

MixEd Reality and GeoINformatics



for MOnument DEMonstration



Κωνσταντίνος Ευαγγελίδης, Καθηγητής Γεωπληροφορικής

Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας & Γεωπληροφορικής, ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

Διάρθρωση και Διάρκεια Παρουσίασης

- ❑ **Customized Virtual Geospatial Worlds (15´)**
 - » Προσαρμοσμένοι εικονικοί γεωχωρικοί κόσμοι
- ❑ **MERGIN´ MODE - Part 1 - Εργαλείο Φορέα Διαχείρισης(15´)**
 - » Χρηματοδότηση, Εταιρικό Σχήμα, Ορισμός, Σύντομη Περιγραφή, Λειτουργική Αρχιτεκτονική
 - » Η περίπτωση του λουτρού της Απολλωνίας – platform.merginmode.com
- ❑ **Μικτή Πραγματικότητα - Μικτό Αντικείμενο (20´)**
 - » Ορισμός, Προσέγγιση Microsoft
 - » Μικτή πραγματικότητα βασισμένη σε Mixed Objects και Geospatial Modalities
- ❑ **MERGIN´ MODE - Part 2 - Εφαρμογή τελικού χρήστη (10´)**
 - » Επίδειξη: Visual Tag with QR Code, Εμπειρία Μικτής Πραγματικότητας

100%

1 – Customized Virtual Geospatial Worlds

1

Customized Virtual Geospatial Worlds

Προσαρμοσμένοι Εικονικοί Γεωχωρικοί Κόσμοι

Τι είναι ένας Customized Virtual Geospatial World

Συνταγή:

Αγοράζουμε (ή βρίσκουμε ελεύθερα στο δίκτυο)

1. **Digital Terrain/Surface Model** (Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους/Επιφάνειας) της περιοχής όχι πολύ βαρύ! Παλιά γιατί σήμερα με το 5G...)

2. **3D Μοντέλα** γεωχωρικών οντοτήτων

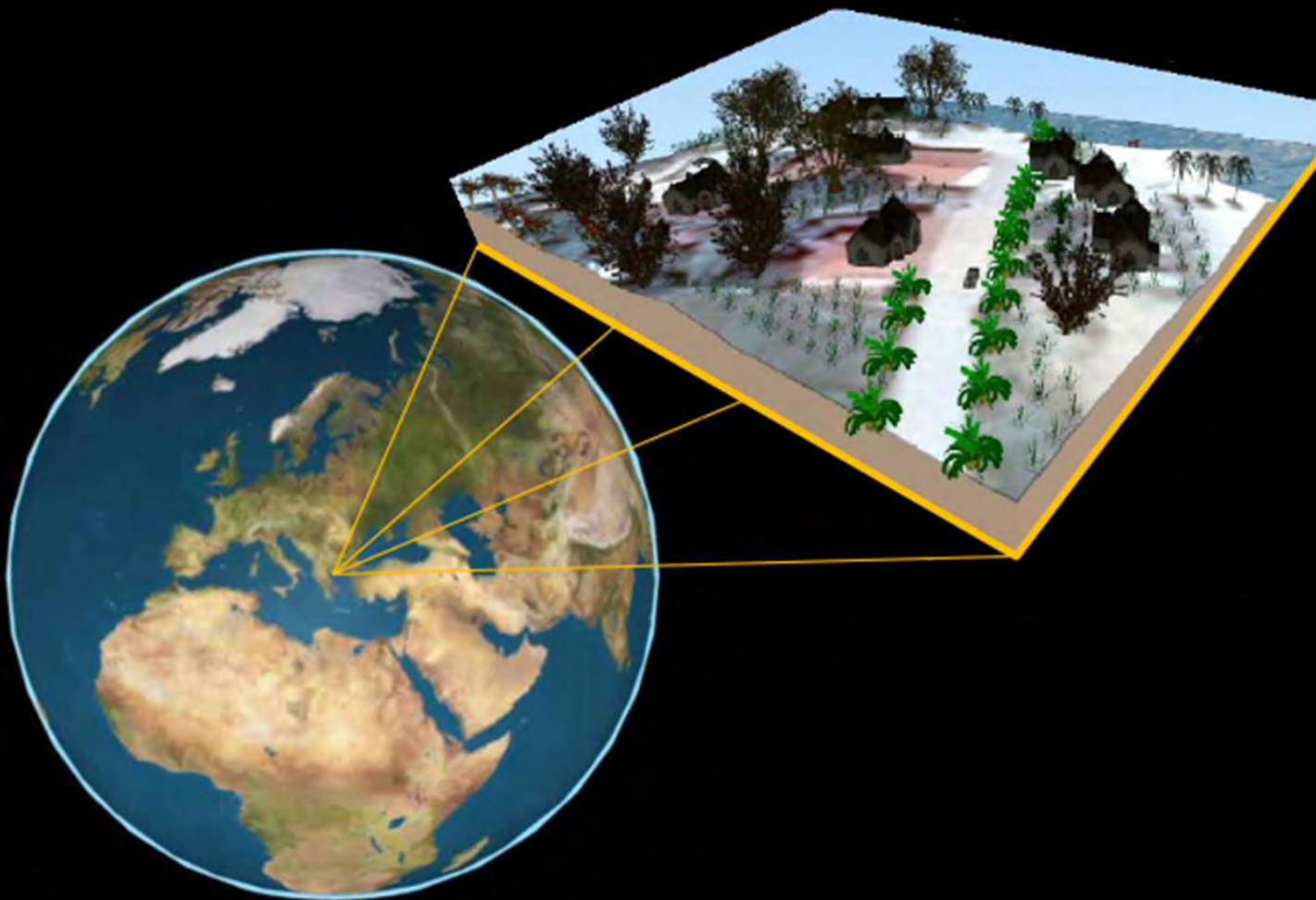
- **inanimate** - ακίνητων (π.χ. δένδρα, σπίτια)
- **moving** – κινούμενα και **animated** (με εγγενή κίνηση - **morphs**)

Τα **GIS** άρουμε, δηλ. τα βάζουμε σε διαφορετικά επίπεδα, το ένα πάνω στο άλλο (**overlaying**) αφού πρώτα τα προσαρμόσουμε σε σωστή κλίμακα (**scaling**)

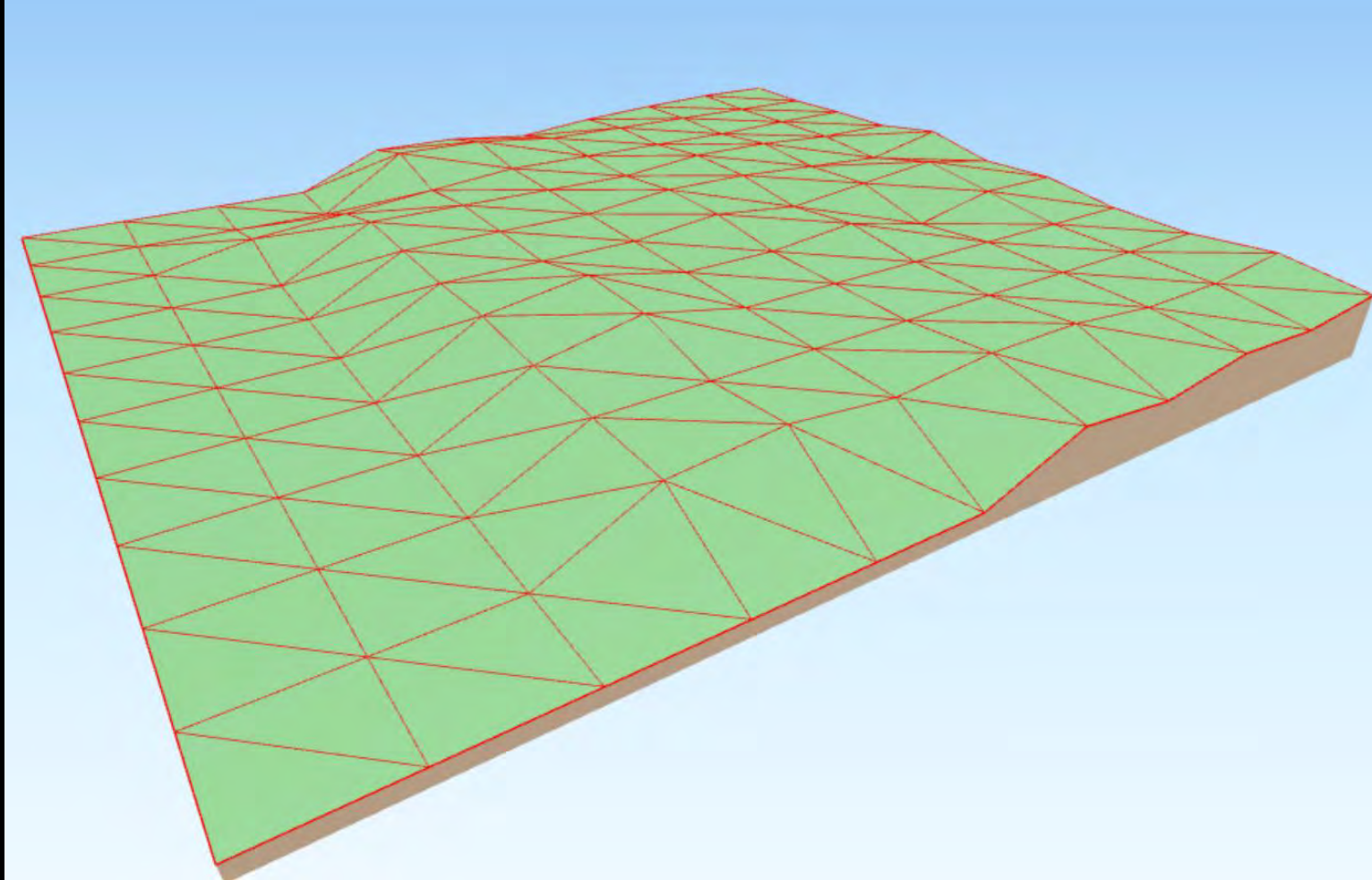
Τα Γεωαναφέρουμε (**Georeference**) πάνω σε ένα **Virtual Globe**

Θα χρειαστούμε **Javascript GeoVisualization Frameworks, APIs, Libraries** για 3D απεικονίσεις - αποδόσεις (rendering)

