



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ**

**Διπλωματική εργασία**



---

**Διερεύνηση της επίδρασης των χαρακτηριστικών του εξορυκτικού τοπίου στην οπτική αντίληψη, μέσω της καταγραφής και ανάλυσης των οφθαλμικών κινήσεων**

---

**Μπελιγρίνης Κωνσταντίνος**

**Επιβλέπουσα : Μαρία Μενεγάκη, Αναπ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π**

**Αθήνα, Οκτώβριος 2019**



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ  
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ ΣΤΗΝ  
ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ, ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ  
ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΩΝ ΟΦΘΑΛΜΙΚΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ**

**Διπλωματική Εργασία**

**ΜΠΕΛΙΓΡΙΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή:  
Μενεγάκη Μαρία, Αν. Καθηγήτρια (Επιβλέπουσα)  
Δαμίγος Δημήτριος, Καθηγητής  
Καλιαμπάκος Δημήτριος, Καθηγητής

**ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2019**

© 2019 Μπελιγρίνης Κ. (Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος)

*Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή του υλικού του κειμένου, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτού, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.*

*«Αφιερωμένη σε αυτούς που εδώ και 30 χρόνια δεν  
διστάζουν να φωτίζουν το δρόμο.»*



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ την καθηγήτρια μου Μενεγάκη Μάρια για την καθοδήγηση και την επίβλεψη της, καθ' όλη τη διάρκεια της διπλωματικής εργασίας, τους υποψήφιους Διδάκτορες Λουκά – Μωυσή Μισθό και Καλλιανιώτη Τάσο, για την άψογη συνεργασία και την καθοριστική συμβολή τους στην εκπόνηση της εργασίας. Επίσης, ευχαριστώ τον συνάδελφο Παυλίδη Αλέξανδρο, τον Κρασανάκη Βασίλειο, το εργαστήριο Χαρτογραφίας Ε.Μ.Π. τους εθελοντές που συμμετείχαν στη πειραματική διαδικασία, την οικογένεια μου και τους φίλους μου.

Τέλος, ένα ΜΕΓΑΛΟ ευχαριστώ στους συντρόφους μου από το σχήμα της σχολής και την πολιτική οργάνωση που ανήκω, τον Αριστερό Χώρο Μεταλλειολόγων ΜΕΤαλλουργών και την Αριστερή Συσπείρωση αντίστοιχα, καθώς όλα αυτά τα χρόνια μέσω της πάλης μας για μια καλύτερη προοπτική, με βοήθησαν να σχηματίσω την προσωπική μου ταυτότητα, με γέμισαν ελπίδες, όνειρα και πείσμα και με έκαναν να πιστεύω πως η συλλογική πάλη υπερβαίνει κάθε εμπόδιο. Για όλα αυτά και για την εμπιστοσύνη που μου δείχνουν καθημερινά, τους ευχαριστώ και τους υπόσχομαι ότι θα συνεχίσω κάθε μέρα να δίνω μαζί τους από κοινού τη μάχη για την ανατροπή του σάπιου εκμεταλλευτικού συστήματος που ζούμε και για το σοσιαλισμό – κομμουνισμό. Δεν σκύβουμε το κεφάλι μας και πιστεύουμε πως:

*«Οι επαναστάσεις είναι οι ατμομηχανές της ιστορίας.»*

*Καρλ Μαρξ*

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν να εξετασθεί η επίδραση των χαρακτηριστικών του εξορυκτικού τοπίου στην οπτική αντίληψη, μέσω της καταγραφής και ανάλυσης των οφθαλμικών κινήσεων. Για τους σκοπούς της διπλωματικής εργασίας, επιλέχθηκε να αναλυθεί ο λατομικός χώρος του όρους «Μερέντα» νοτιοανατολικά του Δήμου Μαρκόπουλου Μεσογείων. Με τη βοήθεια του μεταλλευτικού λογισμικού SURPAC κατασκευάστηκαν εναλλακτικά σχέδια εκμετάλλευσης εκ των οποίων επιλέχθηκε το καταλληλότερο με κριτήριο τον όγκο των αποθεμάτων.

Στη συνέχεια εκτιμήθηκε η επίπτωση στο τοπίο τόσο της υφιστάμενης μορφής της εκμετάλλευσης όσο και του εναλλακτικού σχεδίου με βάση τη μεθοδολογία LETOPID, με τη βοήθεια του λογισμικού ArcGIS.

Ακολούθησε η δημιουργία 12 τρισδιάστατων φωτορεαλιστικών απεικονίσεων της υφισταμένης κατάστασης και του εναλλακτικού σχεδίου. Οι απεικονίσεις διέφεραν ως προς τα επιμέρους στοιχεία του τοπίου και αποτέλεσαν τα οπτικά ερεθίσματα που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία καταγραφής και ανάλυσης των οφθαλμικών κινήσεων με τη βοήθεια του λογισμικού ViewPoint Eye Tracker®.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στον ειδικά διαμορφωμένο χώρο του Eye tracker στο εργαστήριο Χαρτογραφίας ΕΜΠ και καταγράφηκαν τα οπτικά ερεθίσματα που προκλήθηκαν στους εθελοντές συμμετέχοντες κατά τη διάρκεια παρατήρησης των 12 εικόνων. Μετά την καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να κατατάξουν τις 12 εικόνες κατά σειρά οπτικής όχλησης, από τη χειρότερη (οπτικά) στη καλύτερη. Τα δεδομένα που προέκυψαν από τον Eye tracker αναλύθηκαν στο περιβάλλον του λογισμικού OGAMA (OpenGazeAndMouseAnalyzer), ενώ η ανάλυση της κατάταξης έγινε με χρήση μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, με στόχο τη διερεύνηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την οπτική προτίμηση.

Από τη ερμηνεία των αποτελεσμάτων προέκυψαν ενδιαφέροντα συμπεράσματα που χρήζουν όμως περαιτέρω διερεύνησης στο μέλλον. Πιο συγκεκριμένα, ενώ το εναλλακτικό σχέδιο εκμετάλλευσης εμφανίζει χαμηλότερο βαθμό οπτικής ρύπανσης, δεν αποτελεί την προτιμητέα επιλογή από τους συμμετέχοντες στην πειραματική διαδικασία. Αυτό αρχικά επιβεβαιώνει την πολυπλοκότητα του ζητήματος της οπτικής ρύπανσης καθώς οι επιμέρους λεπτομέρειες ενός τοπίου φαίνεται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο. Θα πρέπει να σημειωθεί τέλος ότι η χρήση φωτορεαλιστικών απεικονίσεων εφαρμόστηκε για πρώτη φορά και μόνο για συγκεκριμένη απόσταση από τον λατομικό χώρο.

# ABSTRACT

The purpose of this thesis was to examine the effect of mining landscape's characteristics on visual perception by recording and analyzing eye movements. For the purposes of the thesis, the Merenta quarry site, located at the southeast area of the Markopoulos Municipality of Mesogeia, was selected to be analyzed. With the help of the SURPAC mining software, alternative exploitation plans were developed from which the most appropriate, on the basis of the volume of reserves, was selected.

Then, the impact on the landscape of both the existing form of the exploitation plan and the alternative design was estimated based on the LETOPID methodology using ArcGIS software.

Then 12 three-dimensional photorealistic illustrations of the current situation and the alternative design were created. The illustrations differed in the landscape and were the visual stimuli used in the experimental procedure of recording and analyzing eye movements with the help of the ViewPoint Eye Tracker® software.

The experiment was conducted at the specially designed area of the Eye tracker at the NTUA Cartography Laboratory and the visual stimuli that were caused to the volunteer participants during the observation of the 12 images were recorded. After recording eye movements, participants were asked to rank the 12 images in order of visual nuisance, from worst (visual) to best. The data obtained from the Eye tracker was analyzed in the OGAMA (OpenGazeAndMouseAnalyzer) software environment, and the classification was analyzed using a multiple linear regression model, in order to investigate the parameters that affect the visual preference.

The interpretation of the results yielded interesting conclusions that need further clarification in the future. Specifically, while the alternative operating plan exhibits a lower degree of visual impact, it is not the preferred choice by participants in the experimental process. This initially confirms the complexity of the issue of visual impact as the individual details of a landscape appear to play an important role. It should be noted, finally, that the use of photorealistic imagery was applied for the first time and only for a specific distance from the quarry site.

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αλλοίωση των χαρακτηριστικών του τοπίου από τη μεταλλευτική δραστηριότητα έχει αναδειχτεί τα τελευταία χρόνια ως πρόβλημα μείζονος σημασίας. Για την αντιμετώπισή του έχουν αναπτυχθεί μεθοδολογίες που στοχεύουν στην ποσοτικοποίηση κρίσιμων παραμέτρων για την εκτίμηση του βαθμού αλλοίωσης του τοπίου και της έκτασης των οπτικών επιπτώσεων σε σχέση με την ευαισθησία παρατήρησης. Το συγκεκριμένο όμως ζήτημα παραμένει αρκετά πολύπλοκο καθώς υπάρχουν υποκειμενικοί παράγοντες που υπεισέρχονται στην αντίληψη που διαμορφώνει κάποιος για το τοπίο. Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνάται ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής τα χαρακτηριστικά του εξορυκτικού τοπίου με τη βοήθεια του λογισμικού καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων του ViewPoint Eye Tracker®.

Για την πειραματική διαδικασία δημιουργήθηκαν φωτορεαλιστικές απεικονίσεις που προήλθαν από την υφιστάμενη μορφή και τον εναλλακτικό σχεδιασμό εκμετάλλευσης του λατομικού χώρου «Μερέντα».

Η οπτική ρύπανση των δύο σχεδίων εκμετάλλευσης εκτιμήθηκε επίσης με τη μεθοδολογία εκτίμησης των επιπτώσεων στο τοπίο από τη μεταλλευτική δραστηριότητα (LETOPID), η οποία έχει αναπτυχθεί από το Εργαστήριο Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής.

Η διπλωματική εργασία απαρτίζεται από 8 κεφάλαια. Συγκεκριμένα:

Στο 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο, παρουσιάζονται συνοπτικά, οι ορισμοί της έννοιας του τοπίου. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι επικρατέστεροι ορισμοί του τοπίου σε συνδυασμό με την οπτική αντίληψη, επεξηγείται ο λόγος του αυξανόμενου ενδιαφέροντος για την κοινωνία, περιγράφεται ο τρόπος ανάλυσης του τοπίου, αναλύονται οι παράγοντες που επιδρούν στην αντίληψη του τοπίου, εισάγεται η επιρροή του κλάδου της μεταλλευτικής στην επίδραση της αισθητικής αντίληψης του τοπίου.

Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο, παρουσιάζεται συνοπτικά ο λατομικός χώρος «Μερέντα», δηλαδή, η περιοχή μελέτης της πειραματικής έρευνας. Αναλύεται το προφίλ της ευρύτερης περιοχής, η γεωμορφολογία της και τα χαρακτηριστικά της υφιστάμενης κατάστασης της εκμετάλλευσης.

Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα εναλλακτικά σχέδια της εκμετάλλευσης που κατασκευάστηκαν, τα χαρακτηριστικά τους και το ποιο κρίθηκε καταλληλότερο. Επίσης, γίνεται μια σύντομη περιγραφή του μεταλλευτικού λογισμικού SURPAC της GEMCOM, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των σχεδίων.

Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο, περιγράφεται η οπτική ανάλυση του λατομικού χώρου, υφιστάμενης κατάστασης και εναλλακτικού σχεδιασμού, η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε, το πρόγραμμα GIS και τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο, γίνεται εισαγωγή στο θεωρητικό υπόβαθρο του πειράματος. Αναλύεται η φυσιολογία του ανθρώπινου οφθαλμού, τα μοντέλα οπτικής αναζήτησης, οι οφθαλμικές κινήσεις και οι τρόποι καταγραφής τους.

Στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο, περιγράφεται πιο αναλυτικά το θεωρητικό μέρος του πειράματος, η κατασκευή των φωτορεαλιστικών απεικονίσεων, ο ειδικά διαμορφωμένος χώρος του Eye Tracker στο εργαστήριο Χαρτογραφίας ΕΜΠ, το λογισμικό Eye tracking της Arrington Research και η διαδικασία που ακολουθήθηκε στο κυρίως πείραμα. Επίσης, γίνεται μια πρώτη περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθήθηκε για την επεξεργασία των δεδομένων του πειράματος.

Στο 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο, παρουσιάζεται πιο αναλυτικά η επεξεργασία των δεδομένων του πειράματος. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των δεδομένων του eye tracker και η κατασκευή των θερμικών χαρτών (heat maps). Επίσης, αναλύονται τα δεδομένα που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν οι συμμετέχοντες και η τελική κατάταξη των εικόνων.

Στο 8<sup>ο</sup> κεφάλαιο, γίνεται μια σύντομη ανασκόπηση σε όλα τα στάδια της έρευνας και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξάχθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της διπλωματικής εργασίας.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1_ΤΟ ΤΟΠΙΟ-ΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΤΟΥ-Η ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ.....</b>	<b>10</b>
1.1 Ορισμοί του τοπίου και της αισθητικής του .....	10
1.2 Ανάλυση Τοπίου.....	12
1.2.1 Κυρίαρχα Χαρακτηριστικά του Τοπίου .....	12
1.2.2 Ταξινόμηση των Χαρακτηριστικών του Τοπίου .....	14
1.2.3 Μεταβλητοί παράγοντες αισθητικής επιρροής του τοπίου .....	16
1.3 Η Αντίληψη του τοπίου από τον άνθρωπο .....	17
1.3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την αντίληψη του τοπίου .....	18
1.4 Η Μεταλλευτική δραστηριότητα και η επιρροή της στην αισθητική του τοπίου .....	19
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Ο ΛΑΤΟΜΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ «ΜΕΡΕΝΤΑ»-ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ-ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ .....</b>	<b>21</b>
2.1 Ο λατομικός χώρος «Μερέντα» - Γενικά στοιχεία .....	21
2.1.1. Στοιχεία λατομείων .....	22
2.1.2 Ιστορικό λειτουργίας λατομείων.....	23
2.2 Το προφίλ της ευρύτερης περιοχής.....	23
2.2.1 Χρήσεις γης της ευρύτερης περιοχής.....	24
2.2.2 Αρχαιολογικοί χώροι- Ζώνες προστασίας .....	24
2.4 Υφιστάμενη Κατάσταση Λατομείων .....	25
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ “SURPAC” ΤΗΣ GEMCOM- ΛΑΤΟΜΕΙΟ ΜΕΡΕΝΤΑΣ- ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΙ.....</b>	<b>28</b>
3.1 Το πρόγραμμα “SURPAC”- Γενικά στοιχεία .....	28
3.2 Υφιστάμενη κατάσταση λατομικής περιοχής .....	29
3.3 Εναλλακτικοί σχεδιασμοί λατομικού χώρου.....	31
3.3.1. 1 <sup>ος</sup> εναλλακτικός σχεδιασμός.....	31
3.3.2. 2 <sup>ος</sup> εναλλακτικός σχεδιασμός.....	33
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΛΑΤΟΜΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ .....</b>	<b>36</b>
4.1 Μεθοδολογία οπτικής ανάλυσης λατομικού χώρου .....	36
4.2 Οπτική ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης .....	42
4.3 Οπτική ανάλυση εναλλακτικού σχεδιασμού λατομικού χώρου .....	46
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5_Φυσιολογία οφθαλμού και μοντέλα οπτικής αναζήτησης .....</b>	<b>50</b>



5.1. Φυσιολογία Οφθαλμού .....	50
5.2 Οι οφθαλμικές κινήσεις.....	52
5.2.1. Προσηλώσεις (fixations) .....	53
5.2.2 Σακκαδικές Κινήσεις (saccades).....	55
5.3 Κατηγορίες οπτικής ανάζητησης.....	56
5.3.1 Ελεύθερη και Κατευθυνόμενη παρακολούθηση-αναζήτηση .....	57
5.4 Χαρακτηριστικά που προσελκύουν την προσοχή.....	58
5.5 Τεχνικές Καταγραφής Οφθαλμικών Κινήσεων - Οπτικής Εξερεύνησης .....	60
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Ανάλυση πειραματικής διαδικασίας - κατασκευή τρισδιάστατων φωτορεαλιστικών μοντέλων - το λογισμικό Eye Tracking .....</b>	<b>64</b>
6.1 Ανάλυση πειραματικής διαδικασίας .....	64
6.1.1 Προετοιμασία πειραματικής διαδικασίας .....	64
6.1.2. Θεωρητικό μέρος πειραματικής διαδικασίας.....	80
6.2 Καταγραφή οφθαλμικών κινήσεων και ποιότητα δεδομένων .....	87
6.2.1 Χαρακτηριστικά συστήματος καταγράφης οφθαλμικών κινήσεων ViewPoint Eye Tracker.....	87
6.2.2. Σύστημα συντεταγμένων .....	90
6.2.3. Αυτοβαθμονόμηση συστήματος ViewPoint Eye Tracker® .....	92
6.3 Ποιότητα των καταγεγραμμένων οφθαλμικών κινήσεων και παράγοντες που επιδρούν στα εξαγόμενα αποτελέσματα .....	95
6.4 Μέθοδοι ελέγχου βαθμονόμησης συστήματος .....	96
6.5 Ποσοτικές μέθοδοι ελέγχου ποιότητας αποτελεσμάτων .....	97
6.6 Κυρίως μέρος πειραματικής διαδικασίας .....	98
6.6.1. Υποδοχή συμμετέχοντων και οδηγίες .....	98
6.6.2 Ακολουθούμενη διαδικασία .....	102
6.7 Επεξεργασία δεδομένων .....	103
6.7.1 Ανάλυση αρχικών καταγραφών.....	103
6.7.2 Ανάλυση τελικών καταγραφών .....	105
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Αποτελέσματα πειραματικής διαδικασίας.....</b>	<b>106</b>
7.1 Ανάλυση δεδομένων eye tracker-κατασκευή heatmaps .....	106
7.2 Ανάλυση δεδομένων ερωτηματολογίων .....	121
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....</b>	<b>127</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....</b>	<b>131</b>

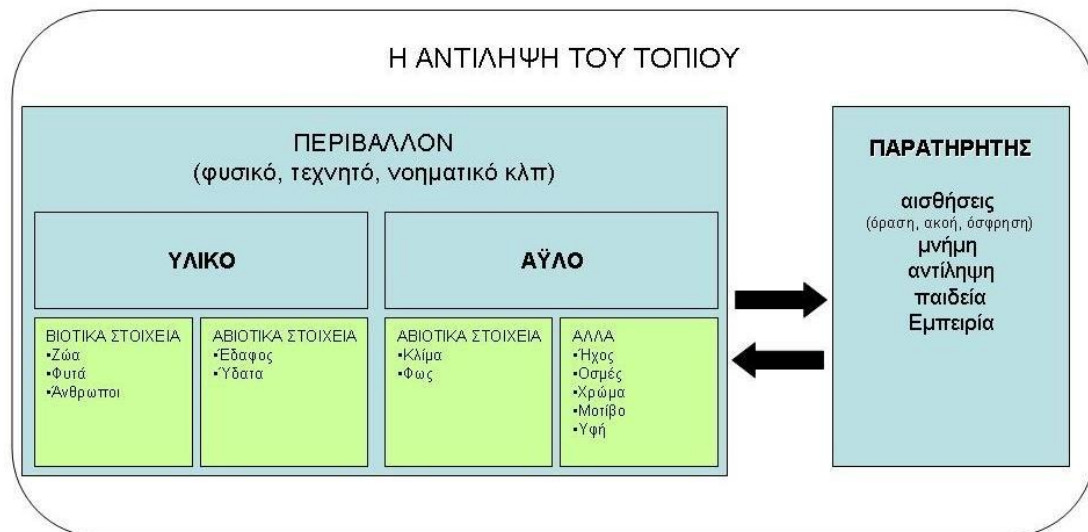
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΤΟ ΤΟΠΙΟ-ΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΤΟΥ-Η ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

### 1.1 Ορισμοί του τοπίου και της αισθητικής του

Ως τοπίο ορίζεται το φυσικό και αντιληπτό υπόβαθρο των στοιχείων που διατάσσονται στο χώρο. Αποτελεί περιορισμένο πόρο, ο οποίος χρήζει προσεκτικής διαχείρισης. Η συνήθης πρακτική αντιμετωπίζει την προστασία του τοπίου και την μεταλλευτική δραστηριότητα ως αντίθετους στόχους. Είναι δεδομένο όμως ότι, τα δύο παραπάνω στοιχεία είναι αλληλένδετα μεταξύ τους και μπορούν να συνυπάρξουν, αν τηρούνται οι βασικοί κανόνες προστασίας του τοπίου και του περιβάλλοντος, από τις μεταλλευτικές εταιρίες.

Γενικά, ένας πιο συγκεκριμένος ορισμός του τοπίου είναι ότι αποτελεί, το σύνολο των μορφών, του μοτίβου, των χρωμάτων, των ήχων, των βιοτικών και αβιοτικών στοιχείων όπως αυτά, αλληλεπιδρώντας με τις γνωστικές και τις συναισθηματικές εμπειρίες του ανθρώπου, οδηγούν στη δημιουργία ενός αισθήματος εκτίμησης, απόλαυσης, ανάκλησης μνημών κ.α. από τη λήψη, αποτύπωση και το συνδυασμό των παραπάνω στοιχείων. Το τοπίο μπορεί να αναφέρεται στο φυσικό, τεχνητό ή και το νοηματικό περιβάλλον (φυσικό τοπίο, νοηματικό τοπίο, ακουστικό τοπίο κ.α.).



**Εικόνα 1.1:** Διαδικασία της διαμόρφωσης της αντίληψης του Τοπίου από τον Παρατηρητή (Πηγή: ΠαυλίδηςΑ, 2017)

Είναι κοινή παραδοχή ότι, κάθε άνθρωπος μπορεί να έχει διαφορετική άποψη και αντίληψη για το τοπίο, να αντιλαμβάνεται δηλαδή τα στοιχεία που το συνθέτουν σύμφωνα με τα προσωπικά του βιώματα, την περιοχή καταγωγής του και την αισθητική του. Κοινό χαρακτηριστικό όλων των εννοιών του τοπίου είναι η παρουσία ενός παρατηρητή ο οποίος αντιλαμβάνεται τα μέρη που το

συνθέτουν ως μια ολότητα, χρησιμοποιώντας τη μνήμη, τις αισθήσεις και, φυσικά, την αντίληψη του.

