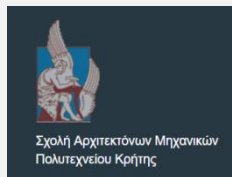


Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

# Τρισδιάστατη μοντελοποίηση: Δυναμικό εργαλείο στην ψηφιακή αναπαράσταση για την ανάδειξη και προβολή της Πολιτιστικής Κληρονομιάς

Η περίπτωση του καθολικού της Ενετικής Μονής του Αγ. Φραγκίσκου-Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων

Οκτώβρης 2018



Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

**Digital Media Lab**

School of Architectural Engineering | Technical University of Crete

**Θεανώ Ανδρουλάκη**

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης

Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού  
Εφορεία Αρχαιοτήτων Χανίων

Β' Κατεύθυνση Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

Επιβλέπων: **Παναγιώτης Παρθένιος**

Αναπληρωτής Καθηγητής  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης



Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείου Κρήτης

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

**Digital Media Lab**

School of Architectural Engineering | Technical University of Crete

Τρισδιάστατη μοντελοποίηση: Δυναμικό εργαλείο στην ψηφιακή αναπαράσταση για την ανάδειξη και προβολή της Πολιτιστικής Κληρονομιάς.

Η περίπτωση του καθολικού της Ενετικής Μονής του Αγ. Φραγκίσκου - Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων.

**Θεανώ Ανδρουλάκη**

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης

Τριμελής εξεταστική επιτροπή :

**Παναγιώτης Παρθένιος** (Επιβλέπων)

Αναπληρωτής Καθηγητής, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

**Αικατερίνη Μανιά**

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

**Αλέξιος Τζομπανάκης**

Επίκουρος Καθηγητής, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

## Περίληψη

Η εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης με τίτλο «Ολοκληρωμένη Προστασία Ιστορικού Δομημένου Περιβάλλοντος με Σύγχρονες Τεχνολογίες και Προηγμένα Υλικά».

Το θέμα της διπλωματικής ορίζεται ως «Τρισδιάστατη μοντελοποίηση: Δυναμικό εργαλείο στην ψηφιακή αναπαράσταση για την ανάδειξη και προβολή της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Η περίπτωση του Καθολικού της Ενετικής Μονής του Αγ. Φραγκίσκου - Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων» και επιβλέποντα τον κ. Π. Παρθένιο, Αναπληρωτή Καθηγητή.

Σε παγκόσμια και ευρωπαϊκή κλίμακα η τρισδιάστατη μοντελοποίηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς βρίσκει σημαντικές και πολυδιάστατες εφαρμογές. Η χρήση των τρισδιάστατων μοντέλων μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο μέσο αποτύπωσης αρχαιολογικών χώρων, μνημείων και αντικειμένων για αρχειακούς και επιστημονικούς λόγους. Τα ψηφιακά μοντέλα αποτελούν δυναμικά εργαλεία στις μελέτες για την καταγραφή της κατάστασης διατήρησης, αποτύπωση φθορών και επιπρόσθετα στην αποτύπωση της αρχικής κατάστασης των μνημείων πριν την έναρξη των εργασιών αποκατάστασης και συντήρησης. Παράλληλα η εκπαιδευτική έρευνα μπορεί να προχωρήσει μέσα από τη μελέτη τρισδιάστατων μοντέλων, μνημείων και αντικειμένων. Ενώ μεγάλη συμβολή μπορεί να υπάρξει στην τουριστική προβολή και προώθηση μιας περιοχής. Παράλληλα με συνεχείς εξελίξεις και βελτιώσεις των τεχνολογιών και των λογισμικών ψηφιακής αποτύπωσης τα τρισδιάστατα μοντέλα της πολιτιστικής κληρονομιάς χρησιμοποιούνται για ψηφιακές περιηγήσεις εικονικής και ελαυξημένης πραγματικότητας με σκοπό την αποτύπωση της αίσθησης και της ατμόσφαιρας.

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η τρισδιάστατη αποτύπωση μνημείου της περιοχής των Χανίων. Η περίπτωση του Καθολικού της Ενετικής Μονής του Αγ. Φραγκίσκου που σήμερα στεγάζεται το Αρχαιολογικό Μουσείο των Χανίων και εν όψει της μεταστέγασης του Μουσείου σε νέο σύγχρονο κτήριο αποτελεί ιδανική πρόταση.

Οι εργασίες απόκτησης των δεδομένων, πραγματοποιήθηκαν μετά από προγραμματισμένη οργάνωση, με πολλές επισκέψεις επί τόπου στο μνημείο, με επίγεια και εναέρια φωτογράφιση των χώρων με τη χρήση ψηφιακών μηχανών και εξοπλισμού που διαθέτουν τα εργαστήρια Ψηφιακών Μέσων Σχεδιασμού (Digital Media Lab) και Sense Lab του Πολυτεχνείου Κρήτης. Στη συνέχεια η επεξεργασία των δεδομένων με ειδικά λογισμικά τρισδιάστατης μοντελοποίησης χώρων και απόδοσης τελικών προϊόντων πραγματοποιήθηκε επίσης στο Digital Media Lab. Η καταγραφή του υλικού εξοπλισμού, των ψηφιακών προγραμμάτων, η πορεία των εργασιών, οι μεθοδολογίες απεικόνισης, τα προβλήματα και τα αποτελέσματα των μεθόδων θα συμβάλλουν στην έρευνα για την προστασία, την προβολή και την ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς.



# Using 3D Modeling to promote Cultural Heritage.

## Case Study:

The Archaeological Museum of Chania,  
the church of the Venetian Monastery of St. Francis,  
in Crete, Greece

### *Abstract*

During the last decades, 3D Modeling techniques in Cultural Heritage are used to promote archaeological sites, monuments and artifacts worldwide. In this study we would like to present our research realized in Digital Media Lab, in the School of Architecture, Technical University of Crete. Nowadays the church of the Venetian Monastery of St. Francis, in Crete, Greece, houses the Archaeological Museum of Chania, but in the near future the collections of the museum will be transferred in a new contemporary building. The digital model of the monument was created using Structure from Motion techniques and the final model was uploaded in Sketchfab Platform. Using Oculus Rift and Vive HTC, future virtual tours can be performed, capturing the atmosphere of the space as it is organized today with the collections and offering an experience that will soon be lost.





## Ευχαριστίες

Η διπλωματική εργασία με τίτλο «Τρισδιάστατη μοντελοποίηση: Δυναμικό εργαλείο στην ψηφιακή αναπαράσταση για την ανάδειξη και προβολή της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Η περίπτωση του Καθολικού της Ενετικής Μονής του Αγ. Φραγκίσκου - Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων» ολοκληρώθηκε με τη συμβολή και τη βοήθεια αρκετών καθηγητών, συναδέλφων και φίλων τους οποίους θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά.

Ευχαριστώ θερμά:

Τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Π. Παρθένιο, αναπληρωτή καθηγητή και διευθυντή του Εργαστηρίου Ψηφιακών Μέσων Σχεδιασμού (Digital Media Lab) και του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών, της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης, αρχικά για την εμπιστοσύνη και τη στήριξη στην πρότασή μου για το δύσκολο θέμα της διπλωματικής και στη συνέχεια για τη συνεχή καθοδήγηση και συνεργασία, με όλα τα μέσα, τεχνικά, ψηφιακά και υλικά ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα.

Τους κ. καθηγητές, μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής, κ. Αικ. Μανιά, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών του Πολυτεχνείου Κρήτης και κ. Αλ. Τζομπανάκη, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Την Προϊσταμένη της Εφορείας Αρχαιοτήτων Χανίων, Δρ. Ε. Παπαδοπούλου, για τη θετική της στάση σε όλη τη διάρκεια παρακολούθησης του μεταπτυχιακού προγράμματος και κυρίως για τις θετικές και άμεσες απαντήσεις στα αιτήματα για τις σχετικές άδειες σε όλα τα στάδια της έρευνας.

Τον κ. Π. Παρτσινέβελο, αναπληρωτή καθηγητή και διευθυντή του εργαστηρίου SenseLab, της Σχολής Ορυκτών Πόρων, του Πολυτεχνείου Κρήτης για τη συνεργασία μας στην αποτύπωση των δεδομένων, για τη μοντελοποίηση της στέγης του μνημείου με πραγματοποίηση πτήσης μη επανδρωμένου εναέριου οχήματος (UAV).

Τον κ. Κ-Α. Ουγγρίνη, αναπληρωτή καθηγητή και διευθυντή του εργαστηρίου TUC TIE Lab της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης για την πρόθυμη συνεργασία και χρήση του ισχυρού υπολογιστή του εργαστηρίου για δοκιμαστική μοντελοποίηση τμημάτων του μνημείου.

Τις κ. κ. Μ. Σολινταδάκη και Κ. Μπουράκη, ειδικό τεχνικό εργαστηριακό προσωπικό του εργαστηρίου Ψηφιακών Μέσων Σχεδιασμού για την άμεση και αποτελεσματική βοήθεια και τεχνική υποστήριξη σε όλη διάρκεια της εργασίας.

Τον κ. Αλ. Πετειναρέλη, για τη συμβολή του ως διδάσκοντα ΠΔ 407, της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Τους συμφοιτητές και φίλους, αρχιτέκτονες Ε. Γερεουδάκη και Γ. Βιδάλη για τη βοήθεια τους και πάντα με ευχάριστη διάθεση, στη γνωριμία και εξοικείωση με τα προγράμματα ψηφιακού σχεδιασμού.

Τους φύλακες και το προσωπικό του Αρχαιολογικού Μουσείου Χανίων για τη βοήθεια τους κατά τη διάρκεια των εργασιών αποτύπωσης των δεδομένων επί τόπου στο μνημείο.

Τις κ. κ. Π. Δημητριάδου, Α. Μυλωνά, Ν. Ζαμπετουλάκη, Αμ. Μπουντρογιάννη, Αγγ. Καραπατάκη και Αδ. Καραγκούννη, συναδέλφους και φίλες, στα εργαστήρια συντήρησης του Νέου Αρχαιολογικού Μουσείου Χανίων για την υποστήριξη τους στο μεγάλο χρονικό διάστημα εκπόνησης της εργασίας.

Την οικογένειά μου για την υπομονή και στηρίξη τους σε όλη τη διάρκεια παρακολούθησης του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών.



# Σκοπός της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

**Σκοπός** της εργασίας είναι η παραγωγή του ψηφιακού τρισδιάστατου μοντέλου του καθολικού της ενετικής μονής του Αγ. Φραγκίσκου που βρίσκεται στην Παλιά Πόλη των Χανίων και στεγάζει την έκθεση του Αρχαιολογικού Μουσείου. Η έκθεση σε σύντομο χρόνο θα μετακινηθεί στο νέο σύγχρονο κτήριο στη Χαλέπα.

Η ψηφιακή μοντελοποίηση του μνημείου έχει στόχο την προσπάθεια αποτύπωσης της ατμόσφαιρας και της αίσθησης που αποπνέει σήμερα σαν Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων αφού σε σύντομο χρόνο θα σταματήσει η λειτουργία του και η έκθεση θα μεταφερθεί.

Η παραγωγή του ψηφιακού μοντέλου υλοποιείται με τη φωτοφραμμετρική τεχνική, «Δομή από κίνηση» και έχει σκοπό την οπτικοποίηση του μνημείου και του εκθεσιακού χώρου, με τα εκθέματα του. Έτσι μελλοντικά είναι δυνατόν να διεξάγονται εικονικές περιηγήσεις, ειδικών και κοινού, σε μια μουσειακή έκθεση που δεν θα υπάρχει πια.

Η περιήγηση θα πραγματοποιείται μέσα από πλατφόρμες, εφαρμογές και συσκευές εικονικής πραγματικότητας.



# Δομή Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

- **Περίληψη**

Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση αρχαιολογικών αντικειμένων, μνημείων και χώρων για την προβολή, διαχείριση και ανάδειξη της Πολιτιστικής Κληρονομιάς.

- **Στόχος της εργασίας**

Μοντελοποίηση της έκθεσης του Αρχαιολογικού Μουσείου Χανίων, που σήμερα στεγάζεται στο καθολικό της ενετικής μονής του Αγ. Φραγκίσκου, ενόψει μετακίνησης στο νέο κτήριο στη Χαλέπα.

Το ψηφιακό μοντέλο είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για εικονικές περιηγήσεις στο μέλλον.

- **Θεωρητικό Μέρος**

Μέθοδοι και διαδικασία παραγωγής τρισδιάστατων μοντέλων της Πολιτιστικής Κληρονομιάς  
Τεχνική μοντελοποίησης: Δομή από κίνηση (Structure from Motion, SfM)

Ψηφιακή περιήγηση

- **Εργασία στο πεδίο**

Αποτύπωση δεδομένων με φωτογράφιση, χρήση σαρωτή Structure Sensor, πτήση UAV, μετρήσεις διαστάσεων

- **Εργασία στο γραφείο**

Επεξεργασία των δεδομένων που αποτυπώθηκαν με τα προγράμματα : Agisoft Photoscan, Reality Capture, ReCap, 3ds Max, Sketchfab

- **Αποτελέσματα - Συμπεράσματα**

# Μεθοδολογία

Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση αρχαιολογικών χώρων, μνημείων και ευρημάτων στοχεύει στην παραγωγή ψηφιακών προϊόντων με υψηλή ακρίβεια αποτύπωσης ώστε να είναι δυνατή η χρήση τους από επιστήμονες και ευρύ κοινό, για ερευνητικούς, εκπαιδευτικούς και περιηγητικούς σκοπούς.

Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση, του μνημείου του καθολικού της ενετικής μονής του Αγ. Φραγκίσκου, πραγματοποιήθηκε με τη φωτογραμμετρική τεχνική «Δομής από κίνηση».

Στην εργασία μας παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας, ο υλικός εξοπλισμός και τα λογισμικά που δοκιμάστηκαν, τα λογισμικά που τελικά εφαρμόστηκαν για τη μοντελοποίηση του μνημείου, οι δυσκολίες που προέκυψαν σε κάθε στάδιο εργασίας και τα τελικά αποτελέσματα και συμπεράσματα.





## Ψηφιακές τεχνολογίες και πολιτιστική κληρονομιά

Η ανάπτυξη και η εξέλιξη των ψηφιακών τεχνολογιών βρίσκει σημαντική εφαρμογή στη διαχείριση, προβολή, ανάδειξη και αξιοποίηση της Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Οι ψηφιακές τεχνολογίες βοηθούν επίσης στη μελέτη και παρουσίαση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχει αλλάξει ο τρόπος καταγραφής, αρχειοθέτησης και μελέτης των ευρημάτων, των μνημείων και των ανασκαφών από τους αρχαιολόγους και τους ιστορικούς. Οι μελετητές που αποτυπώνουν τις ανασκαφικές εργασίες, τους αρχαιολογικούς χώρους και τα μνημεία μειώνουν το χρόνο και βελτιώνουν την ποιότητα της αποτύπωσης. Η χρήση των σύγχρονων τεχνολογιών δεν έχει σκοπό την αντικατάσταση των αρχαιολόγων, σχεδιαστών, αναστηλωτών ή συντηρητών αλλά στοχεύει στο να προσφέρει βοήθεια και να απλουστεύσει την επίπονη και πολύωρη εργασία των επιστημόνων.



# *Εφαρμογές της Προηγμένης Τρισδιάστατης Μοντελοποίησης της Πολιτιστικής Κληρονομιάς*

Ποικίλες είναι οι εφαρμογές των προϊόντων της προηγμένης τρισδιάστατης μοντελοποίησης (Advanced 3D Modelling) στο πεδίο των ερευνών της Πολιτιστικής Κληρονομιάς.

Τα τρισδιάστατα μοντέλα αρχαιολογικών χώρων, μνημείων και ευρημάτων χρησιμοποιούνται για:

- Την αποτύπωση για αρχειακούς και επιστημονικούς λόγους
- Τη μελέτη της κατασκευής (τεχνοτροπίες και υλικά)
- Την πρόσβαση στον υπολογισμό του μεγέθους και των διαστάσεων για χρήση σε μελέτες
- Την καταγραφή της κατάστασης διατήρησης και την αποτύπωση των φθορών
- Την καταγραφή και την αποτύπωση της αρχικής κατάστασης πριν την έναρξη εργασιών αποκατάστασης
- Τη συνεχή και εύκολη πρόσβαση κυρίως για τους απομακρυσμένους και μεγάλου μεγέθους χώρους και μνημεία
- Την εκπαιδευτική έρευνα
- Την τουριστική προβολή και τις Εικονικές Περιηγήσεις



# *Μέθοδοι αποτύπωσης των δεδομένων για τη δημιουργία των 3D Μοντέλων Αρχαιολογικών Χώρων, Μνημείων, Ευρημάτων*

- Laser Scanners
- Φωτογραμμετρία
- Συνδυασμός



## 3D Μοντελοποίηση με Laser Scanners

Τα Laser Scanners είναι ακριβός και εξειδικευμένος εξοπλισμός για αποτύπωση δεδομένων στις ψηφιακές μοντελοποιήσεις. Υπάρχουν πολλοί τύποι ανάλογα με τη χρήση και τις διαφορετικές εφαρμογές. Χωρίζονται σε επίγεια και εναέρια.

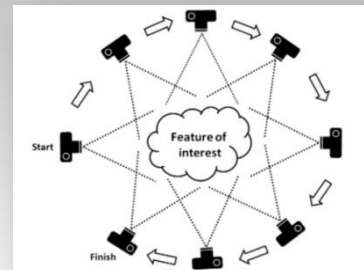




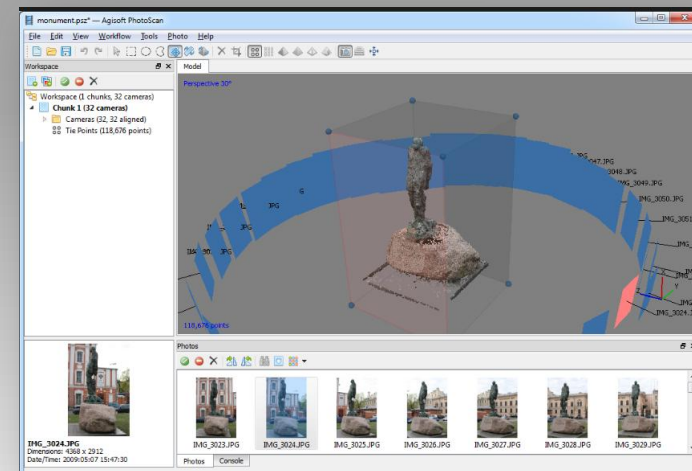
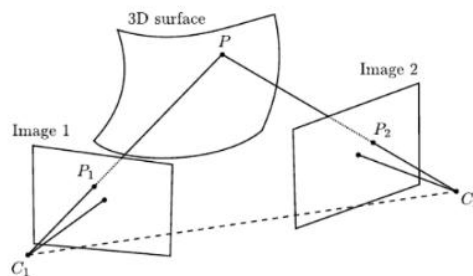
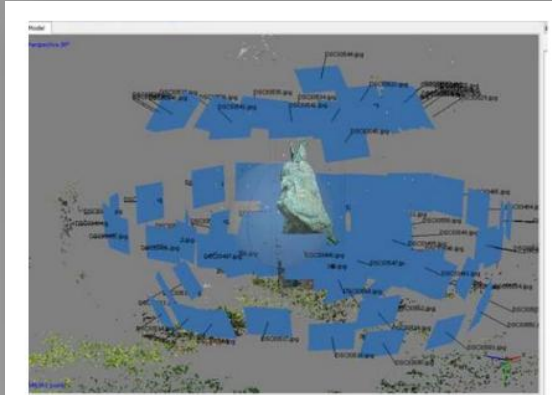
# Μοντελοποίηση με την τεχνική «Δομής από κίνηση»

## Structure from Motion Technique (SfM)

- Αναπτυσσόμενη τεχνική, για υψηλής ανάλυσης τοπογραφικές αναπαραστάσεις, χαμηλού κόστους και ιδανική για εφαρμογή σε απομακρυσμένες περιοχές.
- Αποτύπωση πλήθους εικόνων με ψηφιακές μηχανές μετρικές και μη, με συγκεκριμένη μεθοδολογία
- Επεξεργασία με λογισμικά παραγωγής απόδοσης της γεωμετρίας του χώρου ή των αντικειμένων σε μορφή νέφους σημείων (point cloud)
- Για την απόδοση της γεωμετρίας απαιτούνται τουλάχιστον τρεις αντιστοιχίες σημείων χώρου εικόνας και αντικειμένου.
- Λειτουργεί με τη λογική της στερεοσκοπικής φωτογραμμετρίας όπου η αναπαράσταση της τρισδιάστατης κατασκευής γίνεται από σειρές αλληλεπικαλυπτόμενων εξισορροπημένων εικόνων.
- Διαφέρει από την παραδοσιακή φωτογραμμετρία γιατί η γεωμετρία του χώρου, οι θέσεις της κάμερας και ο προσανατολισμός επιλύονται αυτόματα χωρίς να είναι αναγκαίο να οριστούν από πριν.
- Η ακριβής θέση των επιφανειών μπορεί να ορισθεί με την τοποθέτηση στόχων με γνωστές συντεταγμένες.



# 3D Μοντελοποίηση με την τεχνική «Δομής από Κίνηση»



# Εφαρμογές της τεχνικής SfM σε δύο μνημεία των Χανίων στο εργαστήριο Ψηφιακών Μέσων Σχεδιασμού

Γυαλί Τζαμισί στο Ενετικό Λιμάνι



Ι.Ν. Μεταμόρφωσης του Σωτήρα  
στα Μεσκλά



<https://skfb.ly/NnNR>

## Παρουσίαση των αποτελεσμάτων των ερευνών του ΠΜΣ σε διεθνή συνέδρια

- Combining structure from motion techniques with low cost equipment for a complete 3D reconstruction of a 13<sup>th</sup> century church.

The case of transformation of the Saviour church in Meskla, in Crete island.

P. Parthenios, Th. Androulaki, E. Gereoudaki, G. Vidalis

*Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Congress on Archaeology, Computer Graphics, Cultural Heritage and Innovation 'ARQUEOLÓGICA 2.0' in Valencia (Spain), Sept. 5 – 7, 2016*

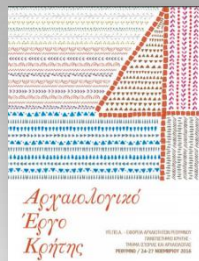


- Τρισδιάστατη ψηφιακή απεικόνιση μνημείων με χρήση απλής ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής και ειδικού λογισμικού.

Οι περιπτώσεις τρισδιάστατης μοντελοποίησης του Γυαλί Τζαμί στο Ενετικό Λιμάνι των Χανίων και του Ι.Ν. της Μεταμόρφωσης του Σωτήρα στα Μεσκλά Χανίων.

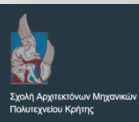
Π. Παρθένιος, Θ. Ανδρουλάκη, Ε. Γερεουδάκη, Γ. Βιδάλης

*Πρακτικά Συνεδρίου 4<sup>ου</sup> Αρχαιολογικού Έργου Κρήτης, Ρέθυμνο, 24-27 Νοεμβρίου 2016*



**Digital Media Lab**

School of Architectural Engineering | Technical University of Crete



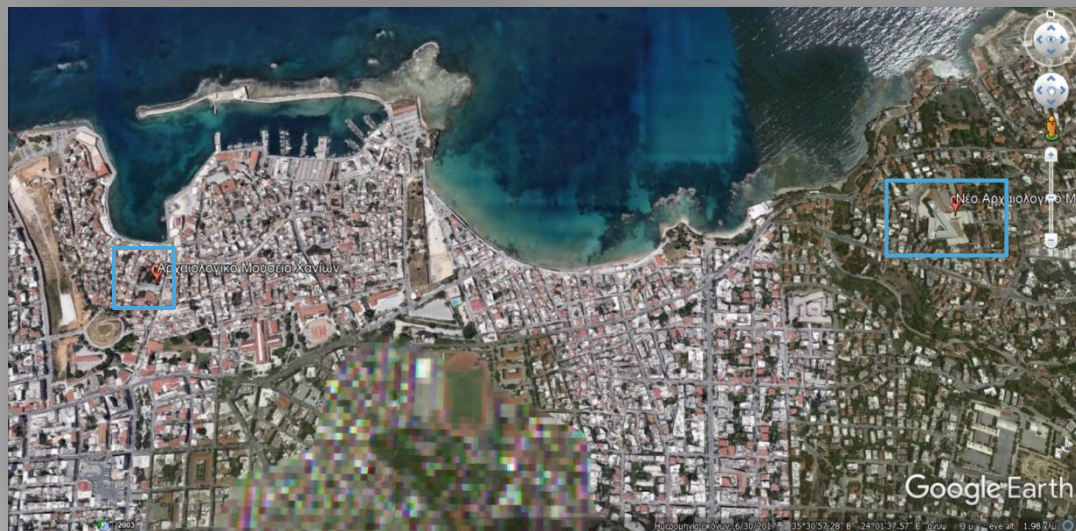
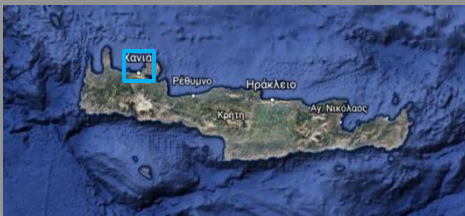
Θεανώ Ανδρουλάκη  
Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης  
Β' Κατεύθυνση ΠΜΣ Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης



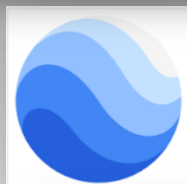


## Case Study Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων: από τον Αγ. Φραγκίσκο στο νέο κτήριο στη Χαλέπα





Το Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων από το 1963 στεγάζεται στο καθολικό της Ενετικής Μονής του Αγ. Φραγκίσκου στην Παλιά Πόλη. Σε σύντομο χρόνο θα σταματήσει η λειτουργία του εκεί και η έκθεση θα μεταφερθεί στο σύγχρονο κτήριο της Χαλέπας.



Google Earth



Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

**Digital Media Lab**

School of Architectural Engineering | Technical University of Crete

Θεανώ Ανδρουλάκη  
Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης  
Β' Κατεύθυνση ΠΜΣ Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης



# Ιστορικό πλαίσιο

Μετά από μία σειρά διεκδικήσεων, τελικά το 1211 η Κρήτη οριστικοποιείται στα χέρια των Ενετών, κυριαρχία που θα κρατήσει μέχρι το 1669, και θα αποτελέσει μία ενιαία διοικητική περιφέρεια με το όνομα «Βασίλειο της Κρήτης».

Η βενετσιάνικη αρχιτεκτονική εκπροσωπείται επάξια με δείγματα διάσπαρτα σε όλο το νησί. Σχεδιάζονται από ενετούς αρχιτέκτονες και κατασκευάζονται μεγάλα οχυρωματικά έργα, λιμάνια, φρούρια, δημόσια κτήρια, πλατείες, ναοί και μοναστήρια.

Οι πιο μεγαλοπρεπείς μονές των μεγάλων πόλεων της Κρήτης ανήκαν στο Τάγμα των Φραγκισκανών, αφιερωμένες στον Άγιο Φραγκίσκο της Ασίζης.



Χάρτης της Κρήτης  
της εποχής της Αναγέννησης  
κατασκευασμένος με περίπλου





Οι ενετοί με την άφιξη τους στην Κρήτη ανάμεσα στα μεγάλα έργα ανοικοδόμησης που ξεκίνησαν άρχισαν να κατασκευάζουν μονές σε όλες της μεγάλες πόλεις. Οι πιο μεγαλοπρεπείς ανήκαν στο Τάγμα των Φραγκισκανών, αφιερωμένες στον Άγιο Φραγκίσκο της Ασίζης.