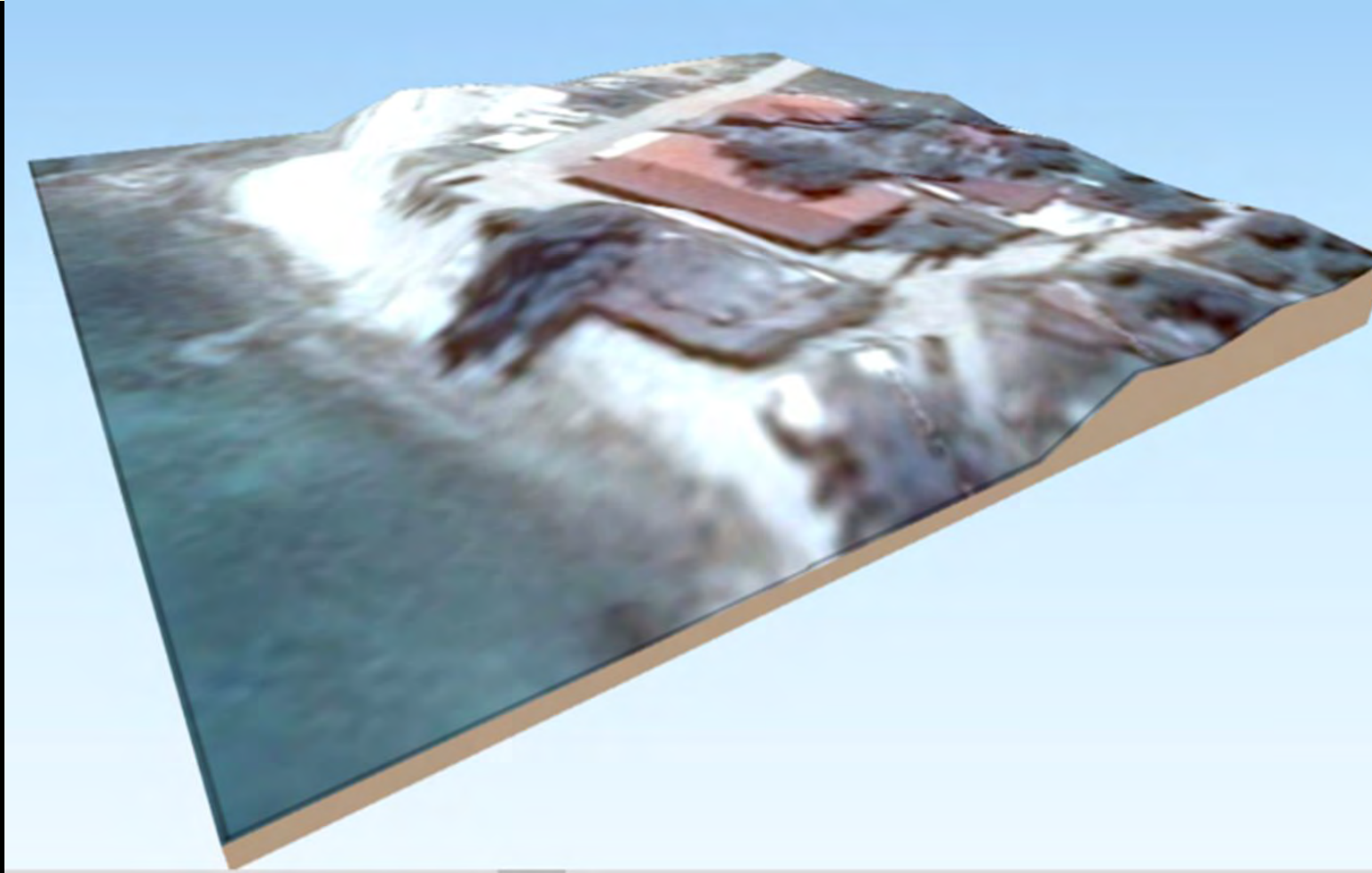
Σερβίρουμε στον WWW



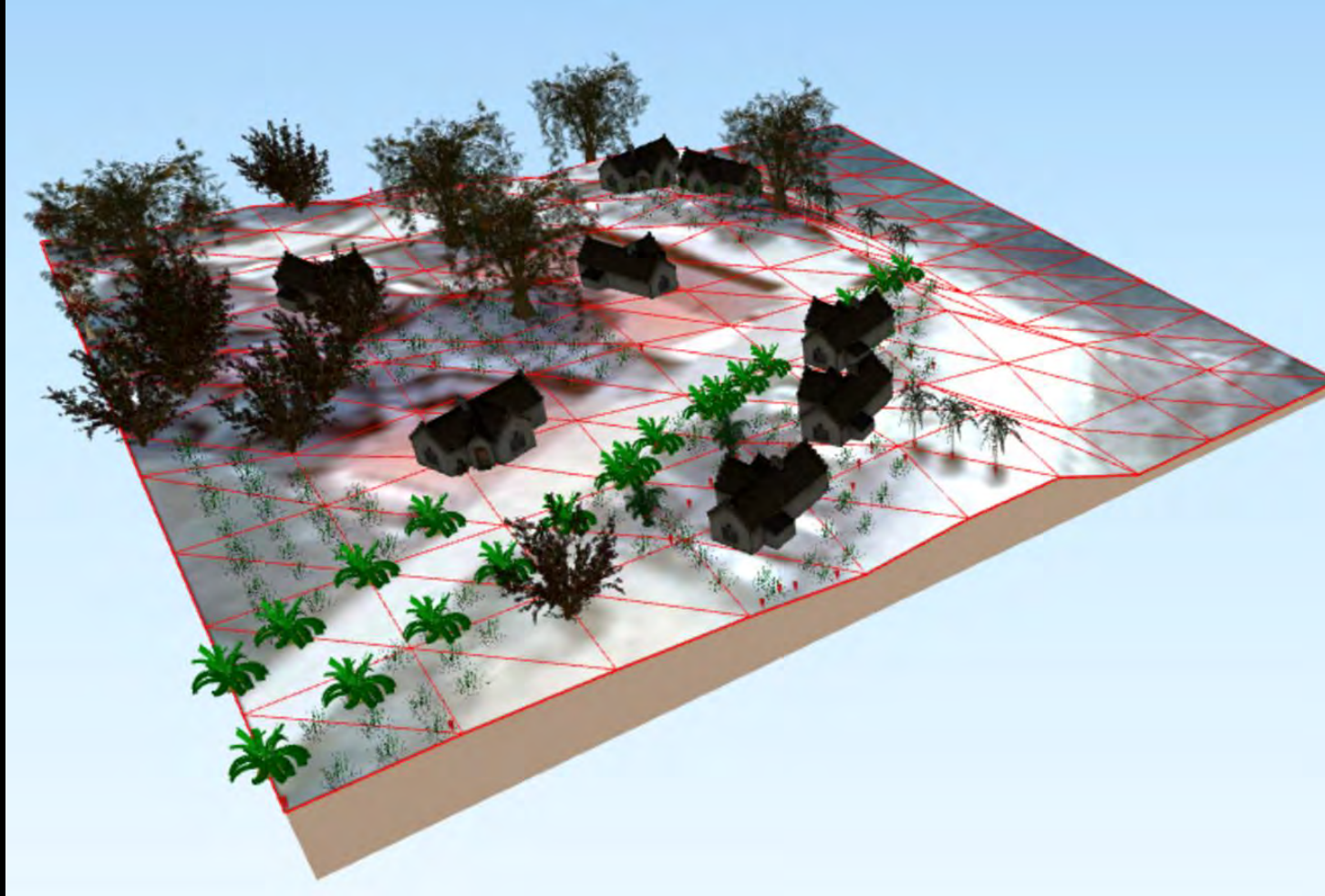
Digital elevation model



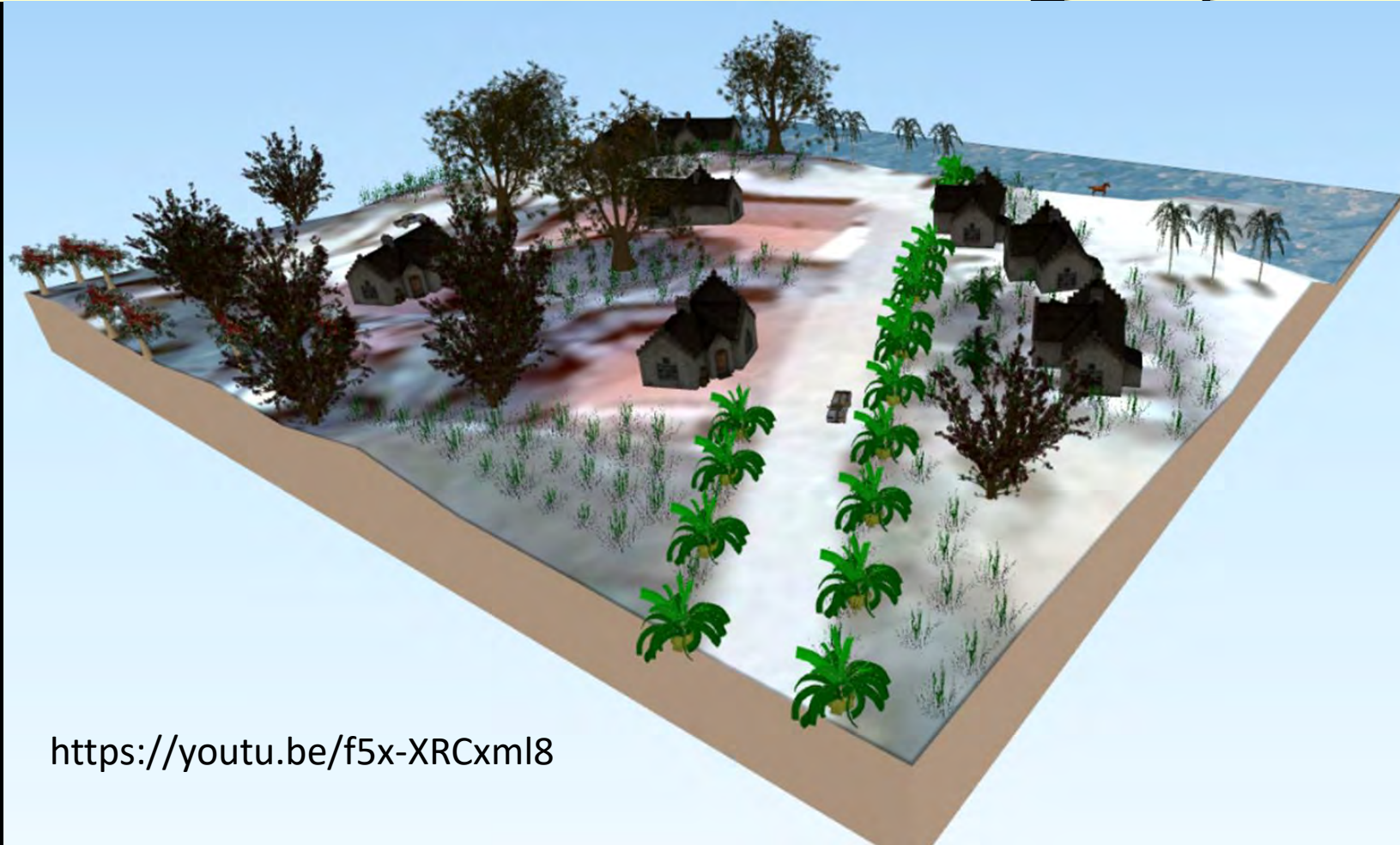
Surface texture adjusted over elevation model



