

**Δράση “Ειδικές Δράσεις «ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»
- «ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΥΛΙΚΑ» - «ΑΝΟΙΧΤΗ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΣΤΟΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟ»”**

Ειδική Δράση: Ανοιχτή Καινοτομία στον Πολιτισμό
Κωδικός Έργου: Τ6ΥΒΠ-00297
Τίτλος Έργου: Μικτή Πραγματικότητα και
Γεωπληροφορική για την Επίδειξη
Μνημείων

Παραδοτέο 2.2

**Λογισμικό φορέα προώθησης πολιτιστικών -
τουριστικών πόρων**

Ενότητα Εργασιών 2

**Ανάπτυξη πρωτοτύπου συστήματος μοντελοποίησης
προσαρμοσμένων εικονικών γεωχωρικών κόσμων**

ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ

Θεσσαλονίκη
Μάιος, 2021

Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή	2
2.	Λειτουργικές Δυνατότητες	4
2.1	Δημιουργία Σκηνών σε διάφορα Συστήματα Συντεταγμένων	5
2.2	Σχεδίαση/Εισαγωγή σημειακών, γραμμικών και πολυγωνικών γεωμετριών ανοικτού φορμά	6
2.3	Εισαγωγή τρισδιάστατων (3Δ) μοντέλων αντικειμένων ανοικτού φορμά	7
2.4	Συσχετισμός γεωμετριών και 3Δ μοντέλων αντικειμένων	8
2.5	Αρχικοποίηση 3Δ μοντέλων σε σκηνή (στροφή, κλίμακα)	9
2.6	Δημιουργία βιβλιοθήκης 3Δ μοντέλων	12
2.7	Εισαγωγή ψηφιακών μοντέλων εδάφους/επιφάνειας DSM/DTM.....	12
2.8	Δημιουργία βιβλιοθήκης γεωμετριών	13
2.9	Καθορισμός μονοπατιών μετακίνησης και συσχετισμός τους με 3Δ μοντέλα κινούμενων αντικειμένων	13
2.10	Δημιουργία Σκηνών Προσαρμοσμένων Εικονικών Γεωχωρικών Κόσμων.....	14
2.11	Εισαγωγή/Εξαγωγή Σκηνών Προσαρμοσμένων Εικονικών Γεωχωρικών Κόσμων	15
3.	Δομή και Αρχιτεκτονική Κώδικα Πλατφόρμας	17
3.1	Actions	19
3.2	Reducers.....	20
3.3	Helpers.....	20
3.4	Components	21
3.5	Github Project.....	22

1. Εισαγωγή

Στο παρόν τεχνικό κείμενο αναλύεται το «Λογισμικό φορέα προώθησης πολιτιστικών - τουριστικών πόρων» το οποίο αποτελεί κύριο παραδοτέο της 2ης Ενότητας Εργασιών «Ανάπτυξη πρωτοτύπου συστήματος μοντελοποίησης προσαρμοσμένων εικονικών γεωχωρικών κόσμων» του έργου MERGIN' MODE. Ταυτόχρονα το «Λογισμικό φορέα προώθησης πολιτιστικών - τουριστικών πόρων» αποτελεί κύριο λογισμικό υποσύστημα του MERGIN' MODE και πρόκειται στην ουσία για μια ισχυρή πλατφόρμα που παρέχει υψηλές δυνατότητες διαχείρισης και προώθησης πολιτιστικού περιεχομένου στους φορείς-παρόχους. Το «Λογισμικό φορέα προώθησης πολιτιστικών - τουριστικών πόρων» από εδώ και στο εξής αναφέρεται ως «MERGIN' MODE Platform».

Σύμφωνα με την κατατεθείσα πρόταση το «MERGIN' MODE Platform» αναμένονταν να αναπτυχθεί ως ένα πρωτότυπο σύστημα που θα αποτελέσει ένα ισχυρό εργαλείο για τον εκάστοτε φορέα διαχείρισης και προώθησης ενός τουριστικού-πολιτιστικού πόρου για τη δημιουργία προσαρμοσμένων εικονικών γεωχωρικών κόσμων οι οποίοι θα υπερτίθενται με τον πραγματικό κόσμο. Τα παραπάνω απαιτείται να υποστηρίζονται από λειτουργικότητες Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών για την υπέρθεση πολλαπλών επιπέδων και τη χωρική αναφορά των αντικειμένων που απεικονίζονται. Τα τελικά μοντέλα θα πρέπει να εξάγονται από το σύστημα και να προσφέρονται μέσα από υπηρεσίες δεδομένων ή από ειδικά αποθετήρια.

Το «MERGIN' MODE Platform» αναπτύχθηκε από την TESSERA σε συνεργασία με το ΔΙΠΑΕ, και ολοκληρώθηκε εντός του χρονοδιαγράμματος δηλ. με το πέρας του 18ου μήνα του έργου (11/4/2021). Καθώς από την υποβολή της πρότασης (12/2017) μέχρι την υλοποίηση μεσολάβησαν σχεδόν τρία (3) έτη, η Ομάδα Έργου προέβη σε επικαιροποίηση του σχεδιασμού σε εκ νέου διερεύνηση των διεθνών πρακτικών και μεθόδων στα συναφή με το Έργο επιστημονικά πεδία και σε ενδελεχή επισκόπηση όλων των αλληλοσυνδεόμενων τεχνικών και μεθόδων.

Αυτός ήταν και ο λόγος για τον οποίο η ΕΕ2 ξεκίνησε τον 2^ο μήνα εκτέλεσης του Έργου και όχι τον 6^ο όπως είχε προγραμματιστεί. Η τροποποίηση αυτή υπεβλήθη με σχετικό αίτημα ήσσοнос τροποποίησης και αιτιολογήθηκε ως εξής: «...για την ανάπτυξη του συστήματος μοντελοποίησης προσαρμοσμένων εικονικών γεωχωρικών κόσμων απαιτείται η υιοθέτηση τεχνολογιών αιχμής, όπως υπηρεσίες γεωχωρικού ιστού (geospatialwebservices), πλαίσια οπτικοποίησης (visualizationframeworks), και ελεύθερες βιβλιοθήκες που βασίζονται σε γλώσσα σεναρίων με έμφαση στις γεωχωρικές βιβλιοθήκες. Οι παραπάνω τεχνολογίες είναι διαρκώς εξελισσόμενες και ως εκ τούτου το διάστημα που μεσολάβησε από την υποβολή της πρότασης (Δεκέμβριος, 2017)



μέχρι την ένταξή της καθιστά επιβεβλημένη την επανεξέτασή τους. Ταυτόχρονα έχουν επέλθει σημαντικές εξελίξεις στον τομέα των Πολιτιστικών Πληροφοριακών Συστημάτων (Cultural Information Systems) και η διερεύνηση σχετικών μελετών και εφαρμοσμένης έρευνας είναι επιτακτική.»

Η ερευνητική ομάδα του ΔΙΠΑΕ επιπλέον προέβη στη διερεύνηση των διεθνών πρακτικών και των τεχνολογικών εξελίξεων στις ακόλουθες θεματικές περιοχές:

- Προδιαγραφές συστημάτων μοντελοποίησης προσαρμοσμένων εικονικών γεωχωρικών κόσμων
- Επισκόπηση τεχνολογιών αιχμής μοντελοποίησης/προσομοίωσης
- Τεχνολογίες επεξεργασίας εικόνας για την αναγνώριση και διαχείριση αντικειμένων σε εικόνες και video
- Προσομοίωση με Εικονική πραγματικότητα και Επαυξημένη Πραγματικότητα
- Προσομοίωση με Μικτή Πραγματικότητα
- Λειτουργικότητες Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών
- Ανοικτά δεδομένα, υπηρεσίες ιστού και πρότυπα διαλειτουργικότητας
- Τεχνολογίες Γεωπληροφορικής για την ταυτόχρονη αποτύπωση εικονικών και πραγματικών χωρικών αντικειμένων σε μια Μικτή Πραγματικότητα
- Προδιαγραφές εικονικών γεωχωρικών κόσμων, με πολλαπλά θεματικά επίπεδα και λειτουργικότητες GIS
- Προδιαγραφές συστημάτων υπηρεσιών βάσει θέσης (Location-based services)
- Λογισμικά για την 3D μοντελοποίηση χωρικών αντικειμένων
- Επαυξημένη Πραγματικότητα: Προδιαγραφές - Χαρακτηριστικά
- Μικτή Πραγματικότητα: τεχνικές αλληλεπίδρασης τελικού χρήστη με εικονικά-μικτά αντικείμενα

Η παραπάνω διερεύνηση τροφοδότησε επιστημονική εργασία η οποία δημοσιεύθηκε σε περιοδικό υψηλής απήχησης και καθόρισε τις λειτουργικές προδιαγραφές του Συστήματος.



2. Λειτουργικές Δυνατότητες

Οι κύριες λειτουργικές δυνατότητες που επιτελεί το «MERGIN' MODE Platform» περιλαμβάνουν:

- Δημιουργία σκηνών σε διάφορα Συστήματα Συντεταγμένων
- Εισαγωγή τρισδιάστατων (3D) μοντέλων αντικειμένων ανοικτού μορφά
- Αρχικοποίηση 3D μοντέλων σε σκηνή (προσανατολισμός, στροφή, κλίμακα)
- Δημιουργία βιβλιοθήκης 3D μοντέλων
- Εισαγωγή ψηφιακών μοντέλων εδάφους/επιφάνειας DSM/DTM
- Σχεδίαση/Εισαγωγή σημειακών, γραμμικών και πολυγωνικών γεωμετριών ανοικτού μορφά
- Δημιουργία βιβλιοθήκης γεωμετριών
- Συσχετισμός γεωμετριών και 3D μοντέλων αντικειμένων
- Καθορισμός μονοπατιών μετακίνησης και συσχετισμός τους με 3D μοντέλα αντικειμένων
- Δημιουργία Σκηνών Προσαρμοσμένων Εικονικών Γεωχωρικών Κόσμων
- Εισαγωγή/Εξαγωγή Σκηνών Προσαρμοσμένων Εικονικών Γεωχωρικών Κόσμων

Στις επόμενες παραγράφους αναλύονται και επιδεικνύονται οι παραπάνω λειτουργικές δυνατότητες της πλατφόρμας «MERGIN' MODE Platform». Η πλατφόρμα είναι προσβάσιμη στον σύνδεσμο <https://platform.merginmode.com/> και όπως είχε δηλωθεί και κατά την υποβολή της πρότασης διατίθεται στο αποθετήριο κώδικα GitHub, στην παρούσα φάση σε private mode, όμως με το πέρας του έργου θα μεταβεί σε public mode.