Η μεγαλύτερη, ιδρύθηκε στο Ηράκλειο αμέσως μετά την άφιξη τους στο νησί. Δε σώζεται μέχρι σήμερα γιατί καταστροφικοί σεισμοί επέφεραν επανειλημμένα φθορές στο μνημείο, έτσι από το 1390 ακολούθησαν αρκετές φάσεις επεμβάσεων και ανακατασκευών μέχρι το 1912, που τελικά κατεδαφίστηκε.

**Η ενετική μονή του Αγ. Φραγκίσκου στο Ηράκλειο,**  
όπως είχε αποτυπωθεί από τους περιηγητές λίγο πριν την  
κατεδάφιση της.

*Gerola II,  
I Monumenti Veneti dell' Isola Di Creta,  
Le chiese dei Conventi, σ. 114-116.*



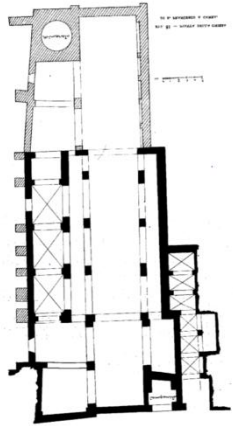




Σε όλες τις μεγάλες πόλεις της Κρήτης κατασκευάζονται από τους Ενετούς μεγαλοπρεπείς μονές αφιερωμένες στον Άγιο Φραγκίσκο της Ασίζης.

Στο Ρέθυμνο το καθολικό της ενετικής μονής του Αγ. Φραγκίσκου στεγάζει προσωρινά το Αρχαιολογικό Μουσείο





**Η ενετική μονή  
του Αγ.  
Φραγκίσκου  
στα Χανιά**

*Gerola II,  
I Monumenti  
Veneti dell' Isola  
Di Creta,  
Le chiese dei  
Conventi,  
σ. 131-134.*



Η Μονή του Αγίου Φραγκίσκου των Φραγκισκανών είναι ο μεγαλύτερος ενετικός ναός της πόλης των Χανίων. Σώζεται στο μεγαλύτερο μέρος του αλλοιωμένο από σύγχρονες επεμβάσεις.

Οι πρόσφατες εργασίες αποκατάστασης του εσωτερικού του ναού αποκάλυψαν τις διάφορες οικοδομικές φάσεις, ορισμένες από τις οποίες συνδέονται και με την πολεοδομική εξέλιξη της πόλης. Η βάση του πύργου του υψηλού καμπαναριού σώζεται στην ανατολική πλευρά του μνημείου.


Στα χρόνια της Τουρκοκρατίας ο ναός του Αγίου Φραγκίσκου μετατράπηκε στο Γιουσούφ Πασά Τζαμισί. Τότε προστέθηκε στη βορειοδυτική πλευρά ο ερειπωμένος σήμερα μιναρές και η οκταγωνική κρήνη στην αυλή.

Στη συνέχεια μετατράπηκε σε κινηματογράφο και κέντρο διασκέδασης.

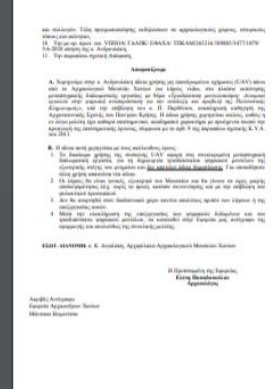
Από το 1963 μέχρι σήμερα στεγάζει το Αρχαιολογικό Μουσείο.

Το καθολικό της ενετικής μονής του Αγ. Φραγκίσκου είναι μνημείο, ανήκει στο Ελληνικό Υπουργείο Πολιτισμού και υπάγεται στις αρμοδιότητες της Εφορίας Αρχαιοτήτων Χανίων. Πριν την έναρξη οποιασδήποτε εργασίας, ήταν απαραίτητο να προηγηθούν τα σχετικά αιτήματα για άδειες εργασίας, μελέτης και έρευνας.

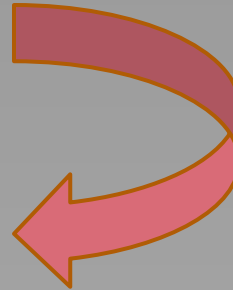
Μετά τη λήψη των θετικών απαντήσεων και ακολουθώντας τους όρους που έθεταν ήταν δυνατόν να ξεκινήσουν οι εργασίες επί τόπου.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού



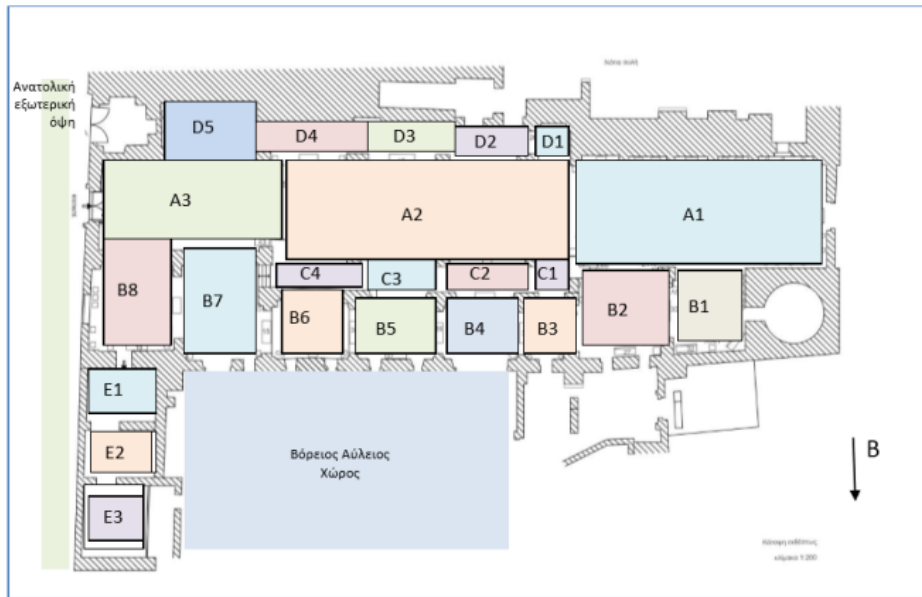
## Εργασίες στο πεδίο



Αποτύπωση και καταγραφή των δεδομένων  
που θα χρησιμοποιηθούν στη μοντελοποίηση



# Οργάνωση των χώρων του μνημείου για τη φωτογράφιση και την καταγραφή των δεδομένων.



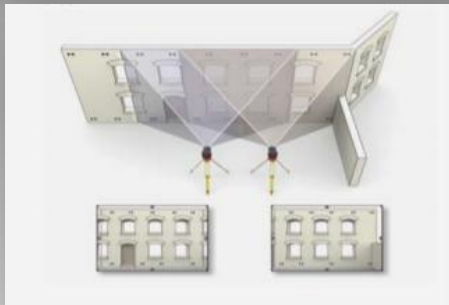
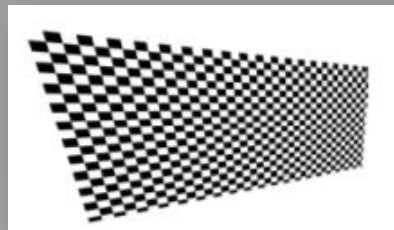
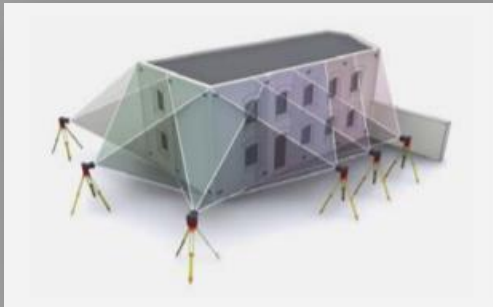
Το μνημείο για τη φωτογράφιση και τη δημιουργία των 3D μοντέλων χωρίζεται σε χώρους – τμήματα. Το κεντρικό κλίτος ονομάστηκε **A** και χωρίστηκε σε **A1**, **A2** και **A3**. Το βόρειο κλίτος ονομάστηκε **B** και χωρίστηκε σε **B1**, **B2**, **B3**, **B4**, **B5**, **B6**, **B7** και **B8**. Υπάρχουν τέσσερις χώροι ενδιάμεσοι σε αυτά τα κλίτη που ονομάστηκαν **C1**, **C2**, **C3** και **C4**. Οι χώροι του νότιου κλίτους ονομάστηκαν **D1**, **D2**, **D3**, **D4** και **D5**. Οι χώροι της Συλλογής Μητσοτάκη **E1**, **E2** και **E3**.

Η ανατολική εξωτερική όψη, η βόρεια αυλή και η στέγη, ολοκληρώνουν τους χώρους που προγραμματίζονται για αποτύπωση.

# Φωτογράφιση εσωτερικών και εξωτερικών χώρων του μνημείου

[http://cipa.icomos.org/wp-content/uploads/2017/02/CIPA\\_3x3\\_rules\\_20131018.pdf](http://cipa.icomos.org/wp-content/uploads/2017/02/CIPA_3x3_rules_20131018.pdf)

Λήψεις φωτογραφιών σύμφωνα με τους κανόνες 3x3 CIPA και αφορούν:



- στη γεωμετρία

- στις ρυθμίσεις της κάμερας

- στη διαδικασία



# Camera Settings

Η ψηφιακή κάμερα που χρησιμοποιήθηκε είναι η Canon EOS 700D τοποθετημένη σε φωτογραφικό τρίποδο. Η κάμερα ρυθμίστηκε στο πρόγραμμα προτεραιότητας διαφράγματος (Av) και το διάφραγμα ορίστηκε, για τις περισσότερες λήψεις στο f8 και στο f5,6. Τα ASA ρυθμίστηκαν στα 100 και ο φακός παρέμεινε στα 35 mm.

Μετά τη φωτογράφιση ήταν αναγκαία η επιλογή των φωτογραφιών ώστε να μην εισαχθούν στο λογισμικό σκοτεινές, υπερφωτισμένες, θολές και χωρίς εστίαση εικόνες.



# Επί τόπου φωτογραφική καταγραφή δεδομένων



Η φωτογραφική αποτύπωση του μνημείου, λόγω του μεγέθους και της πολυπλοκότητάς του ολοκληρώθηκε σε αρκετές επί τόπου επισκέψεις (22 επισκέψεις, από 4-5 ώρες εργασίας κάθε φορά, σε χρονικό διάστημα 18 μηνών).

Σύμμαχος μας στη φωτογραφική αποτύπωση ήταν η θέση του μνημείου και η εύκολη πρόσβαση σε αυτό.

## Ημερομηνίες φωτογράφισης του μνημείου

Μήνας	Ημερομηνία
1 Απρίλιος 2017	28
2 Μάιος 2017	14,15,19,22,29
3 Ιούνιος 2017	6
4 Οκτώβριος 2017	9,16,23,30
5 Νοέμβριος 2017	13,20,22,27
6 Φεβρουάριος 2018	8
7 Μάρτιος 2018	4,5,16
8 Σεπτέμβριος 2018	30
9 Μάρτιος 2018 Structure Sensor	2
10 Ιούνιος 2018 UAV	25

## Αποτελέσματα φωτογράφισης

Το σύνολο των φωτογραφιών που αποτυπώθηκαν στις 22 επισκέψεις, επί τόπου στο μνημείο, ήταν 7.304 λήψεις.

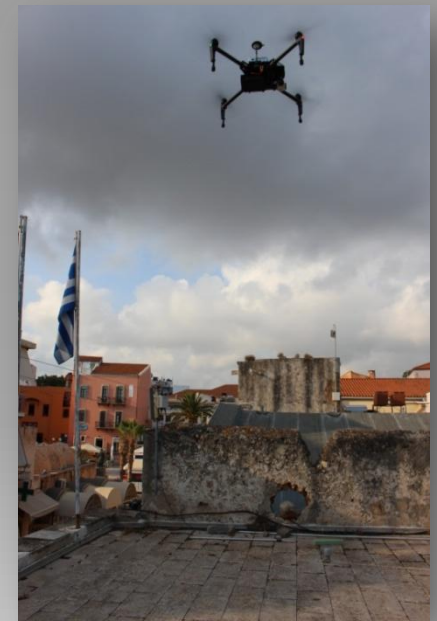
Στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση του μνημείου, έγινε διαλογή και επιλογή των εικόνων ανάλογα με το λογισμικό, όπου χρησιμοποιήθηκε ικανοποιητικό πλήθος λήψεων για κάθε πρόγραμμα και διαφορετικό σύνολο εικόνων.

Σημαντικό βήμα είναι η επιλογή των λήψεων ώστε εισαχθούν στα λογισμικά οι καθαρές, εστιασμένες, σωστά φωτισμένες και με καλή ανάλυση εικόνες .



# Πτήση UAV πάνω από το Αρχαιολογικό Μουσείο για την αποτύπωση της στέγης και του περιβάλλοντα χώρου

Η αποτύπωση της εξωτερικής στέγης και του περιβάλλοντα χώρου του μνημείου ήταν απαραίτητη για την ολοκλήρωση του μοντέλου. Η λήψη εικόνων για τη μοντελοποίηση έγινε με πτήση εναέριου μη επανδρωμένου οχήματος (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) σε συνεργασία με το εργαστήριο SenseLab της σχολής Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης και τον καθηγητή Π. Παρτσινέβελο, μετά από αίτηση και τη λήψη της σχετικής άδειας από την Εφορεία Αρχαιοτήτων Χανίων. Η πτήση πραγματοποιήθηκε με όχημα τύπου DJI M100 που έφερε κάμερα Zenmuse X3 και η πλοήγηση του έγινε από την οροφή ενός κτηρίου του μνημείου.

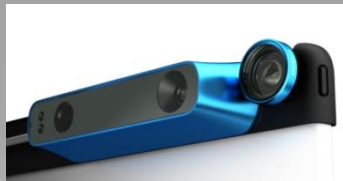


[www.SenseLab.tuc.gr](http://www.SenseLab.tuc.gr)



# Δοκιμαστική Εφαρμογή του σαρωτή Structure Sensor της Apple

Ο φορητός σαρωτής Structure Sensor της Apple, μπορεί να αποτυπώσει και να καταγράψει ψηφιακά, γρήγορα και με ακρίβεια, χώρους και αντικείμενα. Έγινε δοκιμαστική εφαρμογή στο μνημείο και χρησιμοποιήθηκε με την εφαρμογή Scanect. Η καταγραφή και η μεταφορά των δεδομένων απαιτούσε επικοινωνία, του ipad που φέρει το Structure Sensor, με σύνδεση wifi με το laptop. Στο μνημείο δεν υπάρχει σύνδεση οπότε οι σαρώσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και επικοινωνία των συσκευών μεταξύ τους με την υπηρεσία Hot Spot.



# Δοκιμαστική Εφαρμογή του σαρωτή Structure Sensor



Φορητός σαρωτής Structure Sensor : ψηφιακή αποτύπωση και καταγραφή χώρων και αντικείμενων, γρήγορα και με ακρίβεια.

Δοκιμαστική εφαρμογή στο μνημείο και χρησιμοποιήθηκε με δύο εφαρμογές τις **Room Capture** και **Scanect**.



Αρχεία με αποστολή email

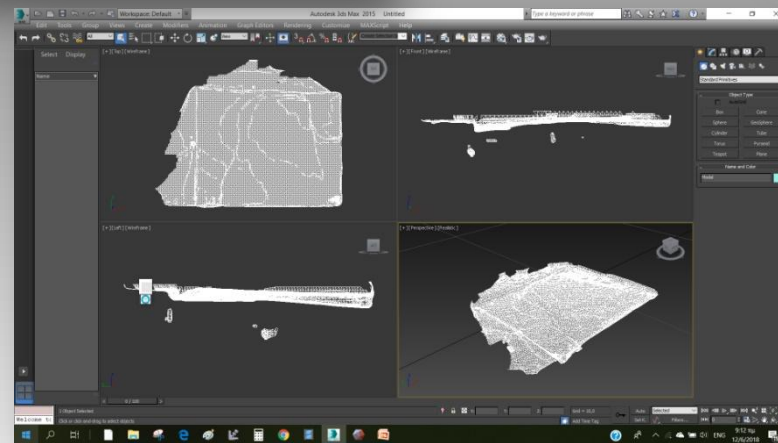
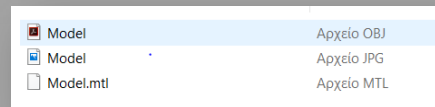




# Εφαρμογή του Structure Sensor της Apple στο ψηφιδωτό που βρίσκεται στο χώρο B1 του μνημείου

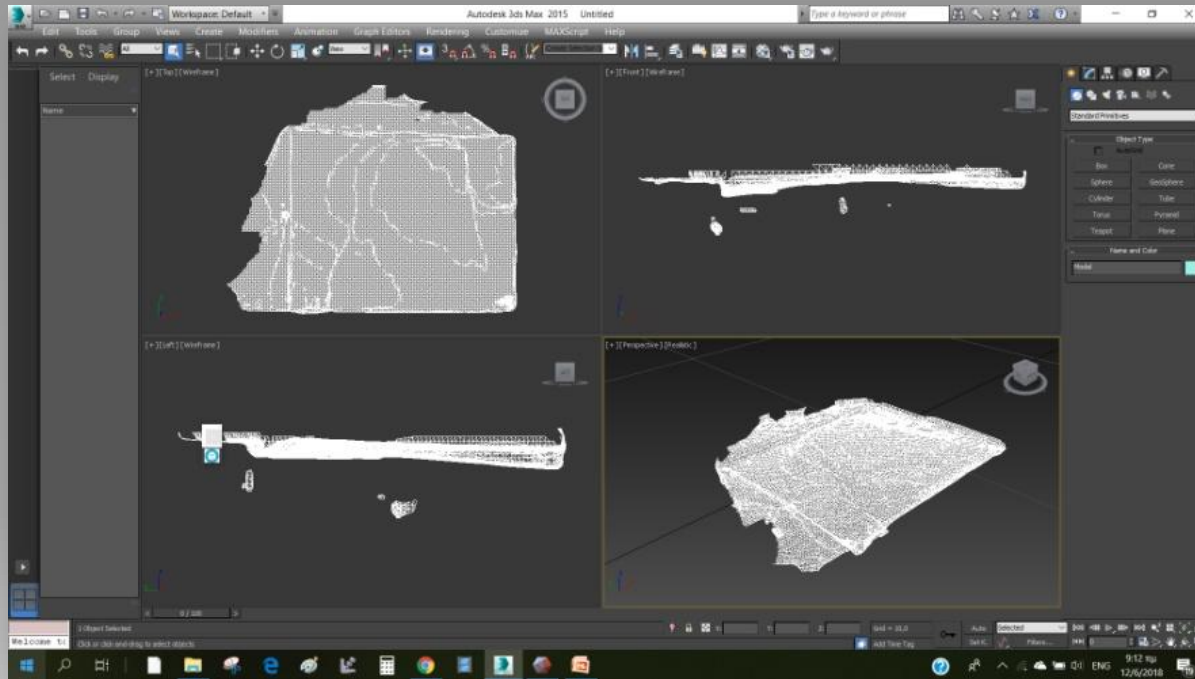
Ο σαρωτής με την εφαρμογή **Room Capture** αποτυπώνει τα δεδομένα επί τόπου και η λήψη των αποτελεσμάτων γίνεται μέσω email, μόλις η συσκευή συνδεθεί στο διαδίκτυο.

- Αποτύπωση δεδομένων με τη συσκευή iPad που φέρει το Structure Sensor
- Αποστολή των δεδομένων επί τόπου στο email
- Μόλις η συσκευή συνδεθεί στο διαδίκτυο γίνεται η λήψη του email
- Τα αρχεία έχουν τις μορφές
  - Model
  - Model
  - Model.mtl
- Ακολουθεί εισαγωγή των αρχείων για επεξεργασία στο 3ds Max.



# Αποτελέσματα της Εφαρμογής του Structure Sensor

## Ψηφιδωτό δάπεδο στο χώρο B1



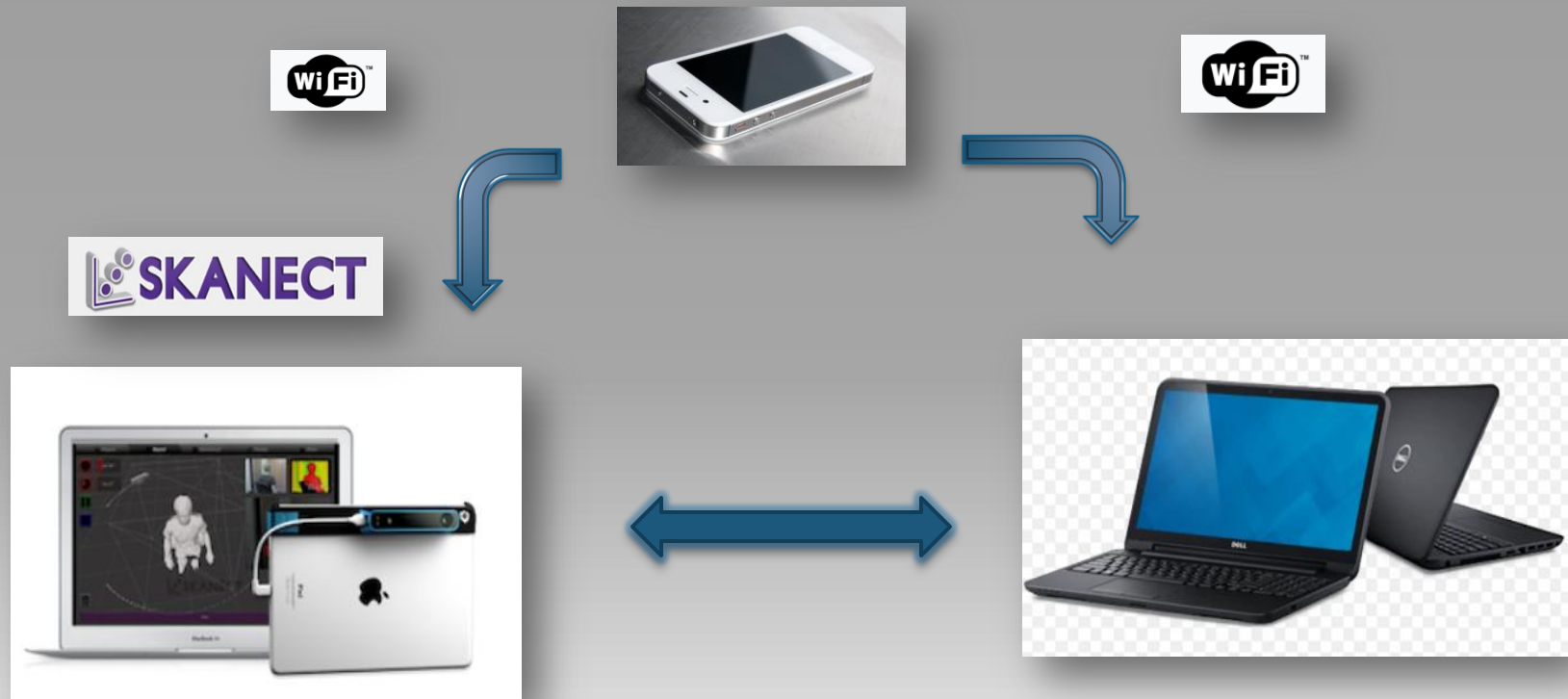
Model	Αρχείο OBJ
Model	Αρχείο JPG
Model.mtl	Αρχείο MTL

Το αποτέλεσμα του μοντέλου που δημιουργήθηκε με τη χρήση του σαρωτή ήταν ένα πολύ μικρό τμήμα του μνημείου, χωρίς χρώμα και υφή.

Κατά συνέπεια η συγκεκριμένη δοκιμαστική εφαρμογή δεν είχε θετικά αποτελέσματα.

# Δοκιμαστική Εφαρμογή του σαρωτή Structure Sensor της Apple

Δοκιμαστική σάρωση με την εφαρμογή **Scanect**.

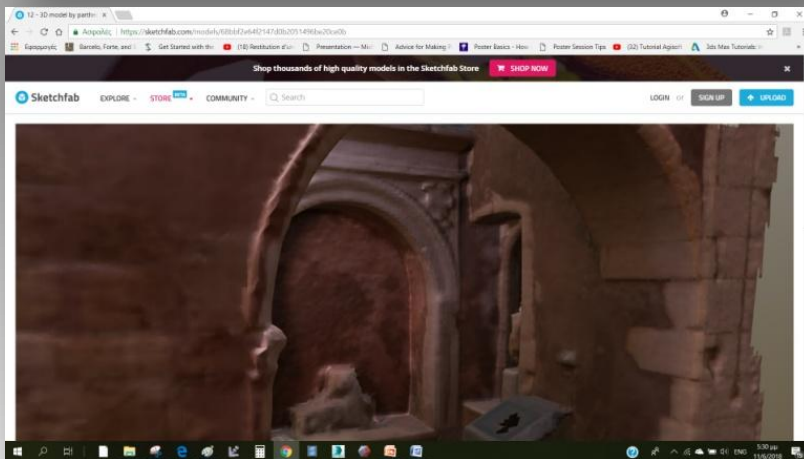
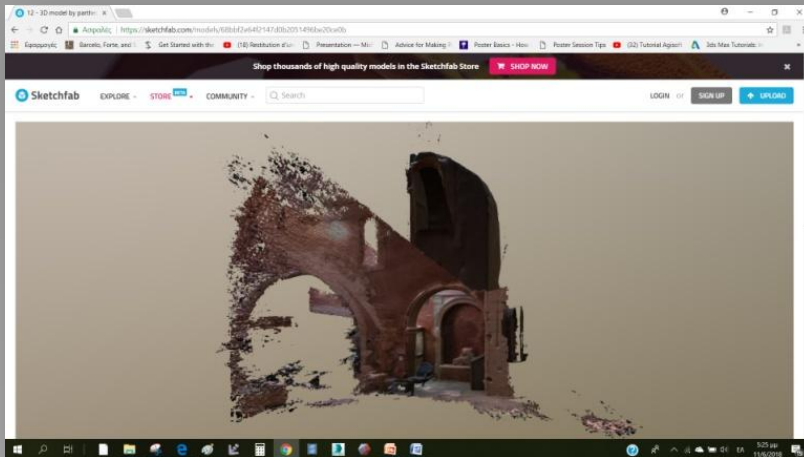


# Εφαρμογή του Structure Sensor της Apple στο χώρο D1 του μνημείου με την εφαρμογή Scanect

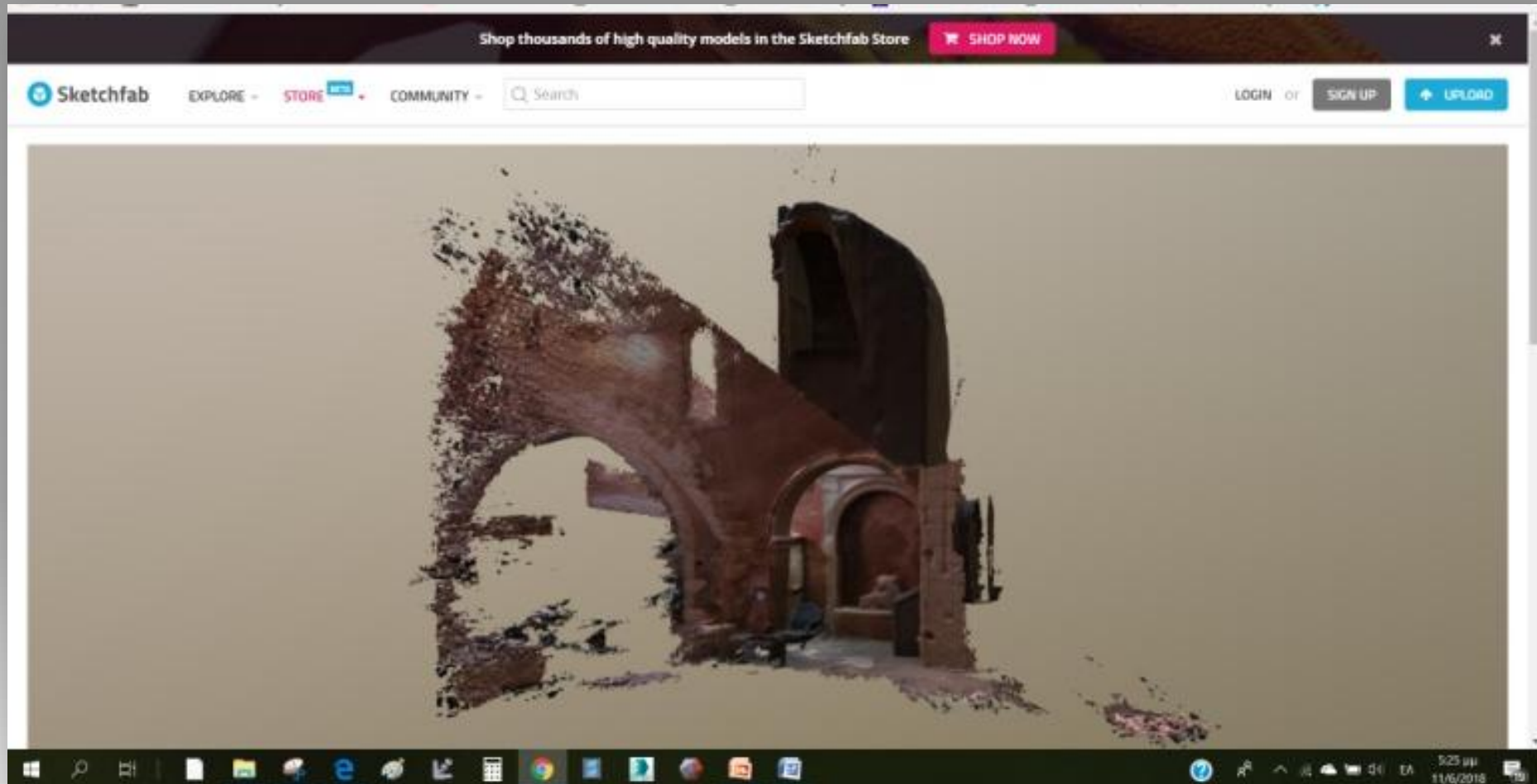


Ο σαρωτής αποτυπώνει επιφάνειες με όρια στις διαστάσεις και δεν αποδίδει αποτελέσματα σε μεγάλες επιφάνειες και σε μεγάλη απόσταση (π.χ. επιφάνειες σε μεγάλο ύψος).