Ο πολυδιάστατος όρος "τοπίο" διαφέρει μεταξύ των ερευνητών, για ποικίλους λόγους (επιστημονική κατάρτιση, προσωπική πείρα, κλάδος απασχόλησης). Κατά καιρούς δόθηκαν πολυάριθμοι ορισμοί για το τοπίο από πολλούς ερευνητές (π.χ. Ekbo, 1964; Delroux, 1972; Dollfus, 1973; Richard, 1973; Hull & Revel, 1989 κ.α.) στην προσπάθεια για τον προσδιορισμό του. Σύμφωνα με όσα παρέθεσαν οι παραπάνω ερευνητές, το τοπίο εκλαμβάνεται ως οικοσύστημα, αντικείμενο μελέτης και γνώσης, οπτική εικόνα, βιούμενος χώρος, μέσο ικανοποίησης των ανθρώπινων αναγκών, κλπ. χωρίς να έχει προκύψει μια αποδεκτή μεθοδολογία και γλώσσα προσέγγισης μεταξύ των διαφόρων ερευνητών.

Λαμβάνοντας υπόψη όλους τους ορισμούς και τις αντιλήψεις διαφόρων μελετητών, προκύπτουν δύο τρόποι μελέτης του περιβάλλοντος χώρου ενός τοπίου, και αυτοί έχουν ως επίκεντρο:

Τον άνθρωπο, δηλαδή μελετάται ο τρόπος με τον οποίο οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται το τοπίο, υποκειμενική προσέγγιση του τοπίου.

Τον χώρο ως αντικείμενο επιστημονικής παρατήρησης, δηλαδή μελετάται το φυσικό περιβάλλον και οι ποσοτικοποιήσιμες διαστάσεις του, αντικειμενική προσέγγιση του τοπίου.

Η πολύπλευρη, ωστόσο, σημασιολογία του τοπίου δεν έχει τη δυνατότητα να το συγκεκριμενοποιήσει, για παράδειγμα να το χαρακτηρίσει αποκλειστικά ως οικοσύστημα ή ως βιούμενο χώρο. Παρόλα αυτά, έχει τη δυνατότητα να το χαρακτηρίσει ως ένα ενιαίο σύνολο που προκύπτει από την αλληλεπίδραση πολλών επιμέρους παραγόντων οι οποίοι δεν είναι δυνατόν κάθε φορά να εξετάζονται ανεξάρτητα. Την αλληλεπίδραση και αλληλεξάρτηση των παραγόντων αυτών, ο κάθε παρατηρητής θα την αντιληφθεί διαφορετικά και θα εντυπωσιαστεί με διαφορετικό τρόπο από τα επιμέρους στοιχεία του τοπίου, ανάλογα πάντα με τις γνώσεις, τις εμπειρίες, την κοινωνική τάξη στην οποία ανήκει, καθώς επίσης και ανάλογα με το είδος της σχέσης που διατηρεί με το χώρο αυτό.

Παράλληλα με την παρουσίαση του τοπίου ως αντικείμενο επιστημονικής παρατήρησης και ως οπτικής εμπειρίας, παρουσιάζεται και ο άνθρωπος ως ενεργός παράγοντας που δρα στη μεταβολή του και όχι μόνο ως επισκέπτης ή παρατηρητής. Λαμβάνοντας υπόψη τις συνεχώς αυξανόμενες βιολογικές ανάγκες του ανθρώπινου είδους (τροφή, θέρμανση, εκσκαφές για υλικά κλπ.) είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς τη συνεχή αλληλεπίδρασή του με το τοπίο, κάτι που πολλές φορές συνεπάγεται την τροποποίηση ή και τη μεταβολή της φυσιογνωμίας του. Ο Καλιαμπάκος (1995), υπογραμμίζει πως «η φυσιογνωμία αυτή δεν ήταν ποτέ σταθερή, αλλά αντίθετα σε διαρκή εξέλιξη», εξέλιξη η οποία είναι άμεσα συνυφασμένη με τα οικονομικό και τεχνολογικό επίπεδο των ανθρώπινων κοινωνιών, δημιουργώντας πλέον δύο υποκατηγορίες του τοπίου:

1. τα παρθένα, μέχρι και

## 2. τα καθαρά ανθρωπογενή τοπία,

με γνώμονα τη δυνατότητα και την ένταση της επέμβασης της σε αυτά.

Ένα από τα τελευταία σκέλη που έχει προβληματίσει διαχρονικά τον κλάδο της επιστήμης του τοπίου και που τις τελευταίες δεκαετίες έχει αναχθεί σε επιστήμη, αποτελεί η αισθητική του τοπίου. Η αισθητική του τοπίου, είναι το πεδίο της τέχνης που αποσκοπεί στη δημιουργία θετικών και ευχάριστων εντυπώσεων από ένα τοπίο και αποτελεί βασικό αντικείμενο του κλάδου των αρχιτεκτόνων τοπίου. Μπορεί ως επιστήμη να απαριθμεί λίγες δεκαετίες ζωής, επιδιώκει ωστόσο να συνδυάσει τη γνώση της φύσης, των οικοσυστημάτων, των μεμονωμένων στοιχείων και των συνόλων μαζί με τα στοιχεία της τέχνης (ποικιλία, αρμονία, αντίθεση), προκειμένου είτε να επιτευχθεί, είτε να διατηρηθεί η αισθητική αρμονία στο οπτικό περιβάλλον (Κασσιός, 1989). Βέβαια, η έρευνα της αισθητικής του τοπίου, καθώς και οι τρόποι “μέτρησης” της αντίληψης των ανθρώπων που σχετίζεται με την αισθητική του τοπίου, παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια. Ως αποτέλεσμα, ανακλύπουν νέες μέθοδοι και τεχνικές για τη μελέτη της αντίληψης και της αισθητικής, στη βάση και ποσοτικών/ αντικειμενικών προσεγγίσεων.

## 1.2 Ανάλυση Τοπίου

### 1.2.1 Κυρίαρχα Χαρακτηριστικά του Τοπίου

Σε κάθε τοπίο, ανεξάρτητα από τον ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τύπο του και την ιδιαίτερη σύνθεση του, τέσσερα είναι τα κύρια στοιχεία, των οποίων η κυριαρχικότητα πάνω σε αυτό διαφέρει από τόπο σε τόπο. Τα τέσσερα αυτά στοιχεία είναι:

Το χρώμα

Η υφή

Η μορφή

Η γραμμή

Τις περισσότερες φορές, όλα τα παραπάνω στοιχεία αυτά είναι παρόντα σε ένα τοπίο, διαφέρουν όμως στο βαθμό της οπτικής επιδράσεώς τους πάνω στον παρατηρητή και τη δυναμική παρουσία τους σε όλο το τοπίο (Milonas et al., 1994). Σκοπός του χαρακτηρισμού τους ως κυρίαρχα, είναι για να υπογραμμιστεί αρχικά η σημασία τους κατά την ανάλυση του τοπίου και εν συνέχεια της τεχνικής τους διαχείρισης σε σχέση με τα 1) κύρια οπτικά χαρακτηριστικά του και 2) τη σχετική δυναμική παρουσία τους ξεχωριστά. Ειδικότερα:

### Χρώμα:

Το χρώμα επιτρέπει το διαχωρισμό των αντικειμένων ακόμη κι αν αυτά έχουν την ίδια μορφή, γραμμή και υφή. Το χρώμα προσδιορίζεται από, την ένταση ή τον τόνο (φωτεινό - σκοτεινό), τον κορεσμό (καθαρότητα του χρώματος) και τη χροιά ή απόχρωση (κίτρινο, πράσινο, κ.λπ.). Εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η απόσταση, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, η θέση, η εποχή και η ώρα παρατήρησης. Οι ψυχολογικές και συναισθηματικές επιδράσεις του χρώματος είναι παρόμοιες για το σύνολο των ανθρώπων. Για παράδειγμα, το κίτρινο υποδηλώνει αλλαγή (απαλό, λαμπερό, ζεστό), το γκρι υποδηλώνει συναισθηματικά κάποιου είδους εξασθένιση και διακρίνεται από άρνηση ενώ αντίστοιχα το κόκκινο υποδηλώνει κάποιου είδους διέγερση και αίσθηση δράσης.

### Υφή:

Η υφή ενός τοπίου εκφράζει τον τρόπο με τον οποίο συσχετίζονται τα εκάστοτε στοιχεία του τοπίου μεταξύ τους. Το ειδικό βάρος της υφής ως χαρακτηριστικό στοιχείο του τοπίου παρουσιάζεται ιδιαίτερα αυξημένο στην περίπτωση της βλάστησης. Διακρίνεται σε λεία, μέση και τραχεία ή ανώμαλη. Αντιθέσεις προκύπτουν από την αντιπαράθεση λεπτής υφής κοντά σε μια τραχιά (π.χ. γρασίδι πλησίον ενός μεγάλου βράχου). Λείες, στιλπνές επιφάνειες αντανακλούν περισσότερο φως από τις τραχιές, οι οποίες απορροφούν το φως περισσότερο ανομοιόμορφα. Η αντίληψη της υφής διαφέρει ανάλογα με την απόσταση. Αυτό σημαίνει πως μεγάλες όμοιες μορφές είναι δυνατό να αφομοιωθούν από τη συνάρθρωση της υφής όταν παρατηρούνται από μεγάλη απόσταση.

### Μορφή:

Είναι η μάζα ενός αντικειμένου ή συνδυασμού αντικειμένων που εμφανίζονται ως συσσωμάτωμα. Όταν το τοπίο παρατηρείται σε δύο διαστάσεις, τότε αυτή η μάζα ονομάζεται σχήμα. Η προβολή της μορφής επιτυγχάνεται με την απομόνωσή της στο χώρο και προϋπόθεση για αυτό αποτελεί η παρουσία αντίθεσης. Ιδιαίτεροι γεωλογικοί σχηματισμοί (π.χ. τα Μετέωρα), καθώς και τα δέντρα και η συγκρότησή τους σε ομάδες αποτελούν χαρακτηριστικές μορφές. Ένα υψηλό και λεπτό φυτό θεωρείται ότι έχει κάθετη μορφή, ενώ ένα χαμηλό με τάση να απλώνεται θεωρείται ότι έχει οριζόντια μορφή. Αν μια ομάδα φυτών με κάθετη μορφή, φυτευτεί σε μικρές αποστάσεις, έτσι ώστε το μήκος να ξεπερνά το ύψος, δημιουργεί οριζόντια μορφή ή και οριζόντιο σχήμα. Το διάστημα μεταξύ των μορφών αυτών δημιουργεί ρυθμό.

### Γραμμή:

Ορίζεται ως η δομή δύο επιφανειών, αλλά και ως έκταση ενός σημείου προς μία κατεύθυνση. Γραμμές ευκρινείς στο τοπίο είναι π.χ. η γραμμή του υδροκρίτη ή μιας όχθης, οι γραμμές μεταφοράς ρεύματος τηλεπικοινωνιών, οι αντιπυρικές ζώνες, κ.λπ. Η παρουσία γραμμής σε ένα τοπίο είναι έντονη και αποτελεί ένα από τα κύρια σημεία που τραβούν το βλέμμα του παρατηρητή.