Για τους σκοπούς επίδειξης παρέχεται η δυνατότητα φόρτωσης ενός συνόλου δεδομένων από το μνημείο του λουτρού της Απολλωνίας το οποίο προκρίθηκε από την ΕΦΑΠΕΘ ως το μνημείο επίδειξης κατά τη φάση της Επίδειξης και Πιλοτικής Εφαρμοσής του έργου (ΕΕ5). Το σύνολο δεδομένων στην παρούσα φάση περιλαμβάνει:

- Το φωτογραμμετρικά αποτυπωμένο λουτρό της Απολλωνίας από τη GEOSENSE
- Το ανακατασκευασμένο (3Dreconstructed) λουτρό της Απολλωνίας από την ομάδα του ΑΠΘ και της ΕΦΑΠΕΘ
- 3D μοντέλο ανθρώπου της εποχής της οθωμανικής περιόδου όπως ψηφιακά τεκμηριώθηκε από την προαναφερόμενη ομάδα καθώς επίσης και 3D μοντέλα δένδρων

Η πλατφόρμα αναδεικνύει τις δυνατότητες που θα παρέχονται στον φορέα διαχείρισης πολιτιστικών πόρων να δημιουργεί εικονικούς γεωχωρικούς κόσμους στους οποίους θα

αναβιώνουν ιστορικά γεγονότα. Για τη διευκόλυνση της επίδειξης έχει δημιουργηθεί youtubevideo με τις δυνατότητες της πλατφόρμας:

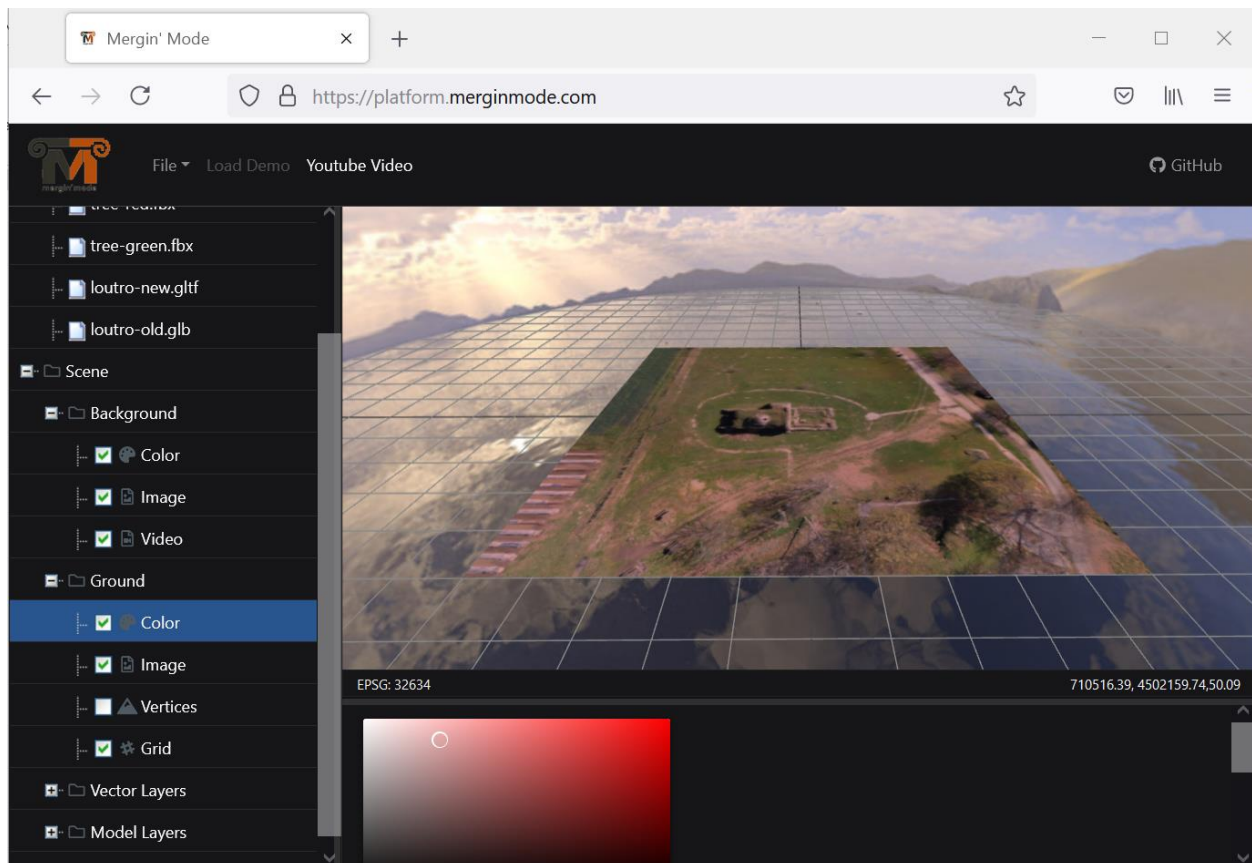
<https://www.youtube.com/watch?v=fWYIC6shSgw&feature=youtu.be>

2.1 Δημιουργία Σκηνών σε διάφορα Συστήματα Συντεταγμένων

Το «MERGIN' MODE Platform» κάνει χρήση της Proj4.js για μετασχηματισμούς μεταξύ συστημάτων συντεταγμένων, επομένως μπορεί να εισάγει γεωχωρικά δεδομένα από οποιοδήποτε προβολικό σύστημα συντεταγμένων.

Για τη δημιουργία μιας Σκηνής (Scene) ορίζονται δύο κύριες ομάδες παραμέτρων:

- Το Υπόβαθρο (Background) για το οποίο μπορεί να αποδοθεί χρωματισμός (color), εικόνα (image) ή video
- Το Έδαφος (Ground) για το οποίο μπορεί να αποδοθεί πλέγμα (grid), χρωματισμός (color), εικόνα (image) ή κάποιο από τα σύνολα κόμβων (Vertices) που ορίζουν τις γεωμετρίες επί των οποίων εκτυλίσσονται γεγονότα με πρωταγωνιστές 3D μοντέλα, στη Σκηνή



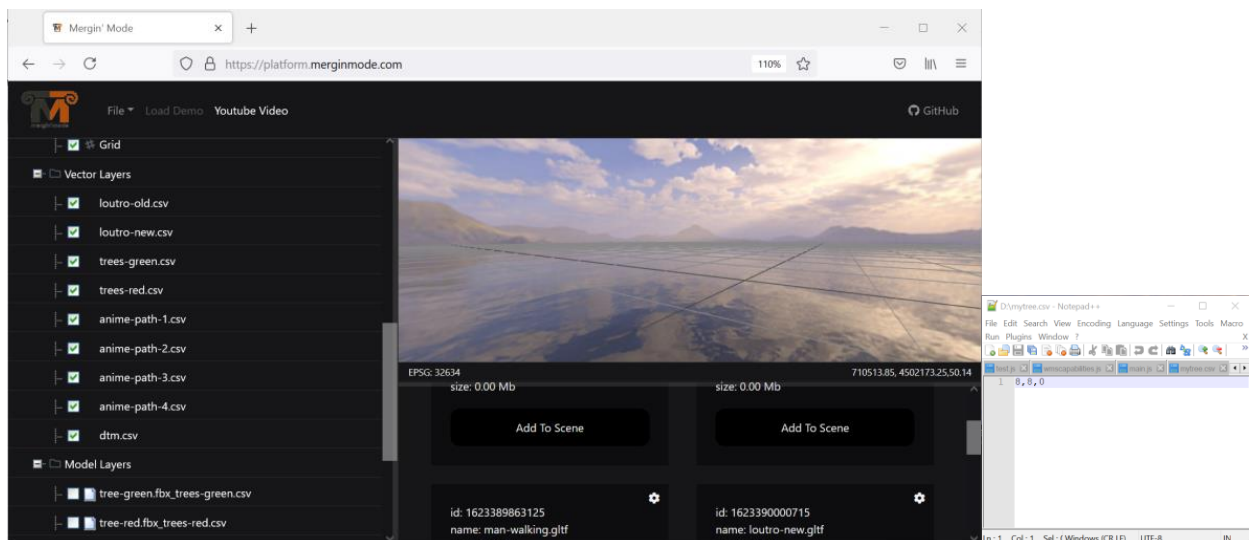
Εικόνα 1: Δημιουργία Σκηνής και καθορισμός παραμέτρων Υποβάθρου (Background) και Εδάφους (Ground)

2.2 Σχεδίαση/Εισαγωγή σημειακών, γραμμικών και πολυγωνικών γεωμετριών ανοικτού μορμά

Προκειμένου να εισαχθούν επί της Σκηνής, 3D αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν φυσικά έμφυχα ή άφυχα αντικείμενα, κινούμενα ή μη είναι απαραίτητο να καθοριστούν οι θέσεις στις οποίες αυτά θα τοποθετηθούν. Οι θέσεις αυτές μπορεί να είναι:

- Ένα ή πολλά διάσπαρτα σημεία επί της περιοχής της σκηνής για την τοποθέτηση ενός ή πολλών διάσπαρτων αντικειμένων
- Ένα σύνολο σημείων που συνθέτουν μια γραμμή για την τοποθέτηση ενός συνόλου 3D αντικειμένων επί της γραμμής
- Ένα σύνολο σημείων που συνθέτουν ένα πολύγωνο για την τοποθέτηση ενός συνόλου 3D αντικειμένων επί της περιφέρειας ή/και της επιφάνειας του πολυγώνου
- Ένα σύνολο σημείων που συνθέτουν ένα μονοπάτι κίνησης ενός 3D αντικειμένου

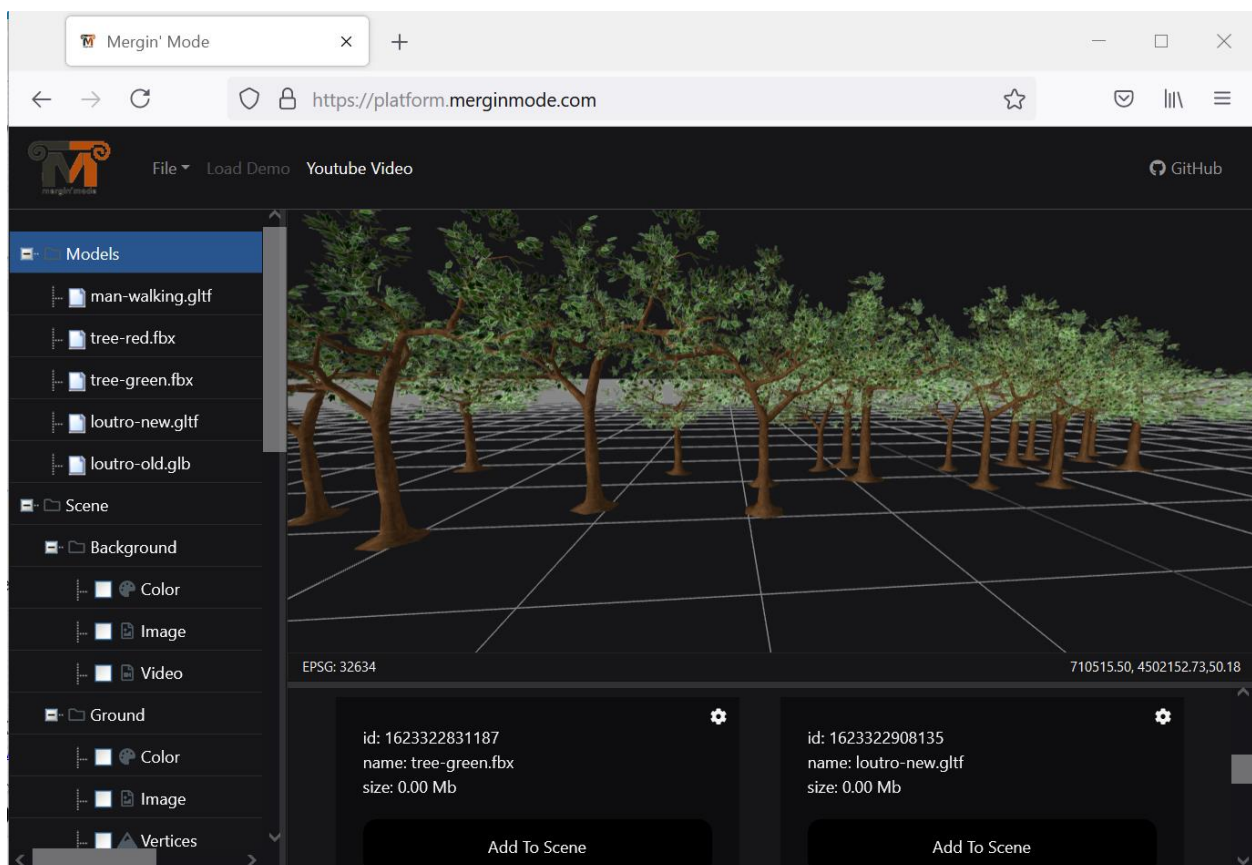
Οι παραπάνω θέσεις εισάγονται στο σύστημα μέσα από ανοικτά αρχεία τύπου csv (comma separated values) και εντάσσονται σε μια εξειδικευμένη για το σκοπό τοποθέτησης των 3D αντικειμένων ομάδα, την ομάδα γραμμικών θεματικών επιπέδων (Vector Layers)



Εικόνα 2: Η ομάδα (Vector Layers) των γραμμικών θεματικών επιπέδων (α) που δημιουργείται από ανοικτά αρχεία τύπου csv (β)

2.3 Εισαγωγή τρισδιάστατων (3D) μοντέλων αντικειμένων ανοικτού μορμά

Το «*MERGIN' MODE Platform*» παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής 3D μοντέλων αντικειμένων ανοικτού μορμά (π.χ. fbx, gltf) που δύνανται να τοποθετηθούν σε καθορισμένες από το χρήστη θέσεις της ομάδας Vector Layers που αναπτύχθηκε στην προηγούμενη παράγραφο και οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις τυπικές γεωμετρίες ενός Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS). Στην εικόνα που ακολουθεί αποτυπώνεται η εισαγωγή ενός 3D αντικειμένου σε μορμά fbx που διατίθεται ελεύθερα (<https://www.turbosquid.com/>) πολλαπλές φορές εντός μιας πολυγωνικής επιφάνειας που καθορίζεται από ένα σύνολο σημείων (κόμβοι πολυγώνου).