Επίσης η απεικόνιση των μοντελοποιημένων χώρων δεν αποδίδει το επίπεδο της λεπτομέρειας της επιφάνειας και του χρώματος που απαιτείται.



Εφαρμογή του Structure Sensor της Apple  
στο χώρο D1 του μνημείου με την εφαρμογή Scanect.



**Digital Media Lab**

School of Architectural Engineering | Technical University of Crete

<https://skfb.ly/6zEMn>

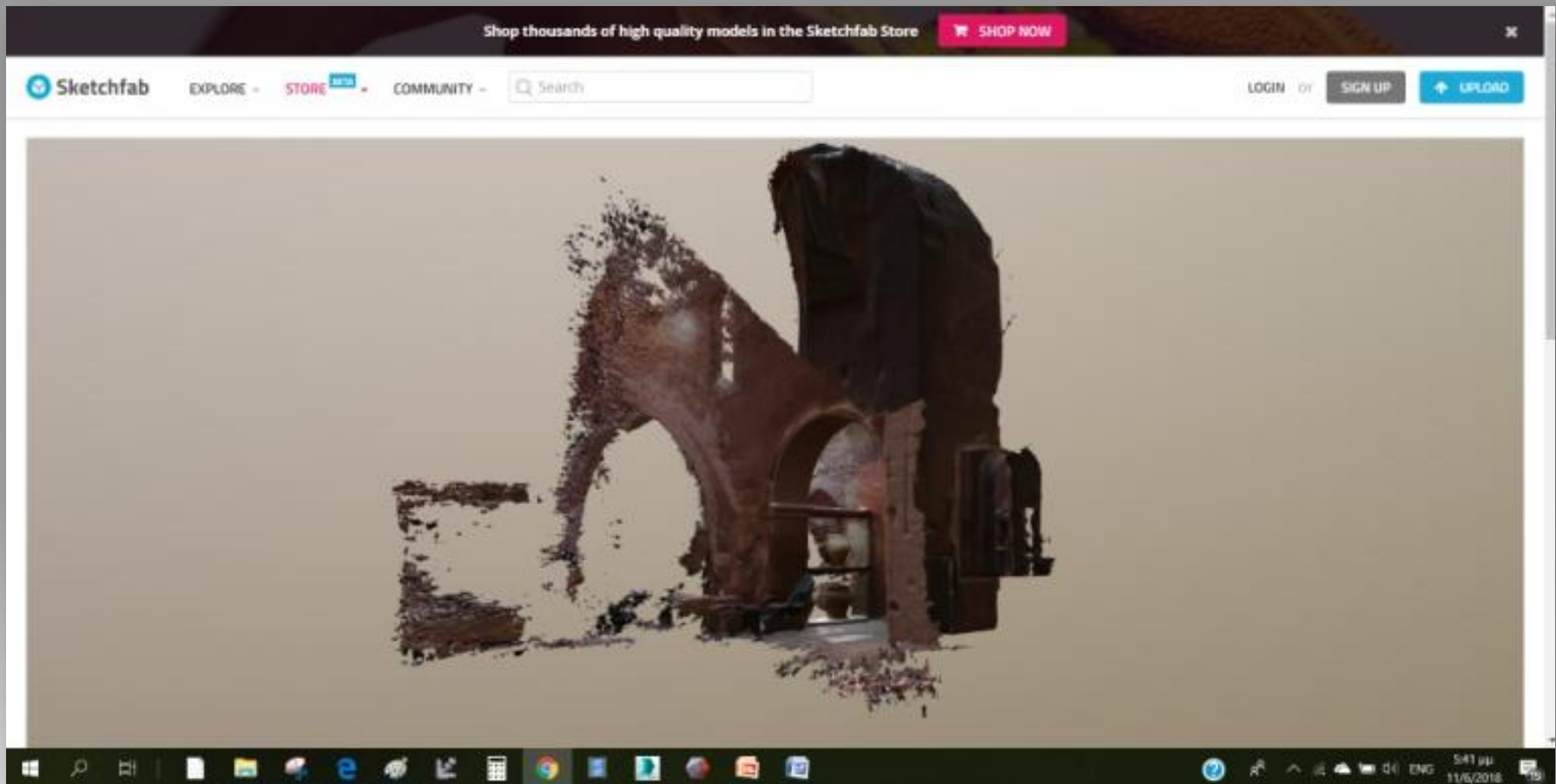
Θεανώ Ανδρουλάκη  
Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης  
Β' Κατεύθυνση ΠΜΣ Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης



Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

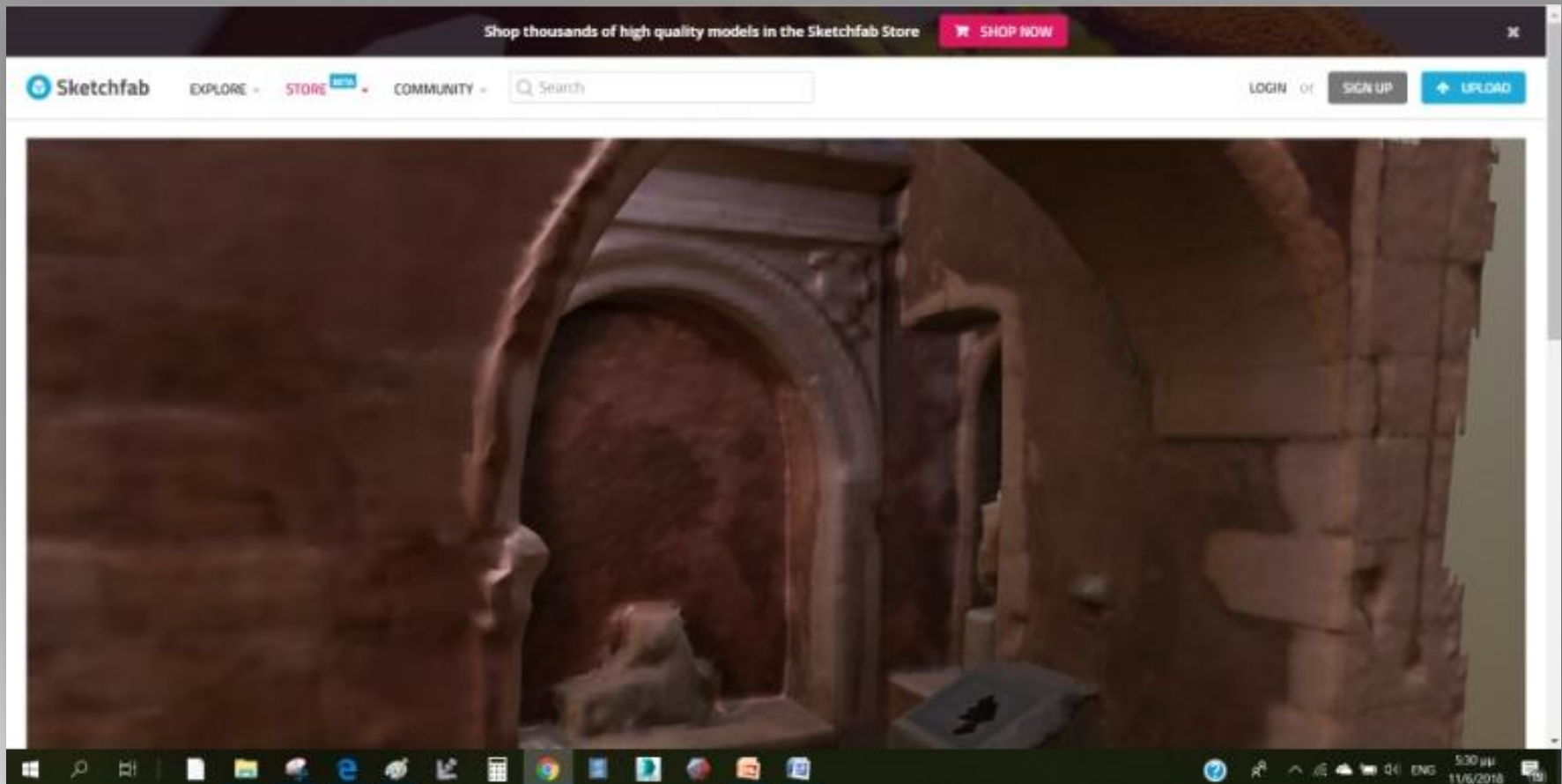


Εφαρμογή του Structure Sensor της Apple  
στο χώρο D1 του μνημείου με την εφαρμογή Scanect.





# Εφαρμογή του Structure Sensor της Apple στο χώρο D1 του μνημείου με την εφαρμογή Scanect.



<https://skfb.ly/6zEMn>



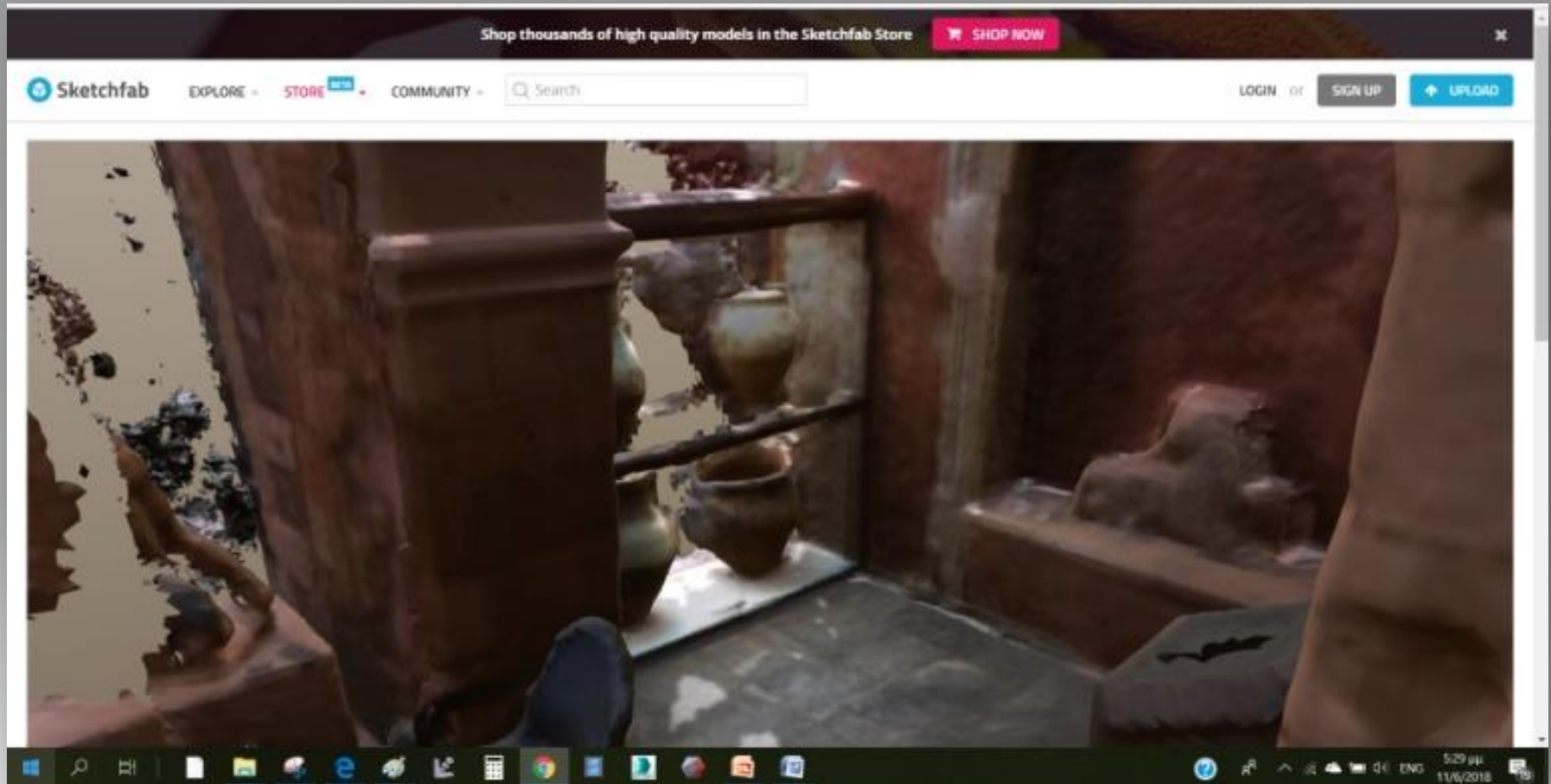
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείου Κρήτης

**Digital Media Lab**

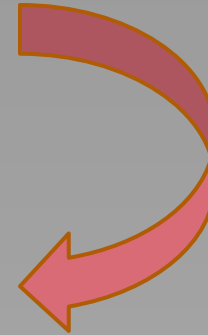
School of Architectural Engineering | Technical University of Crete

Θεανώ Ανδρουλάκη  
Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης  
Β' Κατεύθυνση ΠΙΜΣ Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

# Εφαρμογή του Structure Sensor της Apple στο χώρο D1 του μνημείου με την εφαρμογή Scanect.



## Εργασίες στο γραφείο



Επεξεργασία των δεδομένων  
που αποτυπώθηκαν, επί τόπου στο μνημείο

# Εργασία στο γραφείο

Η επεξεργασία των δεδομένων που αποτυπώθηκαν, με σκοπό την παραγωγή του 3D μοντέλου έγιναν αρχικά με τη χρήση δύο φορητών υπολογιστών τύπου Dell .

## Πληροφορίες

### Προδιαγραφές συσκευής

<b>Inspiron 5558</b>	DESKTOP-R9KHV10
Όνομα συσκευής	Intel(R) Core(TM) i5-5200U CPU
Επεξεργαστής	@ 2.20GHz 2.20 GHz
Εγκατεστημένη RAM	8,00 GB
Αναγνωριστικό συσκευής	5BF1B280-EE5B-42F0-B216-B68059626440
Αναγνωριστικό προϊόντος	00325-95800-00000-AAOEM
Τύπος συστήματος	Λειτουργικό σύστημα 64 bit, επεξεργαστής τεχνολογίας x64
Πένα και αφή	Δεν είναι διαθέσιμη η εισαγωγή δεδομένων με πένα ή με αφή για αυτήν την οθόνη

Μετονομασία υπολογιστή

### Προδιαγραφές των Windows

Έκδοση	Windows 10 Home
Έκδοση	1803
Έγινε εγκατάσταση στις	29/5/2018
Δομή λειτουργικού Συστήματος	17134.48

## Πληροφορίες

<b>Inspiron 5559</b>	KONSTANTINOS
Όνομα συσκευής	Intel(R) Core(TM) i5-6260U
Επεξεργαστής	CPU @ 1.80GHz 1.80 GHz
Εγκατεστημένη RAM	4,00 GB (3,99 GB χρησιμοποιήσιμη)
Αναγνωριστικό συσκευής	15B74A58-C5E9-455F-A0A8-F1441535353D
Αναγνωριστικό προϊόντος	00325-80000-00000-AAOEM
Τύπος συστήματος	Λειτουργικό σύστημα 64 bit, επεξεργαστής τεχνολογίας x64
Πένα και αφή	Δεν είναι διαθέσιμη η εισαγωγή δεδομένων με πένα ή με αφή για αυτήν την οθόνη

Μετονομασία υπολογιστή

### Προδιαγραφές των Windows

Έκδοση	Windows 10 Home
Έκδοση	1803
Έγινε εγκατάσταση στις	11/6/2018
Δομή λειτουργικού Συστήματος	17134.81



# Εργασία στο γραφείο

Το μέγεθος του μνημείου και ο μεγάλος όγκος των δεδομένων, απαιτούσαν πολλές ώρες εργασίας, για την επεξεργασία των δεδομένων και κατά συνέπεια ένας ισχυρός ηλεκτρονικός υπολογιστής ήταν απαραίτητος για την πρόοδο των εργασιών.

➡ Desktop του Digital Media Lab

➡ Αναβαθμίσεις και αλλαγές ρυθμίσεων



Device specifications	
Device name	3DV_PC0
Processor	Intel(R) Core(TM) i7-7700K CPU @ 4.20GHz 4.20 GHz
Installed RAM	32.0 GB
Device ID	F83BF11D-3076-4763-B32B-10037F6D393D
Product ID	00330-80193-29283-AA374
System type	64-bit operating system, x64-based processor
Pen and touch	No pen or touch input is available for this display
Rename this PC	
Windows specifications	
Edition	Windows 10 Pro
Version	1803
Installed on	5/22/2018
OS build	17134.285

Device specifications	
Device name	3DV_PC0
Processor	Intel(R) Core(TM) i7-7700K CPU @ 4.20GHz 4.20 GHz
Installed RAM	64.0 GB
Device ID	F83BF11D-3076-4763-B32B-10037F6D393D
Product ID	00330-80193-29283-AA374
System type	64-bit operating system, x64-based processor
Pen and touch	No pen or touch input is available for this display
Rename this PC	
Windows specifications	
Edition	Windows 10 Pro
Version	1803
Installed on	5/22/2018
OS build	17134.345



# Χρήση του Server του εργαστηρίου Μεταβαλλόμενων & Ευφρών Περιβαλλόντων

Δοκιμή παραγωγής μοντέλων σε πολύ ισχυρό υπολογιστή που διαθέτει το TUC TIE Lab, της σχολής Αρχιτεκτόνων του Πολυτεχνείου Κρήτης, μετά από συνεννόηση με τον καθ. Κ. Ουγγρίνη .



Windows edition

Windows 10 Pro

© 2018 Microsoft Corporation. All rights reserved.

System

Processor: Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2695 v3 @ 2.30GHz 2.30 GHz

Installed memory (RAM): 64.0 GB (63.9 GB usable)

System type: 64-bit Operating System, x64-based processor

Pen and Touch: No Pen or Touch Input is available for this Display

Computer name, domain, and workgroup settings

Computer name: DESKTOP-RVHK467

Full computer name: DESKTOP-RVHK467

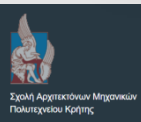
Computer description:

Workgroup: WORKGROUP

<input type="checkbox"/> A1_A2_Server.mtl	15/5/2018 1:08 μμ	Αρχείο MTL	1 KB
<input checked="" type="checkbox"/> A1_A2_Server	15/5/2018 1:08 μμ	Αρχείο OBJ	11.750.744
<input checked="" type="checkbox"/> A1_A2_Server	15/5/2018 12:59 μμ	RealityCapture pro...	27 KB
<input type="checkbox"/> A1_A2_Server.xyz	18/5/2018 4:22 μμ	Αρχείο XYZ	4.184.467
<input type="checkbox"/> A1_A2_Server.xyz.rcinfo	18/5/2018 4:22 μμ	Αρχείο RCINFO	2 KB
<input checked="" type="checkbox"/> A1_A2_Server_1	15/5/2018 1:22 μμ	3D Object	2.573.075

**Digital Media Lab**

School of Architectural Engineering | Technical University of Crete



Θεανώ Ανδρουλάκη  
Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης  
B' Κατεύθυνση ΠΙΜΣ Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

# Agisoft Photoscan

Agisoft

Η μοντελοποίηση των χώρων του μνημείου ξεκίνησε αρχικά με το λογισμικό Agisoft Photoscan και έγινε τμηματικά. Η εξαγωγή των προϊόντων μοντελοποίησης για κάθε χώρο είναι δυνατόν να γίνει σε πολλές μορφές (.obj, .ply, .xyz, .las), ενώ απαραίτητη είναι η επεξεργασία των αρχείων, όπως η διαγραφή της περιττής πληροφορίας, η απλοποίηση των τρισδιάστατων χώρων ή ελάττωση των σημείων του νέφους με σκοπό τη δημιουργία αρχείων με μικρότερο μέγεθος, χωρίς όμως απώλειες της γεωμετρίας. Επόμενο βήμα είναι η ένωση των επεξεργασμένων αρχείων, των εσωτερικών και εξωτερικών χώρων και η δημιουργία του ενιαίου μοντέλου του μνημείου.

Στην εργασία τα μοντέλα εξάγονται από το Agisoft σε μορφή .obj και εισάγονται στο σχεδιαστικό πρόγραμμα 3DsMax της Autodesk για επεξεργασία και ένωση των τμημάτων. Η ένωση γίνεται χειροκίνητα πάνω σε κάτοψη του μνημείου με ακριβή αποτύπωση.

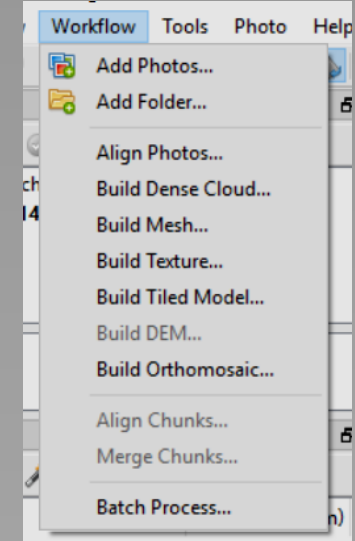
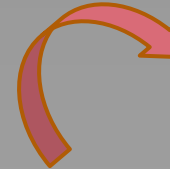
Τα μεγέθη των αρχείων .obj κυμαίνονται από 1,31 MB έως 53,5 MB.



# Agisoft

# PhotoScan

- Μοντελοποίηση του μνημείου τμηματικά
- Η διαδικασία απαιτεί ολοκλήρωση συνεχόμενων βημάτων που διαθέτουν πλήθος ρυθμίσεων ποιότητας και μεγέθους
- Εξαγωγή των προϊόντων

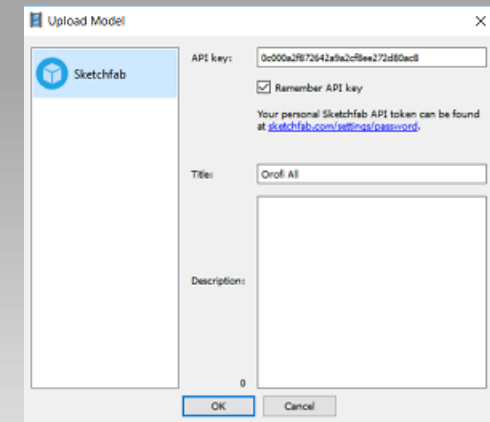


Export Points...  
Export Model...  
Export Tiled Model...  
Export Orthomosaic  
Export DEM  
Generate Report...  
Upload Model...  
Upload Orthomosaic...