Static 3D models overlaid on the geospatial world

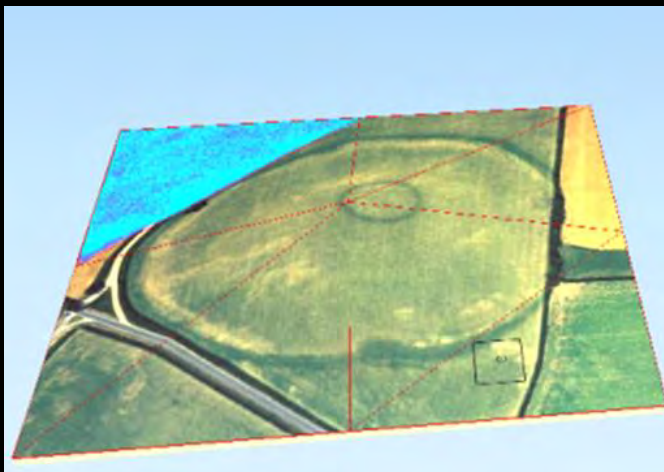
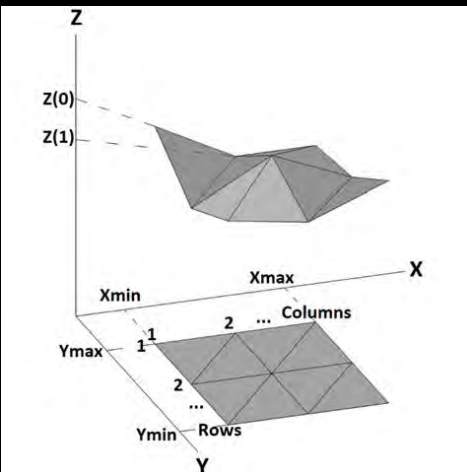


Motion 3D models overlaid on the geospatial world



<https://youtu.be/f5x-XRCxml8>

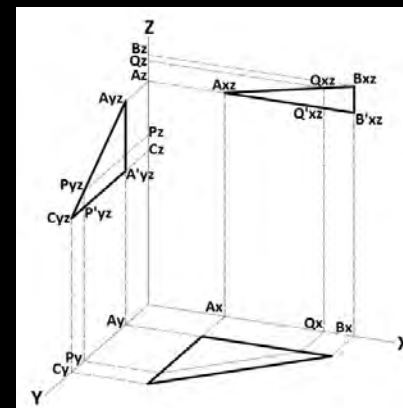
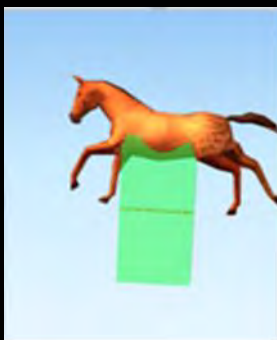
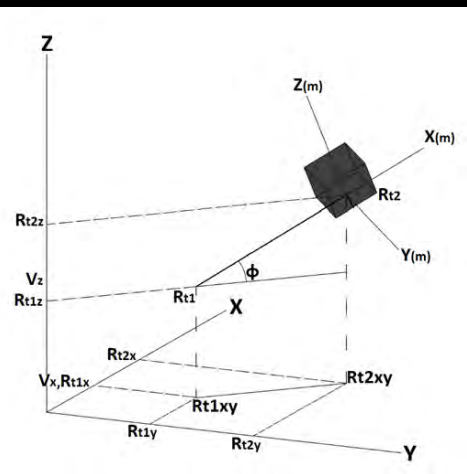
Αλγόριθμος για την κίνηση αντικειμένων σε ψηφιακά μοντέλα εδάφους



$$R_i = \left(U_i + \left(R_i - \left(R_i - A_i \right) \cdot \frac{(B_i - A_i)}{(C_i - A_i)} - C_i \right) \cdot \frac{(A_i - C_i)}{(A_i - C_i)} \right) +$$

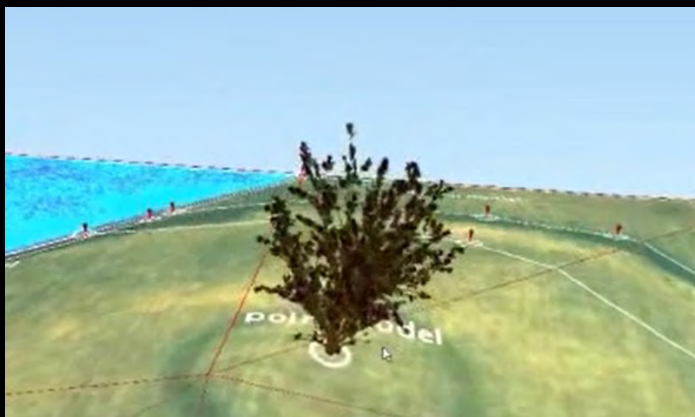
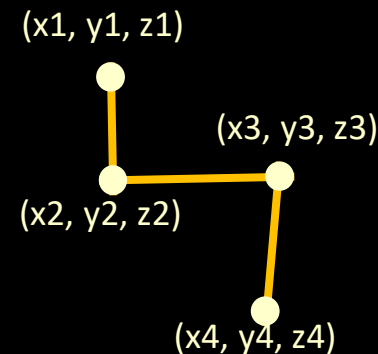
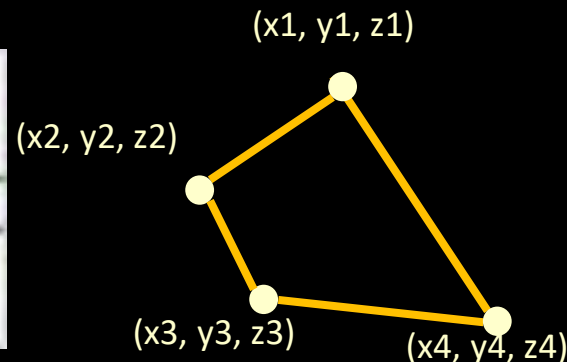
$$\left[\sqrt{(R_i - A_i)^2 \cdot \left(1 + \left(\frac{C_i - A_i}{B_i - A_i} \right)^2 \right)} \cdot \left[\left(U_i + \left(R_i + \left(R_i - A_i \right) \cdot \frac{(B_i - A_i)}{(C_i - A_i)} - A_i \right) \cdot \frac{(B_i - A_i)}{(B_i - A_i)} \right) - \left(U_i + \left(R_i - \left(R_i - A_i \right) \cdot \frac{(B_i - A_i)}{(C_i - A_i)} - C_i \right) \cdot \frac{(A_i - C_i)}{(A_i - C_i)} \right) \right] \right]$$

$$\left[\sqrt{(R_i - A_i)^2 \cdot \left(1 + \left(\frac{B_i - A_i}{(C_i - A_i)} \right)^2 \right)} + \left[\sqrt{(R_i - A_i)^2 \cdot \left(1 + \left(\frac{(C_i - A_i)}{(B_i - A_i)} \right)^2 \right)} \right] \right]$$



Συνδυασμός Vertices – 3D Models

● (x, y, z)



Free on GitHub – Presented and Published

<https://github.com/Prieston/3dav>



Evangelidis, K., & Papadopoulos, T. (2016). Is there life in Virtual Globes?. In Free and Open Source Software for Geospatial (FOSS4G) Conference Proceedings (Vol. 16, No. 1, p. 7).



Evangelidis, K., Papadopoulos, T., Papatheodorou, K., Mastorokostas, P., & Hilas, C. (2018). 3D geospatial visualizations: Animation and motion effects on spatial objects. *Computers & Geosciences*, 111, 200-212.



Συνεργάτες;



Θεόφιλος Παπαδόπουλος

- Πτυχιούχος Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής
- MSc, Εφαρμοσμένης Πληροφορικής
- PhD cand. ΠΑΜΑΚ

<https://scholar.google.com/citations?user=OvU8aP8AAAAJ&hl=en&oi=sra>



Στέλλα Συλαίου

- MSc, MA, Διδάκτωρ Πολιτισμικής Πληροφορικής ΑΠΘ
- Expert in Digital Humanities

sylaίου.com

2 – MERGIN' MODE Part 1: The Platform - Εργαλείο Φορέα Διαχείρισης

2

MERGIN' MODE - Part 1: The Platform - Εργαλείο Φορέα Διαχείρισης

- » Χρηματοδότηση, Εταιρικό Σχήμα, Ορισμός, Σύνομη Περιγραφή, Λειτουργική Αρχιτεκτονική
- » Η περίπτωση του λουτρού της Απολλωνίας - platform.merginmode.com

MERGIN' MODE – Χρηματοδότηση – Εταιρικό Σχήμα

Το **MERGIN' MODE** είναι ένα **Ερευνητικό Έργο** που συγχρηματοδοτείται από το **Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ)** της ΕΕ και εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία (**ΕΠΑνΕΚ**), στο πλαίσιο της Ειδικής Δράσης «Ανοικτή Καινοτομία στον Πολιτισμό»



ΕΠΑνΕΚ 2014-2020
OPERATIONAL PROGRAMME
COMPETITIVENESS • ENTREPRENEURSHIP • INNOVATION

MERGIN' MODE - ΕΤΑΙΡΙΚΟ ΣΧΗΜΑ

**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ
ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

**ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ
ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ**

**ΦΟΡΕΑΣ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ
ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ**

ανάπτυξη διαδικτυακών συστημάτων και εφαρμογών για «έξυπνες» συσκευές

μικτή πραγματικότητα και ανάπτυξη μοντέλων εικονικών γεωχωρικών κόσμων με τεχνολογίες γεωπληροφορικής

ανάδειξη, επίδειξη και προώθηση πολιτιστικών πόρων

μελέτη και ποιοτική τεκμηρίωση πολιτιστικού πόρων

**beyond
GeoSense
standards**

τρισδιάστατη μοντελοποίηση με φωτογραμμετρική αποτύπωση και μη επανδρωμένα αεροσκάφη

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού
Εφορεία Αρχαιοτήτων Περιφέρειας Θεσσαλονίκης
HELLENIC REPUBLIC
Ministry of Culture and Sports
General Directorate of Antiquities & Cultural Heritage
Ephorate of Antiquities of Thessaloniki Region