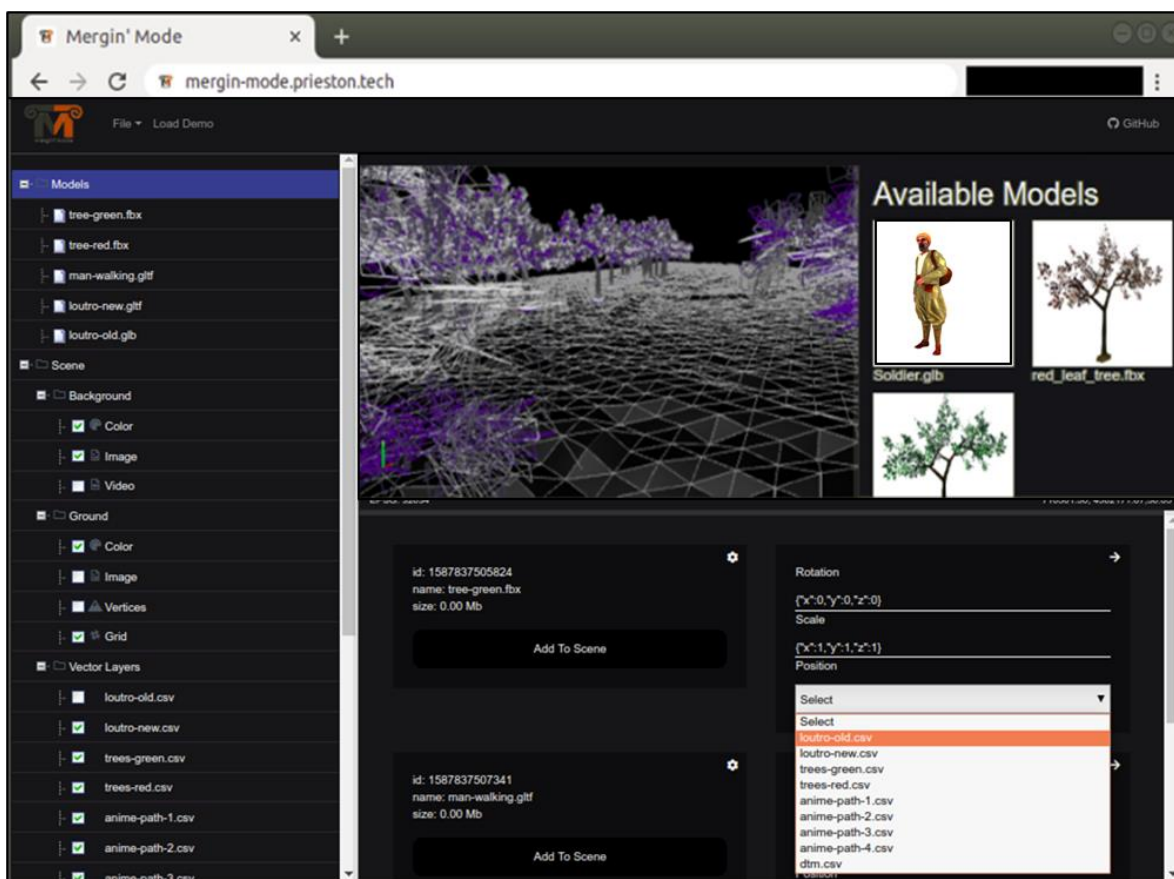
Εικόνα 3: Δυνατότητα εισαγωγής 3D αντικειμένων ανοικτού μορμά

Τα εισαγόμενα αντικείμενα εντάσσονται σε μια ειδική για το σκοπό αυτό ομάδα αντικειμένων (Models) όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 3. Η τοποθέτηση των εισαγόμενων 3D αντικειμένων σε επιλεγμένες θέσεις επιτυγχάνεται με τη δυνατότητα συσχετισμού τους (αναλύεται στην επόμενη

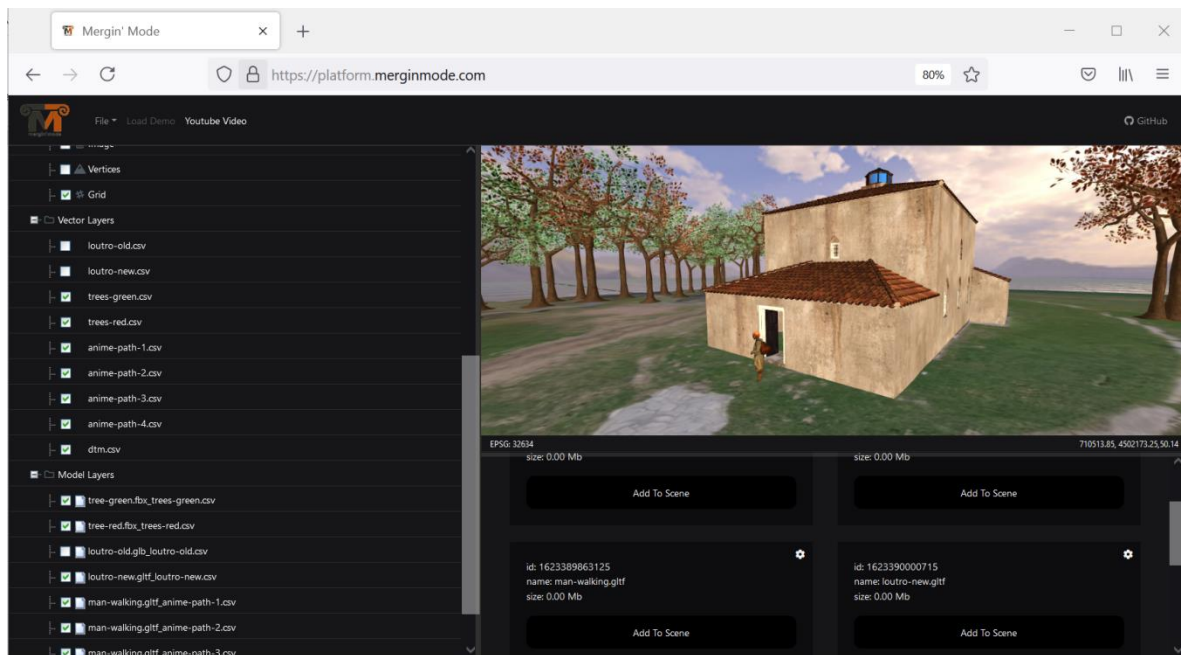
παράγραφο), με την επιθυμητή γεωμετρία που ορίζεται από τα σημεία που τη συνθέτουν όπως αναλύθηκε στην παράγραφο 2.2

2.4 Συσχετισμός γεωμετριών και 3D μοντέλων αντικειμένων

Η Ομάδα αντικειμένων Models η οποία περιέχει τα 3D αντικείμενα που έχουν εισαχθεί στο σύστημα μπορεί να συσχετισθεί με την Ομάδα Vector Layers η οποία περιέχει τις γεωμετρίες που δυνητικά προσφέρονται για την τοποθέτηση των 3D αντικειμένων (εικόνα 4). Ο συσχετισμός αυτός οδηγεί στη δημιουργία της Ομάδας Model Layers όπως αποτυπώνεται στην εικόνα 5



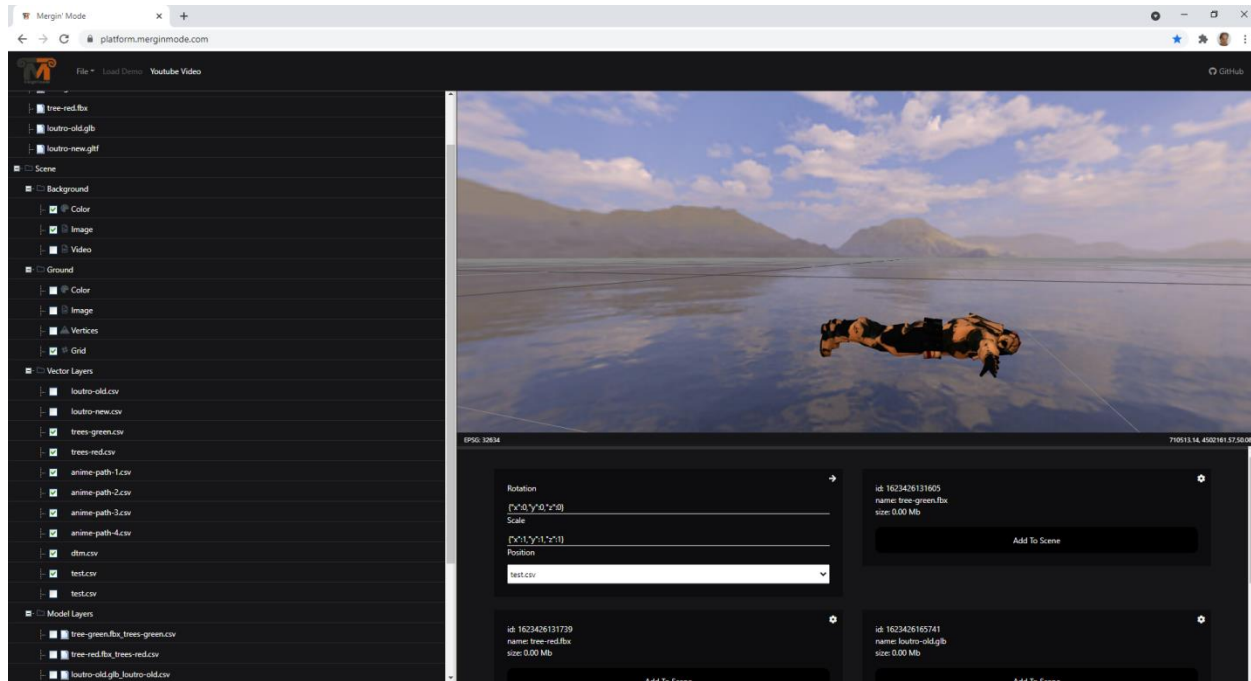
Εικόνα 4: Συσχετισμός διαθέσιμων 3D Μοντέλων (Models) και εισαγμένων γεωμετριών (Vector Layers)



Εικόνα 5: Η Ομάδα Model Layers που περιέχει τα συσχετισμένα Μοντέλα και τις θέσεις τοποθέτησής τους

2.5 Αρχικοποίηση 3D μοντέλων σε σκηνή (στροφή, κλίμακα)