Wavefront OBJ (\*.obj)  
Wavefront OBJ (\*.obj)  
3DS models (\*.3ds)  
VRML models (\*.wrl)  
COLLADA (\*.dae)  
Stanford PLY (\*.ply)  
STL models (\*.stl)  
Autodesk FBX (\*.fbx)  
Autodesk DXF Polyline (\*.dxf)  
Autodesk DXF 3DFace (\*.dxf)  
U3D models (\*.u3d)  
Adobe PDF (\*.pdf)  
Google Earth KMZ (\*.kmz)

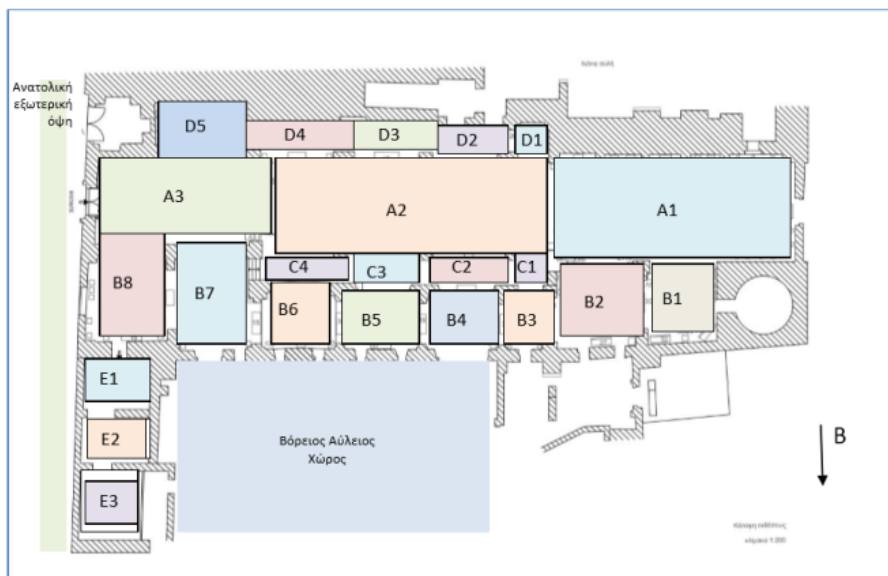
ASPRS LAS (\*.las)  
Wavefront OBJ (\*.obj)  
Stanford PLY (\*.ply)  
XYZ Point Cloud (\*.txt)  
ASPRS LAS (\*.las)  
ASTM E57 (\*.e57)  
U3D (\*.u3d)  
Adobe PDF (\*.pdf)  
potree (\*.zip)  
PhotoScan OC3 (\*.oc3)

ή



# Agisoft Photoscan

	Χώροι του Μνημείου	Αριθμός λήψεων	Points
1	A1	141	372,674
2	A2	184	355,005
3	A1_A2_Mosaic	409	688,296
4	A2_A3	133	270,736
5	A3_D5	216	1,264,990
6	B1_B2	263	508,344
7	B3_C1	247	348,708
8	B4_C2	227	404,950
9	B5_C3	145	191,179
10	B7_B8_A3	353	556,100
11	C1	38	74,953
12	D1_D2	286	269,539
13	D3_D4	122	543,243
14	D4_D5	178	994,447
15	Ανατολική Όψη Εξωτερικά	203	289,999



16	Ανατολική Όψη Εσωτερικά	80	142,880
17	Ανατολικό Θύρωμα Βόρειας Αυλής	73	147,178
18	Δυτικός Τοίχος Εσωτερικά	35	70,339
19	Δωμάτιο 2	40	85,358
20	Εσωτερική Νότια Όψη	147	191,380
21	Θύρωμα Santa Maria	34	71,171
22	New All	382	198,560
23	Οροφή All	230	421,086
24	Οροφή Ανατολικά	70	508,396
25	Roof C	74	127,027
26	Συλλογή Μητσοτάκη New_All_1	199	66,755
27	Mosaic C	106	499,715
28	Model_1 Space_1	206	655,659
29	A1 new_1	68	187,175
30	Mosaic A New Masks	86	133,975
31	New Anatoliki opsi Masks	271	
32	A3_D5	227	391,672
33	Best A1_A2	223	530,316
34	D1_D2_Masks	139	
35	A3_D5_1	227	376,895
36	B6_New	134	207,969
37	B7_New_1	148	303,503
38	B8_new_1	252	464,149
38	B6_C4	145	184,142
39	Boria Auli Bories Toixos	498	1,149,841
40	Boria Auli Ditikos Toixos	203	439,996
41	Boria Auli Ditikos Toixos	213	1,659,761
42	Krini	291	1,075,980
43	Leon	118	206,189
44	Βόρεια Αυλή	286	506,023
Σύνολο εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν		<b>8350 images</b>	

**Agisoft**



Σχολή Αρχιτεκτονικών Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

**Digital Media Lab**

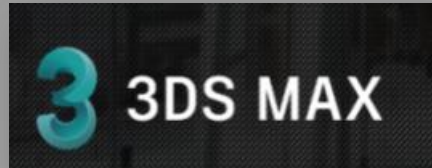
School of Architectural Engineering | Technical University of Crete

Θεανώ Ανδρουλάκη  
Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης  
Β' Κατεύθυνση ΠΙΜΣ Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

Εξαγωγή των προϊόντων σε **.obj** file format

Τα μεγέθη των αρχείων .obj κυμαίνονται από 1,31 MB έως 53,5 MB

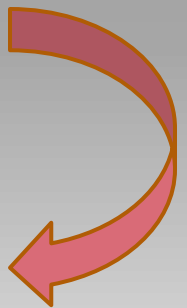
Εισαγωγή στο



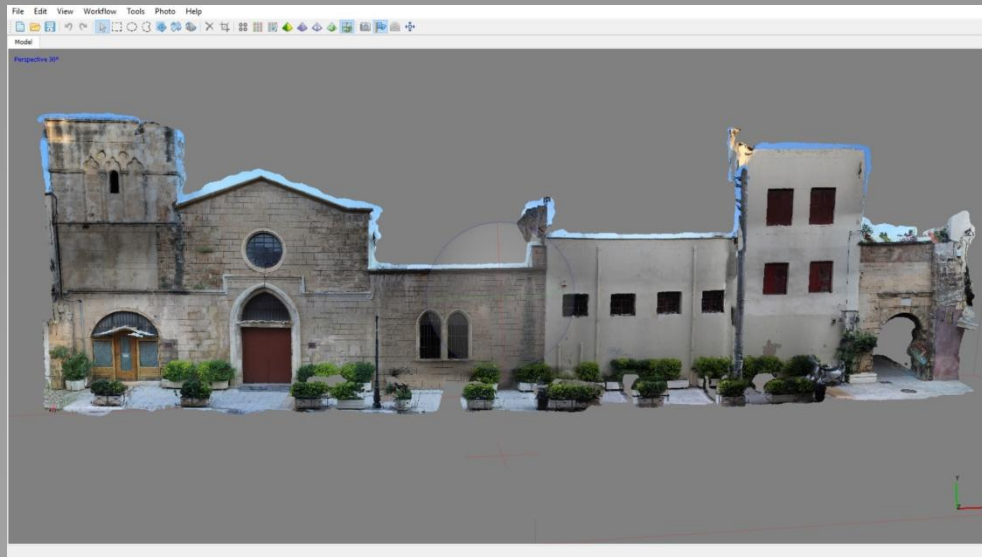
Επεξεργασία μοντελοποιημένων  
χώρων

διαγραφή περιττής πληροφορίας  
απλοποίηση τρισδιάστατων χώρων  
ελάττωση των σημείων του νέφους

Ένωση των τμημάτων σε ενιαίο μοντέλο  
εσωτερικών και εξωτερικών χώρων

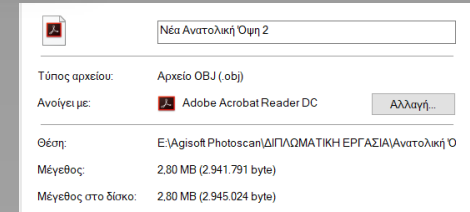






# Επεξεργασία στο 3DsMax

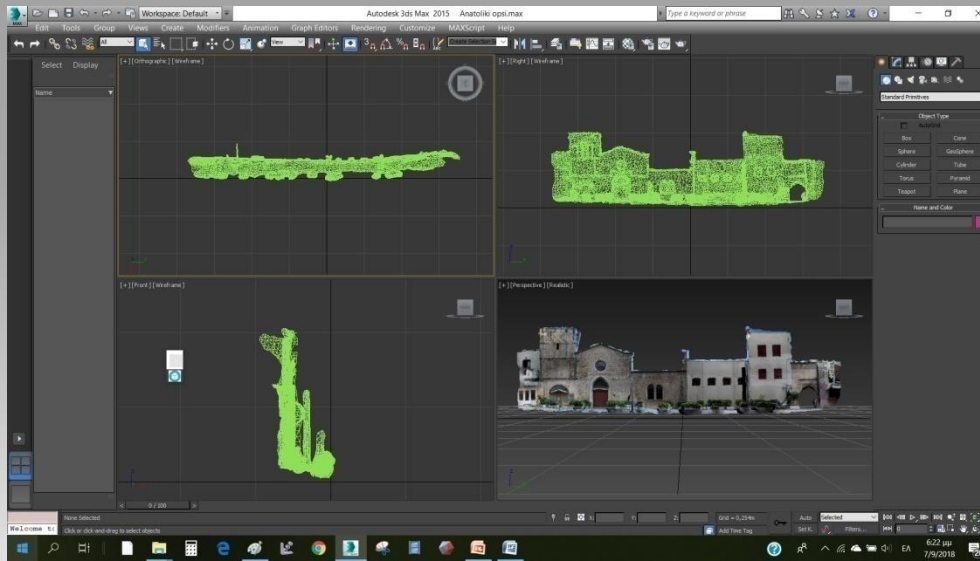
**Agisoft**



**3DS MAX**

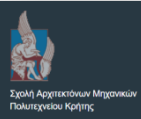
- Επεξεργασία της γεωμετρίας
- Ένωση χώρων

Ενιαίο Μοντέλο  
Εσωτερικών και  
Εξωτερικών Χώρων

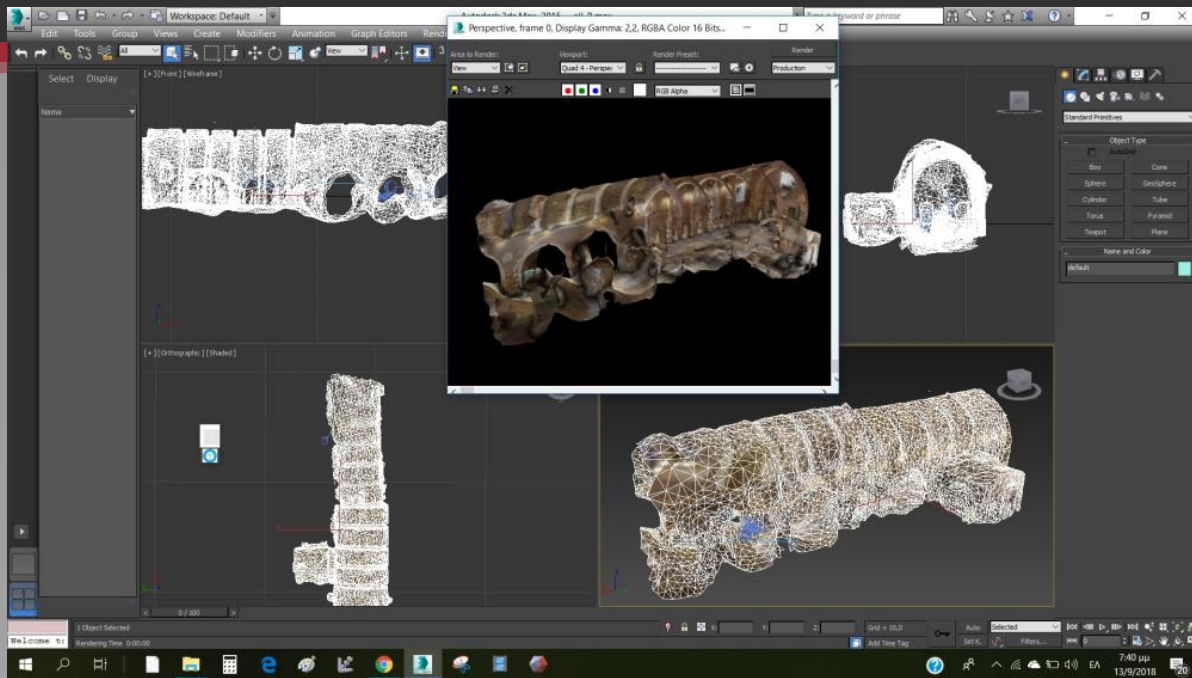


**Digital Media Lab**

School of Architectural Engineering | Technical University of Crete

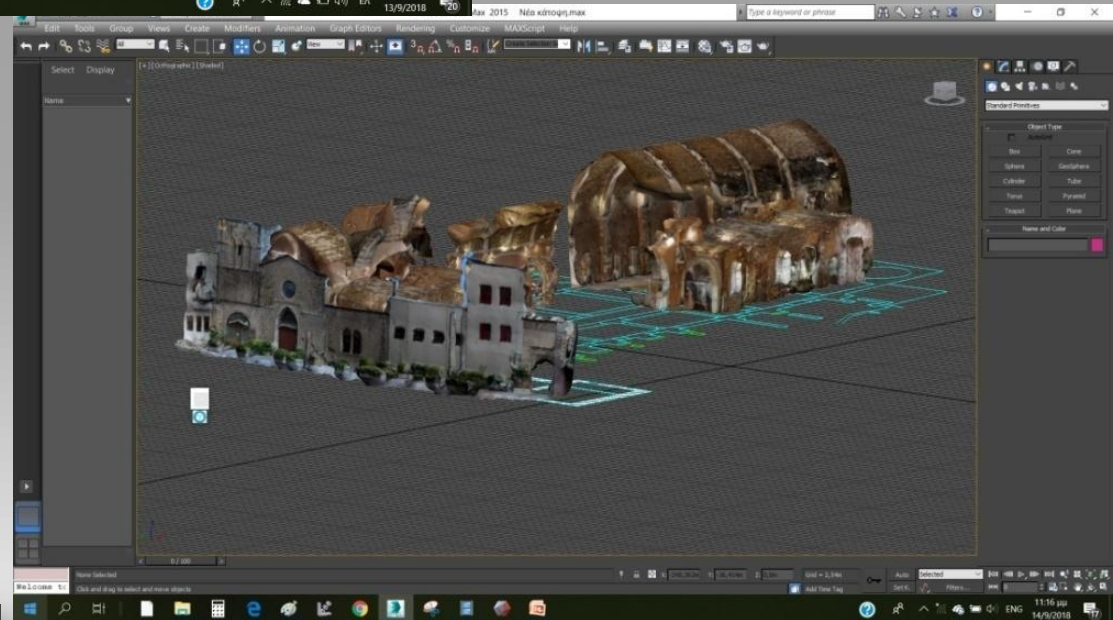


Θεανώ Ανδρουλάκη  
Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης  
Β' Κατεύθυνση ΠΙΜΣ Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης



Η επεξεργασία των .obj αρχείων πραγματοποιείται στο 3DSMax

Η ένωση των .obj αρχείων πραγματοποιείται στο 3DSMax



**Digital Media Lab**

School of Architectural Engineering | Technical University of Crete



Σχολή Αρχιτεκτονικών Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

Θεανώ Ανδρουλάκη  
Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης  
Β' Κατεύθυνση ΠΙΜΣ Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

# Πλατφόρμα Sketchfab

Μετά τη μοντελοποίηση στο *Agisoft Photoscan* μπορεί να γίνει εισαγωγή των μοντέλων στο *Sketchfab* απευθείας χωρίς καθόλου ικανοποιητικά αποτελέσματα.

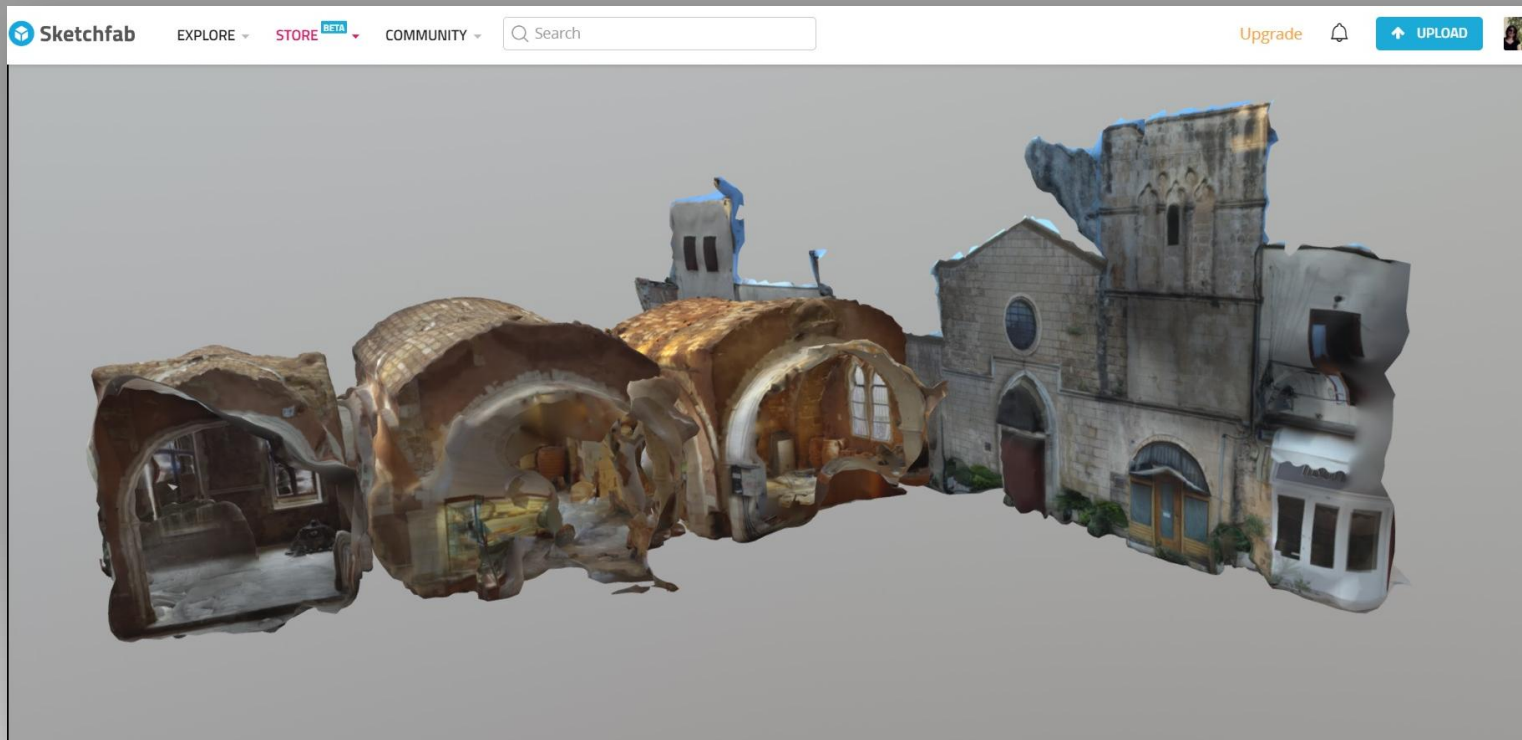
Υπάρχει η δυνατότητα τα μοντέλα να υποστούν επεξεργασία στο σχεδιαστικό πρόγραμμα *3dsMax*, και στη συνέχεια μπορεί να γίνει εισαγωγή των ενωμένων αρχείων από το *3dsMax* στο *Sketchfab*.



<https://sketchfab.com/models/8a2321e8205a495988240699cdabc3c46?ref=related>



# Εισαγωγή των επεξεργασμένων αρχείων στο 3DsMax, στη διαδικτυακή πλατφόρμα Sketchfab

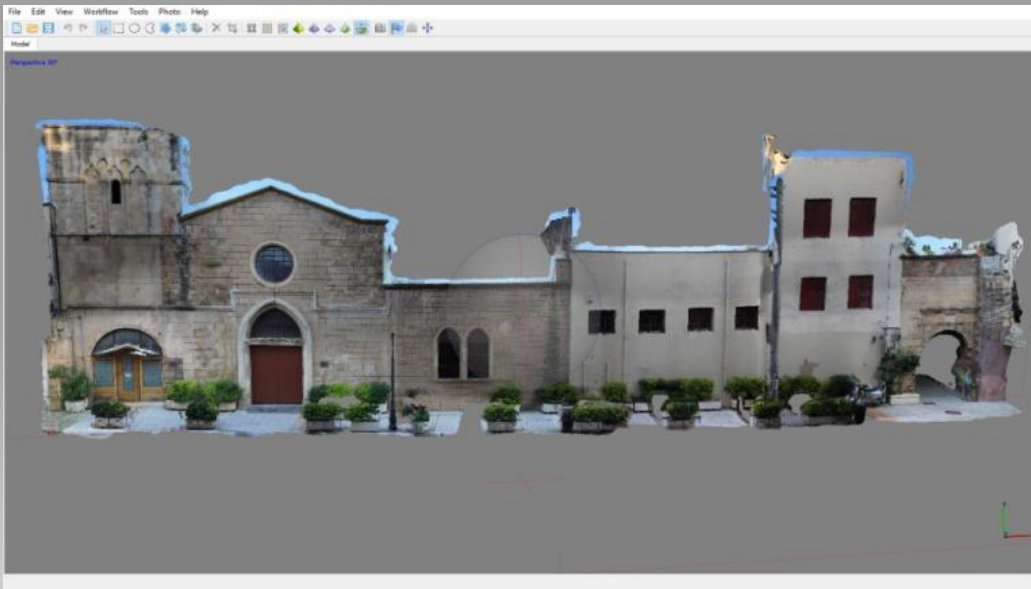


<https://sketchfab.com/models/72e0e750c2b34cde861cf9ebde1928ec>

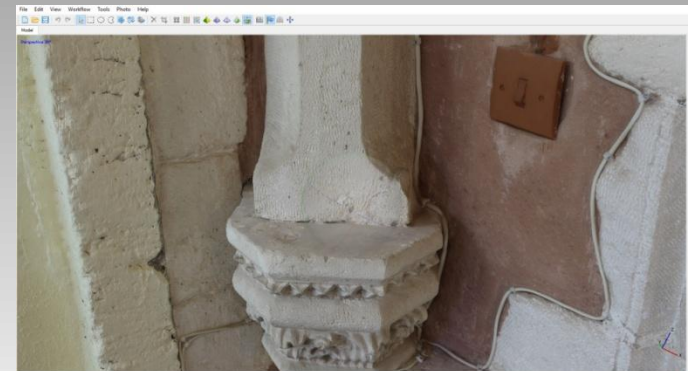
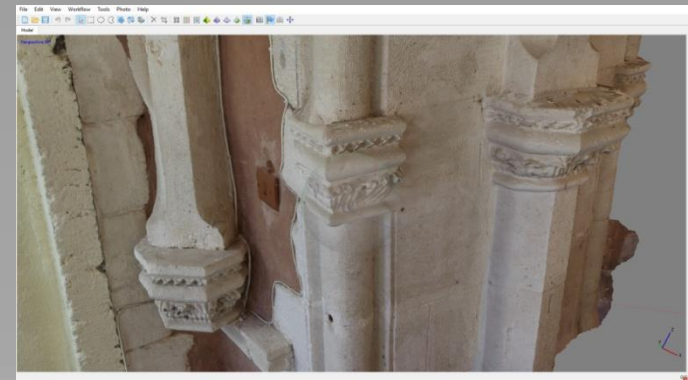
# Αποτελέσματα μοντελοποίησης με το Agisoft Photoscan

Εξαιρετικά αποτελέσματα στην απόδοση της ανατολικής εξωτερικής όψης και εσωτερικά σε διακοσμητικές λεπτομέρειες του μνημείου.

Λίθινες διακοσμητικές  
λεπτομέρειες στις βάσεις  
των τόξων

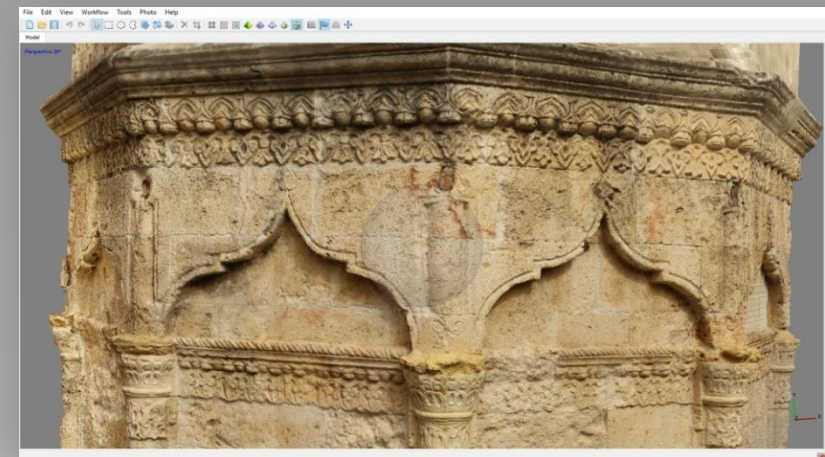
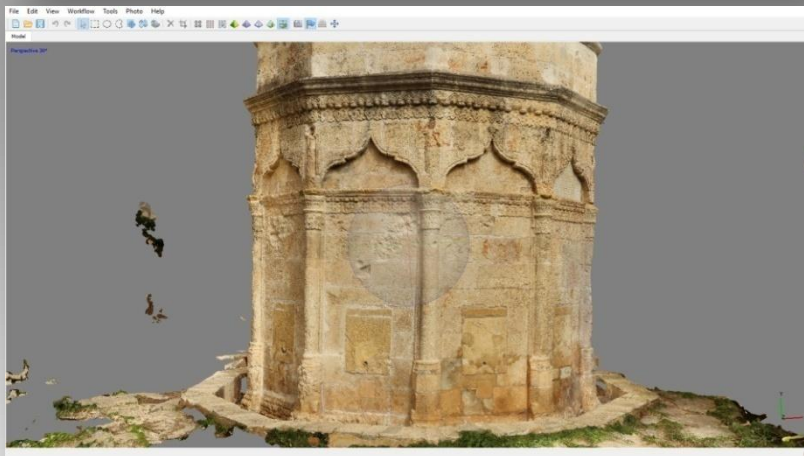
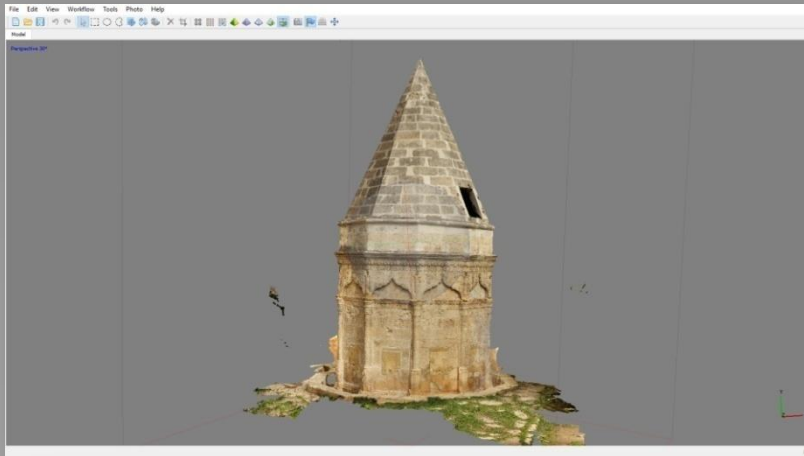


Ανατολική όψη





Η γεωμετρία της οθωμανικής κρήνης που βρίσκεται στη βόρεια αυλή, αποδίδεται σε υψηλό επίπεδο λεπτομέρειας και πολύ ικανοποιητικά.



