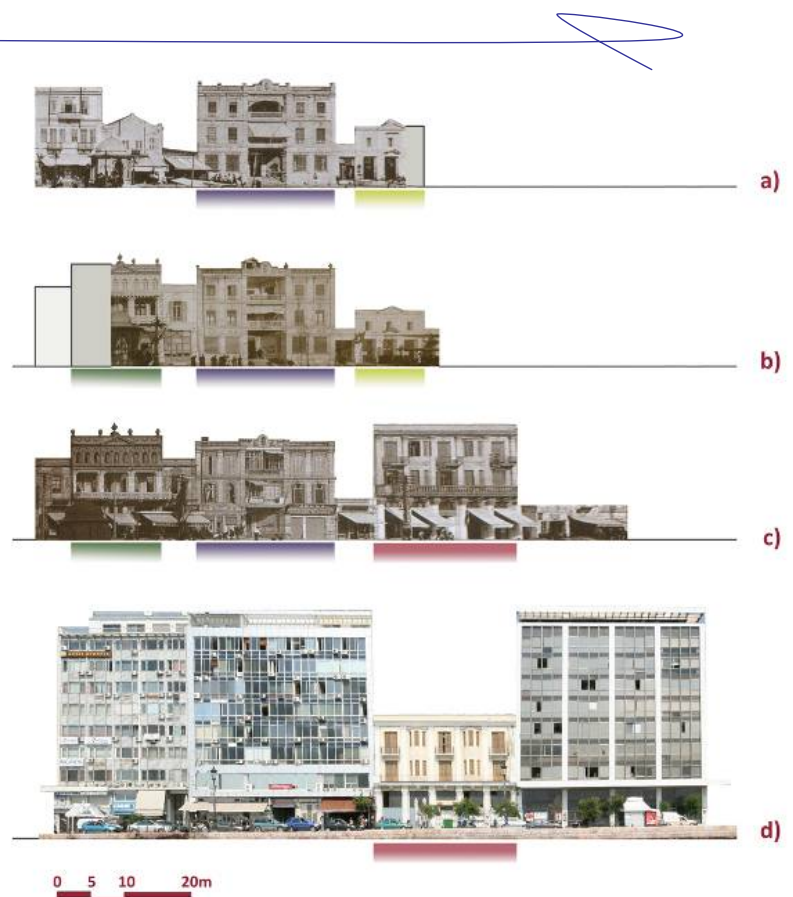
**Photomosaics** of the first block of the West coastal front showing a significant number of temporal changes:

a) at the beginning of the 20<sup>th</sup> century

b) circa 1920

c) 1929

d) present time.



High oblique aerial image, dated back to 1932.

**Graphic restitution methods**, using perspective images representing objects of known dimensions (façade or ground plan) in order to extract geometric information.

Aerial image of Thessaloniki's coastal front dated back to 1938.