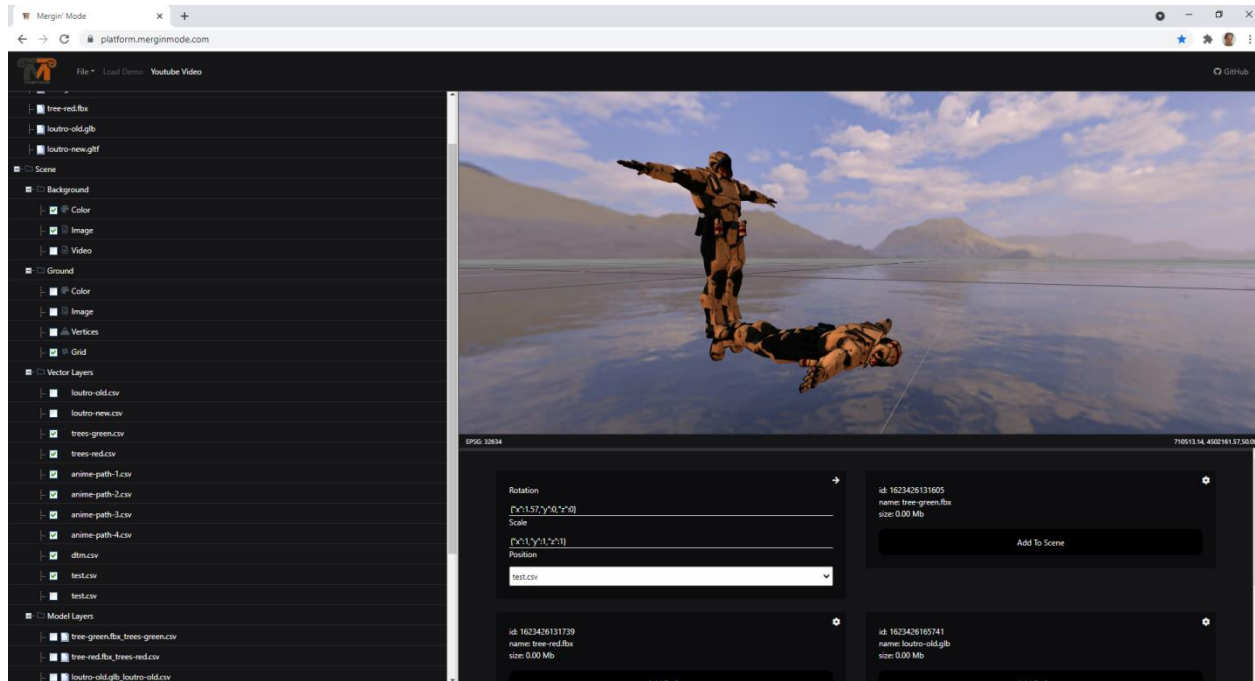
Κατά την εισαγωγή ενός 3D μοντέλου σε μια σκηνή είναι πιθανό να απαιτείται τροποποίηση της γωνίας του σε σχέση με κάποιον από τους άξονες του συστήματος συντεταγμένων της Σκηνής. Αυτό συμβαίνει όταν για παράδειγμα ένα μοντέλο έχει σχεδιαστεί σε κατακόρυφη θέση σε άξονες ΧΖΨ και εισάγεται στην πλατφόρμα που το σύστημα της είναι ΧΨΖ. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 6, απαιτείται στροφή του μοντέλου κατά 90° (1.57 rad) σε σχέση με τον άξονα Χ. Αυτό επιτελείται με ρύθμιση της παραμέτρου Rotation και επιλογή του άξονα ή των αξόνων επί των οποίων θα πραγματοποιηθεί η στροφή. Επιπλέον απαιτείται να οριστεί η κλίμακα (Scale) με την οποία θα εισαχθεί το αντικείμενο στη Σκηνή. Τέλος επιλέγεται το προκαθορισμένο αρχείο που ορίζει τη γεωμετρία επί της οποίας θα τοποθετηθεί ή θα κινηθεί το αντικείμενο. Η σχεδίαση και εισαγωγή της γεωμετρίας αυτής έχει αναλυθεί στην παράγραφο 2.2. Στην εικόνα 6 αποτυπώνεται η εισαγωγή ενός 3D αντικείμενου που απεικονίζει ένα στρατιώτη που έχει σχεδιαστεί σε κατακόρυφη θέση σε άξονες ΧΖΨ.



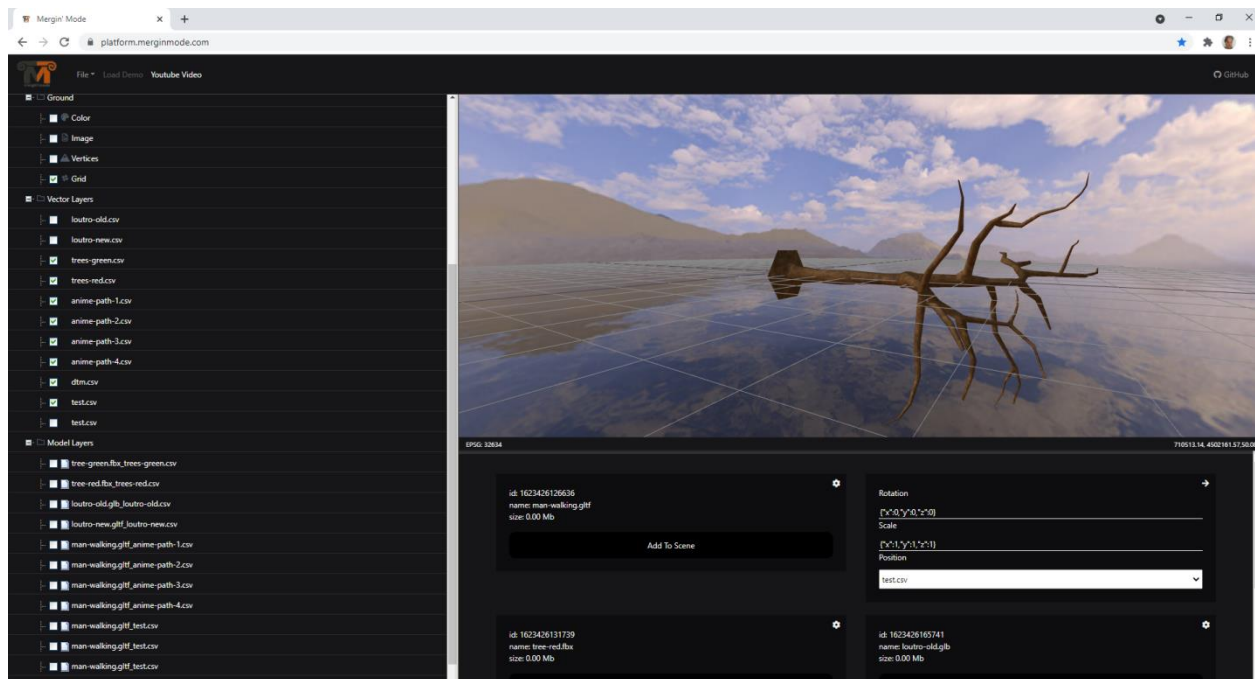
Εικόνα 6: 3D αντικείμενο που απεικονίζει ένα στρατιώτη που έχει σχεδιαστεί σε κατακόρυφη θέση σε άξονες ΧΖΨ

Στην εικόνα 7 ο στρατιώτης στρέφεται κατά 90° επί του άξονα Χ (1,57 ακτίνια).

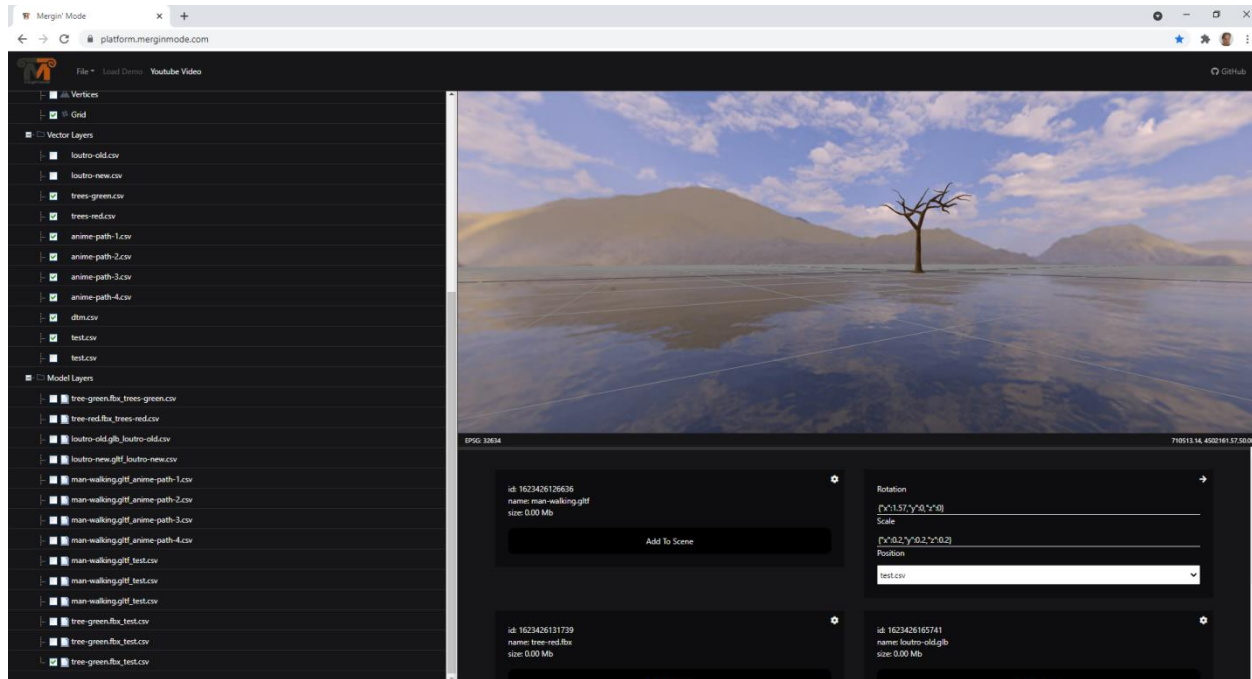
Η δεύτερη σημαντική παράμετρος κατά την αρχικοποίηση ενός 3D αντικειμένου είναι η κλίμακα (scale). Στην εικόνα 8 απεικονίζεται η εισαγωγή ενός δένδρου το οποίο επίσης έχει σχεδιαστεί σε κατακόρυφη θέση σε άξονες ΧΖΨ και ταυτόχρονα εμφανίζεται με μέγεθος που εκτιμάται να είναι πενταπλάσιο από το κανονικό σε σχέση πάντα με την περιοχή της σκηνής. Στην εικόνα 9 το ίδιο δένδρο αφενός στρέφεται κατά 90° επί του άξονα Χ αφετέρου εισάγεται με κλίμακα 20% επί της αρχικής για κάθε άξονα.



Εικόνα 7: Στροφή του στρατιώτη κατά 90° επί του άξονα X



Εικόνα 8: 3D αντικείμενο σχεδιασμένο σε κατακόρυφη θέση σε άξονες ΧΖΨ, με μέγεθος πενταπλάσιο του κανονικού



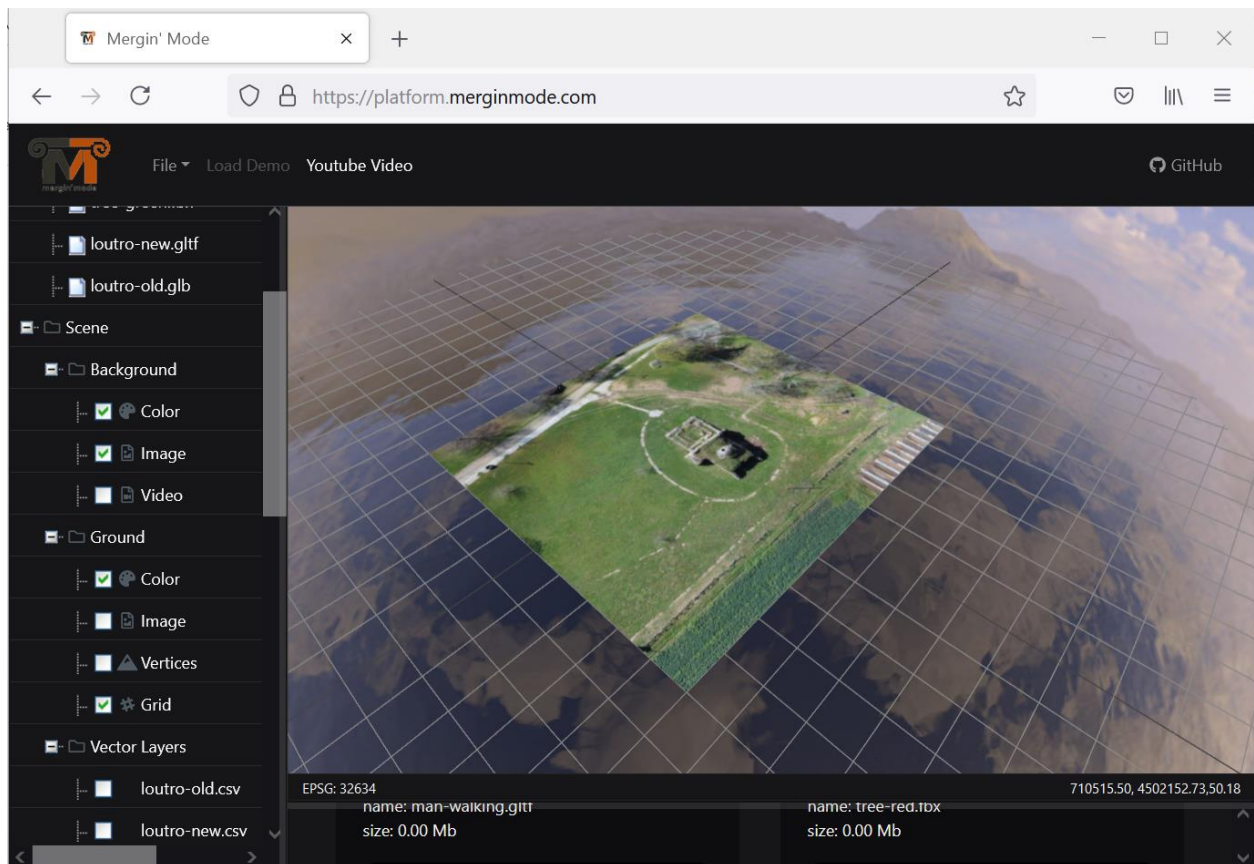
Εικόνα 9: Στροφή του 3D αντικειμένου κατά 90° και σμίκρυνση στο 20% του αρχικού του μεγέθους

2.6 Δημιουργία βιβλιοθήκης 3D μοντέλων

Τα 3D μοντέλα που εισάγονται στην πλατφόρμα συνθέτουν στην πράξη μια βιβλιοθήκη διαθέσιμων μοντέλων, όπως αποτυπώνεται στην Εικόνα 4, τα οποία μπορούν να συμμετέχουν στη Σκηνή του Εικονικού Γεωχωρικού Κόσμου και να συσχετίζονται με διανυσματικά θεματικά επίπεδα (Vector Layers) που αντιπροσωπεύουν γεωμετρίες στις οποίες τοποθετούνται ή μονοπάτια κίνησης.