>  **Chunk 1 (322 cameras 1,242,652 points)**

<https://sketchfab.com/models/d232c1bdb49941c193dodo30c8b30052>



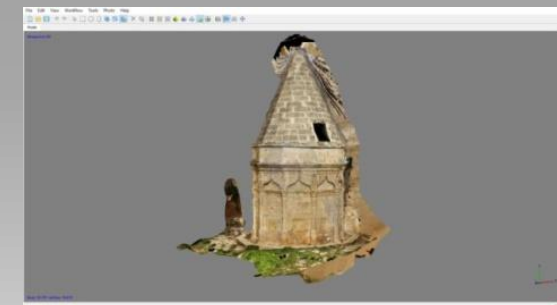
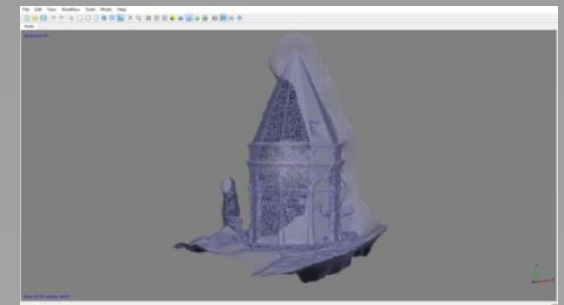
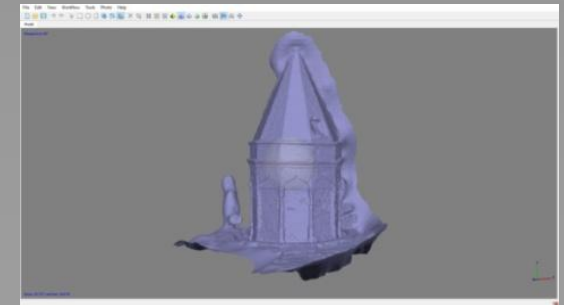
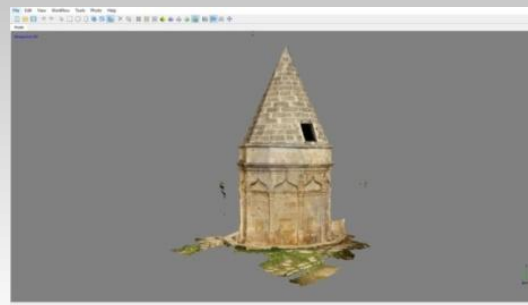
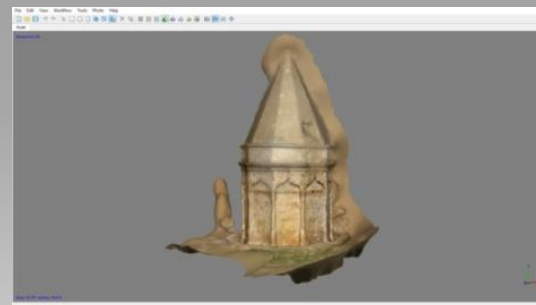
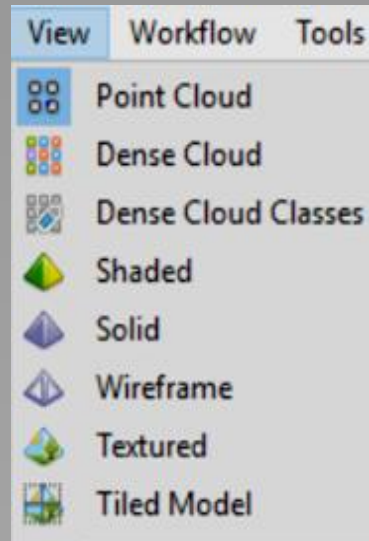
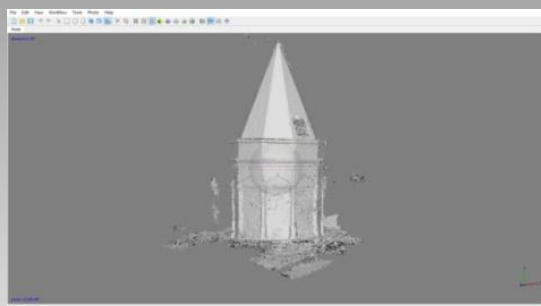
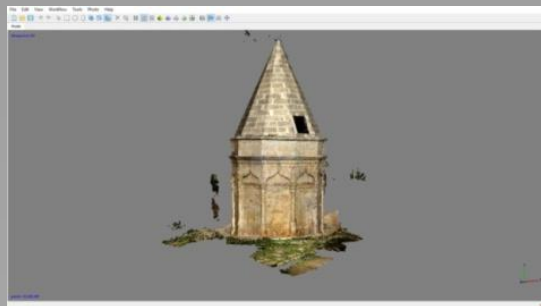
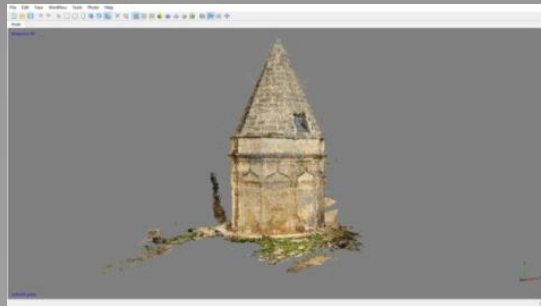
Σχολή Αρχιτεκτονικών Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

**Digital Media Lab**

School of Architectural Engineering | Technical University of Crete

Θεανώ Ανδρουλάκη  
Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης  
Β' Κατεύθυνση ΠΜΣ Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

# Οι θεάσεις του μοντέλου της οθωμανικής κρήνης στο Agisoft Photoscan



## Όμως ... προέκυψαν πολύ σοβαρά προβλήματα στη μοντελοποίηση με το λογισμικό Agisoft Photoscan

Η ακριβής μοντελοποίηση των τμημάτων απαιτεί την εισαγωγή στο πρόγραμμα μεγάλου αριθμού εικόνων, για κάθε τμήμα και κατά συνέπεια :

- Ισχυρό ηλεκτρονικό υπολογιστή
- Μεγάλο χρόνο για την επεξεργασία των δεδομένων
- Δυσκολίες στην επεξεργασία των αρχείων στο 3DSMax

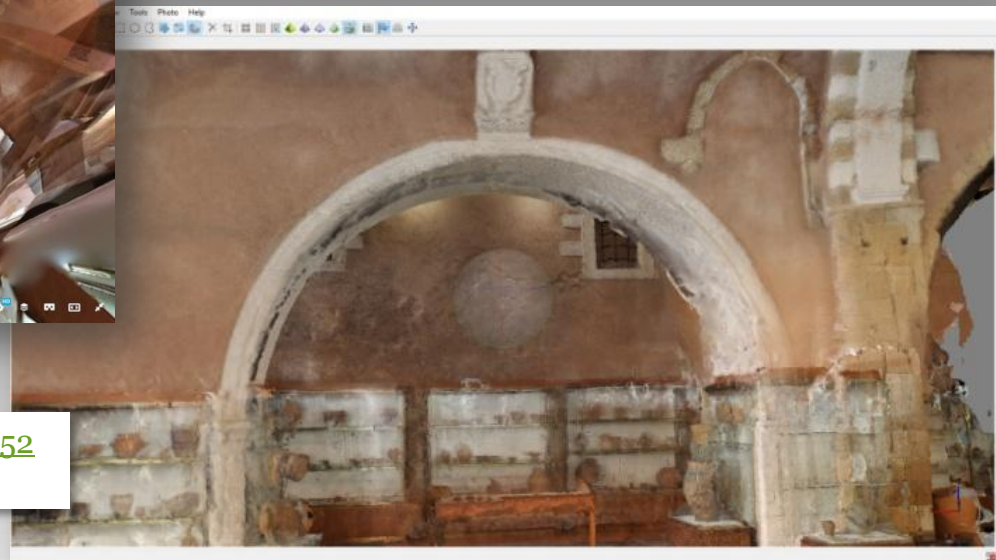
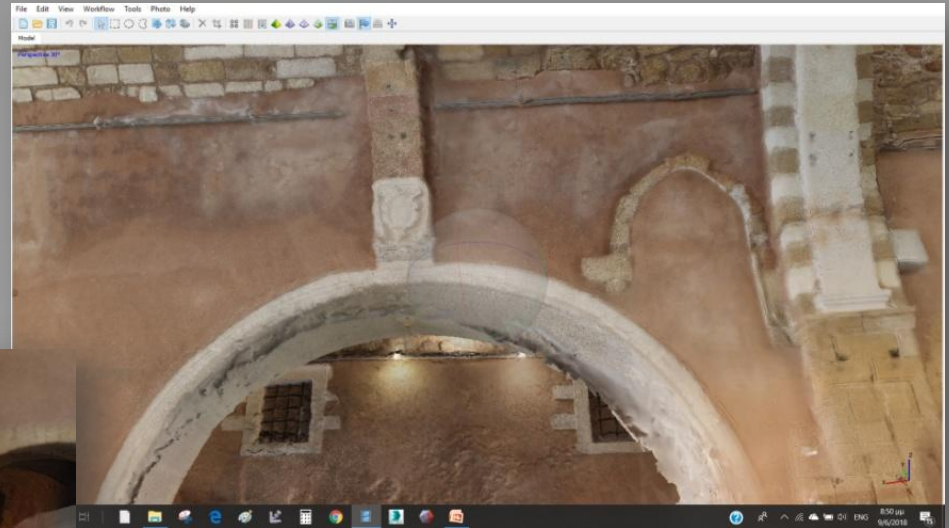
Η ένωση των αρχείων και η δημιουργία του ολοκληρωμένου μοντέλου του μνημείου, στο 3dsMax απαιτεί την ένωση μεγάλου αριθμού αρχείων και κατά συνέπεια προβλήματα στις ενώσεις και δημιουργία σφαλμάτων.





Πολλά προβλήματα στην απόδοση της γεωμετρίας του μνημείου λόγω μεγέθους :μεγάλο ύψος και πολλές επιφάνειες.

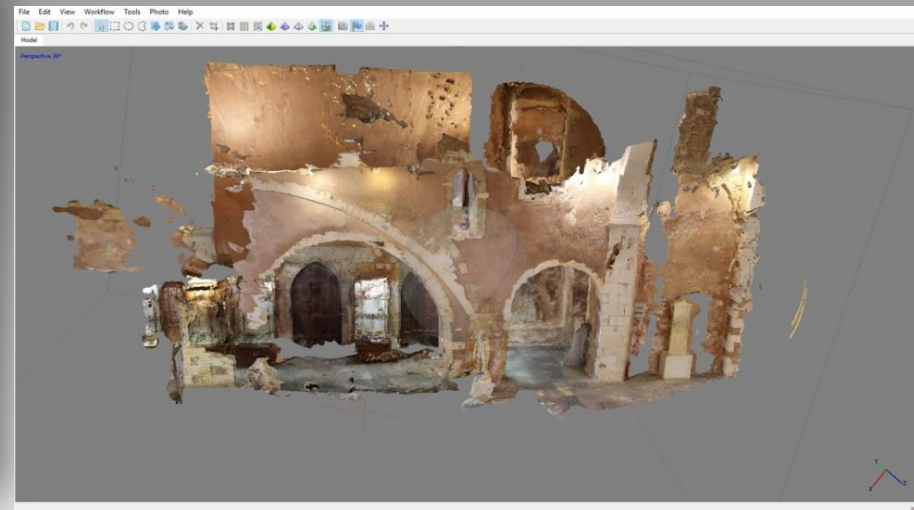
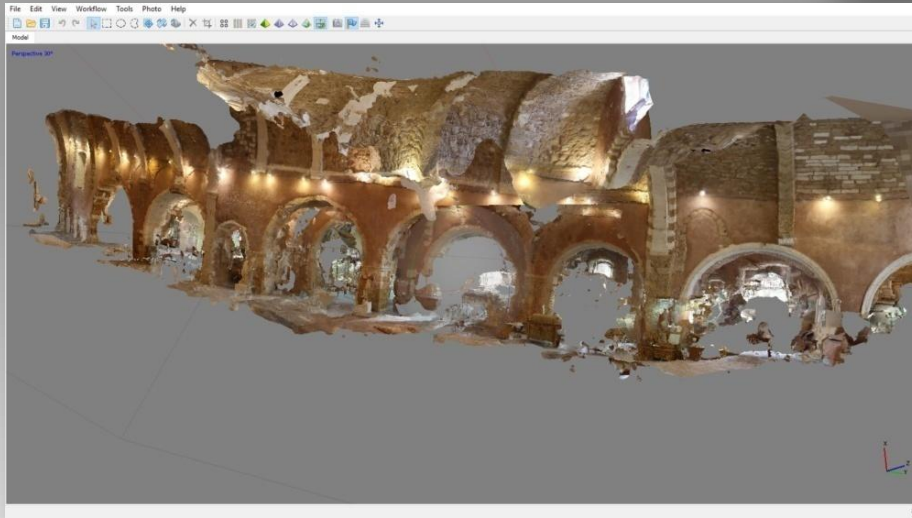
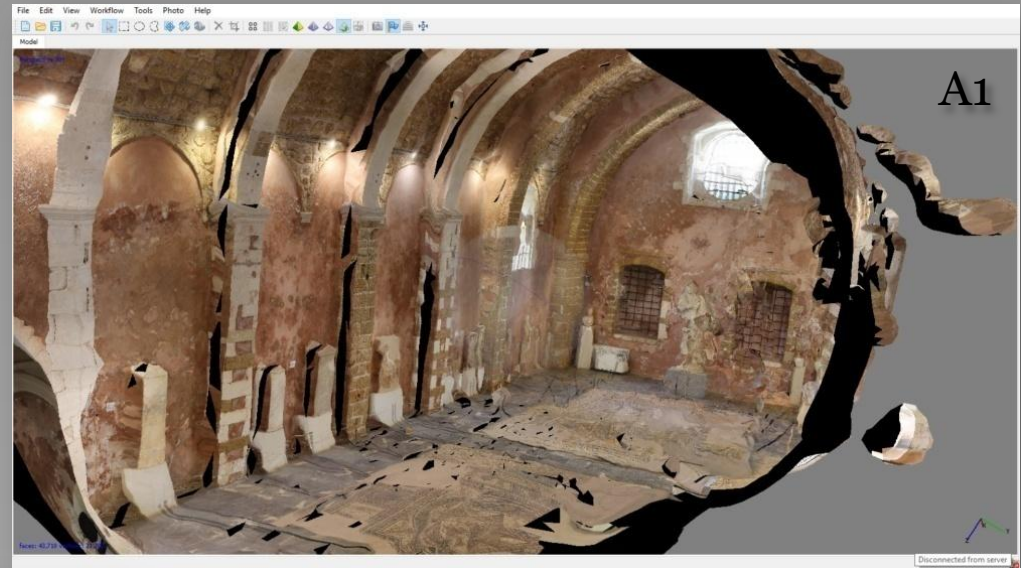
A3 D5



<https://sketchfab.com/models/124d8ce9e6a54de5bb32977528258dba>

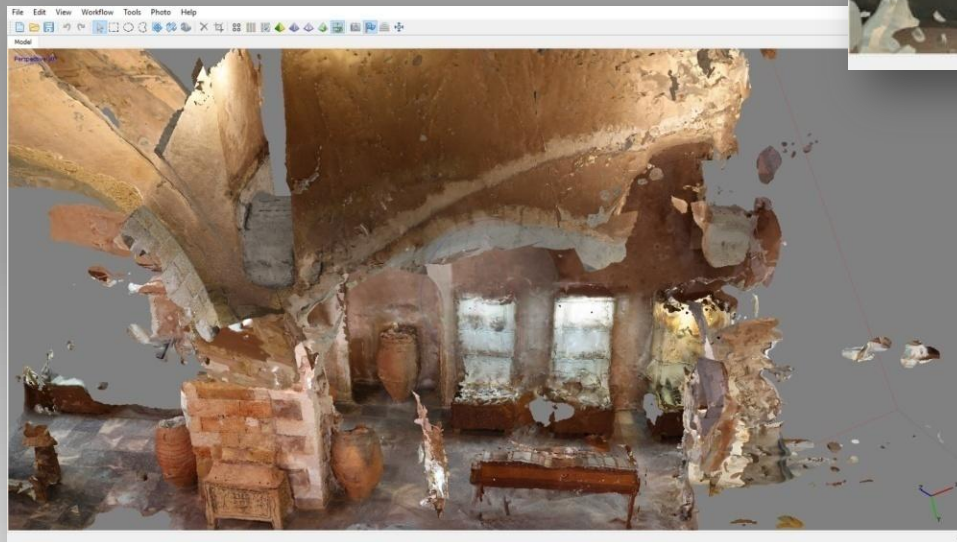
Πολλά προβλήματα στην απόδοση της γεωμετρίας του μνημείου λόγω των μεγάλων, ενιαίων και συνεχόμενων χώρων .

Νότια Όψη



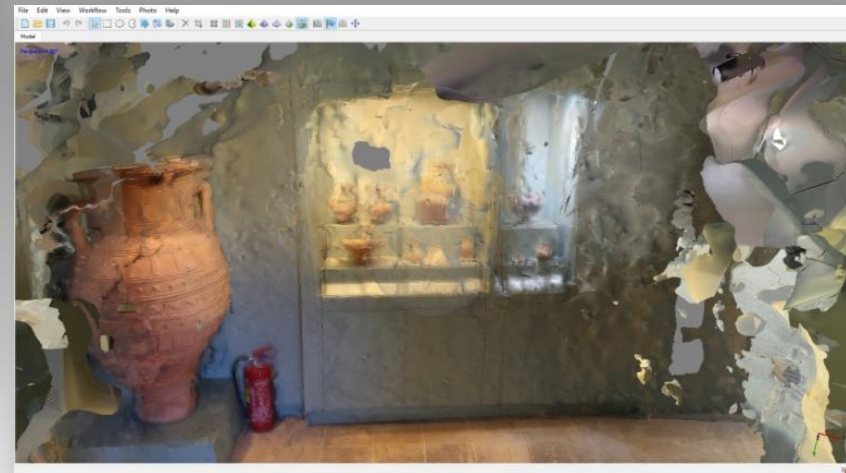


Οι βιτρίνες από τζάμια  
αλλοιώνουν σε μεγάλο βαθμό  
τα αποτελέσματα.



D3 D4

Συλλογή Μητσοτάκη



Υπάρχει η δυνατότητα μέσα στο λογισμικό να τοποθετηθούν **μάσκες** στις εικόνες και να απομονωθούν κάποιες περιοχές για μεγαλύτερη ακρίβεια στη μοντελοποίηση.  
Παρόλα αυτά δεν υπήρξαν σημαντικές βελτιώσεις στα αποτελέσματα.



<https://sketchfab.com/models/f90566c67b9843dab066aa895b99c53c>

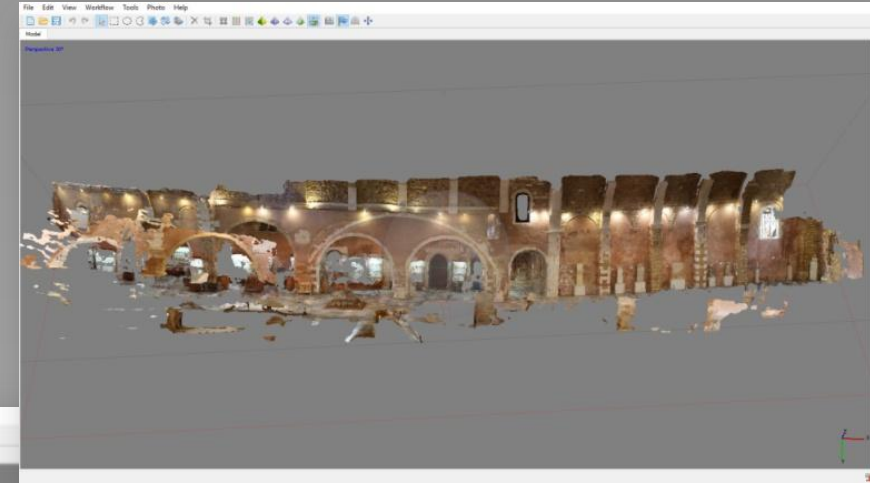
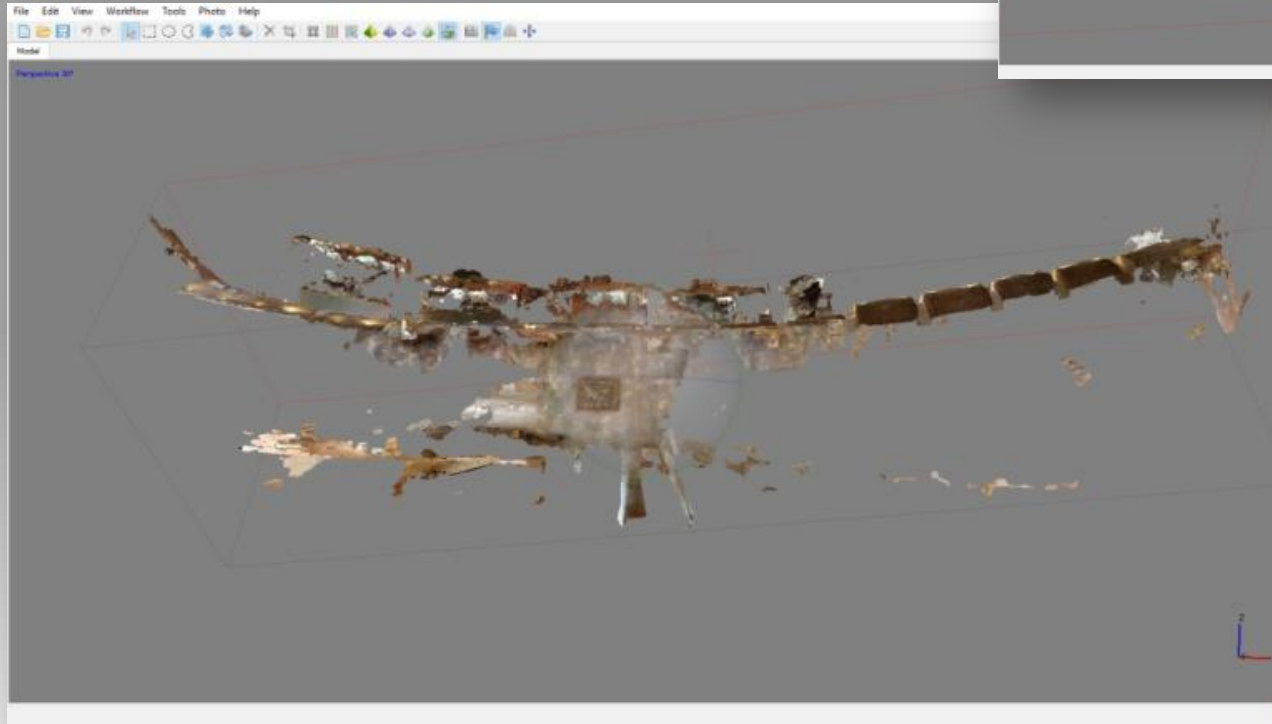


## A3 D1 Masks

**Digital Media Lab**

School of Architectural Engineering | Technical University of Crete

Το λογισμικό Agisoft Photoscan παρουσίασε σοβαρά σφάλματα στην απόδοση της γεωμετρίας των εσωτερικών και μεγάλων διαστάσεων χώρων .



Νότια όψη των χώρων  
A1, A2 και A3.

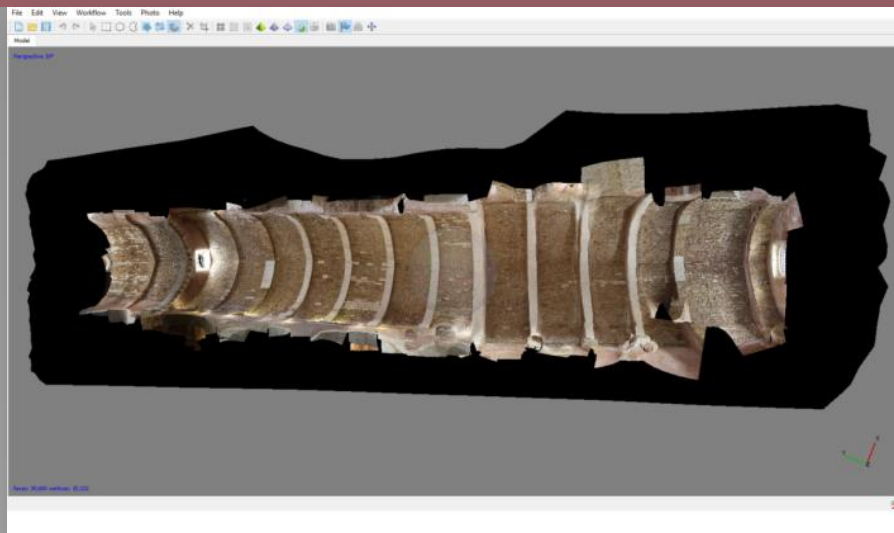


Παρόμοια μεγάλα σφάλματα εμφάνισε το μοντέλο της οροφής του κεντρικού κλίτους του καθολικού της μονής, που δημιουργήθηκε με το Agisoft Photoscan. Εμφάνισε πολλά προβλήματα με μεγάλες παραμορφώσεις στην απόδοση της μορφής και της γεωμετρίας των χώρων και συνεπώς λανθασμένα αποτελέσματα.

Για την επιβεβαίωση των σφαλμάτων της απόδοσης των μοντέλων έγινε μέτρηση του ύψους των τόξων της οροφής του κεντρικού κλίτους .

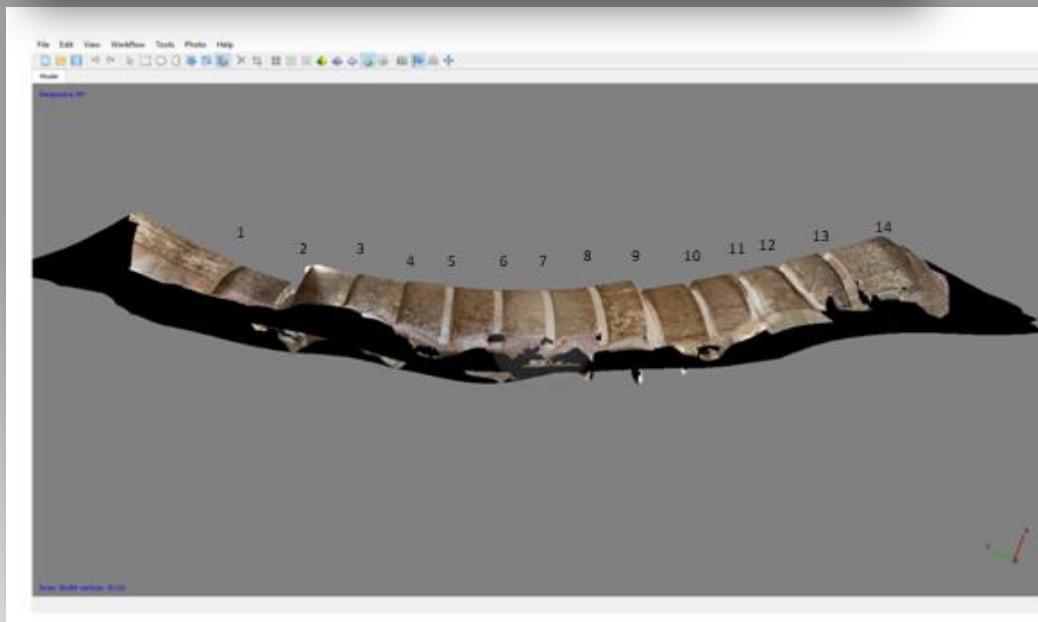
Ύψη κορυφής των τόξων της οροφής του κεντρικού κλίτους του καθολικού της Ενετικής Μονής του Αγ. Φραγκίσκου στην Πόλη των Χανίων	
Τόξο 1	7,318 m
Τόξο 2	7,361 m
Τόξο 3	9,371 m
Τόξο 4	9,348 m
Τόξο 5	(7,739 + 1,558) 9,297 m
Τόξο 6	9,344 m
Τόξο 7	9,318 m
Τόξο 8	9,367 m
Τόξο 9	7,676 m
Τόξο 10	7,732 m
Τόξο 11	7,763 m
Τόξο 12	7,766 m
Τόξο 13	7,993 m
Τόξο 14	7,630 m





Εσωτερική οροφή των  
χώρων Α1, Α2 και Α3.