### 1.2.2 Ταξινόμηση των Χαρακτηριστικών του Τοπίου

Όπως έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω, κάθε τοπίο έχει ένα ιδιαίτερο χαρακτήρα, ανεξάρτητα από την έκταση ή το μέρος του τοπίου που παρατηρούμε κάθε φορά. Ο ιδιάζων αυτός χαρακτήρας του συνίσταται στην ολοκληρωμένη εντύπωση που δημιουργείται από την ιδιαίτερη σύνθεση των οπτικών του στοιχείων και που επηρεάζουν τον παρατηρητή από άποψη μορφής, γραμμής, χρώματος και υφής. Το σύνολο της δημιουργούμενης αυτής εντύπωσης δεν είναι δυνατόν να ταξινομηθεί κατά τρόπο αυστηρό και απόλυτα καθοριστικό. Παρ'όλα αυτά, μία σημαντική ταξινόμηση έγινε από τον Litton το 1967 (όπως αναφέρεται από Smardon, 1981), ο οποίος ανάλογα με τη γενική διαμόρφωση του διέκρινε επτά κατηγορίες:

#### **Πανοραμικό τοπίο**

Ο παρατηρητής έχει απεριόριστη θέα, η οποία είναι ελεύθερη σε γωνία 360° ή περιορίζεται στις 180° όταν ο παρατηρητής βρίσκεται πλευρικά ενός βουνού. Συνηθισμένες μορφές πανοραμικού τοπίου στο οποίο κυριαρχεί ο ορίζοντας είναι επίπεδες, οριζόντιες εκτάσεις όπως η θάλασσα, οι πεδιάδες ή οι απομακρυσμένες οροσειρές.

#### **Τοπίο χαρακτηριστικών μορφών**

Στο τοπίο ηγεμονεύει ένα χαρακτηριστικό αντικείμενο ή ομάδα αντικειμένων με χαρακτηριστική μορφή. Το αντικείμενο αυτό έχει σχετική σημασία, μπορεί δηλαδή να είναι είτε ένα βουνό, είτε ένα μεμονωμένο δέντρο σε μια γυμνή έκταση, σε κάθε περίπτωση όμως κυριαρχεί στο τοπίο.

#### **Περικλειόμενο τοπίο**

Σε αυτόν τον τύπο τοπίου μικρές ή μεγάλες επιφάνειες περικλείονται από μια συνεχή ομάδα αντικειμένων. Το χαρακτηριστικό του περικλειόμενου τοπίου είναι ότι μια σχετικά επίπεδη επιφάνεια περιβάλλεται από άλλες επιφάνειες που ορθώνονται σαν τοίχος. Μέσα σε ένα τέτοιο τοπίο μικρά αντικείμενα αναδεικνύονται και αποκτούν ιδιαίτερη παρουσία. Τυπικό παράδειγμα περικλειόμενου τοπίου αποτελεί ένα ξέφωτο στο δάσος ή μία λίμνη με απόκρημνες όχθες.

#### **Εστιακό ή Αξονικό τοπίο**

Παρουσιάζεται στις περιπτώσεις όπου η τοπογραφική διαμόρφωση, η βλάστηση ή οι οδικόί άξονες καθοδηγούν το βλέμμα του παρατηρητή προς



ένα σημείο, το λεγόμενο “εστιακό χώρο”. Όσο η απόσταση του από τον παρατηρητή αυξάνεται, τόσο πιο έντονη γίνεται η οπτική εντύπωση του τοπίου αυτού. Χαρακτηριστικές μορφές που υπάρχουν ή τοποθετούνται στον εστιακό χώρο τονίζουν ακόμη περισσότερο το εστιακό τοπίο, αναδεικνυόμενες ταυτόχρονα και οι ίδιες περισσότερο.

### **Τοπίο λεπτομερειών**

Σε ορισμένες περιπτώσεις η ύπαρξη μικρών λεπτομερειών σε ένα τοπίο δημιουργεί ιδιαίτερες οπτικές εμπειρίες. Ένα τέτοιο τοπίο είναι δυνατό να αποτελεί τμήμα ενός ευρύτερου τοπίου και να αποτελείται από μικρά αντικείμενα που συμμετέχουν στη σύνθεση του. Είναι συνήθως μικρής κλίμακας και γίνεται αντιληπτό κυρίως σε περιπατητές.

### **Εφήμερο τοπίο**

Πρόκειται για ευμετάβλητο τύπο τοπίου, όπου η επίδραση παραγόντων όπως οι ατμοσφαιρικές και κλιματικές συνθήκες (σύννεφα, ομίχλη, χιόνι, ανατολή - δύση του ηλίου, κ.λπ.), οι προβαλλόμενες ή αντανακλώμενες εικόνες (σκιές, καθρέφτισμα σε ήρεμα νερά, κ.λπ.), η κίνηση αντικειμένων (φύλλα, δέντρα, νερά κ.λπ.) και η εμφάνιση ζώων, δημιουργούν παροδικές εντυπώσεις στον παρατηρητή, οι οποίες μπορεί να διαρκούν από μερικά δευτερόλεπτα μέχρι μερικές ημέρες.

### **Στεγασμένο τοπίο**

Είναι το τοπίο εκείνο που βρίσκεται στεγασμένο κάτω από ένα επίπεδο (π.χ. στην κομοστέγη του δάσους) και είναι συνήθως μικρής κλίμακας. Διακρίνονται διάφορες παραλλαγές τέτοιων τοπίων ανάλογα με τη σύνθεση της βλάστησης, την πυκνότητα της κομοστέγης, την εναλλαγή αυτής της πυκνότητας, την ύπαρξη υποβλάστησης, την πυκνότητα κορμών, το βάθος της οπτικής διεύθυνσης, κ.λπ.).

Εδώ και πολλά χρόνια, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες περαιτέρω κατανομής του τοπίου, ως προς το είδος του (αστικό τοπίο, αγροτικό τοπίο, ορεινό τοπίο, μεσογειακό τοπίο, κ.λπ.). Ωστόσο, το τοπίο διαφέρει τόσο πολύ από τόπο σε τόπο που καμία ταξινόμηση δεν μπορεί να αποτελέσει «πανάκεια». Οι διάφορες κατηγοριοποιήσεις που έχουν γίνει σε διάφορα μέρη της υφής, στην ουσία αναπτύσσουν και μία διαφορετική ταξινόμηση προκειμένου να ανταπεξέλθουν στις εκάστοτε ιδιαιτερότητες της περιοχής ή του ερευνητικού αντικειμένου.

### 1.2.3 Μεταβλητοί παράγοντες αισθητικής επιρροής του τοπίου

Ο βαθμός αισθητικής επιρροής του τοπίου από τον παρατηρητή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την επίδραση που έχουν πάνω σε αυτά (μορφή, γραμμή, χρώμα και υφή), οχτώ μεταβλητοί παράγοντες.

Αυτοί οι μεταβλητοί παράγοντες είναι (Μενεγάκη,2003):

#### Η κίνηση:

Η κίνηση αποτελεί μία από τις πιο δυναμικές πηγές οπτικής κυριαρχίας. Η κίνηση γίνεται αντιληπτή από το ανθρώπινο μάτι σε μεγάλες αποστάσεις, όπου συνήθως λίγα μόνο στοιχεία γίνονται εύκολα αντιληπτά.

#### Το φως:

Το φως αποτελεί σημαντική μεταβλητή που μπορεί να μεταβάλλει την οπτική εντύπωση και το βαθμό κυριαρχίας των οπτικών στοιχείων.

#### Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες:

Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες μεταβάλλουν ή/ και αλλοιώνουν την οπτική εντύπωση που προκαλούν τα αντικείμενα στον παρατηρητή. Έτσι τα σύννεφα, η ομίχλη, η βροχή μειώνουν την επίδραση της μορφής, του χρώματος και της υφής των αντικειμένων στο τοπίο. Σε περιπτώσεις περιοχών βεβαρημένων με ατμοσφαιρική ρύπανση, δημιουργούν “παροδικές” οπτικές εντυπώσεις στον παρατηρητή, που διαρκούν από λίγες ώρες έως κάποιες ημέρες.

#### Η εποχή του έτους:

Οι εποχές του έτους λόγω των διαφορετικών καιρικών συνθηκών, αλλά κυρίως λόγω της διαφοράς των χρωμάτων στη φύση (λ.χ. φαινολογικά στάδια βλάστησης), μπορούν να προκαλέσουν έντονες αντιθέσεις.

#### Η απόσταση παρατήρησης:

Η απόσταση είναι μεταβλητή που έχει προβληματίσει αρκετά τους ερευνητές του τοπίου. Ο λόγος είναι ότι με αυξανόμενη την απόσταση των αντικειμένων από το σημείο παρατήρησης διαφοροποιείται η λεπτομέρεια που μπορεί να γίνει ορατή, η υφή, η κλίμακα και γενικότερα η οπτική εντύπωση των στοιχείων που προσφέρεται στον παρατηρητή. Τα περισσότερα συστήματα ανάλυσης τοπίου που έχουν αναπτυχθεί δεν εξετάζουν την απόσταση ως συνεχή μεταβλητή, αλλά χρησιμοποιούν ένα γενικό διαχωρισμό της σε τρεις κύριες ζώνες, κοντινή, μεσαία και μακρινή. Στην Ελλάδα καθορίζονται νομοθετικά (Ν. 998/79) τρεις οπτικές ζώνες παρατήρησης: α) Κοντινή ζώνη 0-2km, β) Μεσαία ζώνη 2-5km, γ) Μακρινή ζώνη άνω των 5km.

### Η θέση του παρατηρητή:

Αναφέρεται στη σχετική θέση του παρατηρητή ως προς το αντικείμενο παρατήρησης. Έτσι, ο παρατηρητής χαρακτηρίζεται κατώτερος, κανονικός ή ανώτερος, ανάλογα με το αν βρίσκεται σε σχετικά χαμηλότερο, στο ίδιο ή υψηλότερο επίπεδο από το επίπεδο του αντικειμένου, αντίστοιχα. Τέλος, μπορεί να χαρακτηρισθεί ως κινούμενος όταν αλλάζει συνεχώς θέση παρατήρησης. Η επιλογή της θέσης, όταν πρόκειται για την παρατήρηση κάποιας δραστηριότητας, απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, γιατί τα σχήματα αλλοιώνονται λόγω της προοπτικής παρατήρησης και μπορεί να προκύψουν λανθασμένα συμπεράσματα για το μέγεθος και τις επιπτώσεις του έργου.

### Η κλίμακα των αναλογιών:

Η κλίμακα αναφέρεται στο μέγεθος ενός αντικειμένου ή χώρου σε σχέση με το συνολικό μέγεθος του τοπίου. Η κυριαρχία και το μέγεθος της εντύπωσης που δημιουργεί κάθε αντικείμενο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κλίμακα του. Η απόσταση του παρατηρητή από διάφορα αντικείμενα του τοπίου μεταβάλλει τις σχέσεις της κλίμακάς τους.