**INTERNATIONAL
HELLENIC
UNIVERSITY**



ARISTOTLE
UNIVERSITY OF
THESSALONIKI

ΕΡΑΝΕΚ 2014-2020
OPERATIONAL PROGRAMME
COMPETITIVENESS-ENTREPRENEURSHIP-INNOVATION



INTERNATIONAL
HELLENIC
UNIVERSITY



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού
HELLENIC REPUBLIC
Ministry of Culture and Sports

Γενική Διεύθυνση Αρχαιοτήτων & Πολιτιστικής Κληρονομιάς
Εφορεία Αρχαιοτήτων Περιφέρειας Θεσσαλονίκης
General Directorate of Antiquities & Cultural Heritage
Ephorate of Antiquities of Thessaloniki Region

**beyond
GeoSense
standards**

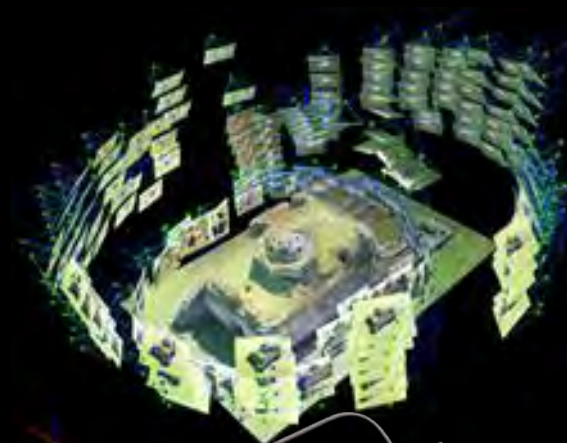
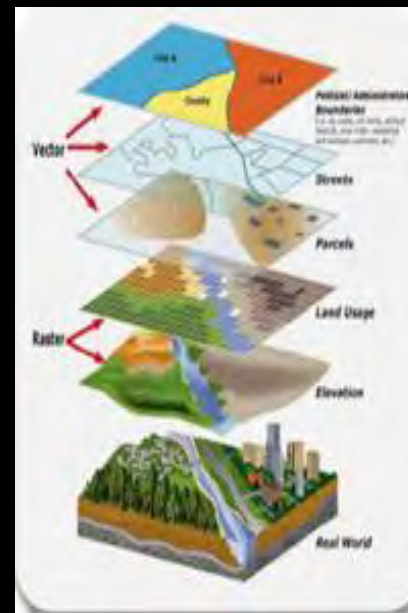
MERGIN' MODE – Ορισμός

Το **MERGIN' MODE** αποτελεί ένα **Πολιτιστικό Πληροφοριακό Σύστημα (Cultural Information System)** που αποσκοπεί στην **επίδειξη μνημείων** (MOnument DEmonstration) μέσα από τη **συγχώνευση (MERGIN')** του **πραγματικού** με το **εικονικό**, σε μια **Μικτή Πραγματικότητα** (MixEd Reality) επικουρούμενη από τεχνολογίες **Γεωπληροφορικής** (GeoINformatics).



MERGIN' MODE – Τεχνολογίες Γεωπληροφορικής

Αξιοποιεί παραδοσιακές γεωχωρικές λειτουργικότητες και 3Δ πλαίσια οπτικοποίησης (visualization frameworks) για να υποστηρίξει προσαρμοσμένους εικονικούς γεωχωρικούς κόσμους (**custom virtual geospatial worlds**). Οι τελευταίοι μπορούν στη συνέχεια να σερβιριστούν μέσω **υπηρεσιών βάσει-θέσης (location-based services)** σε εφαρμογές που κάνουν χρήση τεχνολογιών **επαυξημένης και μικτής πραγματικότητας** με σκοπό την προώθηση πολιτιστικών-τουριστικών πόρων.



MERGIN' MODE – Λειτουργική Αρχιτεκτονική

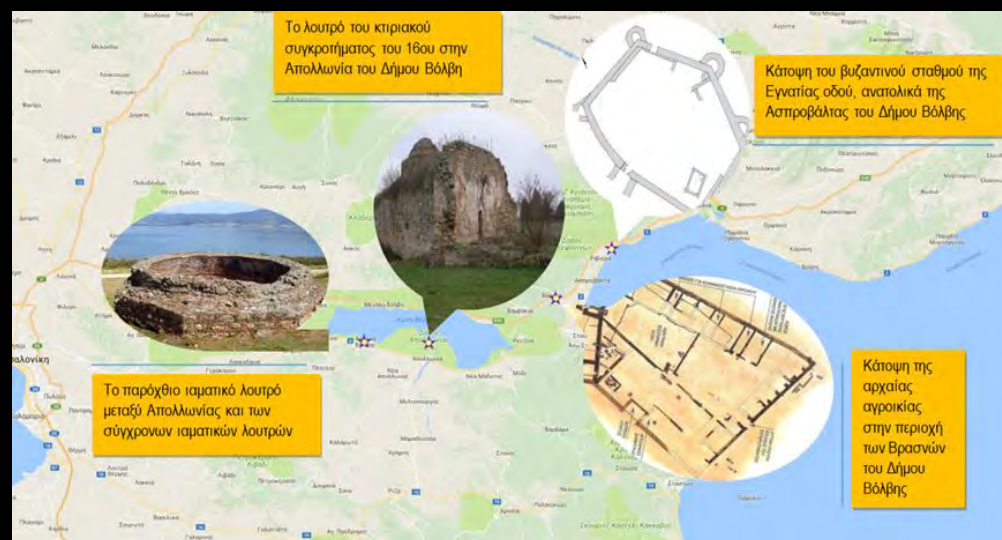
Το σύστημα βασίζεται αποκλειστικά σε **ανοικτά πρότυπα** του **OGC** για γεωχωρικές υπηρεσίες και δεδομένα και έχει αναπτυχθεί πάνω σε **Javascript APIs**. Συνίσταται από ένα εργαλείο συγγραφής (authoring tool) και μια εφαρμογή τελικού χρήστη και το όραμά του είναι να **ενεργοποιήσει** το **“Web of cultural data”** ο οποίος θα ενεργοποιείται στις κινητές έξυπνες συσκευές όπως ακριβώς οι χάρτες της Google.

FOSS - Ανοικτά αποθετήρια - Ανοικτές γεωχωρικές υπηρεσίες ιστού – Όχι ειδικός εξοπλισμός – επένδυση στην υπηρεσία και όχι στο προϊόν



Ottoman Bath in Apollonia

- Το κτιριακό συγκρότημα του 16ου αι. που βρίσκεται στον αρχαιολογικό χώρο της **Απολλωνίας του Δήμου Βόλβης** (ΦΕΚ 385/Β/14-06-1984) και αποτελείται από ένα σημαντικό σύνολο ιστορικών διατηρητέων μνημείων, ήτοι από ένα **τζαμί**, ένα **χάνι** και ένα **λουτρό**, χτισμένο από τον μεγάλο **βεζύρη Sokollu Mehmed (1566-1574)**. Πρόκειται για ιδιαίτερα ενδιαφέρον συγκρότημα, το οποίο βρίσκεται στο περιβάλλον ενός ευρύτερου αρχαιολογικού χώρου, στα όρια του οποίου περιέχονται το λεγόμενο **«Βήμα του Αποστόλου Παύλου»**, τμήμα της Εγνατίας οδού καθώς και λείψανα ρωμαϊκού – παλαιοχριστιανικού τείχους.



Real Object - Monument (Ottoman Bath in Apollonia)