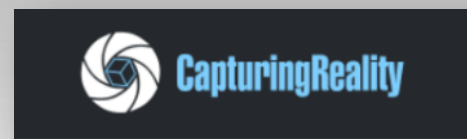
<https://sketchfab.com/models/e9e1c085af96490394ea2d68c6b0a58e>





## Κατά συνέπεια ...

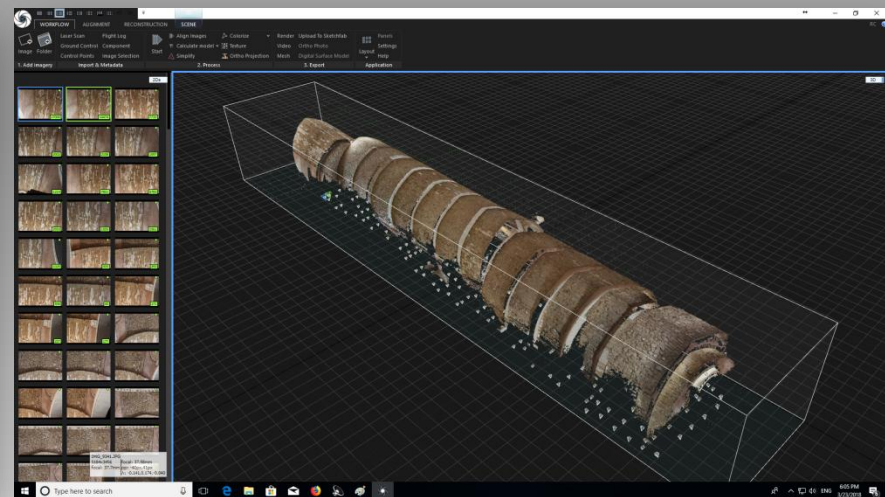
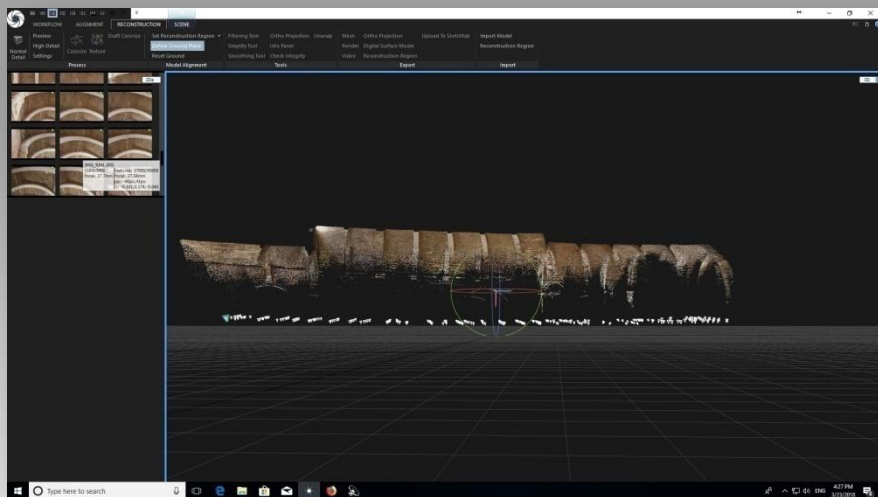
- Τα αποτελέσματα μετά από επεξεργασία 8.350 εικόνων απέδειξαν ότι οι απαιτήσεις της τρισδιάστατης μοντελοποίησης του Αρχαιολογικού Μουσείου Χανίων δεν μπορούσαν να καλυφθούν από τις δυνατότητες που διέθετε το πρόγραμμα **Agisoft Photoscan**
- Αναζήτηση νέου λογισμικού
- Ξεκίνησαν δοκιμές μοντελοποίησης με το λογισμικό **Reality Capture**



# Reality Capture

Η πρώτη εφαρμογή μοντελοποίησης με το νέο λογισμικό έγινε με την εισαγωγή των εικόνων της εσωτερικής οροφής για σύγκριση των αποτελεσμάτων απόδοσης της γεωμετρίας.

Τα μοντέλα που προέκυψαν από το RC ήταν πολύ πιο σωστά και όμορφα, πλήρη και χωρίς παραμορφώσεις. Επιπλέον ο χειρισμός του προγράμματος ήταν πιο απλός και ο χρόνος επεξεργασίας ήταν ασύγκριτα πιο γρήγορος.

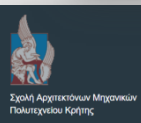


**Digital Media Lab**

School of Architectural Engineering | Technical University of Crete

Εσωτερική οροφή των  
χώρων Α1, Α2 και Α3.

Θεανώ Ανδρουλάκη  
Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης  
Β' Κατεύθυνση ΠΜΣ Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

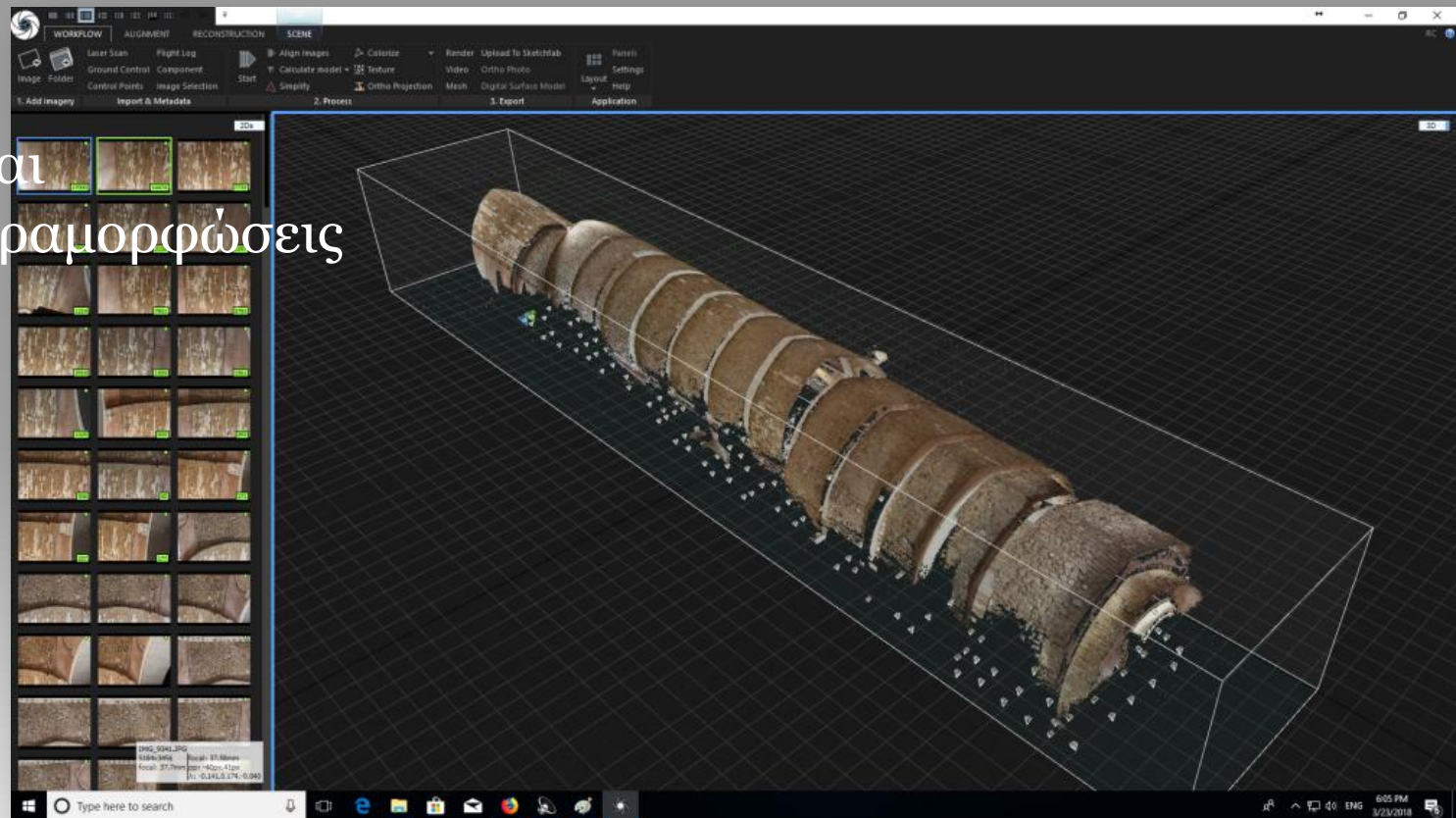


# Reality Capture

Μοντελοποίηση εσωτερικής οροφής για σύγκριση των αποτελεσμάτων απόδοσης της γεωμετρίας

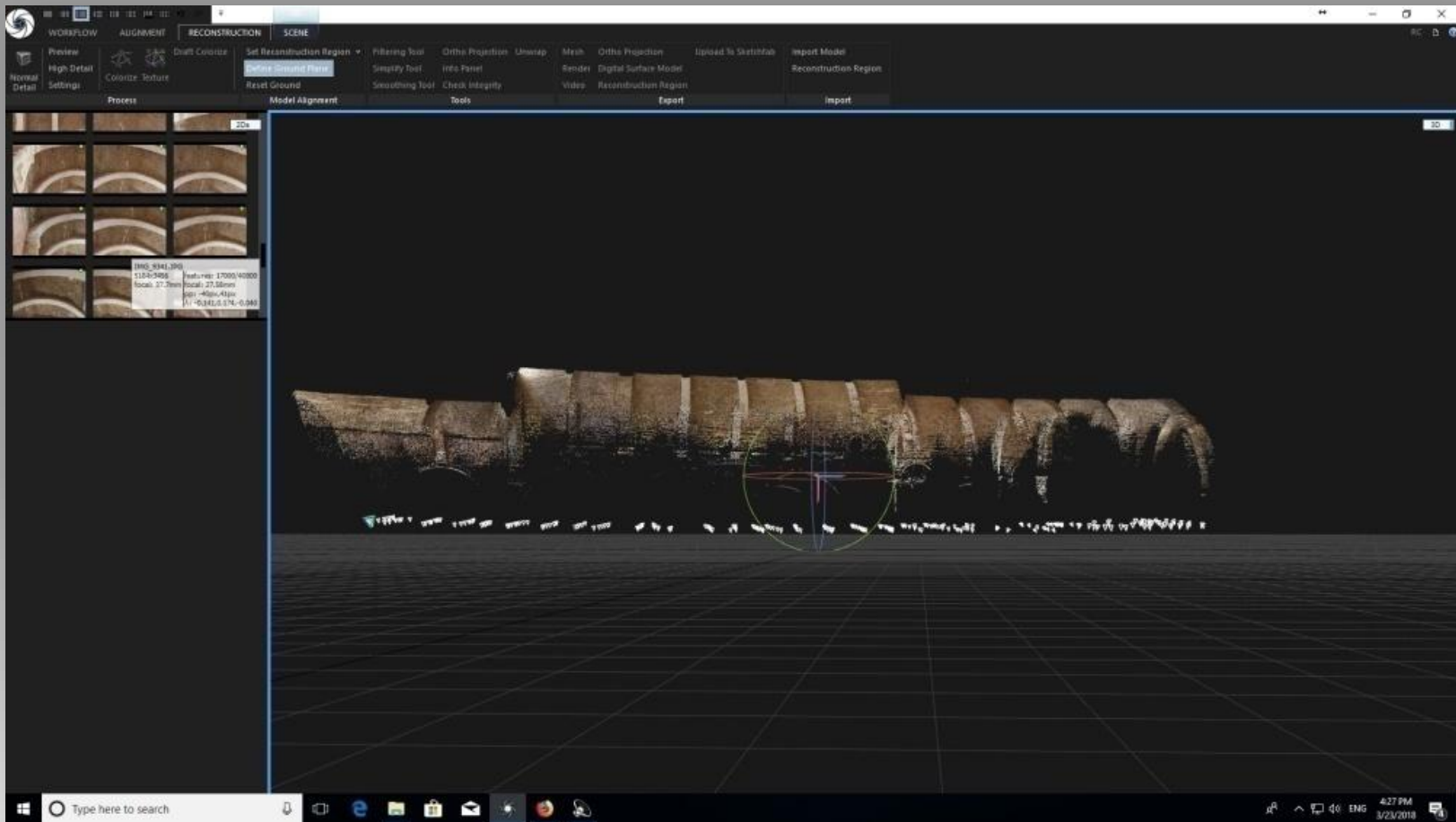
Το μοντέλο από το RC ήταν:

- σωστό
- όμορφο
- πλήρες και
- χωρίς παραμορφώσεις



# Reality Capture

Ο χειρισμός του προγράμματος ήταν πιο απλός και ο χρόνος επεξεργασίας ήταν ασύγκριτα πιο γρήγορος.

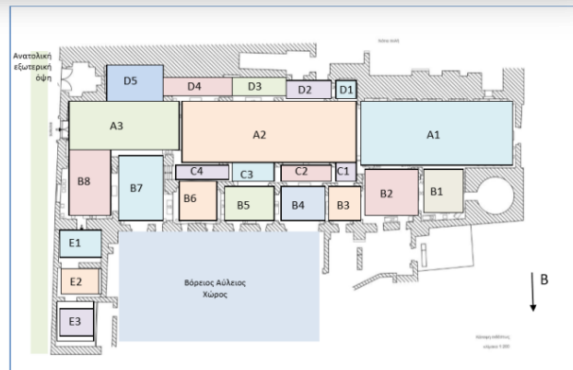


# Reality Capture

	Χώροι του Μνημείου	Αριθμός λήψεων
1	B8_New_1	272
2	Orofi all	230
3	B6_New_RC	111
4	B7_New_RC	148
5	B6_B7_B8_New	531
6	Basi toixou	22
7	B7_B8	365
8	A1_A2_A3	696
9	A1_A2_Server	379
10	A2_A3	253
11	B1_B2	293
12	B3_B4_C1_C2	385
13	B5_C3_C_Roof	169
14	D1_D2	131
15	D3_D4_D5_A3	384

- Εισαγωγή απεριόριστου αριθμού εικόνων
- Αρχικά μοντελοποίηση μεμονωμένων χώρων
- Ακολούθησε μοντελοποίηση ενιαίων χώρων

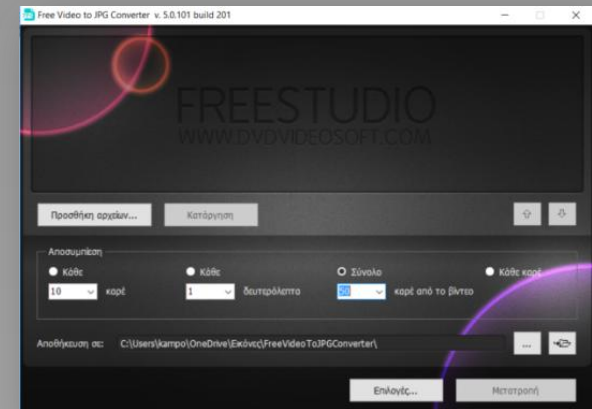
16	D3_D4	213
17	D5_A3	171
18	B5_B6	247
19	Othomaniki krini	339
20	Boria Auli	371
21	Boria Auli Ditikos toixos	213
22	Mitsotaki	317
23	Outside_All_New_New	635
24	UAV Roof	67
25	Outside	1247
26	D_All_2	515
27	B_C_New	1359
28	Interior_2	2371
Σύνολο εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν		<b>12.929</b> <i>images</i>



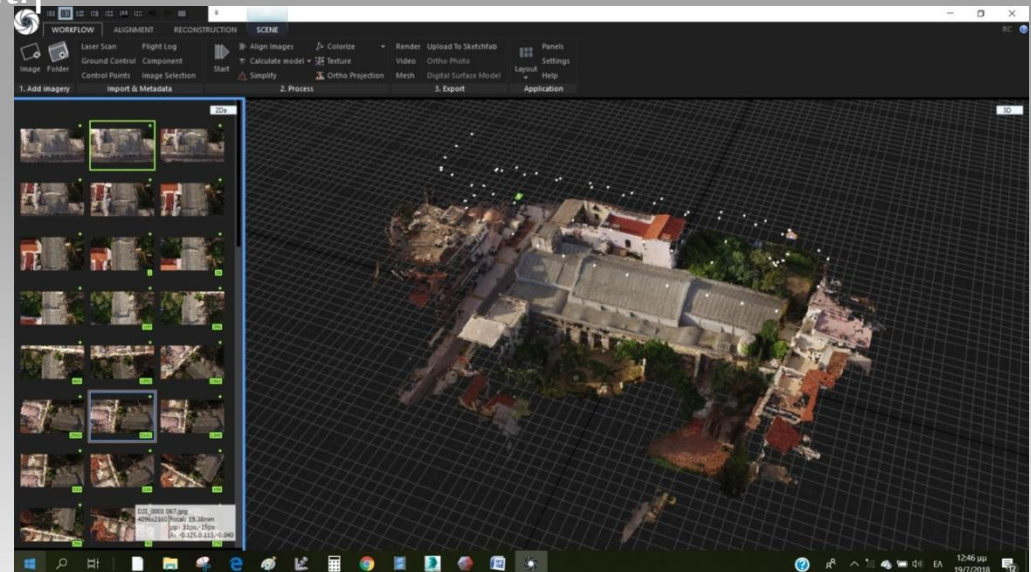


# Το 3D μοντέλο της στέγης

Το αποτέλεσμα της πτήσης του UAV ήταν ένα αρχείο MP4 (.mp4 file) διάρκειας 3. 32 λεπτών που αποτύπωσε την εξωτερική στέγη, τη βόρεια αυλή και το χώρο γύρω από το μνημείο. Ακολούθησε η επεξεργασία του MP4 αρχείου με το ελεύθερο λογισμικό Free Video to JPG Converter για την μετατροπή video σε ένα πλήθος αρχείων .jpg. Μετά την τελική επιλογή 67 εικόνων ακολούθησε η παραγωγή του μοντέλου με το Reality Capture.



<https://www.dvdvideosoft.com/products/dvd/Free-Video-to-JPG-Converter.htm>

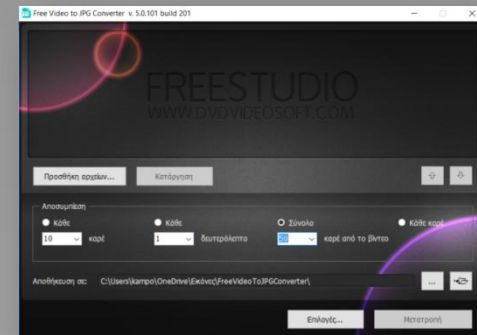


# Το 3D μοντέλο της στέγης

Αποτύπωση : εξωτερικής στέγης,  
βόρειας αυλής και  
χώρου γύρω από το μνημείο

Πτήση του UAV → αρχείο MP4 (.mp4 file)  
διάρκειας 3. 32 min

Μετατροπή του MP4 αρχείου με το ελεύθερο  
λογισμικό Free Video to JPG Converter

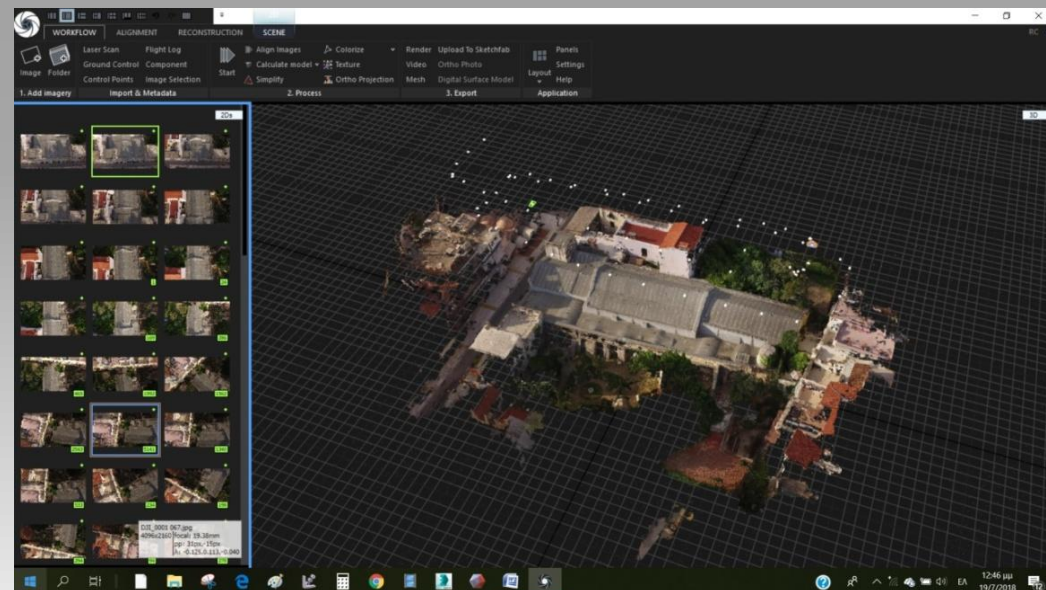


<https://www.dvdvideosoft.com/products/dvd/Free-Video-to-JPG-Converter.htm>

↪ σε πλήθος αρχείων .jpg.

Επιλογή 67 εικόνων

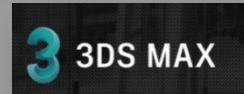
Μοντελοποίηση με Reality Capture



# Reality Capture

Μοντελοποίηση ➡ εξαγωγή αρχείων σε μορφή .obj

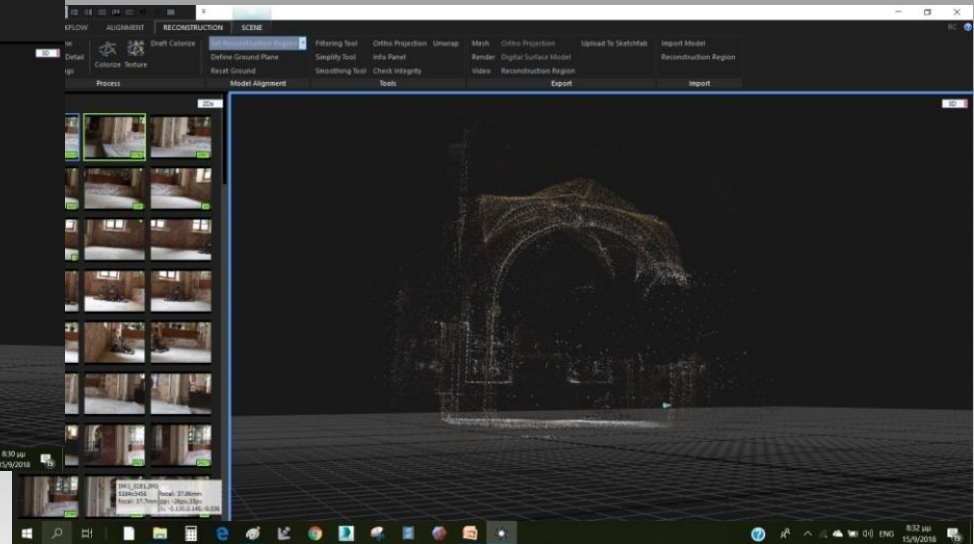
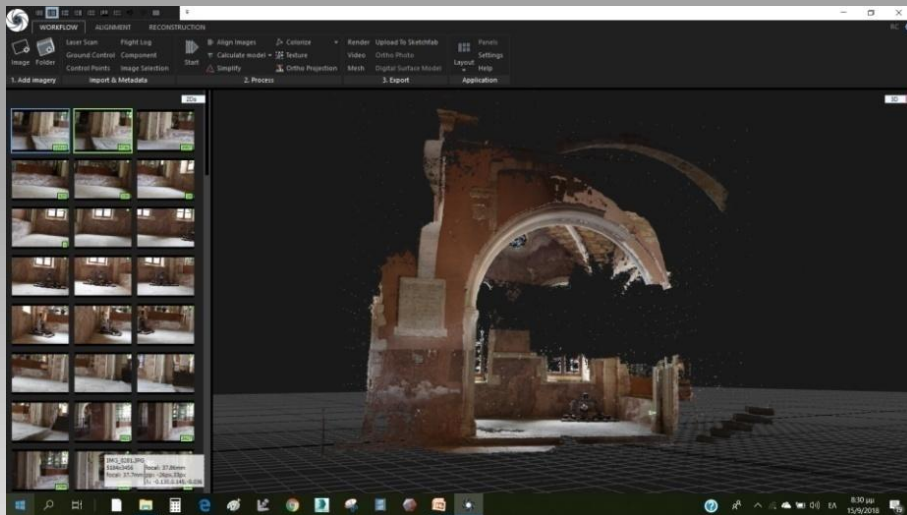
.obj πολύ μεγάλο μέγεθος ( από 1,2 έως 11 GB !!) ➡ αδύνατη επεξεργασία



➡ δυνατότητα απλοποίησης μοντέλων ➡ μεγάλη αλλοίωση στην απόδοση της γεωμετρίας

B6

B6 Simplified

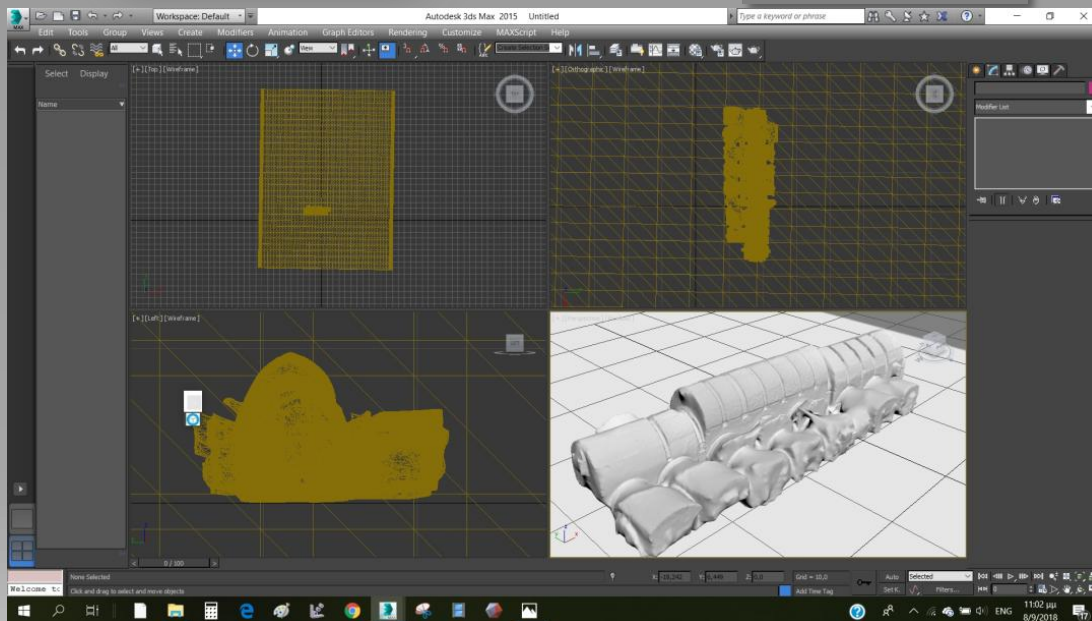




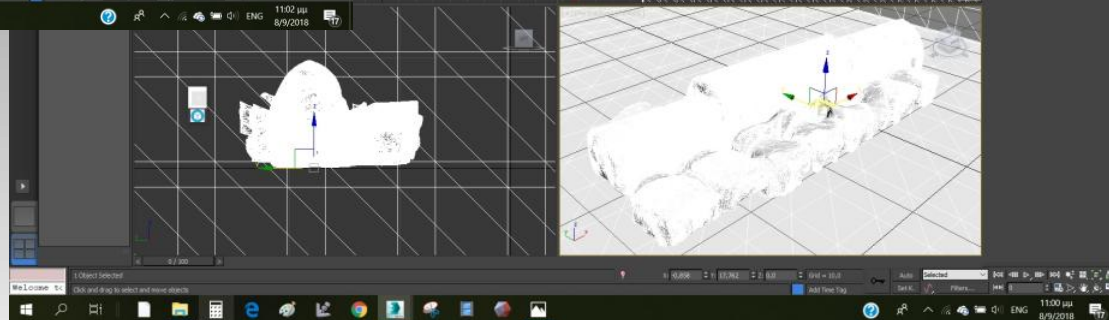
Τα μοντέλα στο 3Ds Max εμφανίζονται ασπρόμαυρα, χωρίς υφή και χρώμα



.obj  
.mtl



A1 A2



Σχολή Αρχιτεκτονικών Μηχανικών  
Πολυτεχνείου Κρήτης

**Digital Media Lab**

School of Architectural Engineering | Technical University of Crete

Θεανώ Ανδρουλάκη  
Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης  
Β' Κατεύθυνση ΠΙΜΣ Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πολυτεχνείο Κρήτης

# Reality Capture

Ακολούθησε έρευνα για την επίλυση των προβλημάτων που προέκυψαν με τη χρήση του Reality Capture. Τελικά δημιουργήθηκαν πέντε αρχεία που έπρεπε να ενωθούν στο 3DSMax για την παραγωγή του ολοκληρωμένου ψηφιοποιημένου μνημείου.