### Ο χρόνος:

Η διάρκεια παρατήρησης διαμορφώνει την οπτική εντύπωση του παρατηρητή για το τοπίο. Όσο ο χρόνος αυξάνει, τόσο περισσότερες λεπτομέρειες του τοπίου γίνονται αντιληπτές. Εάν ο παρατηρητής είναι σε θέση να διαθέσει 5 ή περισσότερα λεπτά από κάποια θέση θέας, μπορεί να αναγνωρίσει όχι μόνο τις κύριες αντιθέσεις αλλά και τις πιο λεπτές μέσα στο τοπίο.

Πολλές προσπάθειες έχουν γίνει, επίσης, για τον προσδιορισμό της ικανότητας αντίληψης και αναγνώρισης των λεπτομερειών του τοπίου από οδηγούς ή επιβάτες αυτοκινήτων. Ο ανθρώπινος οφθαλμός χρειάζεται 3/10 του δευτερολέπτου για να αντιληφθεί καθαρά μια εικόνα. Όσο η ταχύτητα του οχήματος αυξάνεται, ο κώνος όρασης μικραίνει, οι λεπτομέρειες της κοντινής ζώνης παρατηρούνται όλο και λιγότερο και το σημείο εστίασης του παρατηρητή απομακρύνεται. Αυτό σημαίνει πως ο οδηγός ενός αυτοκινήτου το οποίο κινείται με 100 km/h έχει πολύ πιο περιορισμένη οπτική γωνία από έναν οδηγό που κινείται με 30 km/h.

## **1.3 Η Αντίληψη του τοπίου από τον άνθρωπο**

Η αντίληψη είναι μια έννοια η οποία ευρέως εμπεριέχεται στους περισσότερους ορισμούς του τοπίου. Κατά καιρούς, υπήρξαν διάφορες επεξηγήσεις του όρου της αντίληψης, οι οποίες καταλήγουν να σχηματοποιούνται σε 2 κυρίαρχες θέσεις.

Η πρώτη ορίζει την αντίληψη ως τη διαδικασία της αμιγούς παρατήρησης ή της ανίχνευσης μέσω των φυσικών αισθήσεων. Αυτό ονομάστηκε “αίσθηση” από τον Reid (1970). Αναφέρεται στη διαδικασία απόκτησης πληροφοριών

από το περιβάλλον, που γίνονται αντιληπτές μέσω των 5 βασικών αισθήσεων του ανθρώπου (όραση, όσφρηση, ακοή, αφή και γεύση).

Η δεύτερη επεκτείνει τον ορισμό της αντίληψης εμπριέχοντας διαδικασίες κατανόησης ή ερμηνείας στην βασική πράξη παρατήρησης. Από την άποψη αυτή, η αντίληψη είναι κάτι περισσότερο από τη φυσιολογική διαδικασία της ερμηνείας και της οργάνωσης πληροφοριών, που εξάγονται από τις αισθήσεις, για την κατανόηση τους.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε με συγκεκριμένες σκηνές τοπίων. Παρότι η όραση και το ανθρώπινο μάτι, λειτουργούν με πανομοιότυπο τρόπο για όλους τους ανθρώπους, δεν γνωρίζουμε ακριβώς τι παρατηρεί ο κάθε άνθρωπος και τι του τραβάει τη προσοχή. Ο τρόπος λειτουργίας του εγκέφαλου του παρατηρητή και τα χαρακτηριστικά της οπτικής σκηνής, παίζουν μεγάλο ρόλο στο τι τραβάει την προσοχή του παρατηρητή. Δηλαδή, είναι πολύ πιθανόν να παρατηρηθούν διαφορές στο τι τραβάει την προσοχή ή στον τρόπο παρατήρησης, ανάμεσα σε διαφορετικούς παρατηρητές.

#### 1.3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την αντίληψη του τοπίου

Σύμφωνα με τη Sevenant (2010), οι παράγοντες που επηρεάζουν την αντίληψη του τοπίου διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Το ίδιο το τοπίο
2. Ο παρατηρητής
3. Το πρακτικό πλαίσιο

1. Το ίδιο το τοπίο:

Οφείλουν να ληφθούν όλα τα χαρακτηριστικά του τοπίου, διότι αυτά είναι που αλληλεπιδρούν με την ανθρώπινη αντίληψη και ορίζουν τον χαρακτήρα του τοπίου, κάθε φορά.

Στην περίπτωση που ένα τοπίο αναπαρίσταται υπό μορφή φωτογραφιών, πρέπει να ληφθεί υπόψη πως οι ιδιότητες της κάθε οπτικής σκηνής έχουν σημαντικό ρόλο στον τρόπο παρατήρησης, καθώς η εξερεύνηση επηρεάζεται, όπως αναφέρθηκε πριν, από τον χαρακτήρα του τοπίου.

2. Ο παρατηρητής:

Κάθε τοπίο είτε σε πραγματικό χρόνο είτε υπό μορφή φωτογραφίας, παρατηρείται με τρόπο υποκειμενικό (γνωστικό επίπεδο, εμπειρία παρατηρητή, κοινωνικό υπόβαθρο, κ.λπ.). Ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να περιγραφεί, είναι ο βαθμός εμπειρίας του παρατηρητή. Δηλαδή, όσο μεγαλύτερο είναι το γνωστικό του επίπεδο ή η εμπειρία του, τόσο πιο εύκολη είναι η κατανόηση και η οπτική εξερεύνηση που θα πραγματοποιήσει στην εκάστοτε προβαλλόμενη σκηνή. Αυτή η διαπίστωση, παρατηρήθηκε όταν πραγματοποιήθηκαν έρευνες, που αφορούσαν την παρατήρηση οπτικών σκηνών από έμπειρους και μη παρατηρητές. Οι έμπειροι, πραγματοποιούσαν μεγαλύτερες οπτικές εξερευνήσεις, γρηγορότερες και είχαν την δυνατότητα να εξάγουν περισσότερα και γρηγορότερα συμπεράσματα. Αντίστοιχα, οι άπειροι πραγματοποιούσαν μικρές οπτικές εξερευνήσεις, μεγάλο χρόνο εστίασης σε ορισμένα στοιχεία του τοπίου και φυσικά λιγότερα συμπεράσματα ως προς τι παρατήρησαν.

Επίσης, οι Sevenant (2010) και Howard (2013) διατύπωσαν πως το συνολικό υπόβαθρο του κάθε ανθρώπου (ψυχοσύνθεση, διάθεση, εμπειρίες, κ.λπ.) είναι παράγοντες που επιδρούν στον τρόπο παρατήρησης μιας οπτικής σκηνής, από τον κάθε παρατηρητή.

Το πρακτικό πλαίσιο:

Βασίζεται στη θεωρία πως για κάθε παρατηρητή που παρατηρεί ένα ερέθισμα, υπάρχει λόγος που βρίσκεται στη συγκεκριμένη θέση παρατήρησης και λόγος που παρατηρεί το συγκεκριμένο ερέθισμα. Πιο απλά, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες (θόρυβος, φωτεινότητα, θέση, καιρός, οπτικό πεδίο, κ.λπ.) που έχουν σημαντική επίδραση στον τρόπο παρατήρησης. Βέβαια, αυτοί οι παράγοντες είναι δύσκολο έως αδύνατο να προσομοιαστούν σε έναν πειραματικό χώρο (εργαστήριο). Με σκοπό την εξάλειψη αυτού του φαινομένου, προτείνεται η παρατήρηση του ίδιου τοπίου, ωστόσο με εναλλαγή των οπτικών γωνιών του.

#### **1.4 Η Μεταλλευτική δραστηριότητα και η επιρροή της στην αισθητική του τοπίου**

Από τις απαρχές της μεταλλευτικής δραστηριότητας σε όλο τον κόσμο, υπήρχε ένα βασικό πρόβλημα, με το οποίο ασχολήθηκαν κατά καιρούς αρκετοί ερευνητές για την επίλυση του. Το πρόβλημα αυτό εξακολουθεί ακόμα και σήμερα να είναι η αλλοίωση των βασικών χαρακτηριστικών του τοπίου, το οποίο τείνει να μην αντιμετωπίζεται επαρκώς. Η μη επαρκής νομοθεσία σε παγκόσμιο επίπεδο για την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και η ελαστική εφαρμογή της υπάρχουσας, εντείνουν το παραπάνω πρόβλημα.

Κατά καιρούς, διάφοροι μελετητές προσπάθησαν να χαρακτηρίσουν την σημασία των επιπτώσεων της μεταλλευτικής στο τοπίο. Αρχικά, ο Gagen (1992) χαρακτηριστικά αναφέρει πως “η σύγχρονη μεταλλευτική δραστηριότητα είναι ικανή να μεταβάλλει το φυσικό τοπίο περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα σε καιρό ειρήνης”. Εν συνέχεια, ο Sengruta (1993) υποστηρίζει πως η μεταλλευτική είναι “μία από τις πλέον ορατές και καταστροφικές δραστηριότητες λόγω των φυσικών και αισθητικών επιπτώσεων που προκαλεί”, με αποτέλεσμα να τονίζει πως πρέπει να προσδίδεται ιδιαίτερη προσοχή “στην καταστροφή του τοπιακού πεδίου και στην υποβάθμιση του οπτικού περιβάλλοντος”. Τέλος, ο Turner (1998) επισημαίνει πως “οι αισθητικές επιπτώσεις από τη μεταλλευτική δραστηριότητα δεν πρέπει να υποτιμώνται σε καμία περίπτωση” και τονίζει το θέμα της “κακής κληρονομιάς” των χιλιάδων ανενεργών εκμεταλλεύσεων.

Πλέον, η σημασία των επιπτώσεων αυτών στο τοπίο είναι ευρέως αναγνωρισμένη από το σύνολο του μεταλλευτικού κλάδου, αποτελώντας αναπόσπαστο κομμάτι της σύγχρονης μεταλλευτικής νομοθεσίας (Kaliampakos, 1996; Kaliampakos & Damigos, 1998).