2.7 Εισαγωγή ψηφιακών μοντέλων εδάφους/επιφάνειας DSM/DTM

Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους/επιφάνειας (DSM/DTM) καθορίζουν τη βάση επί της οποίας εκτυλίσσεται η Σκηνή. Η κλίση κάθε στοιχειώδους επιπέδου επηρεάζει και την τοποθέτηση ενός 3D αντικειμένου πάνω σε αυτό και οι διαδοχικές μεταβολές της κλίσης σε ένα υψομετρικό μοντέλο εδάφους επιφέρουν αντίστοιχες μεταβολές στη θέση τον προσανατολισμό και τη στροφή του αντικειμένου. Όλα αυτά οδηγούν στη δημιουργία «ρεαλιστικών» σεναρίων για αναβίωση γεγονότων και τη σύνθεση Σκηνών (εικόνα 10).



Εικόνα 10: Εισαγωγή ενός ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας

2.8 Δημιουργία βιβλιοθήκης γεωμετριών

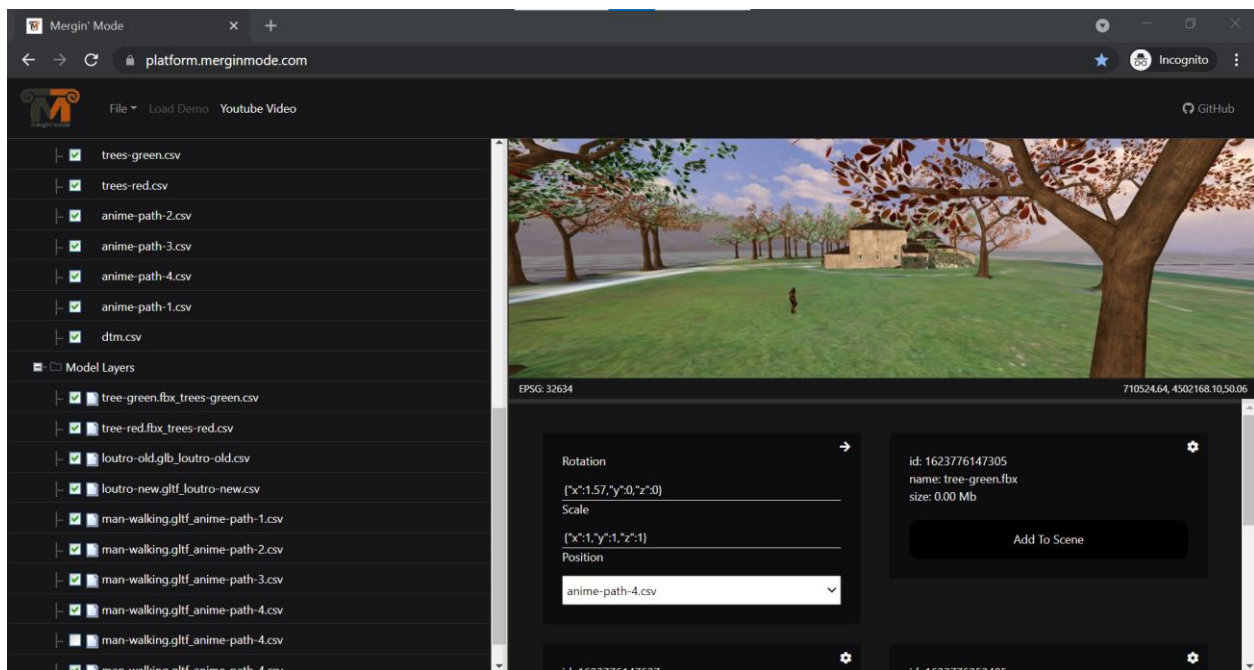
Η βιβλιοθήκη γεωμετριών πρακτικά είναι ένα σύνολο διανυσματικών επιπέδων των τυπικών GIS μορφών γεωμετρίας (σημεία, γραμμές, πολύγωνα) που είτε έχουν προκαθοριστεί ή μετασχηματιστεί από άλλα γεωχωρικά φορμά (π.χ. GML, shapfile) σε αρχεία τύπου CSV ή έχουν δημιουργηθεί από το μηδέν από τον χρήστη. Τα διανυσματικά επίπεδα εντάσσονται στην ειδική για το σκοπό αυτό ομάδα Vector Layers όπως φαίνεται και στην εικόνα 9.

2.9 Καθορισμός μονοπατιών μετακίνησης και συσχετισμός τους με 3Δ μοντέλα κινούμενων αντικειμένων

Ως κινούμενα (animated) 3Δ αντικείμενα θεωρούνται τα αντικείμενα που διαθέτουν μια εγγενή κίνηση η οποία καθορίζεται από ένα σύνολο στάσεων (morphs) του αντικειμένου που εναλλάσσονται επαναληπτικά καθ' όλη τη διάρκεια της κίνησης. Αυτό σε συνδυασμό με την

μετακίνηση επί ενός προκαθορισμένου ή καθορισμένου από το χρήστη μονοπατιού κίνησης οδηγούν στη δημιουργία Σκηνών με αναβίωση γεγονότων.

Ένα κινούμενο 3D αντικείμενο συσχετίζεται με μονοπάτια κίνησης τα οποία δεν διαφέρουν από γεωμετρίας γραμμών και συνίστανται από ένα σύνολο σημείων από τα οποία διέρχεται διαδοχικά το κινούμενο αντικείμενο. Ο συσχετισμός γίνεται όπως ακριβώς συμβαίνει και με την τοποθέτηση 3D αντικειμένων επί γεωμετριών με τη διαφορά ότι το αρχείο περιέχει το αλφαριθμητικό “anime” (εικόνα 11).



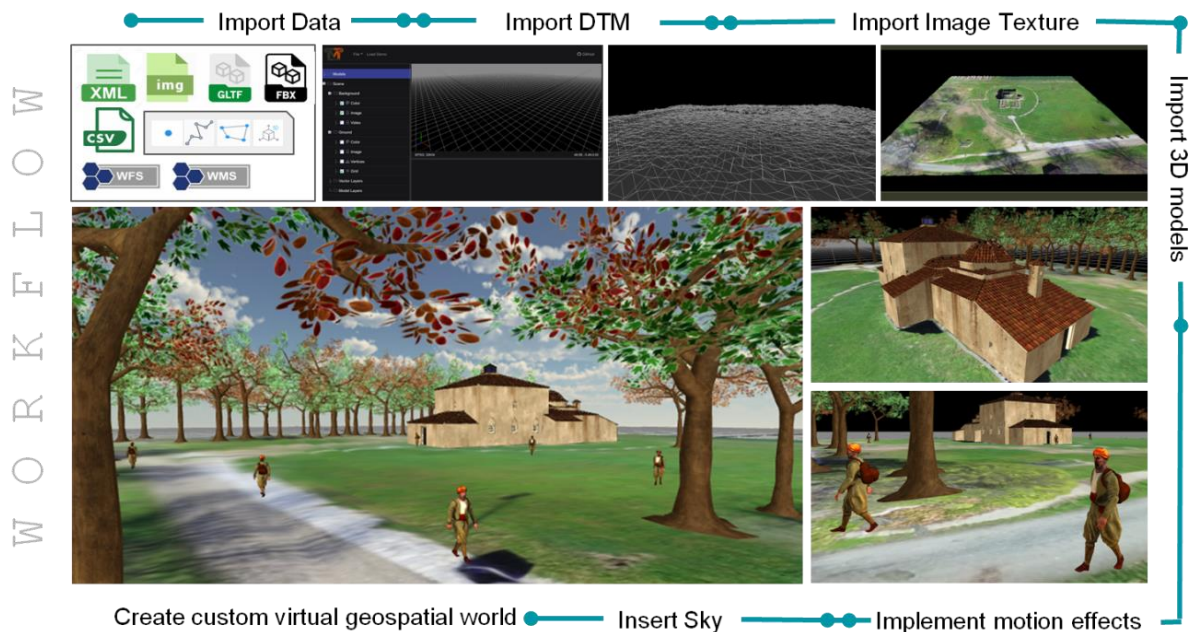
Εικόνα 11: Συσχετισμός κινούμενου 3D αντικειμένου με μονοπάτι μετακίνησης

2.10 Δημιουργία Σκηνών Προσαρμοσμένων Εικονικών Γεωχωρικών Κόσμων

Ενδεικτικά η ροή εργασιών για τη δημιουργία ενός προσαρμοσμένου εικονικού γεωχωρικού κόσμου (customized virtual geospatial world) περιλαμβάνει τις ακόλουθες δραστηριότητες:

1. Εισαγωγή ενός ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας/εδάφους (DSM/DTM) της περιοχής
2. Εισαγωγή γραφικού με την υφή της επιφάνειας (surface texture)
3. Εισαγωγή του Μνημείου

4. Εισαγωγή, περιστροφή (προσανατολισμός) και κλιμάκωση (scaling) άλλων τρισδιάστατων μοντέλων
5. Υλοποίηση εφέ κίνησης (motion effects)
6. Συνδυασμός των ανωτέρω για τη δημιουργία ενός «ζωντανού» Γεωχωρικού Κόσμου



Εικόνα 12: Ροή εργασιών για τη δημιουργία ενός προσαρμοσμένου εικονικού γεωχωρικού κόσμου

2.11 Εισαγωγή/Εξαγωγή Σκηνών Προσαρμοσμένων Εικονικών Γεωχωρικών Κόσμων

Το κύριο ζητούμενο του MERGIN' MODE Platform είναι η δημιουργία Σκηνών Προσαρμοσμένων Εικονικών Γεωχωρικών Κόσμων. Οι Σκηνές αυτές θα αναδειχθούν μέσα από το λογισμικό του τελικού χρήστη στο πεδίο και μέσα από την υπέρθεσή τους με τον πραγματικό κόσμο που συλλαμβάνει η συσκευή του τελικού χρήστη θα συμβάλλουν στη δημιουργία εμπειρίας Μικτής Πραγματικότητας.