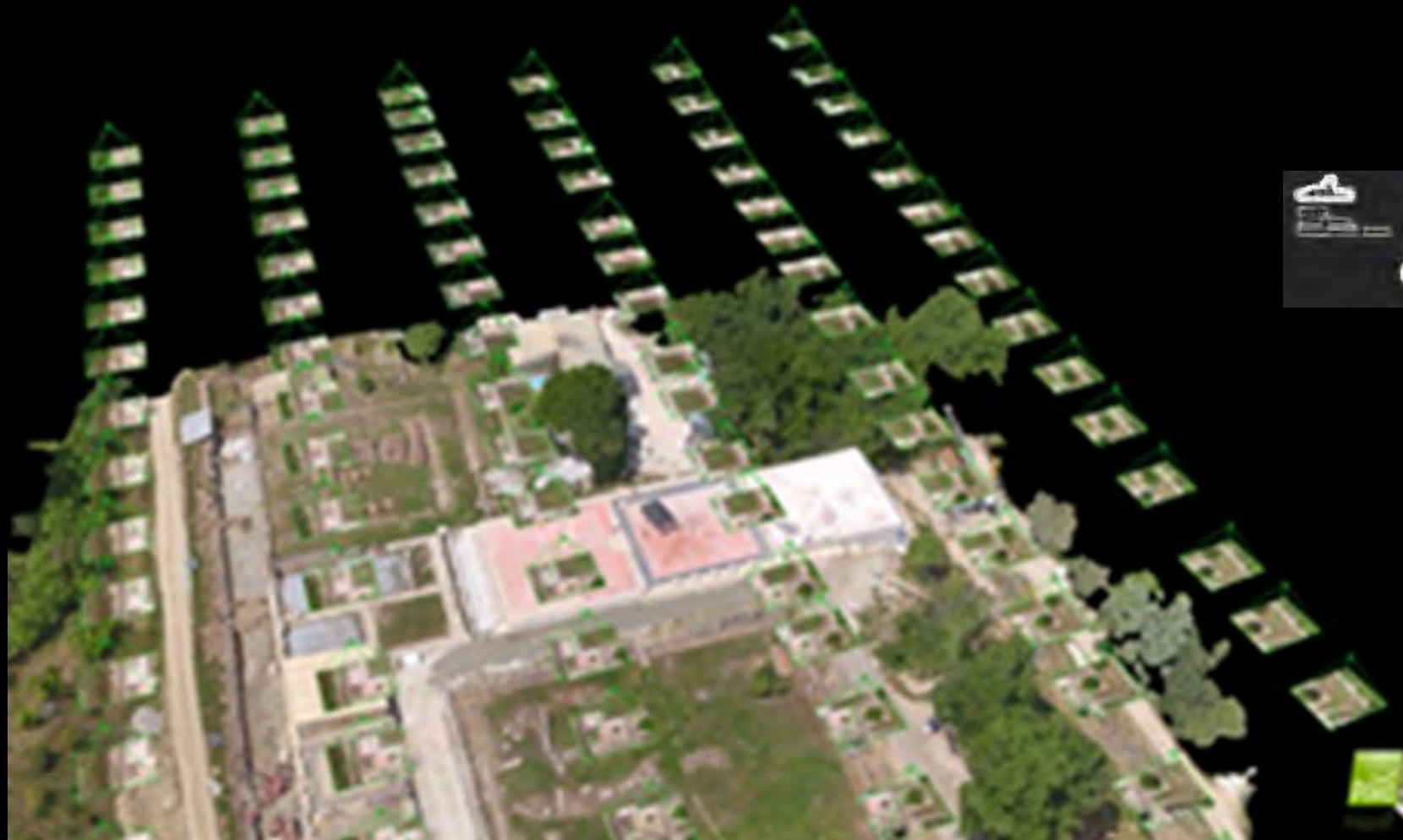


MixEd Reality and GeoINformatics



for MOnument DEMonstration

UAV

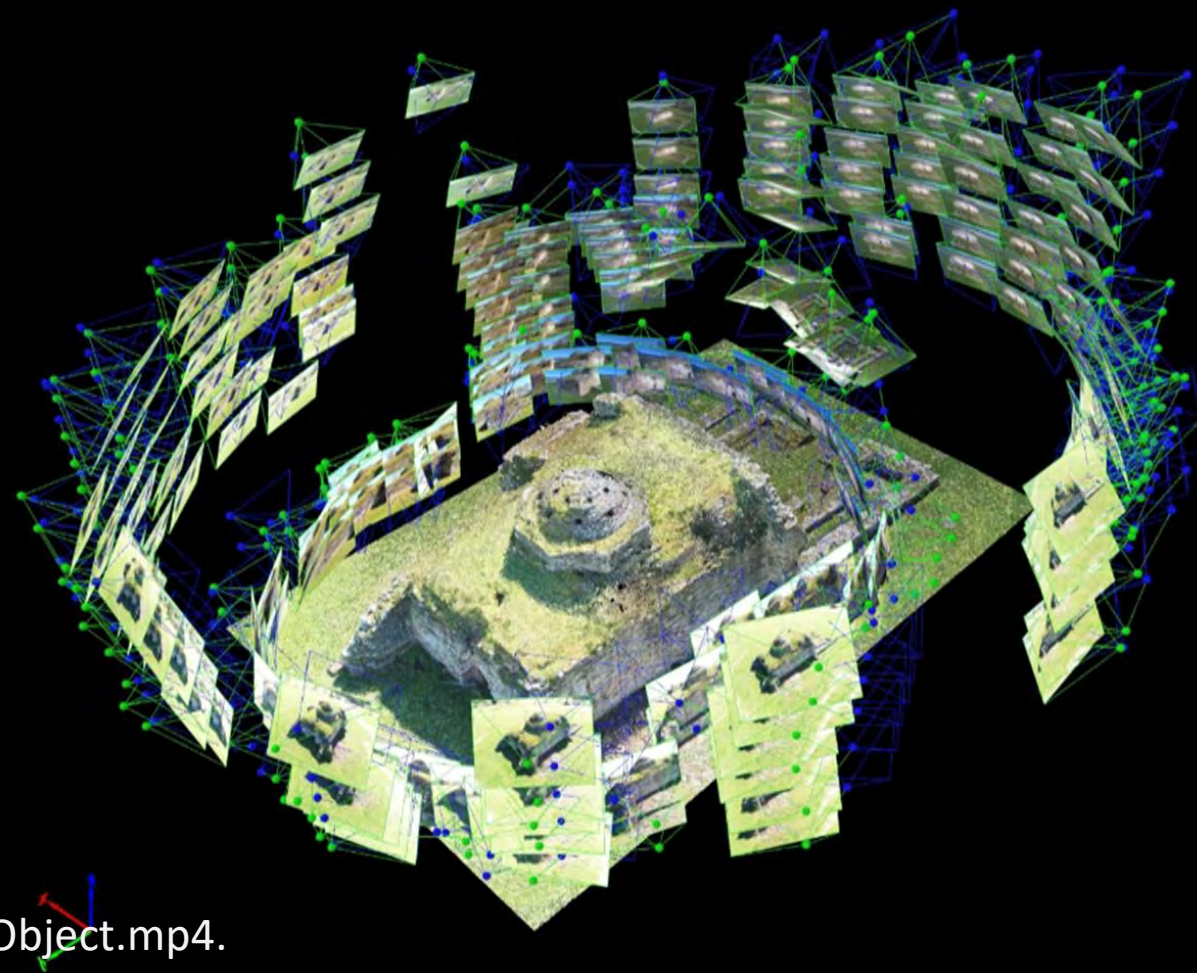


Photogrammetrical Mapping

Οι λήψεις πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικά ύψη και αποστάσεις από το μνημείο. Συνολικά, πραγματοποιήθηκαν **229 λήψεις με μέση επικάλυψη 85%**.

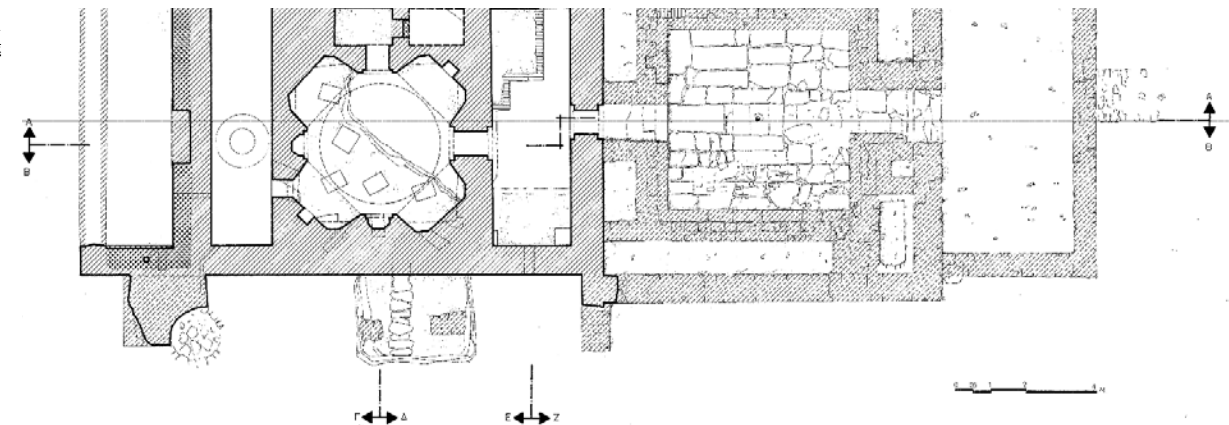
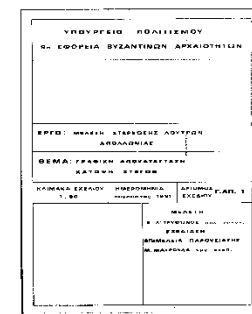
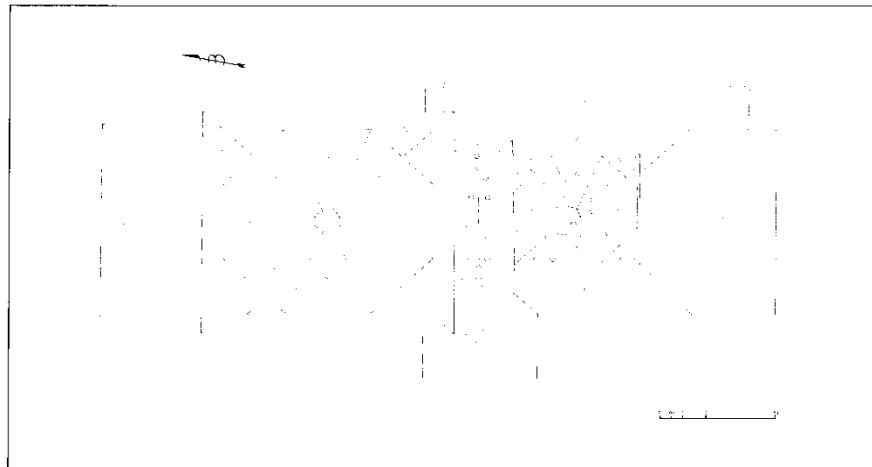
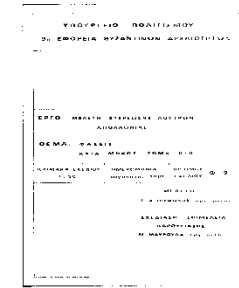
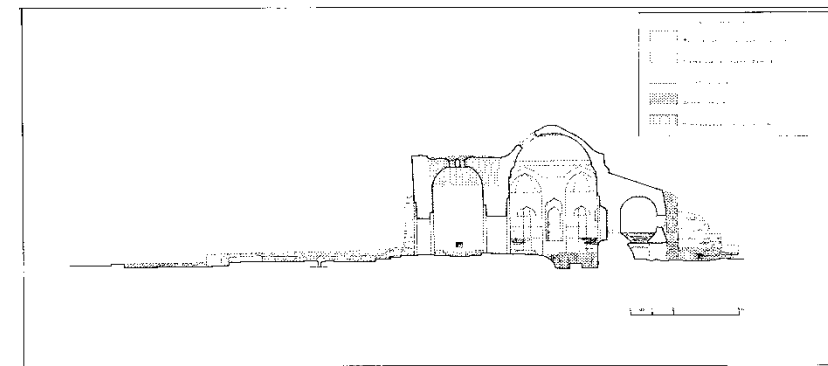
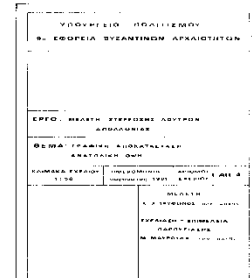
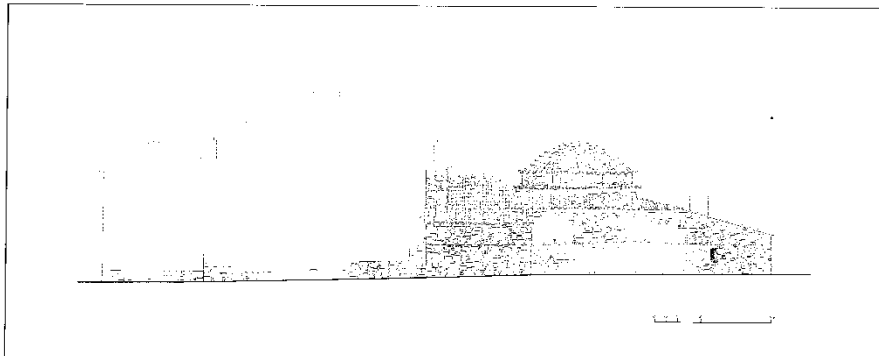
Το **μη επανδρωμένο αερόχημα** που χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη είναι το προϊόν **Anafi της Parrot** που φέρει κάμερα με **ανάλυση 21Mpixel** ενώ η εκτέλεση των τροχιών και των λήψεων έγινε χειροκίνητα.