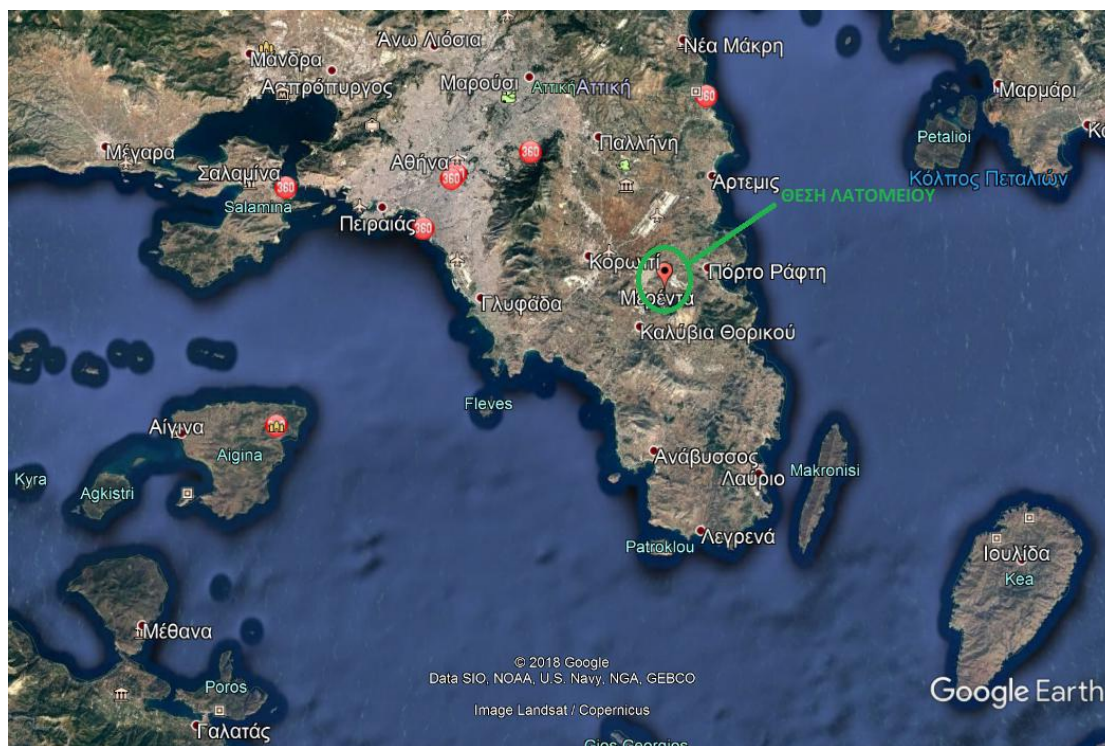


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Ο ΛΑΤΟΜΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ «ΜΕΡΕΝΤΑ»- ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ-ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

#### 2.1 Ο λατομικός χώρος «Μερέντα» - Γενικά στοιχεία

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται νοτιοανατολικά του Δήμου Μαρκόπουλου Μεσογείων στις βορειοδυτικές παρυφές του ορεινού όγκου “Μερέντα”. Ο χώρος επέμβασης αποτελείται από δύο ξεχωριστές λατομικές εκμεταλλεύσεις (“Λατομεία Αφοί Κ. Σταύρου Έτοιμο Μπετόν Α.Ε” και “Λατομεία Μαρκοπούλου Α.Β.Ε.Ε”), οι οποίες βρίσκονται σε άμεση γειτονία μεταξύ τους. Τα λατομεία αναπτύσσονται στην υψομετρική ζώνη 130-330 m. Οι γύρω κορυφές “Κάστρο” και “Μερέντα” έχουν απόλυτο υψόμετρο 429 m και 614 m αντίστοιχα. Βόρεια του λατομικού χώρου αναπτύσσεται η πεδιάδα του Μαρκόπουλου.



Εικόνα 2.1 Θέση λατομικού χώρου Μερέντα (πηγή: Google Earth)

Η αρχική μέση κλίση του φυσικού γεωμορφολογικού ανάγλυφου στα υψηλότερα υψομετρικά επίπεδα στο οποίο αναπτύχθηκαν οι λατομικές εκσκαφές ήταν 23%, (ενώ στα χαμηλότερα 12% περίπου). Σήμερα, η μέση κλίση των πρανών των εκμεταλλεύσεων κυμαίνεται μεταξύ 31% και 46% περίπου. Στο λατομικό χώρο “Αφοί Κ. Σταύρου Έτοιμο Μπετόν Α.Ε.” οι εργασίες έχουν προχωρήσει σε δύο κύριες διευθύνσεις. Προς τα νότια έχουν επεκταθεί στην πλαγιά του βουνού και προς τα βόρειο-ανατολικά, περιμετρικά του ορεινού όγκου. Ο βορειότερος λατομικός χώρος, “Λατομεία Μαρκοπούλου

A.B.E.E.,” αναπτύσσεται περιμετρικά του βουνού, σε χαμηλότερο υψόμετρο, με γενική κατεύθυνση προς τα νοτιοανατολικά. Η μέθοδος εκμετάλλευσης που χρησιμοποιήθηκε και στους δύο χώρους είναι αυτή των ορθών βαθμίδων.

### 2.1.1. Στοιχεία λατομείων

Τα λατομεία Μαρκόπουλου A.B.E.E. βρίσκονται στη βορειοδυτική πλευρά του ορεινού όγκου «Μερέντα» στην λεκάνη των Μεσογείων στη θέση «Χώνι Ντάγλα» και υπάγεται διοικητικά στο Δήμο Μαρκόπουλου Μεσογείων του Νομού Αττικής.

Το λατομείο αναπτύσσεται περίπου 2 km νοτιοανατολικά της πόλης του Μαρκόπουλου και 2 km βορειοανατολικά της Κοινότητας Καλυβιών Θορικού, χωρίς να έχει οπτική επαφή με αυτή, ενώ ο χώρος ανάπτυξής του καταλαμβάνει την υψομετρική ζώνη μεταξύ των +120 έως +280 m.

Η συνολική έκταση της λατομικής παραχώρησης είναι περίπου 780 στρ. και περιλαμβάνει τα πρανή των εκσκαφών, τη διαμορφωμένη μεγάλη πλατεία επιχωματώσεων, τις φυτεμένες τελικές βαθμίδες των πρανών επιχωματώσεων καθώς και τμήματα του ορεινού όγκου τα οποία δεν έχουν υποστεί καμία επέμβαση.

Τα λατομεία Σταύρου-Έτοιμο μπετόν A.E. βρίσκονται ακριβώς δίπλα στα λατομεία Μαρκόπουλου, στο όρος Μερέντα και ο χώρος ανάπτυξης του περιλαμβάνει την υψομετρική ζώνη +125m έως +300m. Η συνολική έκταση της λατομικής παραχώρησης εκτιμάται περίπου στα 525 στρ. και περιλαμβάνει όπως και στα λατομεία Μαρκόπουλου τα πρανή των εκσκαφών, τη διαμορφωμένη μεγάλη πλατεία επιχωματώσεων, τις τελικές βαθμίδες των πρανών επιχωματώσεων καθώς και τμήματα του ορεινού όγκου τα οποία δεν έχουν υποστεί καμία επέμβαση.



Εικόνα 2.2 Όρια λατομικών χώρων Μαρκόπουλου A.B.E.E. και Λατομεία Σταύρου - Έτοιμό μπετόν A.E. (Πηγή:Εργαστήριο Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής, ΣΜΜΜ – ΕΜΠ, (2008) )

### 2.1.2 Ιστορικό λειτουργίας λατομείων

Στην εν λόγω περιοχή η λατομική εκμετάλλευση άρχισε στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Η εταιρεία που εκμεταλλεύθηκε αρχικά τον χώρο ήταν η «Λατομεία Παναγάκη – Γαλάνη – Αφοί Σταύρου και Σία».

Το 1988 η εταιρεία μετονομάστηκε σε «Λατομεία Μαρκοπούλου Α.Β.Ε.Ε.» και λειτούργησε το ιδιωτικό λατομείο της με προσωρινές παρατάσεις της άδειας μέχρι και τον Φεβρουάριο του 1993, οπότε με το άρθρο 20 παρ. 9 του ν.2115/1993 συνεχίστηκε η εκμετάλλευση μέχρι την 15-2-1995.

Με τις διατάξεις της παρ. 9 του άρθρου 20 του ν. 2115/93, στις 15-2-1995 διακόπηκε η λειτουργία του, χωρίς να προβλέπεται καμία διαδικασία αποκατάστασης του περιβάλλοντος του συγκεκριμένου λατομείου, επειδή η ευρύτερη περιοχή της Μερέντας, εκτάσεως άνω των 20.000 στρεμμάτων, είχε χαρακτηριστεί από το 1989 με Απόφαση του Υπ. Πολιτισμού (ΦΕΚ 302/Τ.Β.25-4-1989) ως αρχαιολογικός χώρος.

Από το 1998 τα λατομεία χρησιμοποιήθηκαν τόσο για την απόθεση των προϊόντων των εκσκαφών των Μεγάλων Δημόσιων και Ολυμπιακών Έργων, στα πλαίσια της εγκριθείσης από την Δ/ση Δασών της Περιφέρειας Αττικής υπ' αριθ. 322/3-1-1998 Μελέτης Μορφολογικής & Βλαστητικής Αποκατάστασης των λατομικών χώρων της Μερέντας, όσο και για τον εφοδιασμό των Έργων αυτών με αδρανή υλικά.

Στη συνέχεια, με το άρθρο 19 του ν.3190/2003 επεκτάθηκε η υποχρέωση αποκατάστασης και των λατομείων που λειτουργούσαν ή λειτουργούν μέσα σε αρχαιολογικούς χώρους, με βάση τις διατάξεις του εδαφίου α της παραγράφου 1 του άρθρου 7 του ν. 2837/2000, υπό την προϋπόθεση να πληρούνται οι απαιτήσεις των διατάξεων του άρθρου 10 παράγραφοι 2 και 6 του νέου αρχαιολογικού νόμου 3028/2002.

Κατά το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε μέχρι την έκδοση του ν. 3190/2003, στο πλαίσιο των διατάξεων του άρθρου 25 του ν. 2742/99, με την συνεργασία και της Κοινοπραξίας ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟΣ, η επιχείρηση Λατομεία Μαρκοπούλου Α.Β.Ε.Ε., λειτούργησε προμηθεύοντας αδρανή υλικά για την κατασκευή μεγάλων δημοσίων έργων αλλά και Ολυμπιακών έργων. Επίσης, ο λατομικός χώρος υποδέχθηκε μεγάλες ποσότητες μπαζών (περίπου 20 εκ. m<sup>3</sup>), τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τη συστηματική επιχωμάτωση των παλιών, βαθιών λατομικών ορυγμάτων και εκσκαφών. Παράλληλα, διενεργήθηκαν και κάποιες εργασίες αποκατάστασης σε τμήματα της εκμετάλλευσης. Σήμερα οι εγκαταστάσεις των δύο λατομικών χώρων έχουν σφραγιστεί.

## **2.2 Το προφίλ της ευρύτερης περιοχής.**

Ο λατομικός χώρος ανήκει διοικητικά στον Δήμο Μαρκόπουλου, ο οποίος υπάγεται στην χωροτακτική υποενοότητα Ανατολικής Αττικής με έδρα το Λαύριο.

Ο Δήμος Μαρκόπουλου συνορεύει:

- ❖ Βόρεια με τους Δήμους Παιανίας και Σπάτων
- ❖ Νότια με τις Κοινότητες Καλυβίων Θορικού και Κουβαρά, καθώς και με το Δήμο Κερατέας
- ❖ Δυτικά με το Δήμο Κορωπίου

❖ Ανατολικά βρέχεται από τον νότιο Ευβοϊκό κόλπο.

Ο κυριότερος οικισμός του Δήμου είναι ο ομώνυμος οικισμός του Μαρκόπουλου, ο οποίος απέχει 30 km περίπου από την Αθήνα. Νότια της πόλης Μαρκόπουλου βρίσκεται ο οικισμός Αγνούσες σε απόσταση 1,5 km περίπου από τη λατομική έκταση, ενώ κατά μήκος της παραλίας, στο νότιο Ευβοϊκό κόλπο, βρίσκονται οι παραθεριστικοί οικισμοί Βραυρώνα, Πόρτο Ράφτη και Αυλάκι.

### 2.2.1 Χρήσεις γης της ευρύτερης περιοχής

Ο Δήμος Μαρκοπούλου ανήκει στην κατηγορία των πεδινών Δήμων και στις βασικές κατηγορίες χρήσεως ακολουθεί την κατανομή έκτασης που δίνεται στον Πίν. 2.1.