Για να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες φορητότητας των γεωχωρικών κόσμων θα πρέπει να μπορούν να περιγραφούν σε μορφές ανταλλαγής δεδομένων όπως JSON. Το σχήμα αποτελείται από τέσσερα βασικά κλειδιά:

- id<guid>: ένα μοναδικό κλειδί τύπου guid (πχ 87c85e39-c13f-48cf-90d4-71bfb1da2ef5)
- name<text>: ένα αναγνωριστικό όνομα για τον κόσμο (πχ Μνημείο Θεσσαλονίκης)
- description<text>: μια περιγραφή του κόσμου (πχ Ένα εντυπωσιακό μνημείο στο κέντρο της Θεσσαλονίκης του 1540)
- actions<array js object>: Όλες οι δυνατές ενέργειες που μπορεί να προβεί ο χρήστης σε επίπεδο κόσμου
 - o name<text>: ένα αναγνωριστικό όνομα για τον κόσμο (πχ Αλλαγή θέσης χρήστη)
 - o run<function>: η συνάρτηση που θα εκτελέσει την λειτουργία
- content<array json>: Τα αντικείμενα - μοντέλα του γεωχωρικού κόσμου
 - o refId<text>: ένας αναγνωριστικός κωδικός (πχ white_tower)
 - o type<enum text (virtual, mapped, mixed)> Ο τύπος του αντικειμένου
 - o ground<boolean> Εάν πρόκειται για αντικείμενο που αποτελεί μέρος του εδάφους
 - o selectable<boolean> Εάν το αντικείμενο υποστηρίζει αλληλεπίδραση
 - o url<url> Ο σύνδεσμος του μοντέλου
 - o position<array> Η θέση του αντικειμένου σε ένα πίνακα τριών στοιχείων x,z,y σε μέτρα
 - o rotation<array> Η θέση του αντικειμένου σε ένα πίνακα τριών στοιχείων x,z,y σε ακτίνια
 - o description<text>: Μια σύντομη περιγραφή για το αντικείμενο
 - o actions<json>: Οι υποστηριζόμενες ενέργειες του αντικειμένου
 - onLoad: Η περιγραφή της ενέργειας που θα προβεί το αντικείμενο κατά την φόρτωσή του
 - onSelect: Η περιγραφή της ενέργειας που θα προβεί το αντικείμενο κατά την επιλογή του
- meta<json>: Μεταδεδομένα που αφορούν τον κόσμο (πχ συντάκτες)

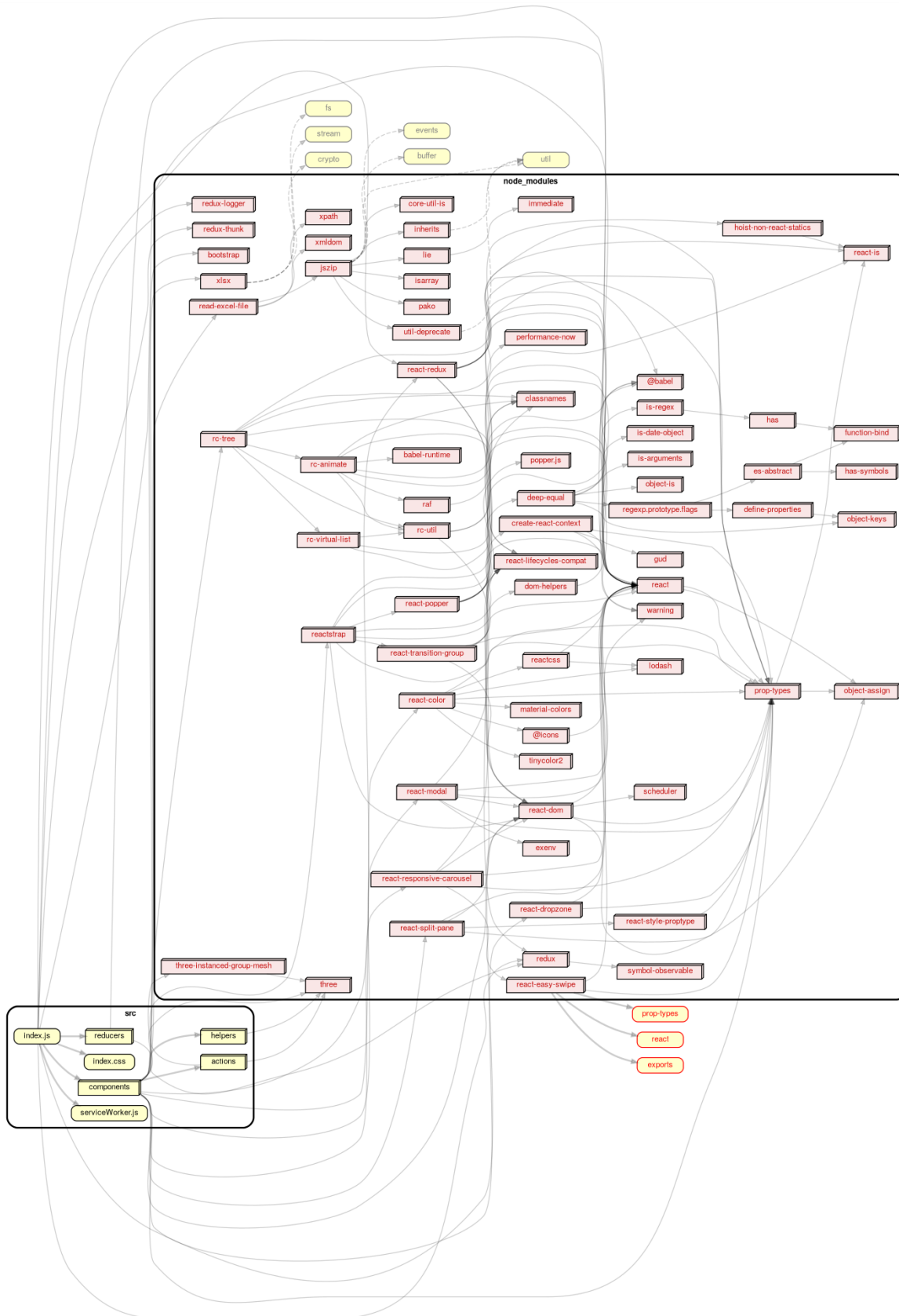
Εικόνα 13: Σχηματική αναπαράσταση των τρισδιάστατων γεωχωρικών κόσμων σε JSON



3. Δομή και Αρχιτεκτονική Κώδικα Πλατφόρμας

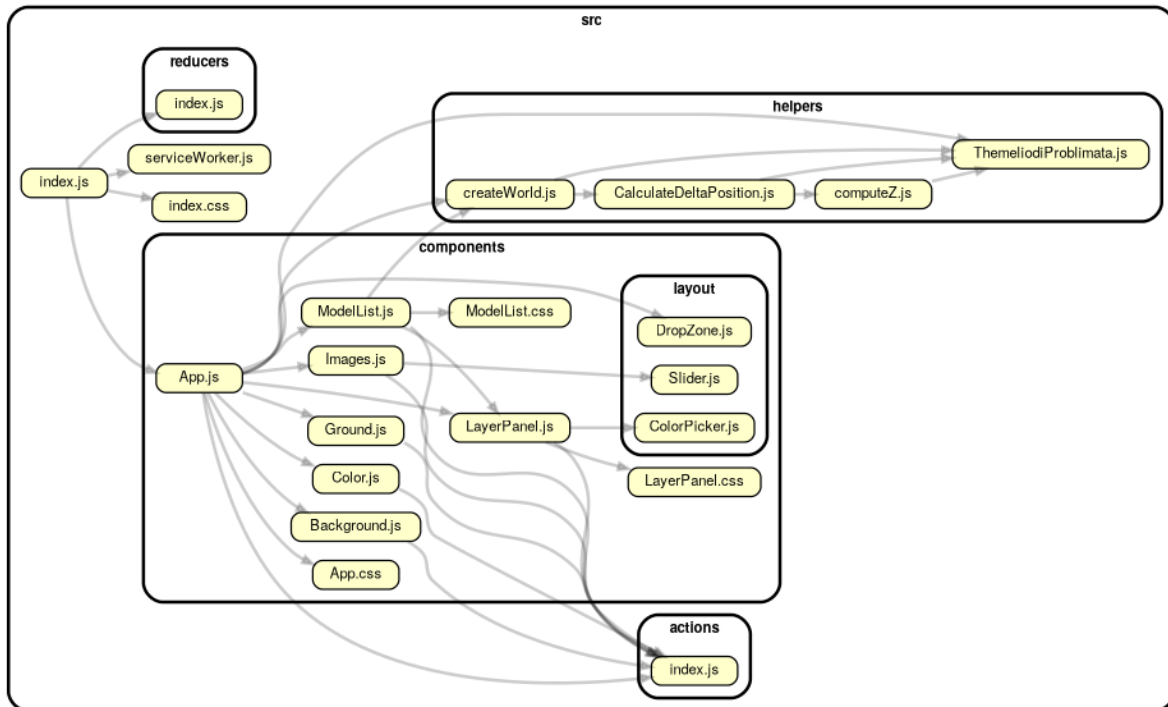
Η πλατφόρμα «MERGIN' MODE platform» είναι προγραμματισμένη σε κώδικα Javascript με την βοήθεια του ReactFramework v16.12.0 (<https://reactjs.org/>) και Redux v4.0.5 (<https://redux.js.org/>) για την διαχείριση κατάστασης της εφαρμογής (statemanagement). Η εκτέλεσή του κώδικα γίνεται αποκλειστικά στην πλευρά του τελικού χρήστη (client-side processing) και η πλατφόρμα δεν βασίζεται σε κάποιο εξυπηρετητή για την λειτουργία της. Το γραφικό περιβάλλον της διεπαφής χρησιμοποιεί πακέτα κώδικα που διατίθενται μέσω της ανοικτής βιβλιοθήκης κώδικα npm. Σε ό,τι αφορά την απόδοση τρισδιάστατων γραφικών και τη δημιουργία γεωχωρικών κόσμων κάνει χρήση αποκλειστικά της Three.jsr.114 και για μετασχηματισμούς μεταξύ συστημάτων συντεταγμένων της Proj4.js. Η εφαρμογή φιλοξενείται σε cloud server στην εταιρεία Layershift Limited και η φιλοξενία του ιστοτόπου του έργου στην εταιρεία Accu Webhosting.

Η Εικόνα 14 παρέχει μια πλήρη εικόνα του κώδικα της εφαρμογής και των εξαρτήσεων.



Εικόνα 14: Διάγραμμα εξαρτήσεων

Για την καλύτερη κατανόηση της δομής του κώδικα παρατίθενται παρακάτω, τα βασικά χαρακτηριστικά της διεπαφής του χρήστη και της γενικής ιδέας. Η εφαρμογή αποτελείται από τέσσερις κεντρικούς φακέλους



Εικόνα 15: Διάγραμμα εξαρτήσεων των φακέλων src και main της εφαρμογής

3.1 Actions

Αυτός ο φάκελος περιέχει όλες της συναρτήσεις που αντιστοιχούν σε κάποια ενέργεια που θα αλλάξει την γενική κατάσταση της εφαρμογής. Αναφορικά:

- loadModel: Θα φορτώσει νέο μοντέλο
- loadVector: Θα φορτώσει νέο διανυσματικό αρχείο
- setScene: Θα ορίσει το αντικείμενο της τρισδιάστατης σκηνής
- setPlane: Θα ορίσει το βασικό επίπεδο στην τρισδιάστατη σκηνή
- setSky: Θα ορίσει του αντικείμενο που σπτικοποιεί τον ουρανό
- setBackgroundColor: Θα ορίσει το χρώμα φόντου της τρισδιάστατης σκηνής



- `setGroundColor`: Θα ορίσει το χρώμα του εδάφους
- `changeSection`: Θα ορίσει αλλαγή στο κάτω πάνελ
- `setLayers`: Θα προσθέσει ή θα αφαιρέσει επίπεδο
- `setModelRuntimeInfo`: Θα ορίσει τις πληροφορίες που αφορούν την αλλαγή της θέσης και στροφής ενός κινούμενου αντικειμένου
- `toggleLayer`: Εμφάνιση και απόκρυψη επιπέδου
- `showCoords`: Θα εμφανίσει τις συντεταγμένες του ποντικιού όταν αυτό βρίσκεται στην εντός του χώρου της τρισδιάστατης σκηνής
- `addModel`: Θα προσθέσει ένα μοντέλο στην τρισδιάστατη σκηνή
- `loadDemo`: Θα εκτελέσει τις απαραίτητες ενέργειες για την οπτικοποίηση ενός λειτουργικού παραδείγματος
- `loadGround`: Θα φορτώσει τα δεδομένα του εδάφους

3.2 Reducers

Ο `Φακελοςreducers` έχει ένα προς ένα αντιστοιχία με τις ενέργειες του φακέλου `actions` και ενημερώνει όταν κάποια ενέργεια ολοκληρωθεί την γενική κατάσταση της εφαρμογής (`globalstate`).

3.3 Helpers

Ο φάκελος `helpers` περιέχει βοηθητικό κώδικα της εφαρμογής. Συγκεκριμένα περιέχει τέσσερα αρχεία τα οποία αναφορικά είναι:

- `createWorld.js`: Το αρχείο αυτό αποτελεί το κεντρικό αρχείο που δημιουργεί τον τρισδιάστατο γεωχωρικό κόσμο. Εξάγει μια συνάρτηση την `createWorld` οποία καθιστά δυνατή οποιαδήποτε οπτικοποίηση και αλληλεπίδραση με την τρισδιάστατη σκηνή.
- `calculateDeltaPosition.js`: Το αρχείο αυτό εξάγει δύο συναρτήσεις για τον υπολογισμό της θέσης και στροφής ενός τρισδιάστατου αντικειμένου αντίστοιχα.
- `computeZ.js`: Το αρχείο αυτό εξάγει μια συνάρτηση η οποία υπολογίζει το υψόμετρο ενός αντικειμένου.