Η **φωτογραμμετρική επεξεργασία** έγινε με το λογισμικό **Pix4Dmapper Pro**. Το σύστημα προβολής είναι το WGS84/UTM zone 34N και τα υψόμετρα αναφέρονται στο μοντέλο συνόρθωσης EGM96



MappedObject.mp4.

Designs – Studies – historical material



Digital Reconstruction

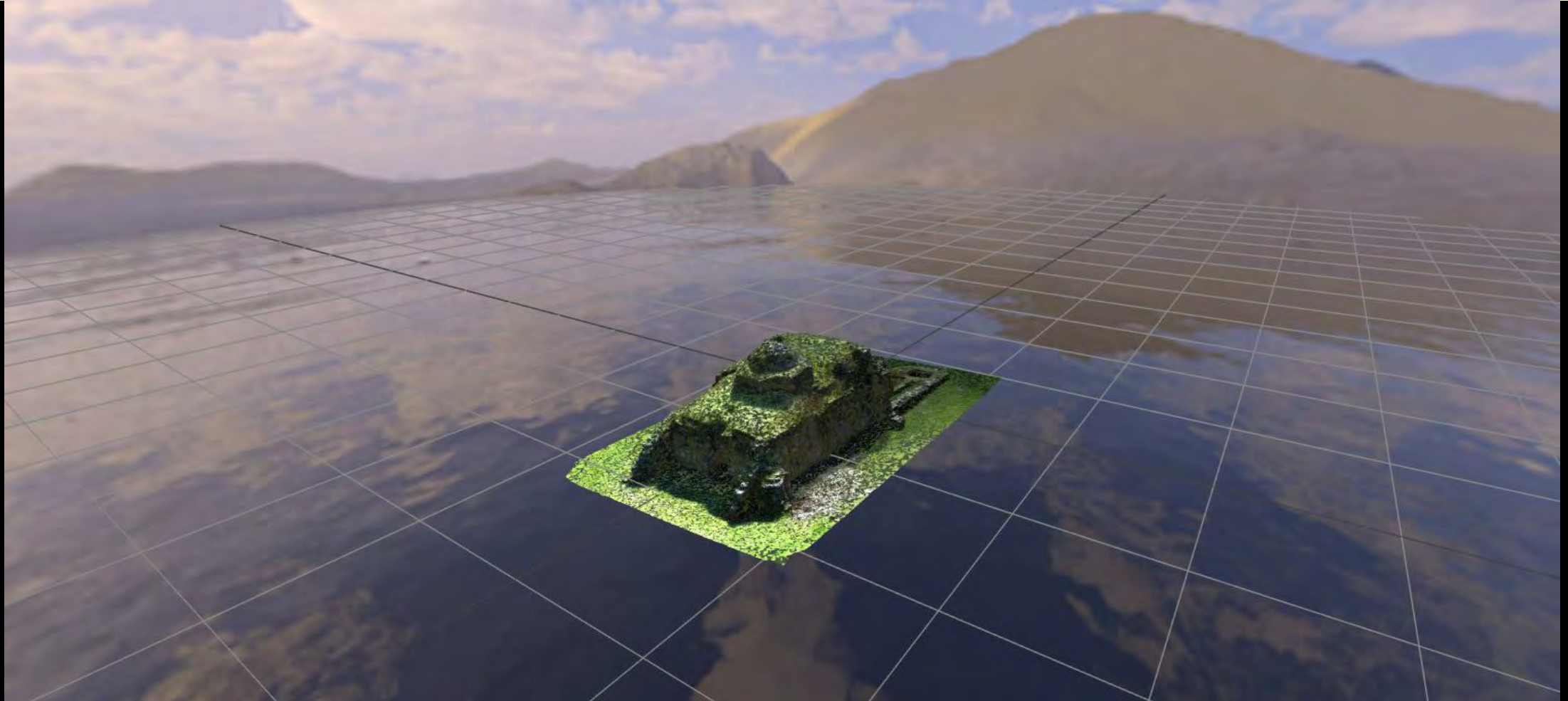




Other 3D Models with embedded morphs



Georeference



MERGIN' MODE – Authoring tool

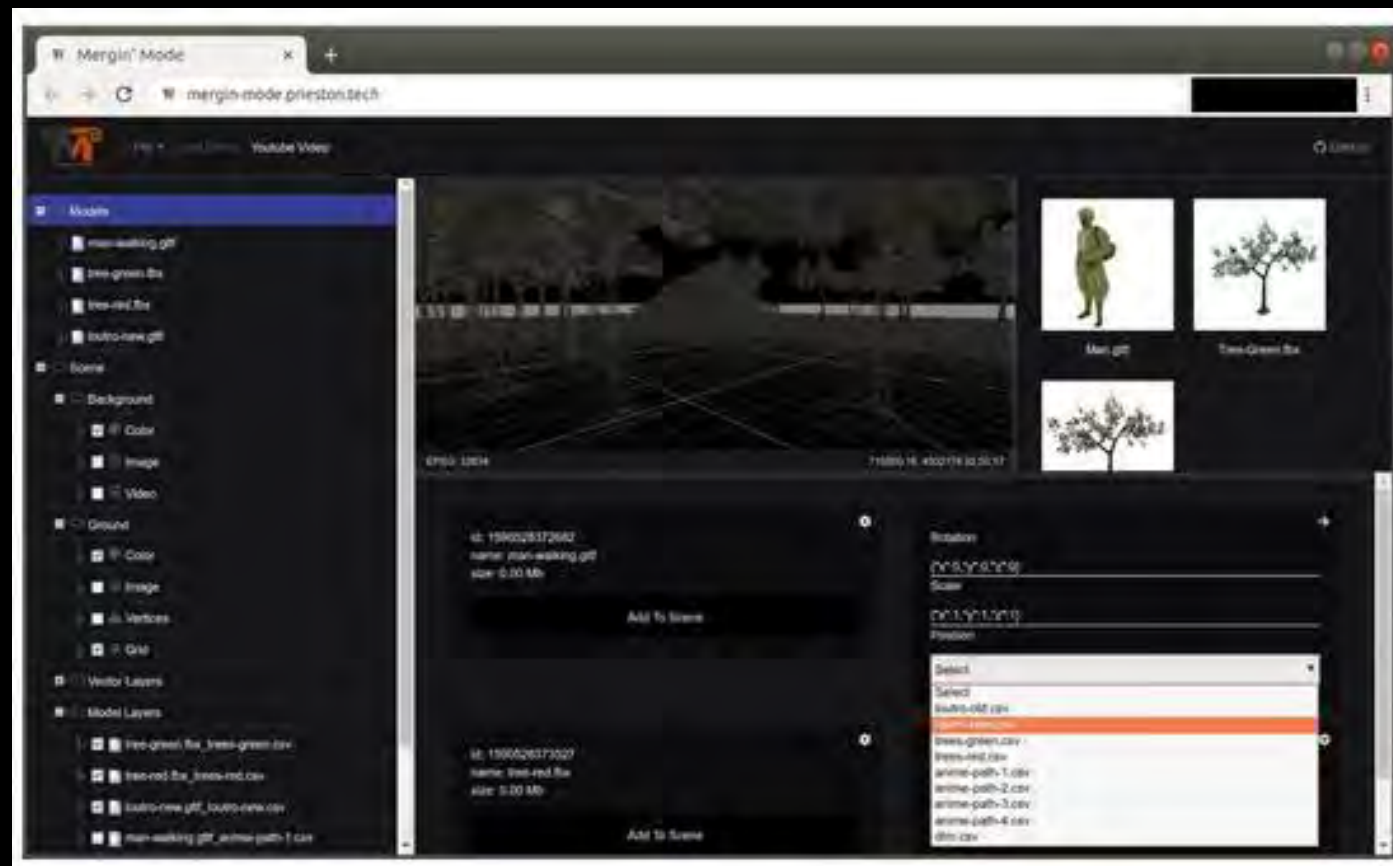
- <http://platform.merginmode.com>
 - Authoring tool for creating Custom Virtual Geospatial Worlds
 - Demo data με το μνημείο του λουτρού της Απολλώνιας μπορούν να φορτωθούν
- Demo Video
 - <http://teachers.cm.ihu.gr/kevan/MM/Platform.mp4>
- Youtube video
 - <https://youtu.be/fWYIC6shSgw>
- Publication
 - Evangelidis, K., Sylaiou, S., & Papadopoulos, T. (2020). Mergin' Mode: Mixed Reality and Geoinformatics for Monument Demonstration. *Applied Sciences*, 10(11), 3826.
<https://www.mdpi.com/2076-3417/10/11/3826>



applied sciences

Free Open Source Software - GitHub

- **Component-based** software engineering approach. **Node Package Manager (NPM)**
- Server setup: **“everything on one server”** approach
 - **NGINX** as a load balancer and a web server,
 - **Node.js/Express.js** as the application server and
 - **PostgreSQL PostGIS** as the database server.
 - **Linux** Debian 9 Machine
- Application development
 - state-management supported by **React** v.16.13.1 and **Redux**, which makes it extremely fast and responsive as far as rendering is concerned.
 - **Three.js**: 3D rendering, customized 3D geospatial worlds, (navigate, modify angle of view)
 - **NPM**: code components (navigation bar, side panels, modals)
 - **Proj4.js**: transformations between CRS