Πίνακας 2.1. Κατανομή της εκτάσεως κατά βασικές κατηγορίες χρήσεως (1991) (σε χιλιάδες στρέμματα).

<b>ΕΙΔΟΣ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ</b>	<b>ΝΟΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ</b>	<b>ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ</b>
Σύνολο εκτάσεων	131957,4	3808,1	81.8
Καλλιεργούμενες εκτάσεις Αγροναπαύσεις	39452,0	988,6	41.3
Βοσκότοποι, Κοινοτικοί ή Δημοτικοί	30003,8	370,9	16.3
Βοσκότοποι, ιδιωτικοί κ.ά.	22546,4	511,8	0
Δάση	29510,9	1164	7.4
Εκτάσεις που καλύπτονται από νερά	3086,3	58,2	0.1
Εκτάσεις που καταλαμβάνουν οι οικισμοί (δρόμοι, πλατείες κλπ.)	4893,1	2791,7	16.8
Άλλες εκτάσεις	2464,9	91,4	0

Ειδικότερα, οι κύριες χρήσεις γης που επικρατούν στον Δήμο είναι αυτές της κατοικίας και της βιομηχανίας – βιοτεχνίας. Επίσης, η παραθεριστική κατοικία καταλαμβάνει ένα σημαντικό τμήμα της έκτασης της περιοχής.

### 2.2.2 Αρχαιολογικοί χώροι- Ζώνες προστασίας

Η περιοχή της Μερέντας συγκεντρώνει μερικούς σημαντικούς αρχαιολογικούς χώρους της Αττικής. Πιο συγκεκριμένα:

- Το λόφο Κασίρι, η κορυφή του οποίου περιβάλλεται από οχυρωματικό περίβολο.



- Τη Δυτική πλευρά της κορυφής Μερέντας, με ίχνη εγκατάστασης του 7ου αι. π. Χ.
- Το Ναό Αγ. Παρασκευής στο γήπεδο Μαρκόπουλου.
- Το Μεσαιωνικό Πύργο και άλλα ερειπωμένα κτήρια στο ύψωμα Δάγκλα.
- Τον Άγιο Ταξιάρχη, σημαντικό ναό 15ου – 16ου αι. με νωπογραφίες.
- Τα ερείπια του Αγ. Κωνσταντίνου.
- Την παλαιοχριστιανική Βασιλική του Αγ. Αιμιλιανού με ερείπια, κηρυγμένο διατηρητέο μνημείο.
- Τον Αγ. Γεώργιο, κηρυγμένο διατηρητέο μνημείο.
- Την Παναγιά της Μερέντας, ναό επί ερειπίων άλλου μεγαλύτερου Βυζαντινής εποχής, με εξαιρετικές νωπογραφίες, κηρυγμένο διατηρητέο μνημείο.
- Το ναό της Παναγίας, μικρή εκκλησία της Τουρκοκρατίας.

Επίσης, έχουν ανασκαφεί τρία νεκροταφεία. Το πρώτο βρίσκεται στο χώρο μεταξύ Δάγκλας και Μερέντας και είναι του 4ου-5ου αι. π.Χ., το δεύτερο κοντά στο αντλιοστάσιο με τάφους γεωμετρικούς κλασσικούς και υστερορωμαϊκούς και το τρίτο κοντά στην Παναγιά της Μερέντας.

Επιπλέον, άφθονα μνημεία βυζαντινής εποχής βρίσκονται στην περιοχή του Μαρκόπουλου, το οποίο είναι παλιός οικισμός.

Η ευρύτερη περιοχή της Μερέντας του Δήμου Μαρκοπούλου έχει χαρακτηριστεί με την υπ' αριθμόν ΥΠΠΟ/ΑΡΧ/Α1/Φ02/1848/478/21-3-1989 απόφαση του Υπουργείου Πολιτισμού (ΦΕΚ302/Β/25-4-1989) αρχαιολογικός χώρος.

Σύμφωνα με το περιεχόμενο της απόφασης αυτής χαρακτηρίζεται ως αρχαιολογικός χώρος η περιοχή Μερέντας Αττικής όπου βρίσκεται το σπήλαιο Χώνι-Λιάγκι στο οποίο έχουν εντοπιστεί ίχνη κατοίκησης των προϊστορικών χρόνων.

Στην ίδια περιοχή, η έκταση της οποίας υπερβαίνει τα 20.000 στρ., σύμφωνα με την ίδια απόφαση, σώζονται οχυρωματικά τείχη του αρχαίου Δήμου Μυρρινούντος, εκτεταμένο νεκροταφείο γεωμετρικών αρχαϊκών και κλασικών χρόνων καθώς και μεσαιωνικός πύργος (πύργος Ντάγλα).

Σύμφωνα με αρχαιολογική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή κατά τη διάρκεια των έργων του Ολυμπιακού Ιππικού Κέντρου και τα αναφερόμενα στην έκδοση της Β' Εφορείας Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων υπό την αιγίδα του Ο.Δ.Ι.Ε., τα σημαντικότερα ευρήματα εντοπίζονται στο χώρο του Ολυμπιακού Ιππικού Κέντρου, που βρίσκεται επίσης μέσα στον αρχαιολογικό χώρο και καταλαμβάνει έκταση 2.600 στρ.

## **2.4 Υφιστάμενη Κατάσταση Λατομείων**

Η γενική εικόνα που παρουσιάζει ο λατομικός χώρος σήμερα είναι αποτέλεσμα της έντονης εκμετάλλευσης που πραγματοποιήθηκε στο παρελθόν, αλλά και των άλλων συναφών επεμβάσεων (π.χ., επιχωματώσεις και διαμορφώσεις τελικών επιφανειών).

Η γενική εικόνα που παρουσιάζει το λατομείο στα βραχώδη πρανή του σήμερα χαρακτηρίζεται από τις έντονες κλίσεις, δημιουργώντας μέτωπα σχεδόν κατακόρυφα που, σε ορισμένες περιπτώσεις, φθάνουν μέχρι και σε αρνητικές κλίσεις.



Εικόνα 2.3: Άποψη των λατομικών εκμεταλλεύσεων. Είναι ορατή η έντονη μεταβολή του τοπίου από τις εκτεταμένες εκσκαφές και η χρωματική αντίθεση των πρανών σε σχέση με τη γύρω περιοχή. (Πηγή: Google Earth)

Στο νότιο τμήμα του λατομικού χώρου, ως αποτέλεσμα των παλαιότερων εξορυκτικών εργασιών, είχε διαμορφωθεί εκσκαφή που είχε μορφή επιμήκους ταφροειδούς εκσκαφής, με μήκος μεγαλύτερο από 600 m και βάθος άνω των 60 m σε σχέση με το σημερινό επίπεδο της πλατείας, που διαμορφώθηκε στη θέση αυτή από την επιχωμάτωση, στο υψόμετρο +135. Στο χώρο αυτό των παλαιών εκσκαφών έχουν αποτεθεί και διαστρωθεί μεγάλες ποσότητες μπαζών, προερχόμενες από την Αττική Οδό και άλλα έργα.

Στο νοτιοανατολικό τμήμα του χώρου όπου συναντώνται τα βραχώδη πρανή της εκμετάλλευσης και τα μεγαλύτερα υψόμετρα έχουν διαμορφωθεί υψηλά μέτωπα βαθμίδων με δάπεδα στα υψόμετρα +156, +193, +212, +229, +244, +253.



Πίνακας 2.2. Παρούσα κατάσταση των βαθμίδων του λατομικού χώρου

Υπάρχουσα Βαθμίδα	Υψόμετρο Δαπέδου	Μήκος Μετώπου	Υψόμετρο ανάπτυξης Μετώπου
1	+156	800 m	+149,75-+168,42 m
2	+193	575 m	+168,42-+193,85 m
3	+212	320 m	+193,85 - +212,60 m
4	+229	270 m	+212,60 - +229,63 m
5	+244	350 m	+229,63 -+244,94 m
6	+253	126 m	+244,94 - +253,98 m

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ “SURPAC” ΤΗΣ GEMCOM- ΛΑΤΟΜΕΙΟ ΜΕΡΕΝΤΑΣ- ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΙ

#### **3.1 Το πρόγραμμα “SURPAC”- Γενικά στοιχεία**

Η χρήση προγραμμάτων CAD (από τα αρχικά των λέξεων Computer Aided Design) στο σχεδιασμό υπαίθριων εξορυκτικών έργων παρέχει ένα πλήθος δυνατοτήτων στο μηχανικό, όπως ταχύτητα, δυνατότητα δημιουργίας και αξιολόγησης εναλλακτικών σχεδίων εκμετάλλευσης, ακρίβεια στις μετρήσεις εμβαδών, όγκων, κ.ά., αλλαγές κλιμάκων σχεδίασης, απεικόνιση σε τρεις διαστάσεις, δυνατότητα παρακολούθησης της εξέλιξης των εργασιών με τη βοήθεια τοπογραφικών δεδομένων σε ψηφιακή μορφή, κ.λπ. Οι δυνατότητες αυτές πολλαπλασιάζονται με τη χρήση ειδικών μεταλλευτικών προγραμμάτων, τα οποία παρέχουν εξειδικευμένες λειτουργίες όπως βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο προγραμματισμό της εκμετάλλευσης βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων για την παραγωγή, σχεδιασμό ανατινάξεων, κ.ά. Επομένως, η γνωριμία με τις δυνατότητες και τις βασικές λειτουργίες τέτοιων προγραμμάτων αποτελεί ένα σημαντικό βοήθημα για τους μηχανικούς.

Στη συνέχεια περιγράφονται συνοπτικά οι βασικές λειτουργίες του μεταλλευτικού προγράμματος SURPAC.

Το μεταλλευτικό λογισμικό Gemcom Surpac είναι ένα ολοκληρωμένο πακέτο λογισμικού εξειδικευμένο στον σχεδιασμό υπόγειων και υπαίθριων εκμεταλλεύσεων. Παρέχει τα απαραίτητα εργαλεία ώστε να μπορεί ο μηχανικός να σχεδιάσει, να παρακολουθεί τις μεταλλευτικές δραστηριότητες και να τροποποιεί το σχεδιασμό και τις παραμέτρους της εκμετάλλευσης ώστε να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της πραγματικότητας.

Το λογισμικό είναι βασισμένο στην υπόθεση ότι αφού ο πραγματικός κόσμος είναι τρισδιάστατος τότε και τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν για να τον αναπαραστήσουν θα πρέπει να είναι τρισδιάστατα. Το Surpac επιτυγχάνει ακριβώς αυτό χρησιμοποιώντας, σε όλα τα modules, τα string files.

Τα αρχεία αυτά αποθηκεύουν τα δεδομένα σε μορφή strings (αλληλουχίες). Ένα string file περιέχει τις συντεταγμένες X, Y, Z των σημείων, διασυνδεδεμένες με ένα κοινό δείκτη, που ονομάζεται string number. Η συνθήκη για τις συντεταγμένες που χρησιμοποιεί το Surpac, είναι: Y = η διεύθυνση του Βορρά (Northing), X = η διεύθυνση της Ανατολής (Easting). Μπορεί όμως να αποθηκεύσει και επιπλέον πληροφορίες για κάθε σημείο όπως για παράδειγμα την περιεκτικότητα, στα περιγραφικά πεδία (description fields), που ακολουθούν τις σειρές των συντεταγμένων. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να αναπαρασταθούν οποιαδήποτε χαρακτηριστικά του χώρου όπως τοπογραφικά σχέδια και γεωλογικά όρια.