- ThemeliodiProblimata.js: Το αρχείο αυτό εξάγει τις συναρτήσεις των Θεμελιωδών προβλημάτων 1 και 2 της Τοπογραφίας όπως και μια συνάρτηση υπολογισμού απόστασης μεταξύ δύο σημείων

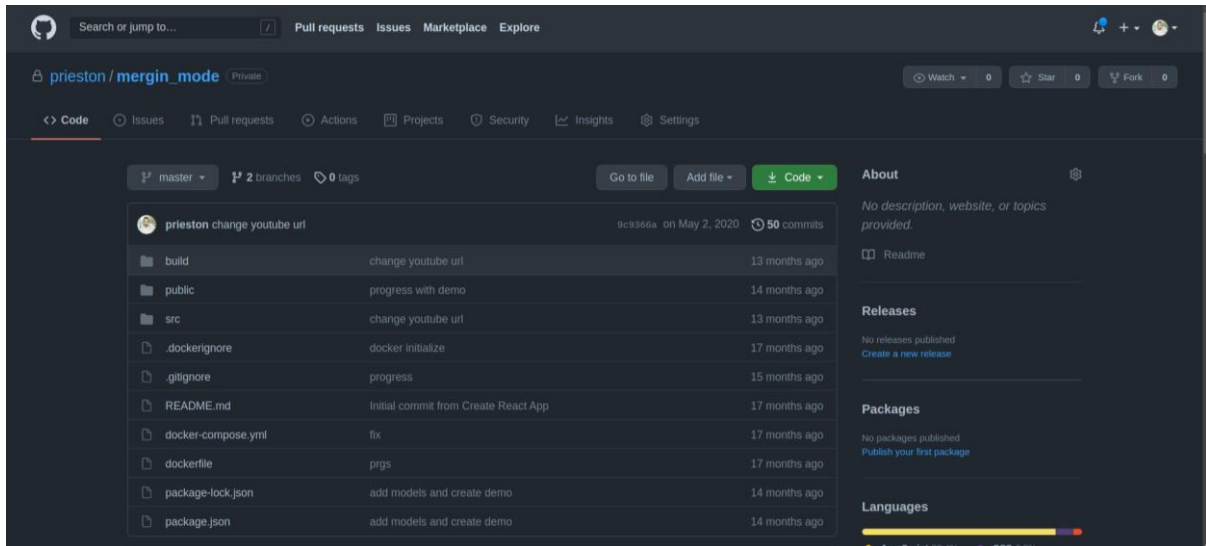
3.4 Components

Ο φάκελος components περιέχει όλα τα στοιχεία που οπτικοποιούνται στην εφαρμογή τα οποία με την σειρά τους εκτελούν συναρτήσεις από τους φακέλους που περιγράψαμε παραπάνω. Συγκεκριμένα:

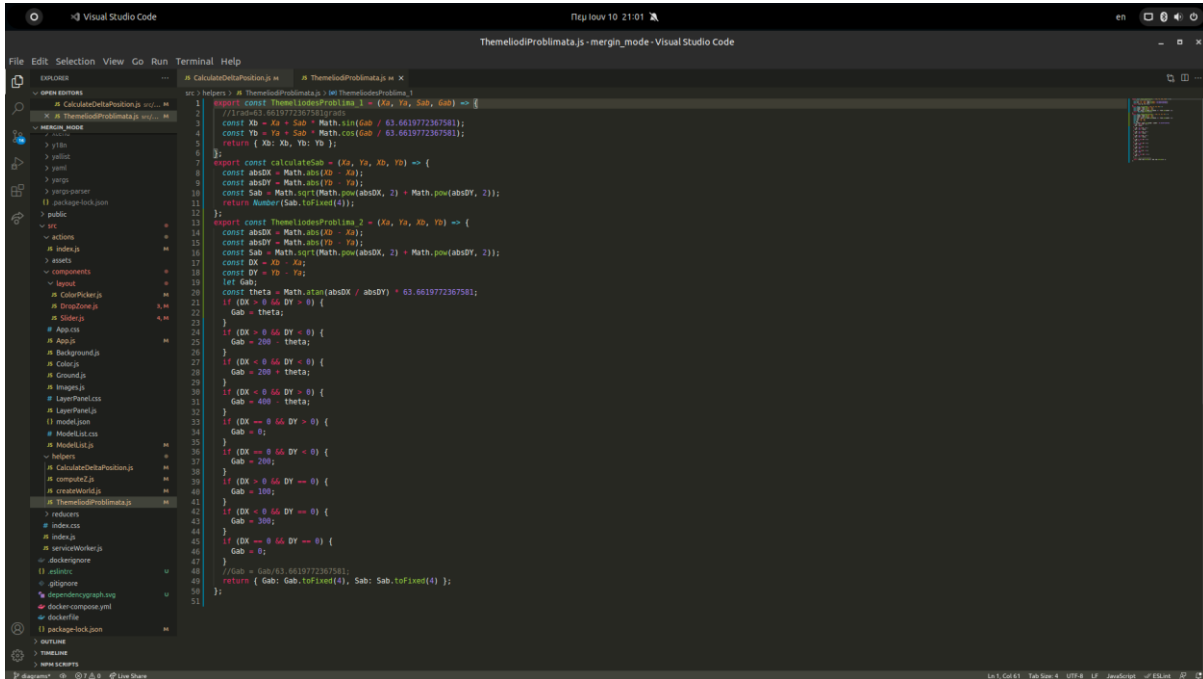
- layout(folder): Περιέχει επαναχρησιμοποιήσιμο κώδικα γραφικών που αφορά την διεπαφή του χρήστη
 - ColorPicker.js: Γραφικό στοιχείο για την επιλογή χρώματος
 - DropZone.js: Γραφικό στοιχείο για την μεταφόρτωση αρχείων
 - Slider.js: Γραφικό στοιχείο για την εμφάνιση εικόνων σε μορφή “carousel”
- App.js: Αποτελεί το αρχικό σημείο της εφαρμογής. Στο αρχείο αυτό ορίζεται το η δομή του περιβάλλοντος της πλατφόρμας (panel, modal, popups και menuitems)
- Ground.js: Αφορά το γραφικό στοιχείο που φιλοξενεί τα δεδομένα επιπέδου εδάφους (groundlayer)
- Color.js: Γραφικό στοιχείο για την επιλογή χρωμάτων
- Background.js: Αφορά το γραφικό στοιχείο που φιλοξενεί τα δεδομένα επιπέδου Background (backgroundlayer)
- Images.js: Γραφικό στοιχείο για την εμφάνιση εικόνων
- LayerPanel.js: Γραφικό στοιχείο για την εμφάνιση του πανελ των επιπέδων
- ModelList.js: Γραφικό στοιχείο για την εμφάνιση και επεξεργασία των παραμέτρων των μοντέλων (στροφή, θέση, κλίμακα)

3.5 Github Project

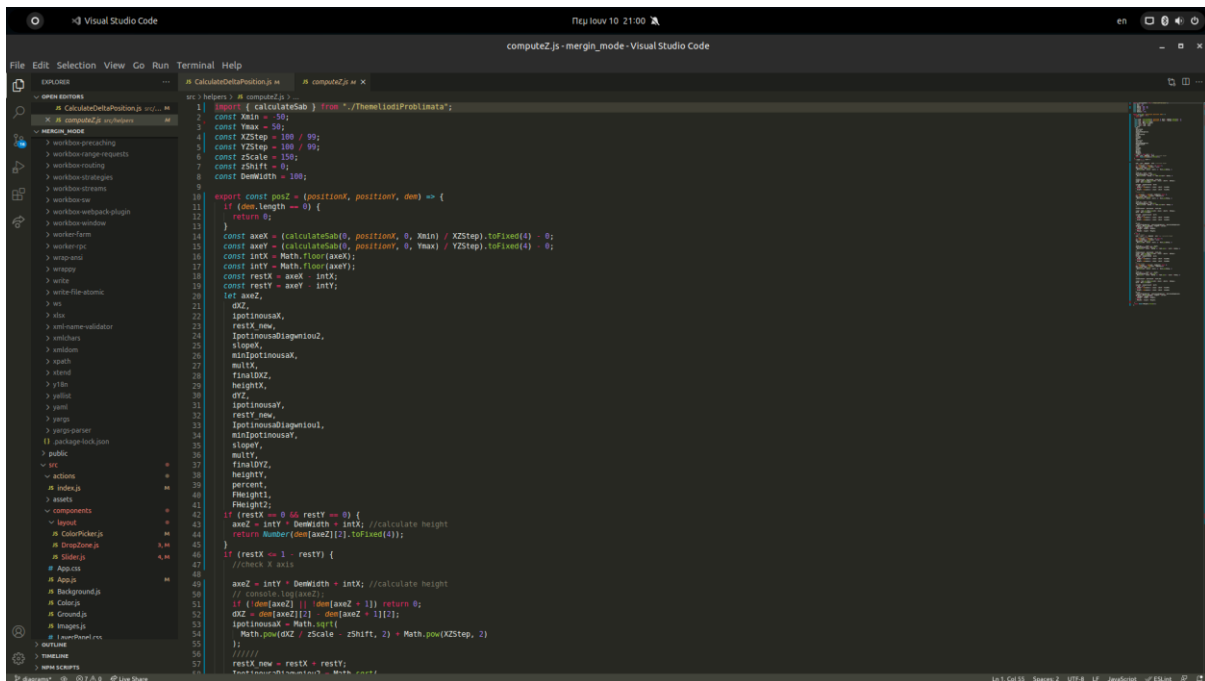
Ο κώδικας βρίσκεται στο αποθετήριο κώδικα github και θα είναι διαθέσιμος δημόσια μετά την ολοκλήρωση του έργου. Ακολουθούν εικόνες από βασικές συναρτήσεις για την τρισδιάστατη οπτικοποίηση των αντικειμένων



Εικόνα 16: Αποθετήριο github



Εικόνα 17: Θεμελιώδη προβλήματα Τοπογραφίας

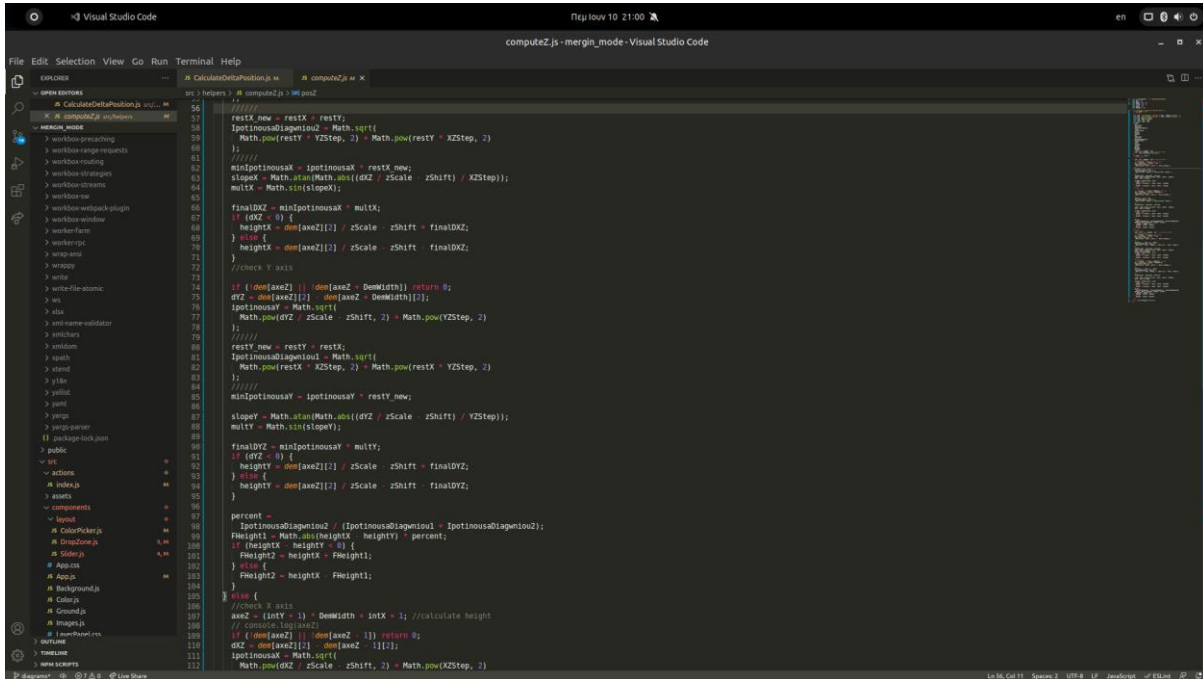


Εικόνα 18: Υπολογισμός υψομετρικής θέσης τρισδιάστατου αντικειμένου (μέρος 1)