3 – Mixed Reality – Mixed Object

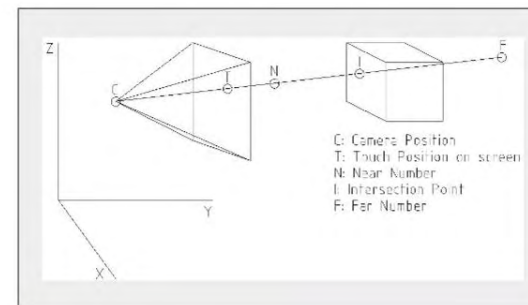
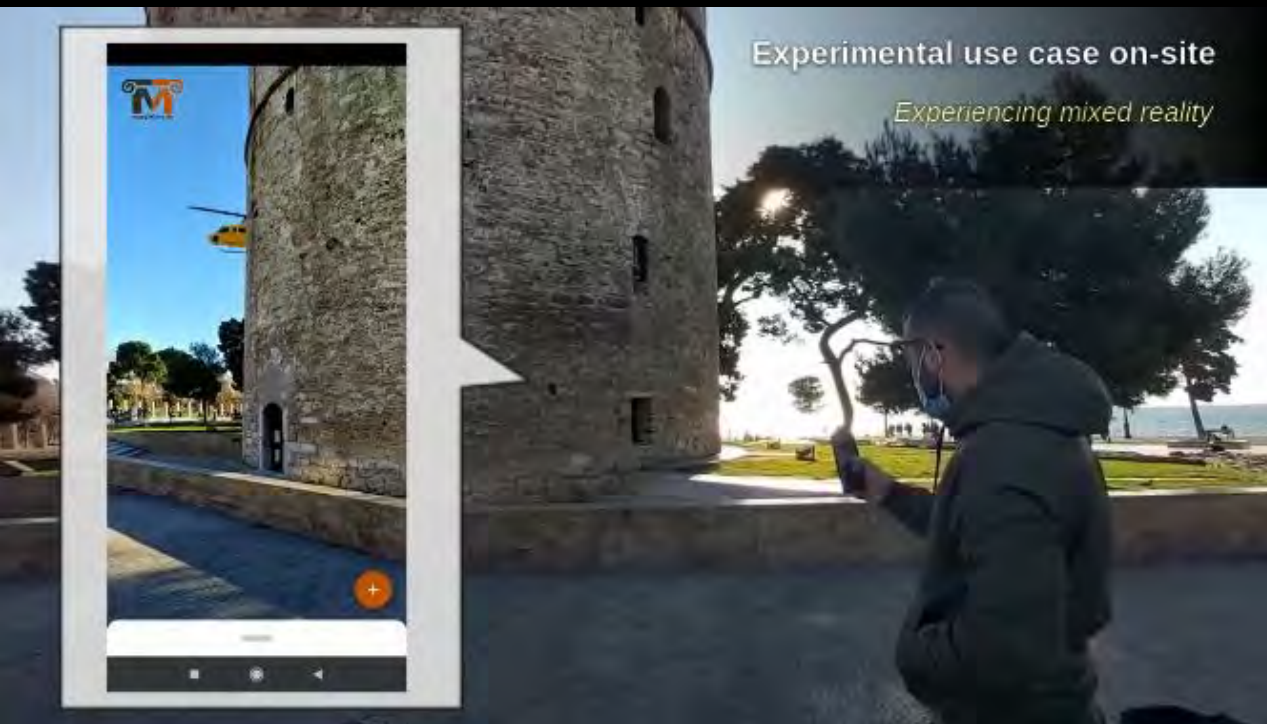
3

Μικτή Πραγματικότητα - Μικτό Αντικείμενο

Ορισμός, Προσέγγιση Microsoft

Μικτή πραγματικότητα βασισμένη σε Mixed Objects και Geospatial Modalities

Μικτή Πραγματικότητα - το αποτέλεσμα;

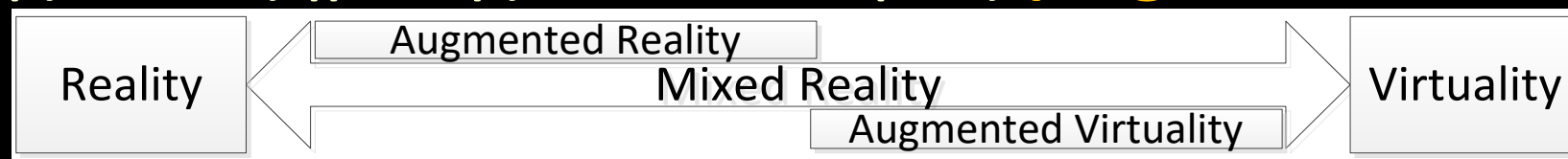


Video

Mixed Reality - Ορισμός

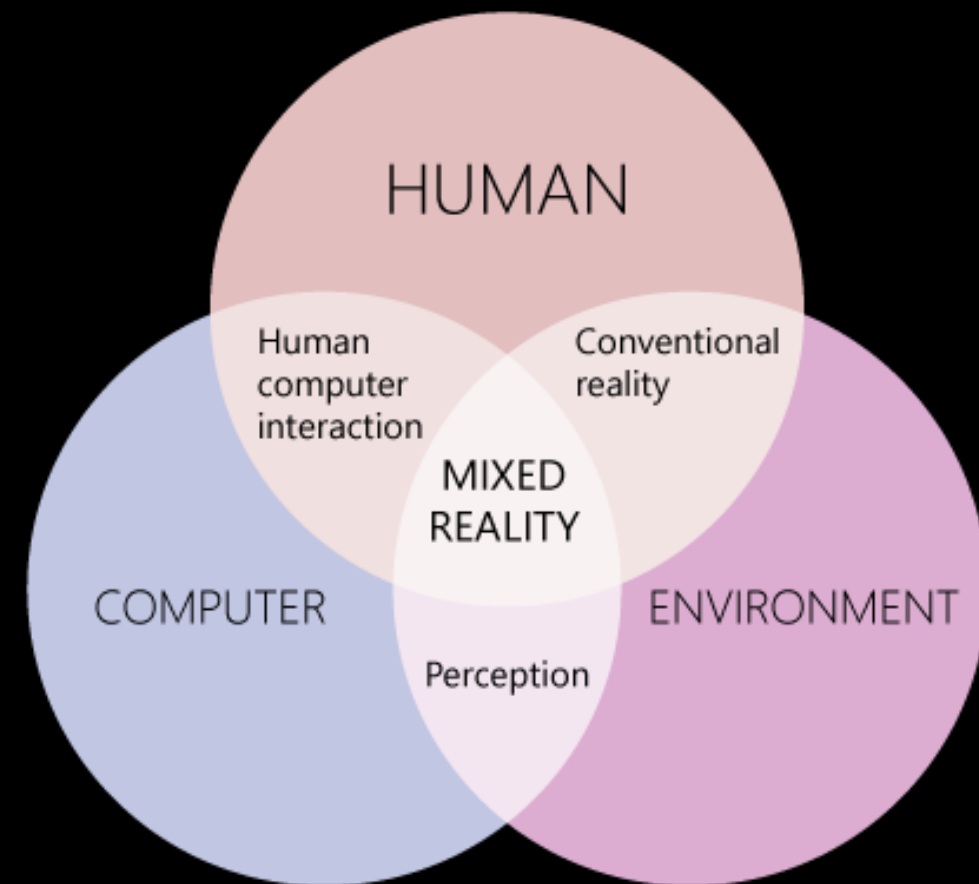
Mixed Reality είναι η σύνθεση ενός κόσμου που συνίσταται από πραγματικά (**real**) και εικονικά (**virtual**) αντικείμενα (**objects**) που συνυπάρχουν (**coexist**) και αλληλεπιδρούν (**interact**) σε πραγματικό χρόνο (**real time**)

Καταλαμβάνει το χώρο μεταξύ του πραγματικού και του εικονικού περιβάλλοντος καθώς συνδυάζει στοιχεία και από τα δύο και περικλείει τις έννοιες της επαυξημένης πραγματικότητας (**augmented reality**) και της επαυξημένης εικονικότητας (**augmented virtuality**)



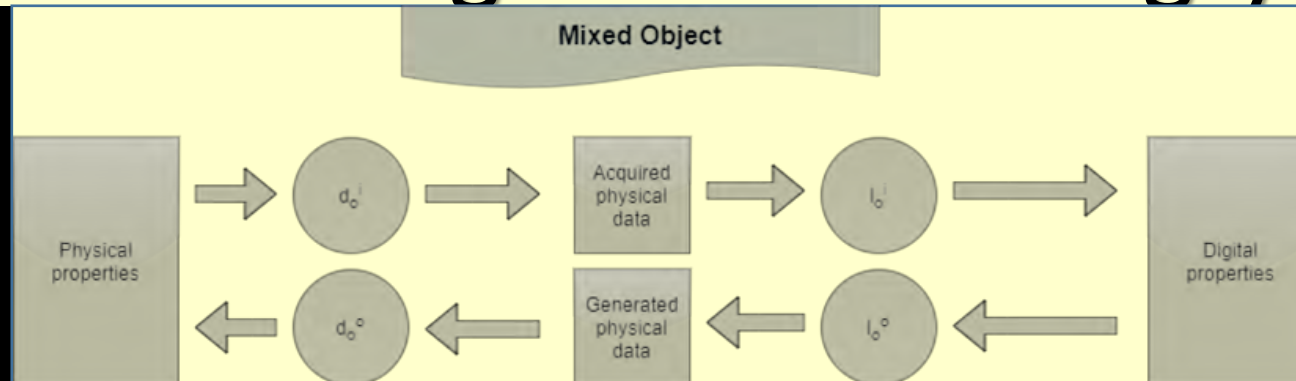
Microsoft's approach to Mixed Reality

Αντίληψη (perception), σύμφωνα με τη Microsoft, περικλείει κρίσιμα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της συμβατικής πραγματικότητας που μπορούν να περάσουν στον υπολογιστή μέσα από αισθητήρες (**sensors**) και συσκευές εισόδου (**input devices**). Τέτοια χαρακτηριστικά είναι η **θέση** ενός ατόμου (**position**), οι **οριογραμμές (borderlines)** των πραγματικών αντικειμένων και οι **επιφάνειες (surfaces)** που **συλλαμβάνονται (captured)** σε πραγματικό χρόνο (**object recognition**). Αυτά στη συνέχεια **αναμειγνύονται (blended)** με εικονικά αντικείμενα και τον πραγματικό κόσμο ώστε να ενισχύσουν την αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής (**human-computer interaction, HCI**) σε μια εμπειρία Μικτής Πραγματικότητας ως αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ υπολογιστών, ανθρώπων και του περιβάλλοντος