Μετά από έρευνα καταλήξαμε η εξαγωγή των αρχείων από το RC να γίνει σε μορφή .xyz. Τα αρχεία να εισαχθούν για επεξεργασία (σβήσιμο περιττής πληροφορίας και ευθυγράμμιση) στο λογισμικό ReCap της Autodesk, να εξαχθούν σε μορφή .rcp. Ακολουθεί η εισαγωγή των αρχείων, στο 3DSMax με μορφή point cloud, όπου δημιουργείται το ολοκληρωμένο μοντέλο.

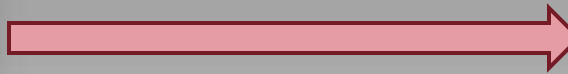
Το μέγεθος του μοντέλου θα πρέπει να είναι μικρότερο από 200 MB, ώστε να μπορεί να εισαχθεί στην πλατφόρμα Sketchfab.





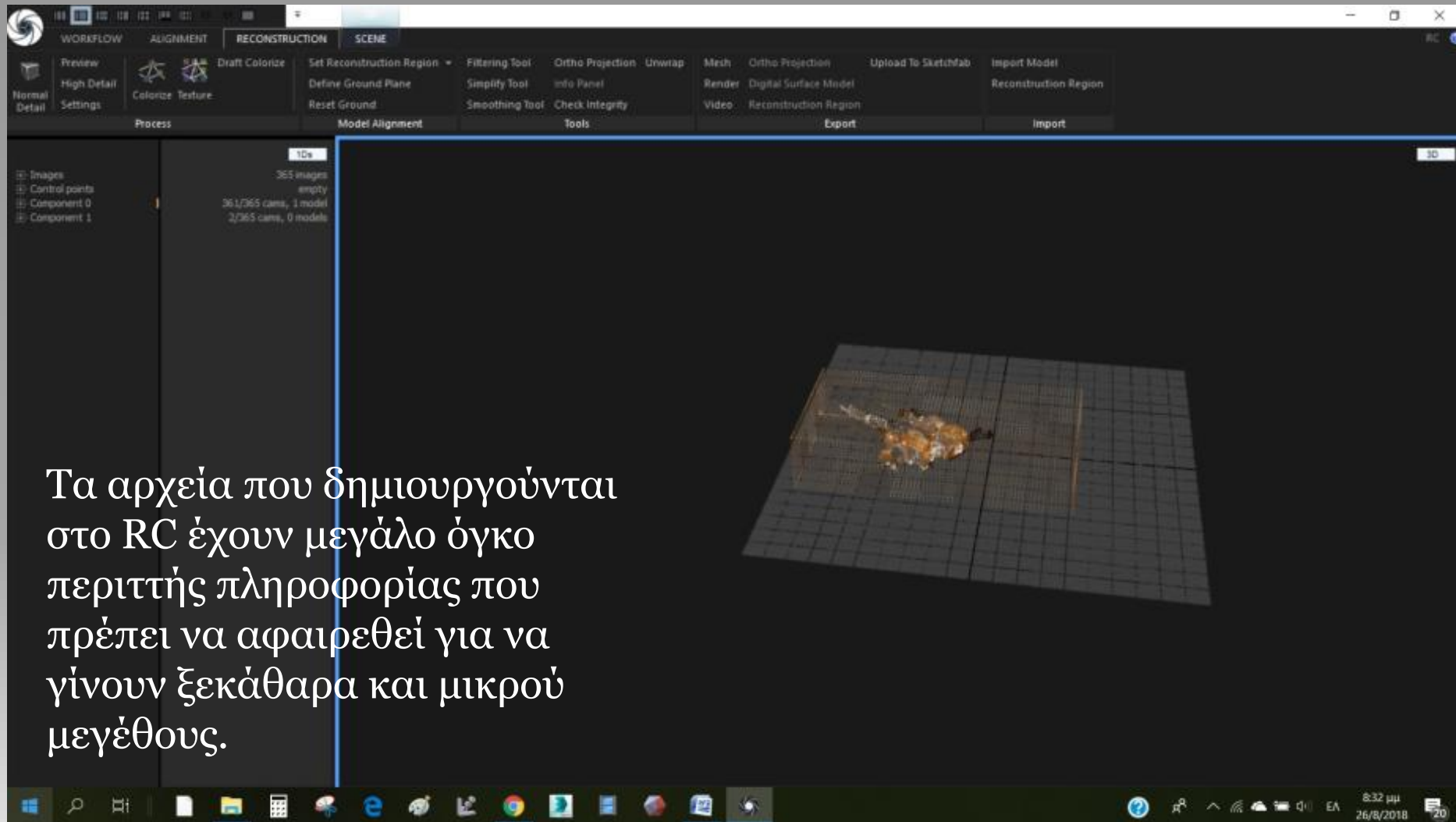
# Αναζήτηση μορφής αρχείων εξαγωγής από το RC με διαχειρίσιμο μέγεθος

Wavefront obj (\*.obj)  
 Wavefront obj (\*.obj)  
 Polygon File Format (\*.ply)  
 XYZ Point Cloud (\*.xyz)  
 List of visible parts (\*.partList)  
 Autodesk's file format (\*.fbx)  
 AutoCAD DXF (\*.dxf)  
 Collada DAE (\*.dae)  
 Biovision BVH (\*.bvh)  
 Motion Analysis HTR (\*.htr)  
 Motion Analysis TRC (\*.trc)  
 Acclaim ASF (\*.asf)  
 Acclaim AMC (\*.amc)  
 Vicon C3D (\*.c3d)  
 Adaptive Optics AOA (\*.aoa)  
 Superfluo MCD (\*.mcd)



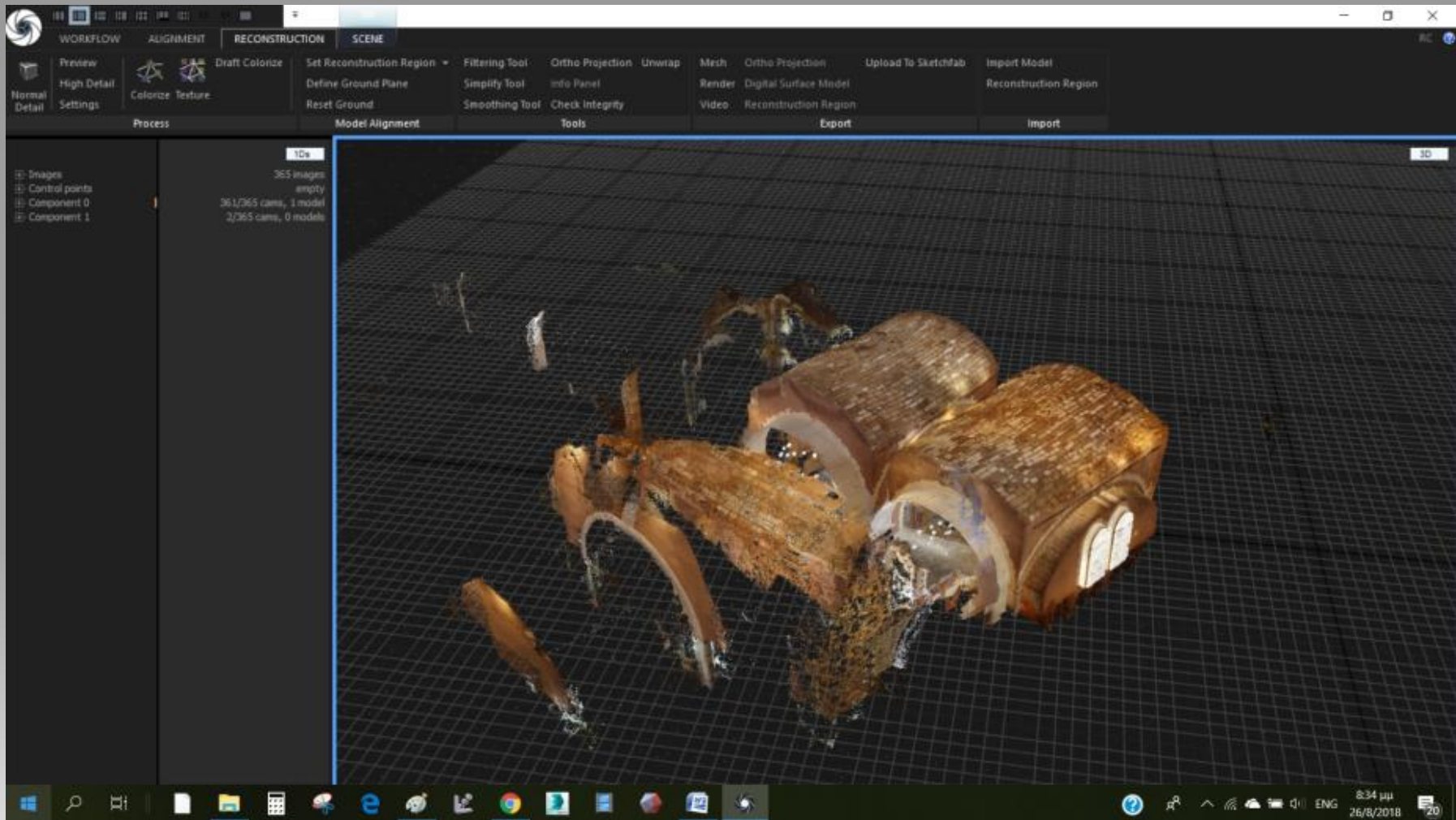
XYZ Point Cloud  
 \*.xyz

# Reality Capture



Τα αρχεία που δημιουργούνται στο RC έχουν μεγάλο όγκο περιττής πληροφορίας που πρέπει να αφαιρεθεί για να γίνουν ξεκάθαρα και μικρού μεγέθους.

# Reality Capture



Τμηματικά αρχεία



Επεξεργασία  
Ένωση Χώρων

**Όμως ...** Στο 3Ds Max δε μπορεί να γίνει επεξεργασία των point clouds

**Έτσι ...** Μετά από έρευνες:

Μοντελοποίηση

Επεξεργασία

Ένωση

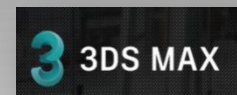
Ολοκληρω  
μένο  
μοντέλο  
σε  
Point cloud



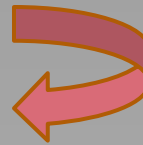
.xyz



.rcp

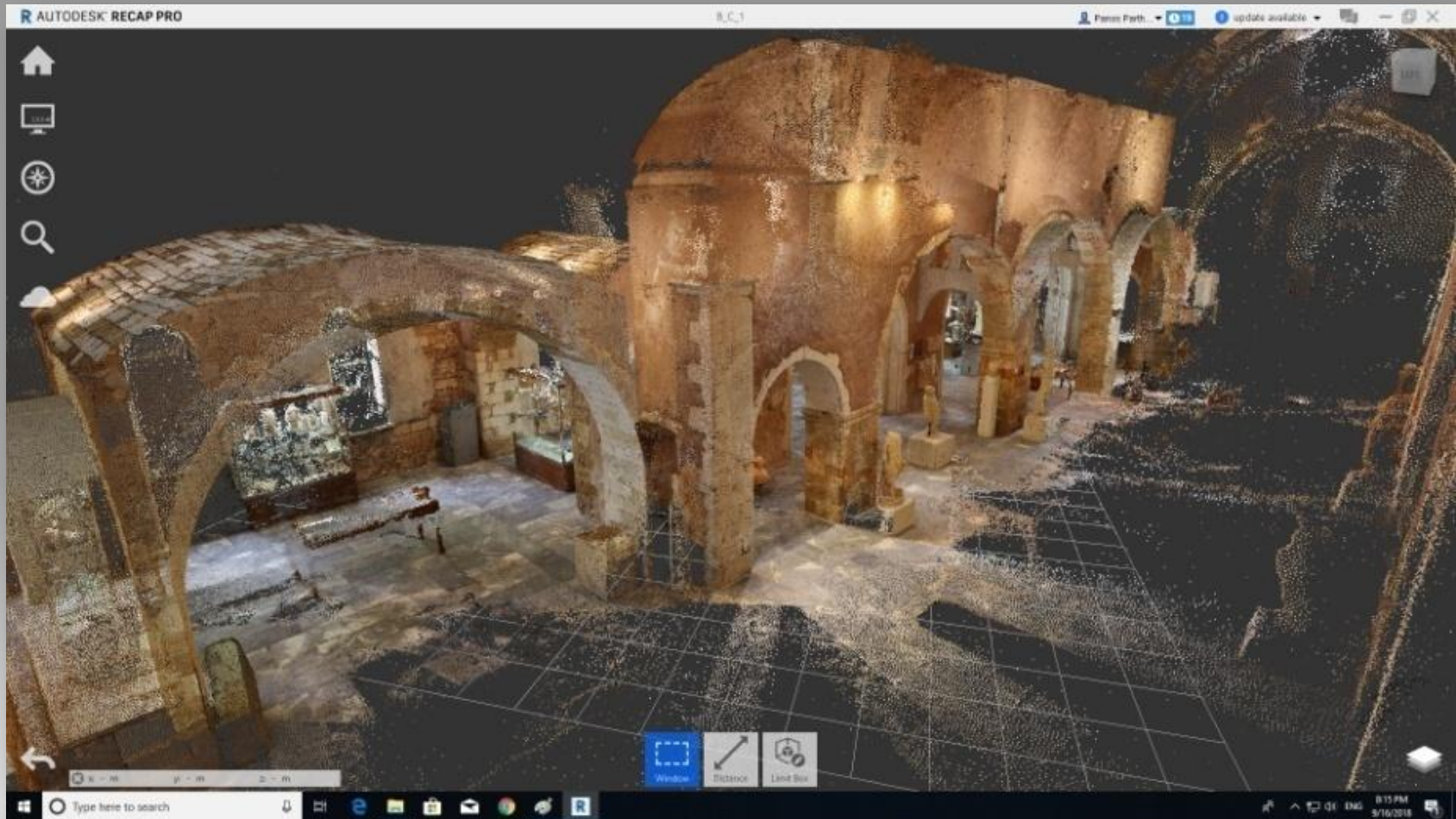


.max

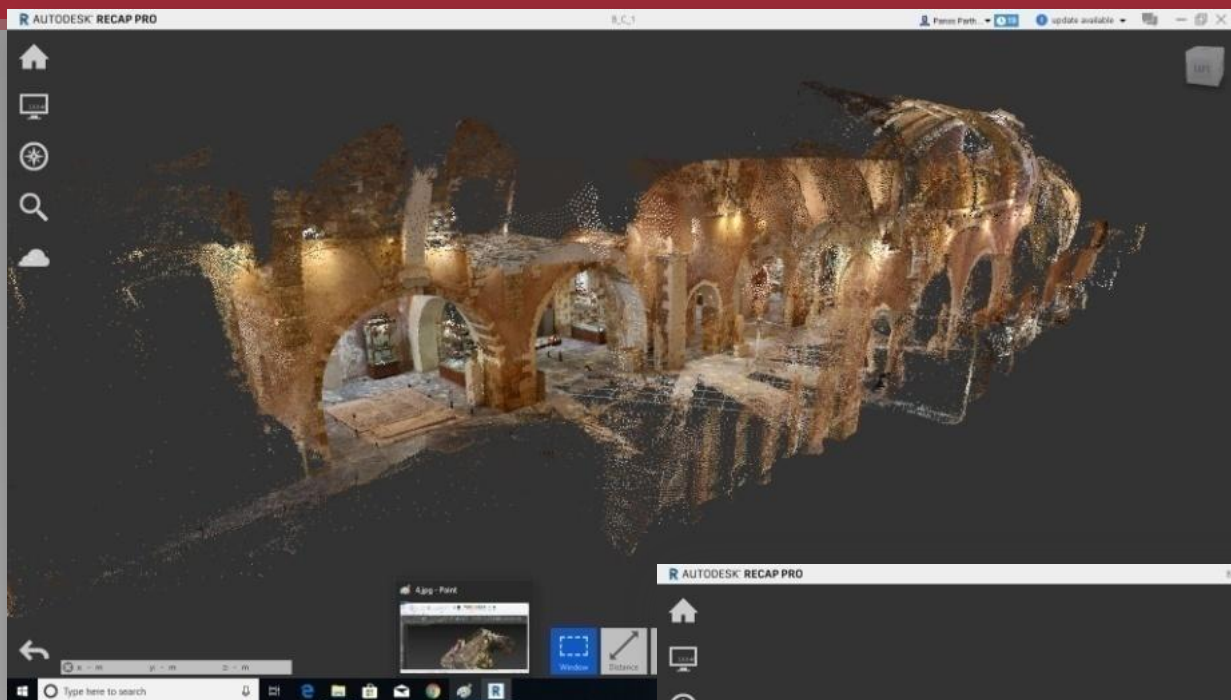




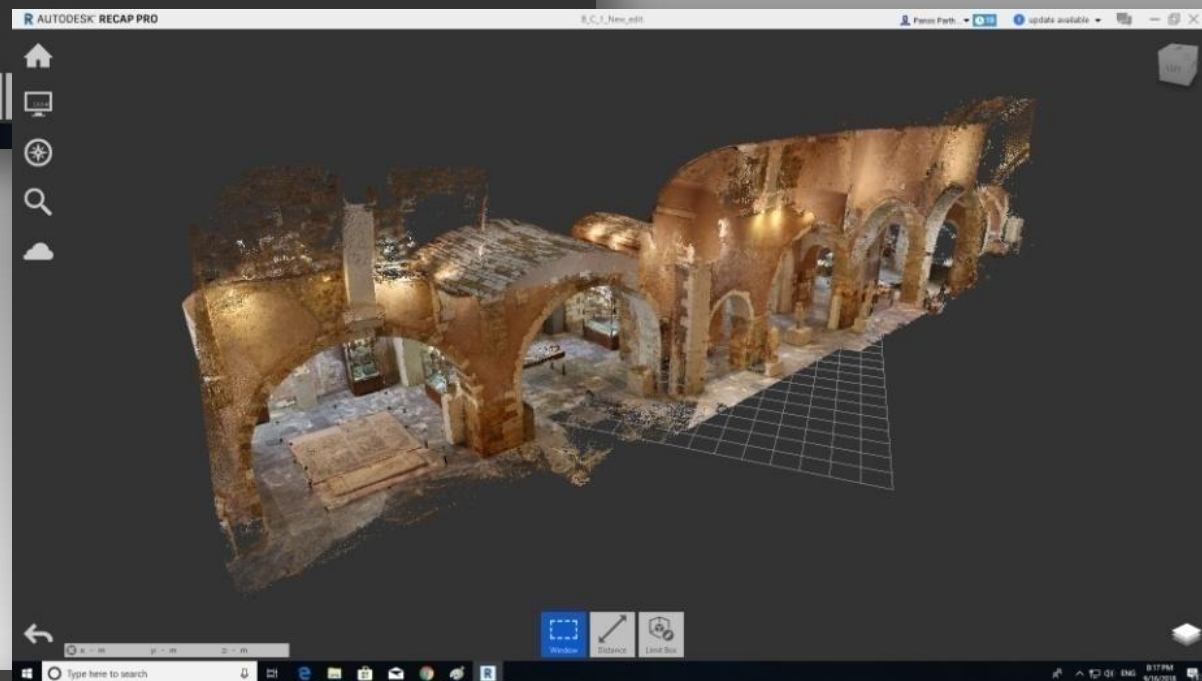
Η επεξεργασία των .xyz αρχείων που έχουν παραχθεί στο Reality Capture πραγματοποιείται στο ReCap της Autodesk.







Τα αρχεία μετά την επεξεργασία αποθηκεύονται σε μορφή .recp.



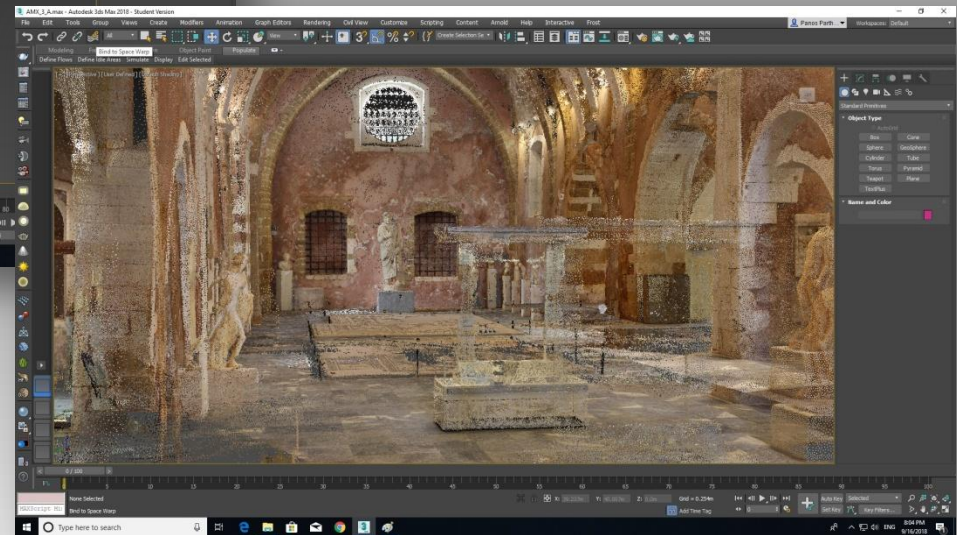
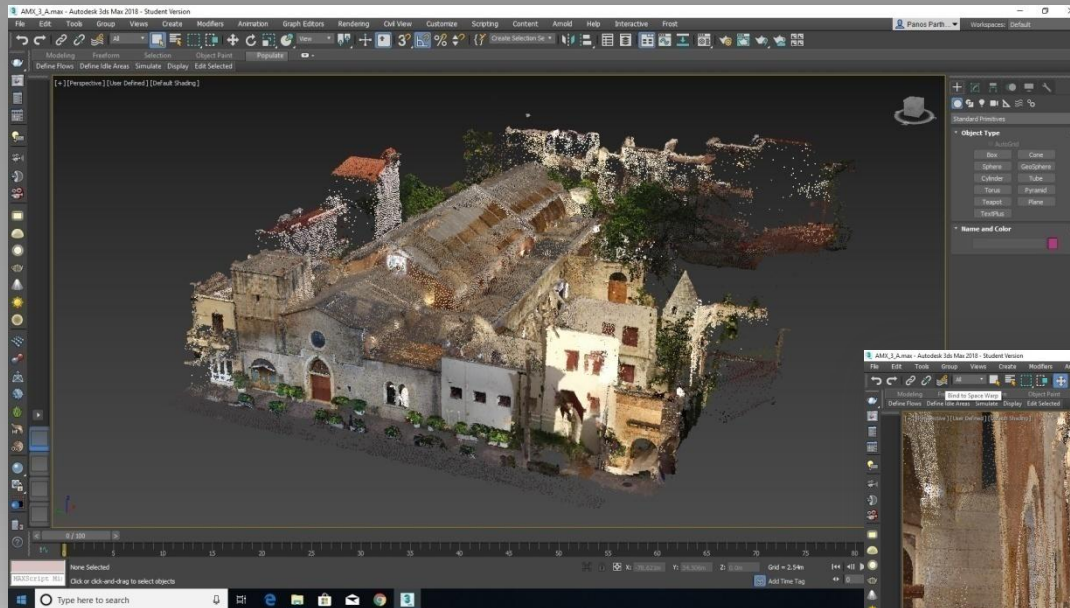
# Reality Capture

Το πρόγραμμα δηλώνει ότι μπορεί να δεχτεί απεριόριστο αριθμό εικόνων για μοντελοποίηση χώρων ή αντικείμενων. Χρησιμοποιώντας τις ίδιες λήψεις άρχισε η παραγωγή των μοντέλων από μεμονωμένους χώρους (π.χ. A1, B1...), προχώρησε στη μοντελοποίηση γειτονικών χώρων (π.χ. B1–B2, D1–D2, ...) και τελικά δημιουργήθηκαν 5 μοντελοποιημένα τμήματα του μνημείου από 3.875 εικόνες.



	Χώροι του Μνημείου	Αριθμός λήψεων	Points
1	A1,A2,A3	637	
2	B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8	1318	
	C1,C2,C3		
3	D1,D2,D3,D4,D5	512	
4	E1,E2,E3	283	
5	Ανατολική όψη		
	Βόρεια αυλή	1125	
	Εξωτερική στέγη		
	Σύνολο εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν	<b>3.875</b> <i>images</i>	

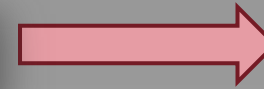
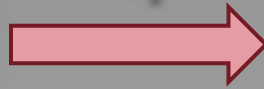
Τα 5 αρχεία μετά την επεξεργασία τους στο ReCap, με μορφή .recp, εισάγονται στο 3DSMax σαν points clouds. Με τη βοήθεια της αποτυπωμένης κάτοψης ενώνονται χειροκίνητα για τη δημιουργία του ενιαίου ψηφιακού μοντέλου του μνημείου.