Κωδικός Έργου: T6YB7-00297

Ενότητα Εργασιών 2: Ανάπτυξη πρωτοτύπου συστήματος μοντελοποίησης προσαρμοσμένων εικονικών γεωχωρικών κόσμων

Παραδοτέο 2.2: Λογισμικό φορέα προώθησης πολιτιστικών - τουριστικών πόρων

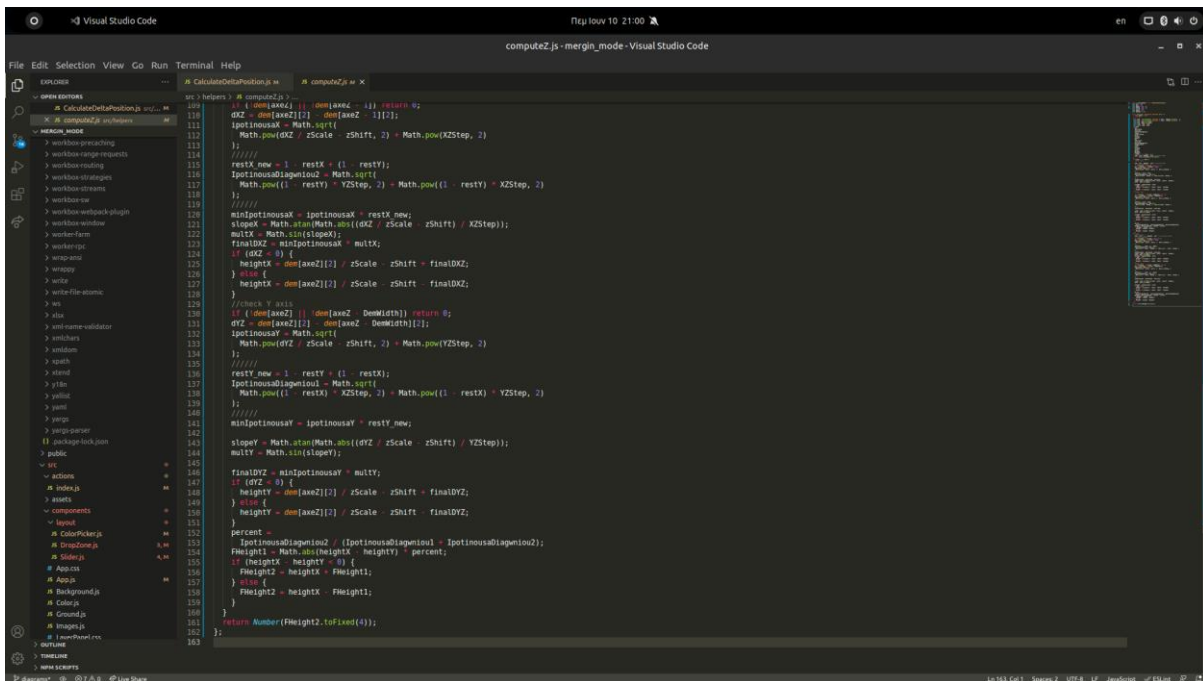


```

computeZ.js - mergin_mode - Visual Studio Code
...
56
57 restY_new = restY * restY;
58 IpotinousaDiagm1ou2 = Math.sqrt(
59   Math.pow(restY * XZStep, 2) + Math.pow(restY * YZStep, 2)
60 );
61
62 //////////////////////////////////////////////////
63 //check X axis
64 //////////////////////////////////////////////////
65 minIpotinousaX = IpotinousaX * restY_new;
66 slopeX = Math.atan(Math.abs((dXZ / zScale * zShift) / XZStep));
67 multX = Math.sin(slopeX);
68 finalDXZ = minIpotinousaX * multX;
69 if (dXZ < 0) {
70   heightX = dom[axeZ][1] * zScale * zShift + finalDXZ;
71 } else {
72   heightX = dom[axeZ][1] * zScale * zShift - finalDXZ;
73 }
74 //check Y axis
75 //////////////////////////////////////////////////
76 if ((dom[axeZ][1] * dom[axeZ * DomWidth]) < 0) {
77   dYZ = dom[axeZ][1] * dom[axeZ * DomWidth][1];
78   IpotinousaY = Math.sqrt(
79     Math.pow(dYZ / zScale * zShift, 2) + Math.pow(YZStep, 2)
80 );
81
82 restY_new = restY * restY;
83 IpotinousaDiagm1ou2 = Math.sqrt(
84   Math.pow(restY * XZStep, 2) + Math.pow(restY * YZStep, 2)
85 );
86 minIpotinousaY = IpotinousaY * restY_new;
87 slopeY = Math.atan(Math.abs((dYZ / zScale * zShift) / YZStep));
88 multY = Math.sin(slopeY);
89 finalDYZ = minIpotinousaY * multY;
90 if (dYZ < 0) {
91   heightY = dom[axeZ][2] * zScale * zShift + finalDYZ;
92 } else {
93   heightY = dom[axeZ][2] * zScale * zShift - finalDYZ;
94 }
95
96 //////////////////////////////////////////////////
97 //check Z axis
98 //////////////////////////////////////////////////
99 percent =
100   IpotinousaDiagm1ou2 / (IpotinousaDiagm1ou1 + IpotinousaDiagm1ou2);
101 FHeight1 = Math.abs(heightX * heightY) * percent;
102 if (heightX * heightY < 0) {
103   FHeight2 = heightX * FHeight1;
104 } else {
105   FHeight2 = heightX * -FHeight1;
106 }
107 //check X axis
108 axeZ = (intY < 1) * DomWidth + intX + 1; //calculate height
109 //check Y axis
110 //////////////////////////////////////////////////
111 if ((dom[axeZ][1] * dom[axeZ * 1]) < 0) {
112   dXZ = dom[axeZ][1] * dom[axeZ * 1][1];
113   IpotinousaX = Math.sqrt(
114     Math.pow(dXZ / zScale * zShift, 2) + Math.pow(XZStep, 2)
115 );
116 //////////////////////////////////////////////////
117 //check X axis
118 //////////////////////////////////////////////////
119 restY_new = restY * (1 - restY);
120 IpotinousaDiagm1ou2 = Math.sqrt(
121   Math.pow((1 - restY) * YZStep, 2) + Math.pow((1 - restY) * XZStep, 2)
122 );
123 minIpotinousaX = IpotinousaX * restY_new;
124 slopeX = Math.atan(Math.abs((dXZ / zScale * zShift) / XZStep));
125 multX = Math.sin(slopeX);
126 finalDXZ = minIpotinousaX * multX;
127 if (dXZ < 0) {
128   heightX = dom[axeZ][1] * zScale * zShift + finalDXZ;
129 } else {
130   heightX = dom[axeZ][1] * zScale * zShift - finalDXZ;
131 }
132 //check Y axis
133 //////////////////////////////////////////////////
134 if ((dom[axeZ][1] * dom[axeZ * DomWidth]) < 0) {
135   dYZ = dom[axeZ][1] * dom[axeZ * DomWidth][1];
136   IpotinousaY = Math.sqrt(
137     Math.pow(dYZ / zScale * zShift, 2) + Math.pow(YZStep, 2)
138 );
139
140 restY_new = restY * (1 - restY);
141 IpotinousaDiagm1ou1 = Math.sqrt(
142   Math.pow((1 - restY) * XZStep, 2) + Math.pow((1 - restY) * YZStep, 2)
143 );
144 minIpotinousaY = IpotinousaY * restY_new;
145 slopeY = Math.atan(Math.abs((dYZ / zScale * zShift) / YZStep));
146 multY = Math.sin(slopeY);
147 finalDYZ = minIpotinousaY * multY;
148 if (dYZ < 0) {
149   heightY = dom[axeZ][2] * zScale * zShift + finalDYZ;
150 } else {
151   heightY = dom[axeZ][2] * zScale * zShift - finalDYZ;
152 }
153 //////////////////////////////////////////////////
154 //check Z axis
155 //////////////////////////////////////////////////
156 percent =
157   IpotinousaDiagm1ou2 / (IpotinousaDiagm1ou1 + IpotinousaDiagm1ou2);
158 FHeight1 = Math.abs(heightX * heightY) * percent;
159 if (heightX * heightY < 0) {
160   FHeight2 = heightX * FHeight1;
161 } else {
162   FHeight2 = heightX * -FHeight1;
163 }
164 //////////////////////////////////////////////////
165 //check X axis
166 //////////////////////////////////////////////////
167 return Number(FHeight2.toFixed(4));
168 }
169

```

Εικόνα 19: Υπολογισμός υψομετρικής θέσης τρισδιάστατου αντικειμένου (μέρος 2)



```

computeZ.js - mergin_mode - Visual Studio Code
...
109 //check Y axis
110 //////////////////////////////////////////////////
111 if ((dom[axeZ][1] * dom[axeZ * 1]) < 0) {
112   dXZ = dom[axeZ][1] * dom[axeZ * 1][1];
113   IpotinousaX = Math.sqrt(
114     Math.pow(dXZ / zScale * zShift, 2) + Math.pow(XZStep, 2)
115 );
116 //////////////////////////////////////////////////
117 //check X axis
118 //////////////////////////////////////////////////
119 restY_new = restY * (1 - restY);
120 IpotinousaDiagm1ou2 = Math.sqrt(
121   Math.pow((1 - restY) * YZStep, 2) + Math.pow((1 - restY) * XZStep, 2)
122 );
123 minIpotinousaX = IpotinousaX * restY_new;
124 slopeX = Math.atan(Math.abs((dXZ / zScale * zShift) / XZStep));
125 multX = Math.sin(slopeX);
126 finalDXZ = minIpotinousaX * multX;
127 if (dXZ < 0) {
128   heightX = dom[axeZ][1] * zScale * zShift + finalDXZ;
129 } else {
130   heightX = dom[axeZ][1] * zScale * zShift - finalDXZ;
131 }
132 //check Y axis
133 //////////////////////////////////////////////////
134 if ((dom[axeZ][1] * dom[axeZ * DomWidth]) < 0) {
135   dYZ = dom[axeZ][1] * dom[axeZ * DomWidth][1];
136   IpotinousaY = Math.sqrt(
137     Math.pow(dYZ / zScale * zShift, 2) + Math.pow(YZStep, 2)
138 );
139
140 restY_new = restY * (1 - restY);
141 IpotinousaDiagm1ou1 = Math.sqrt(
142   Math.pow((1 - restY) * XZStep, 2) + Math.pow((1 - restY) * YZStep, 2)
143 );
144 minIpotinousaY = IpotinousaY * restY_new;
145 slopeY = Math.atan(Math.abs((dYZ / zScale * zShift) / YZStep));
146 multY = Math.sin(slopeY);
147 finalDYZ = minIpotinousaY * multY;
148 if (dYZ < 0) {
149   heightY = dom[axeZ][2] * zScale * zShift + finalDYZ;
150 } else {
151   heightY = dom[axeZ][2] * zScale * zShift - finalDYZ;
152 }
153 //////////////////////////////////////////////////
154 //check Z axis
155 //////////////////////////////////////////////////
156 percent =
157   IpotinousaDiagm1ou2 / (IpotinousaDiagm1ou1 + IpotinousaDiagm1ou2);
158 FHeight1 = Math.abs(heightX * heightY) * percent;
159 if (heightX * heightY < 0) {
160   FHeight2 = heightX * FHeight1;
161 } else {
162   FHeight2 = heightX * -FHeight1;
163 }
164 //////////////////////////////////////////////////
165 //check X axis
166 //////////////////////////////////////////////////
167 return Number(FHeight2.toFixed(4));
168 }
169

```

Εικόνα 20: Υπολογισμός υψομετρικής θέσης τρισδιάστατου αντικειμένου (μέρος 3)