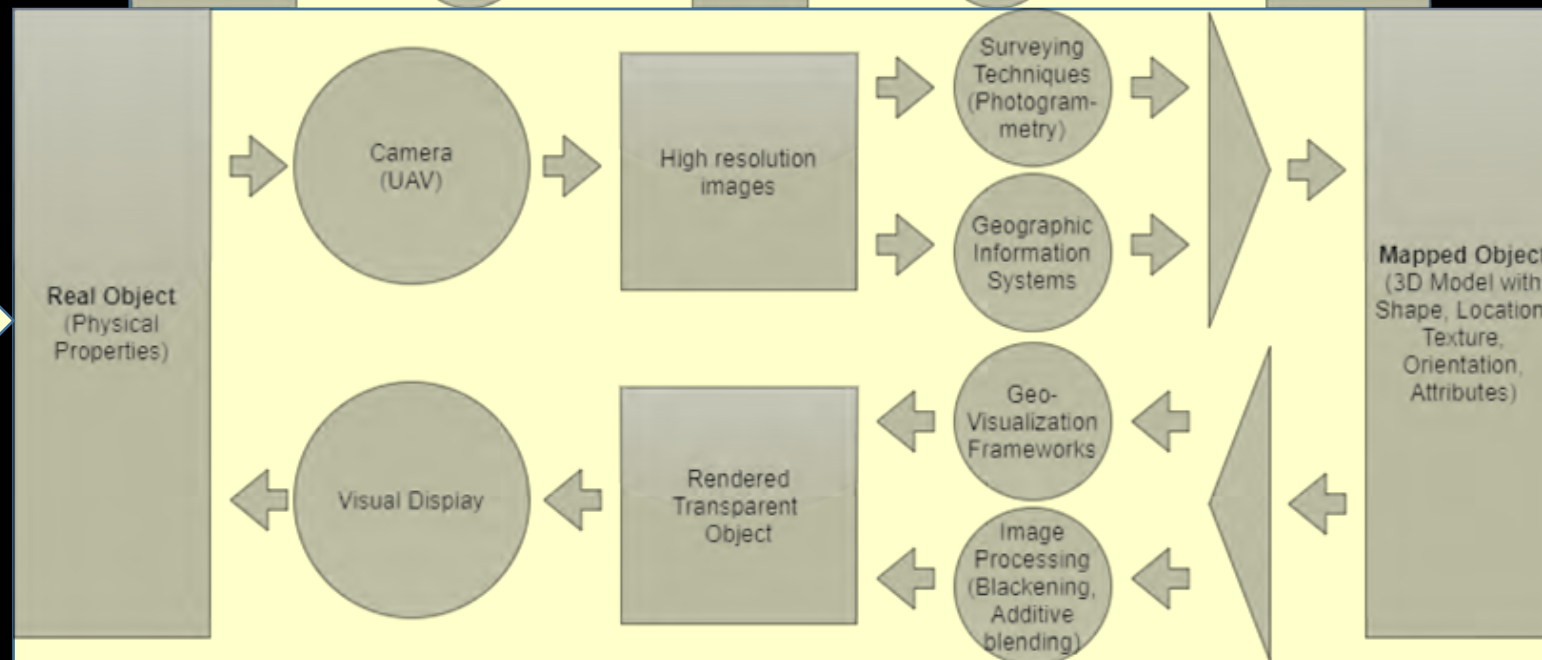


Mixed Object according to Coutrix & Nigay

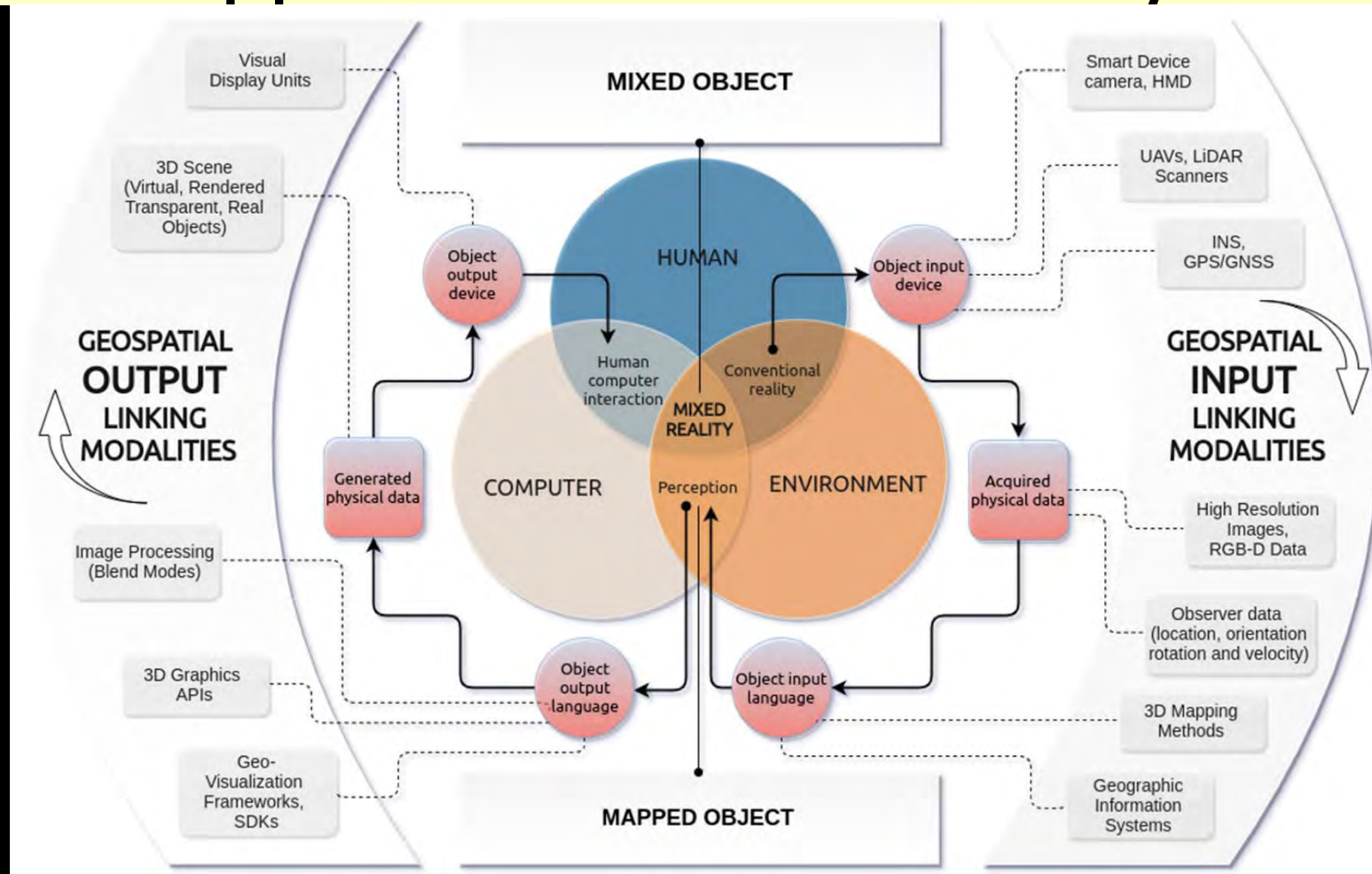
Generic approach



Geospatial approach



Our approach for the MR ecosystem



Mixed Reality - Definition



Implementing Mixed Reality - Mixed Object - Occlusion

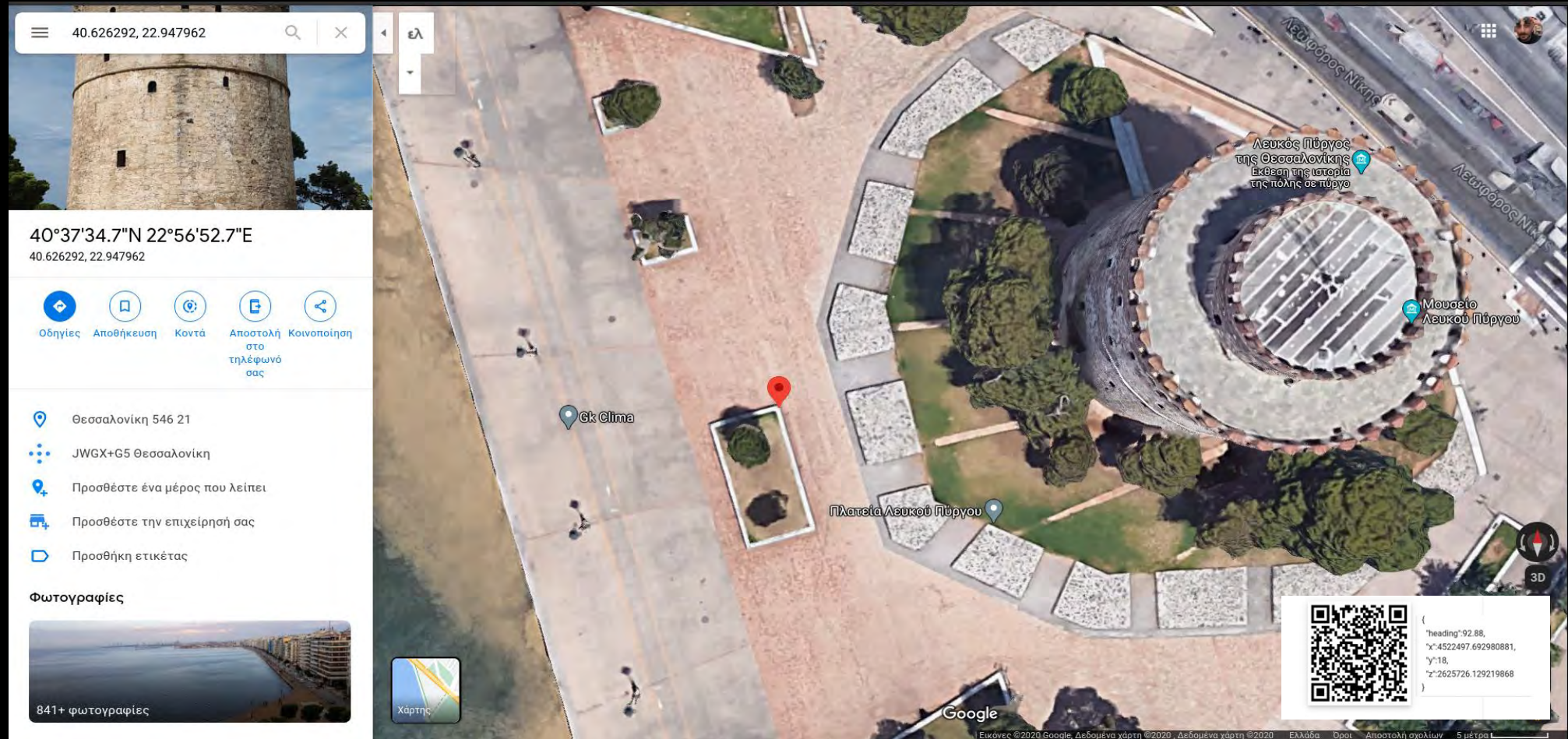


2 – Custom Virtual Geospatial Worlds

4 Εμπειρία Μικτής Πραγματικότητας

Επίδειξη: Visual Tag with QR
Code, Υλοποίηση Mixed Object

Mixed Reality Experience



• [clientMM.mp4](#)

MERGIN' MODE – End-user app

- <https://client.mergin-mode.prieston.tech/>
 - End-user (field-user) app
 - Demo data από τον Λευκό Πύργο!
- Demo Video
 - <http://teachers.cm.ihu.gr/kevan/MM/MR.mp4>
- Youtube video
 - <https://youtu.be/DyBLPymyEXI>
- Publication
 - Evangelidis, K., Papadopoulos, T., & Sylaiou, S. (2021). Mixed Reality: A Reconsideration Based on Mixed Objects and Geospatial Modalities. Applied Sciences, 11(5), 2417.
<https://www.mdpi.com/2076-3417/11/5/2417>



applied sciences

MixEd Reality and GeoINformatics



for MOnument DEMonstration

Thank you!