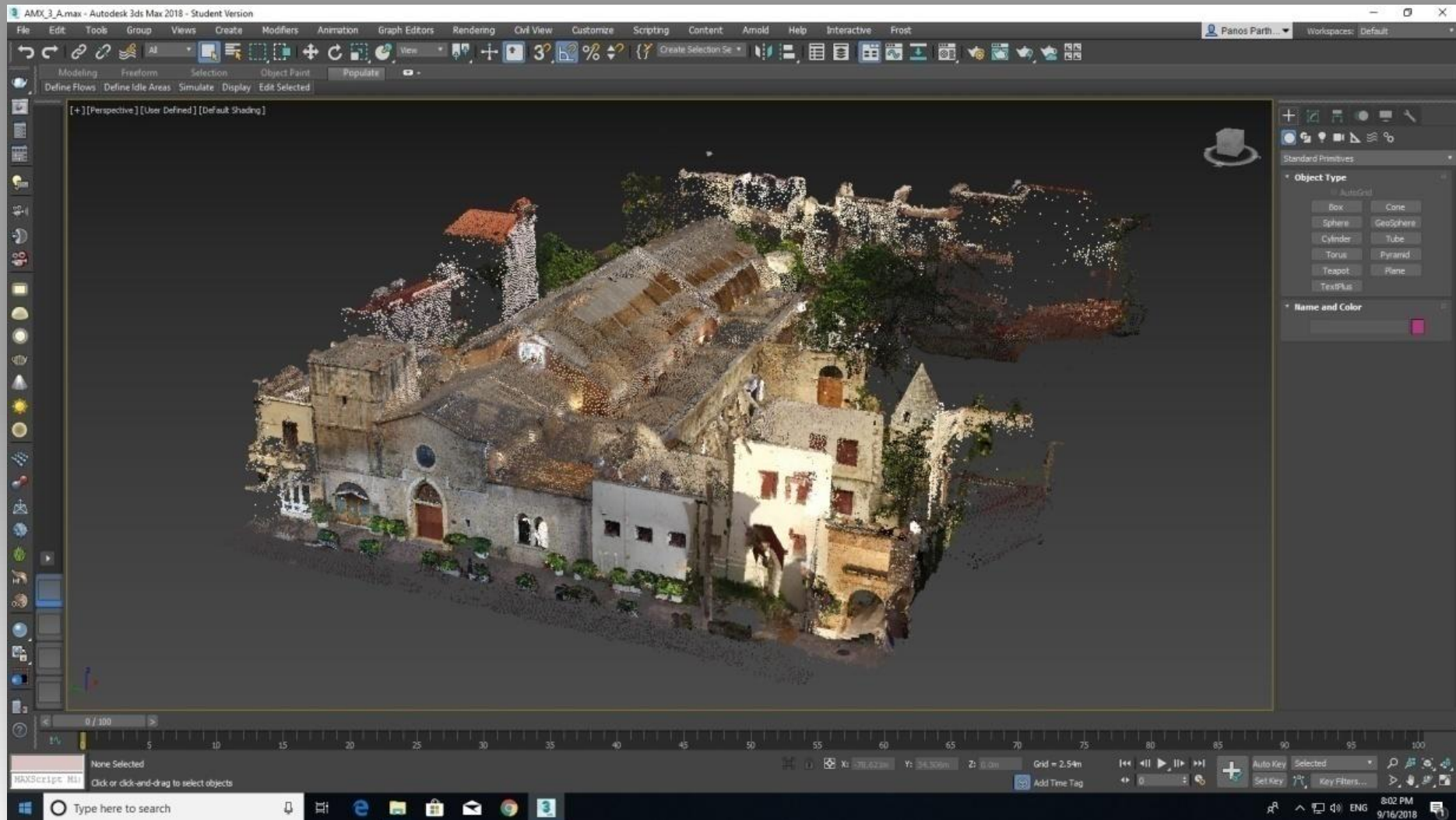


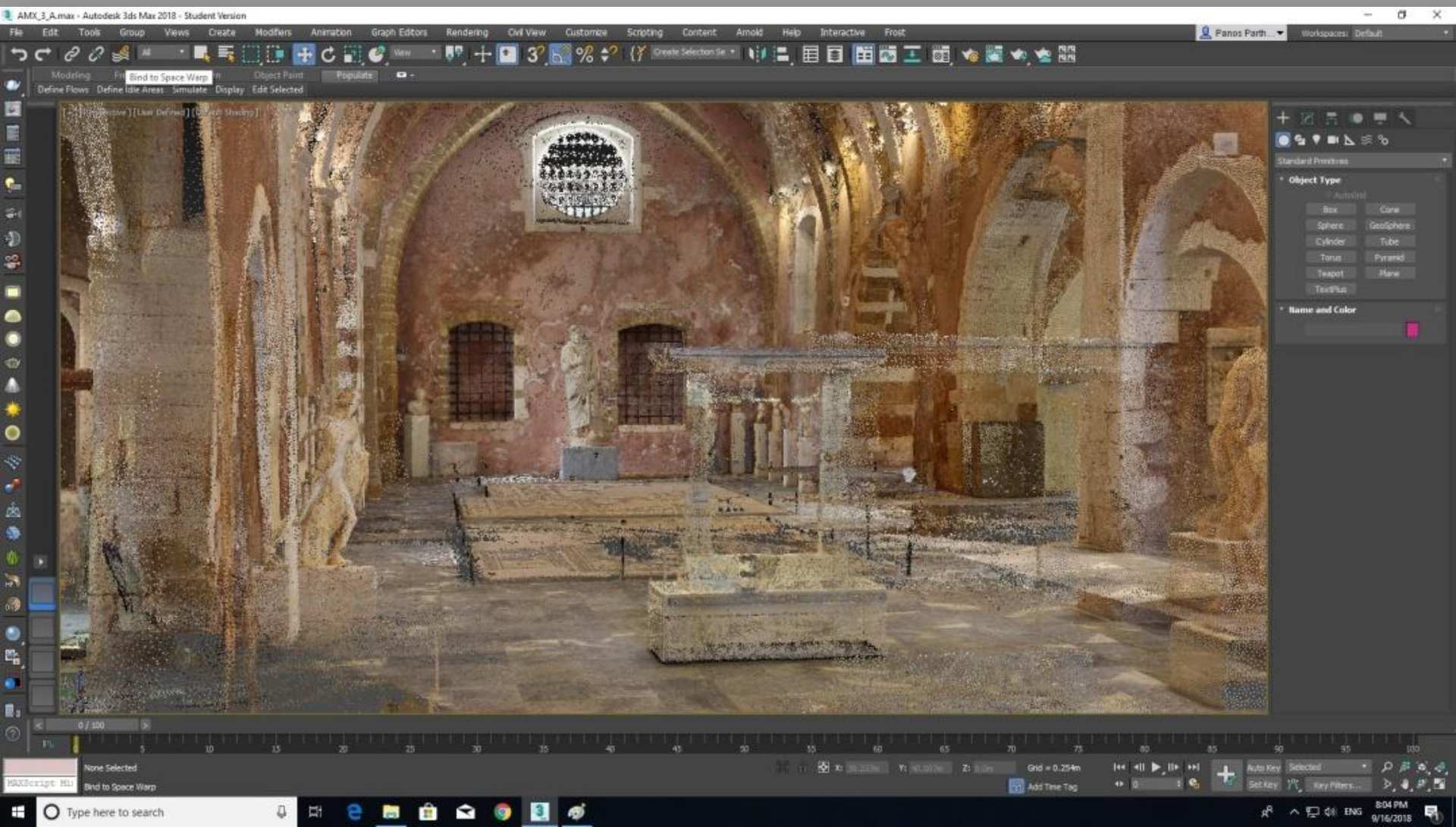


.recp



Ολοκληρωμένο  
μοντέλο  
σε  
Point cloud







**Στόχος**  Εισαγωγή του τρισδιάστατου μοντέλου στην πλατφόρμα Sketchfab για ψηφιακή περιήγηση

**Όμως ...**

- υπάρχουν προβλήματα στις ενώσεις των χώρων
- το ενιαίο αρχείο point cloud που έχει δημιουργηθεί στο 3DsMax δεν μπορεί να εισαχθεί στην πλατφόρμα Sketchfab

**Οπότε ...**

αναγκαία δημιουργία **ενός** αρχείου



**χωρίς ενώσεις**  
**μέχρι 200MB**

**Αναγκαία ...** αναβάθμιση του ηλεκτρονικού υπολογιστή

Όλα τα παραπάνω ήταν οι δοκιμές  
που πραγματοποιήθηκαν ώστε να οδηγηθούμε  
στη δημιουργία του τελικού ψηφιακού μοντέλου  
με τα μέσα  
**υλικά, ψηφιακά και χρονικά** που διαθέταμε.



# Τελικό ψηφιακό μοντέλο



Εισαγωγή  
5.435 εικόνων



Ευθυγράμμιση των  
εικόνων



Παραγωγή  
88 τμημάτων  
(components)



Δημιουργία  
20 σημείων  
αναφοράς  
(control points)



Ευθυγράμμιση  
ξανά των εικόνων



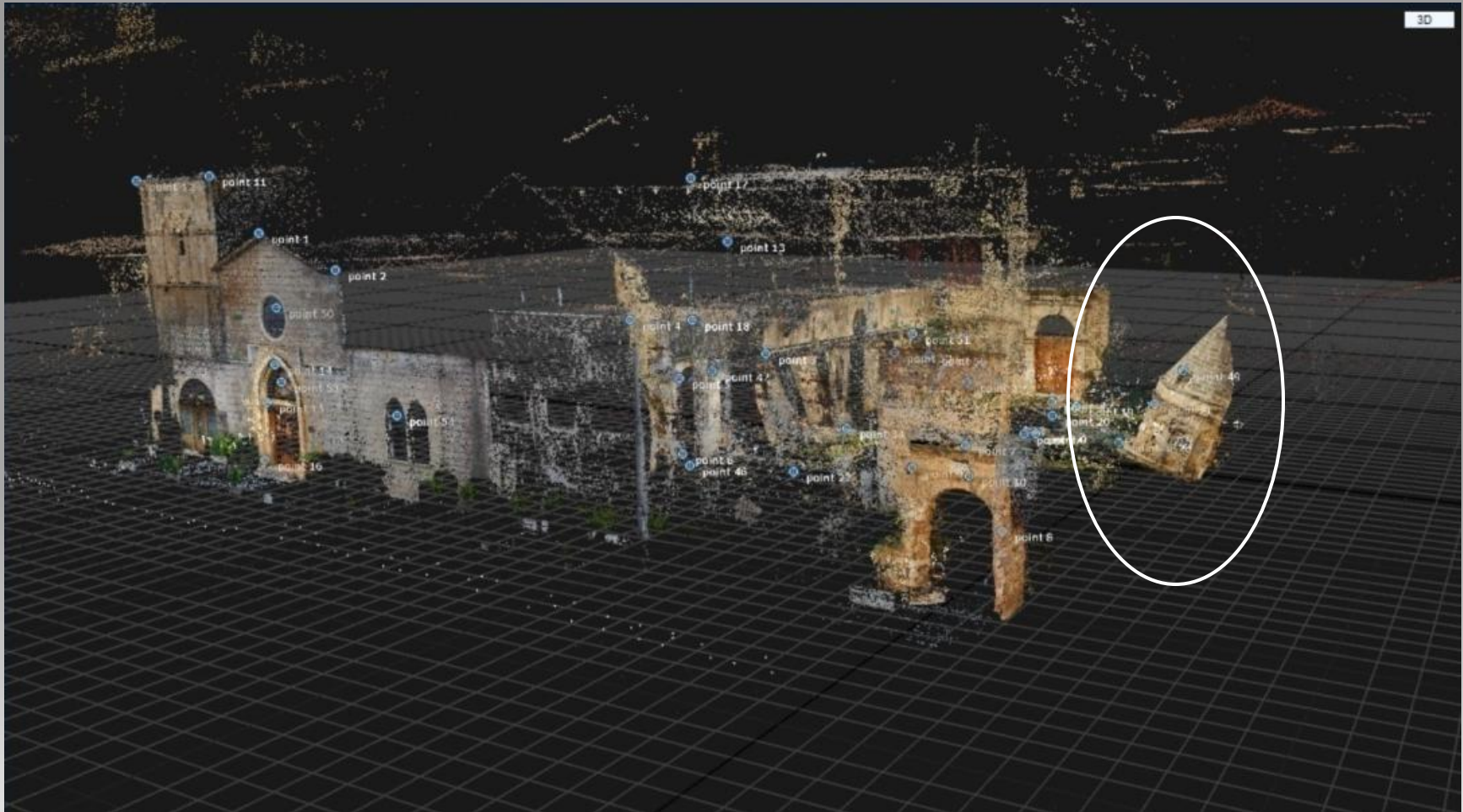
Παραγωγή  
2 τμημάτων με  
4.532 και 219  
εικόνες



Μοντελοποίηση σε  
κανονική ανάλυση

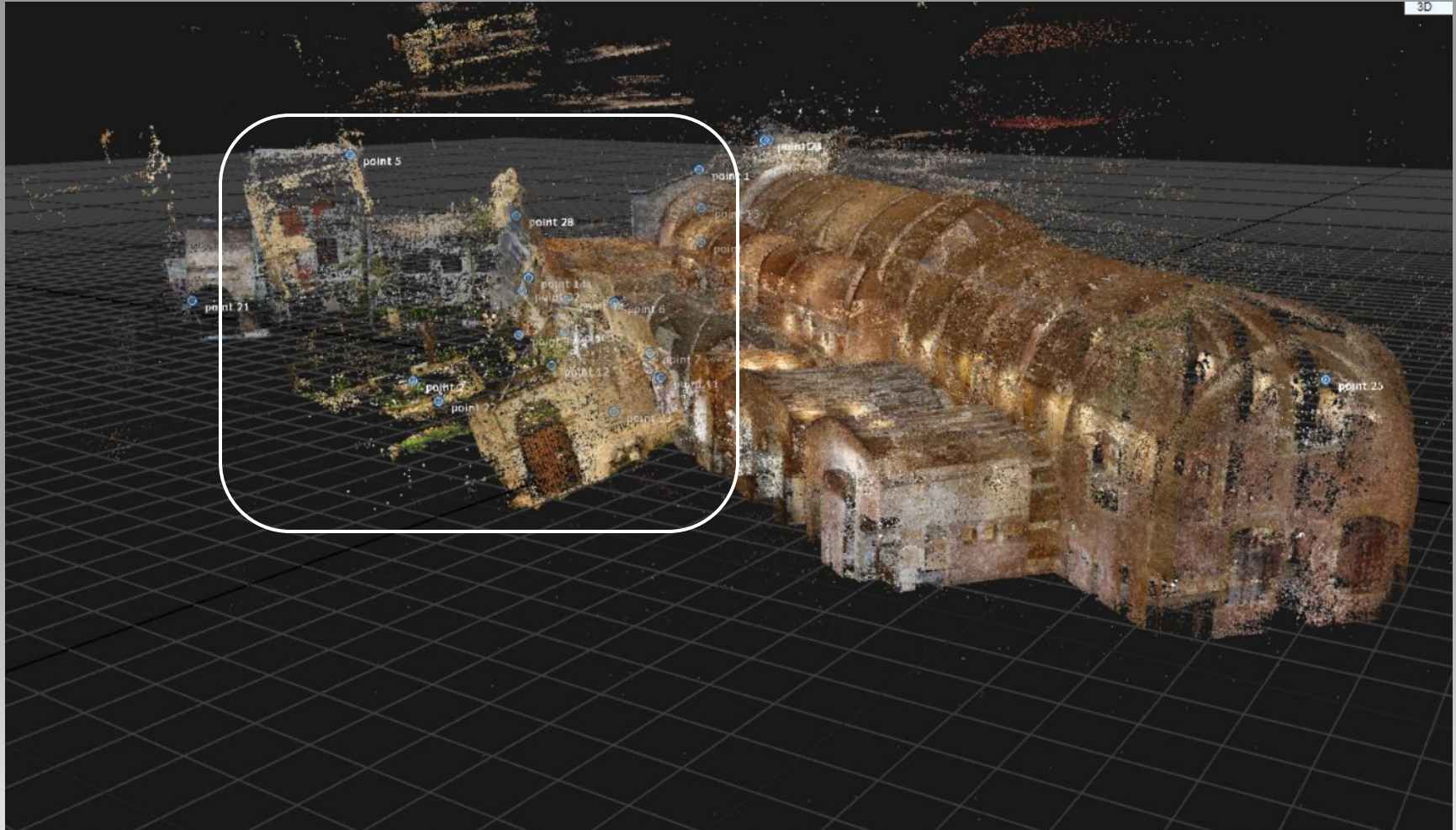


# Προβλήματα στις ενώσεις και στην ευθυγράμμιση των τμημάτων





# Προβλήματα στις ενώσεις και στην ευθυγράμμιση των τμημάτων





# Τελικό ψηφιακό μοντέλο A

Μοντελοποίηση  
με 4.532 images

Upload

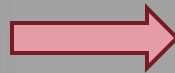


# Τελικό ψηφιακό μοντέλο B

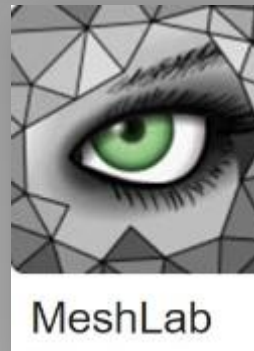
Μοντελοποίηση  
με 4.532 images



.xyz



.txt



.ply

Ολοκληρωμένο  
μοντέλο  
σε  
Point Cloud

# Ψηφιακή Περιήγηση με τη συσκευή Vive HTC.

Με τα τελικά ψηφιακά μοντέλα του μνημείου, μέσα από την πλατφόρμα Sketchfab και με τον εξοπλισμό εικονικής πραγματικότητας **Vive HTC**, ο χρήστης, είναι δυνατόν να περιηγηθεί στον τεχνητό κόσμο, να κινηθεί γύρω του και να αλληλεπιδράσει με τα εικονικά αντικείμενα.



## Αποτελέσματα

Το καθολικό της ενετικής μονής του Αγ. Φραγκίσκου στα Χανιά μοντελοποιήθηκε τρισδιάστατα και το τελικό μοντέλο, μέσα από την διαδικτυακή πλατφόρμα Sketchfab, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ψηφιακές περιηγήσεις.

Η δημιουργία του μοντέλου πραγματοποιήθηκε με τη φωτογραμμετρική τεχνική «Δομής από κίνηση» [Structure from Motion Technique (SfM)] χρησιμοποιώντας 5.236 εικόνες ψηφιακής, μη μετρικής μηχανής, που αποτυπώθηκαν από το έδαφος και από αέρα, σε 22 επισκέψεις επί τόπου στο μνημείο. Ακολούθησε η επεξεργασία των εικόνων και η παραγωγή του μοντέλου με το λογισμικό μοντελοποίησης Reality Capture. Ο χρήστης με τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας, Oculus Rift και Vive HTC μπορεί να πραγματοποιήσει εικονικές περιηγήσεις.



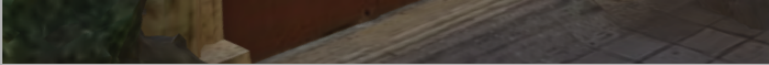
## Συμπεράσματα

Η μοντελοποίηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς με την «τεχνική δομής από κίνησης» μπορεί να πραγματοποιηθεί, με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα σε μνημεία πολύπλοκα και μεγάλου μεγέθους όπως το καθολικό της ενετικής μονής του Αγ. Φραγκίσκου στα Χανιά. Συγκεκριμένα με εξοπλισμό: μια μη μετρική ψηφιακή κάμερα, ένα ισχυρό υπολογιστή και λογισμικά παραγωγής ψηφιακών μοντέλων χώρων και πολλές ώρες εργασίας τόσο στο πεδίο όσο και στο γραφείο μπορεί ένα μνημείο να μοντελοποιηθεί και να εισαχθεί σε πλατφόρμα του διαδικτύου για ψηφιακή περιήγηση ειδικών και κοινού.




# Τελικό ψηφιακό μοντέλο A

<https://sketchfab.com/models/o1fe7c7908a6430981c531aa648a5c3a>



## AMX\_Final\_RC


**parthenios** PRO

+ Add To
<> Embed
↻ Share

◀ Triangles: 838.2k
🔗 Vertices: 418.2k
[More model information](#)

[Add a description](#)

🕒 Published 3 days ago

📷 Uploaded with RealityCapture

📁 Add a category

🏷️ realitycapture

### Comments

### Model Information


Source format	.obj
Geometry	Triangles 838.2k
Vertices	418.2k
Size	12MB
Normals	✗
Vertex color	✗
Rigged	✗
UV Mapped	✓
Textures	1
Materials	1



# Τελικό ψηφιακό μοντέλο B

<https://sketchfab.com/models/c7334bc15b5644acb2040e4d061c9bef>

## AMX\_Final\_Point Cloud



**parthenios** PRO

+ Add To </> Embed ↻ Share

◀ Triangles: 0 ♀ Vertices: 4.2M [More model information](#)

[Add a description](#)

🕒 Published a day ago

📁 [Add a category](#)

🏷️ [Add some tags](#)

### Comments

### Model Information

Source format	.ply		
Geometry	Points 4.2M		
Vertices	4.2M		
Size	48MB	Normals	✗
		Vertex color	✓
		Rigged	✗
		Materials	1



## Βιβλιογραφία

- Ανδριανάκης Μ., Η Παλιά Πόλη των Χανίων, εκδ. Αδάμ.
- Βουρεξής Φ., Διερεύνηση Ακριβούς Γεωμετρικής Τεκμηρίωσης Μνημείων με Χαμηλό Κόστος: Εφαρμογή στο Γιοφύρι της Καρύταινας, *Μεταπτυχιακή Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, 2016.*
- Γιαννακίδης Α., Οι ψηφιακές τεχνολογίες ως εργαλεία στη διάθεση της τοπικής κοινωνίας, 2015.
- Ιατρού Μαρία, Η εικονική πραγματικότητα ως διδακτικό μέσο στα αρχαιολογικά εκπαιδευτικά προγράμματα, *Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων σ. 47-61, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.*
- Μαραγδούλη Φωτεινή, Προσωποποιημένοι Τουριστικοί Ψηφιακοί Οδηγοί σε Αρχαιολογικά Περιβάλλοντα. Μελέτες περιπτώσεων εφαρμογής των Συστημάτων Κινητής και Φορητής Επαυξημένης Πραγματικότητας. *Πανεπιστήμιο Αιγαίου, τμήμα Μηχανικών σχεδίασης προϊόντων και συστημάτων, Διπλωματική εργασία, 2011*
- Πούλιος Ι. κ.α., Πολιτιστική Διαχείριση, Τοπική Κοινωνία και Βιώσιμη Ανάπτυξη, 2015.
- Παρθένιος Π. Ανδρουλάκη Θ., Γερεουδάκη Ε., Βιδάλης Γ., Τρισδιάστατη ψηφιακή απεικόνιση μνημείων με χρήση απλής ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής και ειδικού λογισμικού. Οι περιπτώσεις τρισδιάστατης μοντελοποίησης του Γυαλί Τζαμισί στο Ενετικό λιμάνι των Χανίων και του Ι.Ν. της Μεταμόρφωσης του Σωτήρα στα Μεσκλά Χανίων. *Αρχαιολογικό Έργο Κρήτης, Πρακτικά 4<sup>ης</sup> Συνάντησης, Ρέθυμνο, 2016.*
- Παρθένιος Π. Ανδρουλάκη Θ., Ειδικές εφαρμογές των ψηφιακών τεχνολογιών στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης της πολιτιστικής κληρονομιάς. *Αρχαιολογικό Έργο Κρήτης, Πρακτικά 4<sup>ης</sup> Συνάντησης, Ρέθυμνο, 2016.*





## References

- Bila Z., Reznicek J., Pavelka K., 2013, Range and Panoramic Image Fusion Into a Textured Range Image For Cultural Heritage Documentation, *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-5/W1, 2013 XXIV International CIPA Symposium, 2 – 6 September 2013, Strasbourg, France*
- Bruno F., Bruno St., De Sensi G., Luchi M-L, Mancuso St., Muzzupappa M. From 3D reconstruction to virtual reality: A complete methodology for digital archaeological exhibition. *Digital Heritage, Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation and Protection, 6<sup>th</sup> International Conference, EuroMed 2016, Nicosia, Cyprus, October 31- November 5, Proceedings, Part I (2016).*
- Cameron F., Kenderdine S., *Theorizing Digital Heritage. A Critical Discourse.* Cambridge, MA:the MIT Press, 2010.
- Museums in the Digital Age, ARUP
- Museums in the Digital Age. Museums and the Development of Active Citizenship, *NEMO 21st Annual Conference Documentation Bucharest, Romania, November 2013*
- Cosmas J., Itegiaki T., Green D., Grabczewski E., Weimer F., Van Gool L., Zalesny A., Vanrintel D., Leberl Fr., Grabner M., Schindler K., Karner K., Gervautz M., Hynst St., Waelkens M., Pollefeys M., DeGeest R., Sablatnig R., Kampel M., 3D MURALE: A Multimedia System for Archaeology, *Proceedings of the Conference on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, p.297-306, (2001).*
- De Reu J., De Smed Ph., Herremans D., Van Meirvenne M., Laloo P., and De Clercq W. On introducing an image-based 3D reconstruction method in archaeological excavation practice, *Journal of Archaeological Science 41, p.251-262, (2014).*
- El-Hakim S.F., Beraldin J-A., Detailed 3D Reconstruction of Monument Using Multiple Techniques, *ISPRS-CIPA Workshop, Corfu, Greece, Sept. 1-2, (2002).*
- Hilfert Th. And König M. Low-cost virtual reality environment for engineering and construction *Visualization in Engineering a SpringerOpen Journal, (2016) (DOI 10.1186/s40327-015-0031-5)*
- Kersten T. P., Büyüksalih G., Tschirschwitz F., Kan T., Deggim S., Kaya Y., Baskaraca A. P. The Selimiye Mosque of Edirne, Turkey – an immersive and interactive Virtual Reality experience using HTC VIVE, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-5/W1, 2017 Geomatics & Restoration – Conservation of Cultural Heritage in the Digital Era, 22–24 May, Florence, Italy, (2017).*

## References

- Liarokapis F. et al. 3D Modeling and Mapping for Virtual Exploration of Underwater Archaeology Assets *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W3, 2017 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, 1–3 March 2017, Nafplio, Greece*
- Maravelakis E. et al. Lessons learned from Cultural Heritage Digitization Projects in Crete, *Digital Heritage Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Conference on Virtual Systems and Multimedia, VSMM 2008*
- Papaioannou G., Karabassi E.-A., Theocharis Th., Virtual archaeologist: Assembling the past, (2001).
- Parthenios P., Peteinarelis A., Lousa S., Efraimidou N., 2015. Three modes of a monument's 3D Virtual Reconstruction. The case of Giali Tzamisi in Chania, Crete, *Digital Heritage International Congress, Granada, Spain, pp. 75-78, (2015). (DOI: 10.1109/ DigitalHeritage.2015.7413838 Conference: 2015 Digital Heritage)*
- Parthenios P., Androulaki, Th., Gereoudaki E., Vidalis G., Combining Structure from Motion Techniques with low cost equipment for a complete 3D reconstruction of a 13th century church, *Proceedings 8th International Congress on Archaeology, Computer Graphics, Cultural Heritage and Innovation, 5-7 September, Campus de Vera, Universitat Politècnica de Valencia, Valencia, Spain, (2016).*
- Parthenios P., Androulaki, Th., Integrating structure from motion photogrammetry with virtual reality tools as a novel technique for digitally reconstructing an archaic column, CHNT 22, Vienna (2017).
- Parthenios P., Androulaki, Th., Exploring the possibilities of Immersive Reality tools in virtual reconstruction of monuments, 1<sup>st</sup> International Conference TMM\_CH, Transdisciplinary Multispectral modeling and Cooperation for the Preservation of Cultural Heritage, 2018.
- Pujol L., Archaeology, museum and virtual reality Digit HVM. Revista Digital d' Humanitats, ISSN: 1575-2275 No 6, (2004)
- Roussou M., Immersive Interactive Virtual Reality in the Museum. Foundation of the Hellenic World, Athens, Greece, (2001).
- Roussou M., Virtual Heritage: from the Research lab to the Broad Public, Foundation of the Hellenic World, Athens, Greece, (2014).
- Qi-Xing Huang, Flory S., Gelfand N., Hofer M., Pottmann H., Reassembling Fractured Objects by Geometric Matching, ACM Transactions on Graphics( Proc. Siggraph), Vol. 25, No.3, (2006).

## References

- Remondino F., El-Hakim S., Girardi S., Rizzi A., Benedetti S., Gonzo1 L., 2009, 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures – The “3D-ARCH” project *Proceedings of the ISPRS International Workshop 3D-ARCH 2009*.
- Scopigno R., Callieri M., Cignoni P., Corsini M., Dellepiane M., Ponchio F., and Ranzuglia G., 3D Models for Cultural Heritage: Beyond Plain Visualization, *ISTI-CNR*, p. 48-55, (2011).
- Waldhäusl, P., Ogleby C.L. Lerma J.L., Georgopoulos A., 3 x 3 rules for simple photogrammetric documentation of architecture (1994).
- Zheng S.Y., Huang R.Y., Li J., Wang Z., Reassembling 3D Thin Fragments of Unknown Geometry in Cultural Heritage, *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-5, 2014, ISPRS Technical Commission V Symposium, 23-25 June, Riva del Garda, Italy, (2014)*.