Τα βασικά εργαλεία (modules) για τη δημιουργία και την επεξεργασία των string files στο Surpac είναι:

- Graphics: εργαλείο τρισδιάστατης σχεδίασης γραφικών που ενσωματώνει την δυνατότητα φωτοσκίασης (rendering) για την δημιουργία στερεών αντικειμένων. Περιλαμβάνει επίσης την δυνατότητα ψηφιοποίησης δεδομένων (digitizing interface) καθώς και εργαλεία CAD για τον σχεδιασμό υπόγειων εκσκαφών.

- String Tools: συλλογή εργαλείων για την διαχείριση των string files. Περιλαμβάνει διασύνδεση (interface) για αρχεία CAD, DXF.

- DTM Tools: εργαλείο δημιουργίας ψηφιακών μοντέλων εδάφους (Digital Terrain Models) δηλαδή τριγωνοποιημένα δίκτυα σημείων. Εδώ δίνεται η δυνατότητα για την δημιουργία τομών και για τον υπολογισμό όγκων.

- Plotting: χαρτογραφικό εργαλείο για την εκτύπωση δεδομένων από τα υπόλοιπα εργαλεία.

- Grid Tools: εργαλείο για την αποθήκευση, διαχείριση και εξαγωγή δεδομένων που είναι διατεταγμένα σε κανονικό κানাβο.

- Block model: εργαλείο για την μοντελοποίηση διάφορων ιδιοτήτων του χώρου που έχουν οριστεί από τον χρήστη (π.χ. κατανομή περιεκτικότητας κοιτάσματος).

- Geostatistics: εργαλείο για την επεξεργασία των δεδομένων με κλασική στατιστική ή με γεωστατιστική.

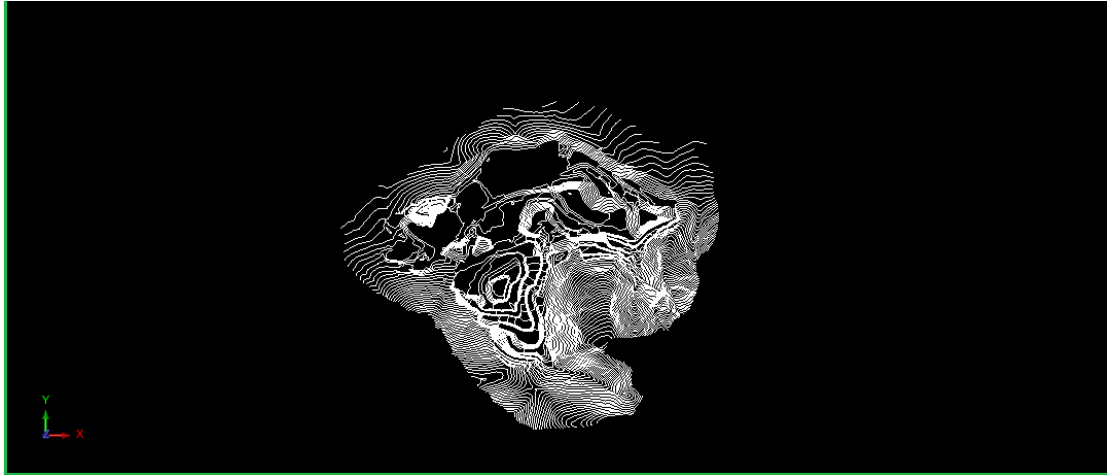
Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα SURPAC, για την μελέτη της υφιστάμενης κατάστασης του λατομείου και του όρους «Μερέντα», αλλά και την κατασκευή και βελτιστοποίηση εναλλακτικών σχεδίων του λατομείου.

### **3.2 Υφιστάμενη κατάσταση λατομικής περιοχής**

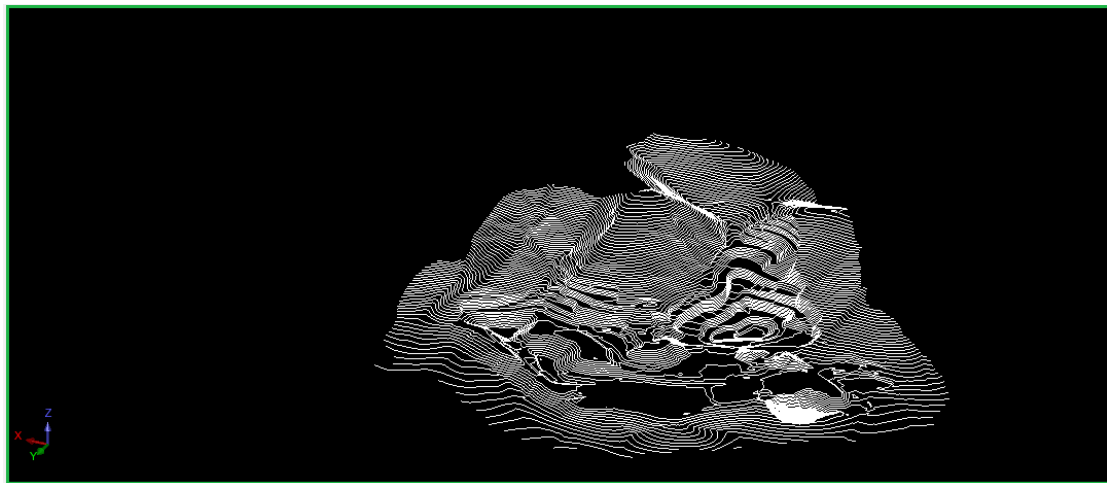
Η περιοχή ενδιαφέροντος, αποτελείται από δύο διαφορετικές εκμεταλλεύσεις, τα λατομεία Σταύρου - Έτοιμο Μπετόν Α.Ε. και τα λατομεία Μαρκόπουλου Α.Β.Ε.Ε. Οι δύο επιχειρήσεις δεν ακολούθησαν ενιαίο σχέδιο εκμετάλλευσης και έτσι έχει δημιουργηθεί τεράστια οπτική ρύπανση του χώρου, πέρα από τα υπόλοιπα προβλήματα που έχουν δημιουργηθεί. Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε κυρίως με το πρόβλημα της οπτικής ρύπανσης και το πως θα επηρέαζαν εναλλακτικοί σχεδιασμοί της εκμετάλλευσης το εν λόγω πρόβλημα και την πιθανή αποκατάσταση της εκμετάλλευσης.

Ο συνολικός όγκος εκσκαφής και των δύο εκμεταλλεύσεων υπολογίζεται περίπου στα 26εκ m<sup>3</sup>, ενώ τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά δεν είναι σαφή λόγω προβλημάτων στο σχεδιασμό τους.

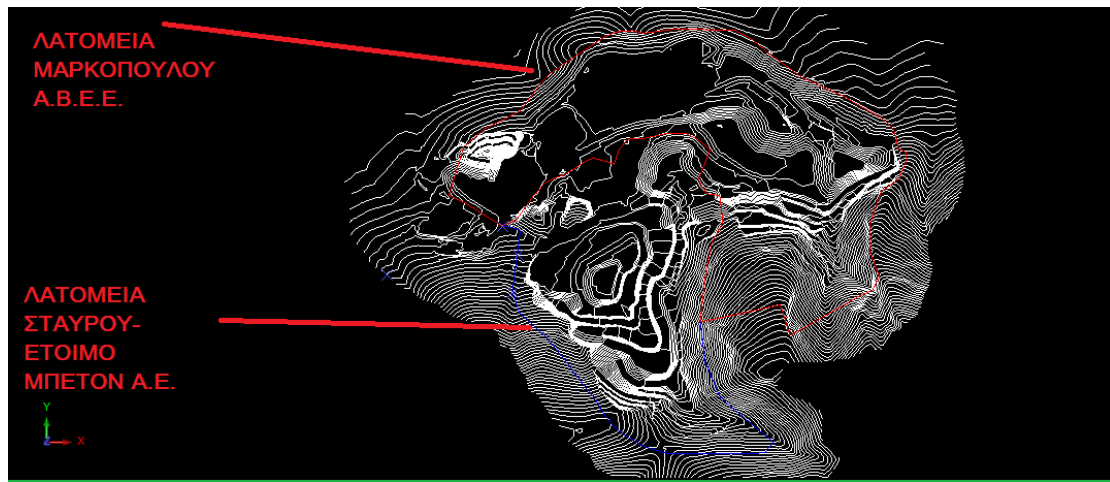
Παρακάτω παρατίθενται φωτογραφίες από το περιβάλλον εργασίας του προγράμματος SURPAC, της υφιστάμενης κατάστασης των λατομείων, του ορίου εκμετάλλευσης και του DTM (Digitized Terrain Model) των λατομείων και της περιοχής.



Εικόνα 3.1: Υφιστάμενη κατάσταση λατομικού χώρου Μερέντα (κάτοψη)



Εικόνα 3.2 Υφιστάμενη κατάσταση λατομικού χώρου(ψευδοτριδιάστατη απεικόνιση)



Εικόνα 3.3.: Όριο εκμετάλλευσων

### 3.3 Εναλλακτικοί σχεδιασμοί λατομικού χώρου

Όπως αναφέρθηκε και πριν στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της οπτικής ρύπανσης που προήλθε από τις δύο διαφορετικές εκμεταλλεύσεις του όρους «Μερέντα» και πως η διαμόρφωση κάποιων εναλλακτικών σχεδιασμών του λατομείου θα εξομάλυνε το υπάρχον πρόβλημα. Δηλαδή, με απλά λόγια επιχειρήθηκε μέσω δύο διαφορετικών σχεδίων του λατομείου (τα οποία πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του SURPAC) να μειώσουμε την οπτική ρύπανση της υφιστάμενης κατάστασης.

Οι δύο εναλλακτικοί σχεδιασμοί βασίζονται σε μια κοινή φιλοσοφία. Αρχικά ενοποιήθηκαν οι δύο διαφορετικές εκμεταλλεύσεις σε μια, για λόγους μείωσης της οπτικής ρύπανσης και αποκατάστασης. Επίσης, ακολουθήθηκαν τα όρια της υπάρχουσας εκμετάλλευσης, περιορίζοντας την κάτω από το όριο της κορυφογραμμής, για τους ίδιους λόγους (είναι αισθητή η μείωση της οπτικής ρύπανσης αν δεν πειράξουμε την κορυφογραμμή), και η εκμετάλλευση κατέβηκε σε πιο χαμηλό υψόμετρο από την τωρινή. Οι δύο εναλλακτικοί σχεδιασμοί δεν διαφέρουν ως προς τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, δηλαδή, κλίση βαθμίδας, ύψος και πλάτος βαθμίδας, αλλά έχουν πολύ ουσιώδης διαφορές ως προς το αντικείμενο μελέτης μας, την οπτική ρύπανση.

Παρακάτω θα εξετάσουμε τα χαρακτηριστικά και το τι συμπεράσματα εξάγουμε από τους δύο σχεδιασμούς, πιο αναλυτικά.

#### 3.3.1. 1<sup>ος</sup> εναλλακτικός σχεδιασμός

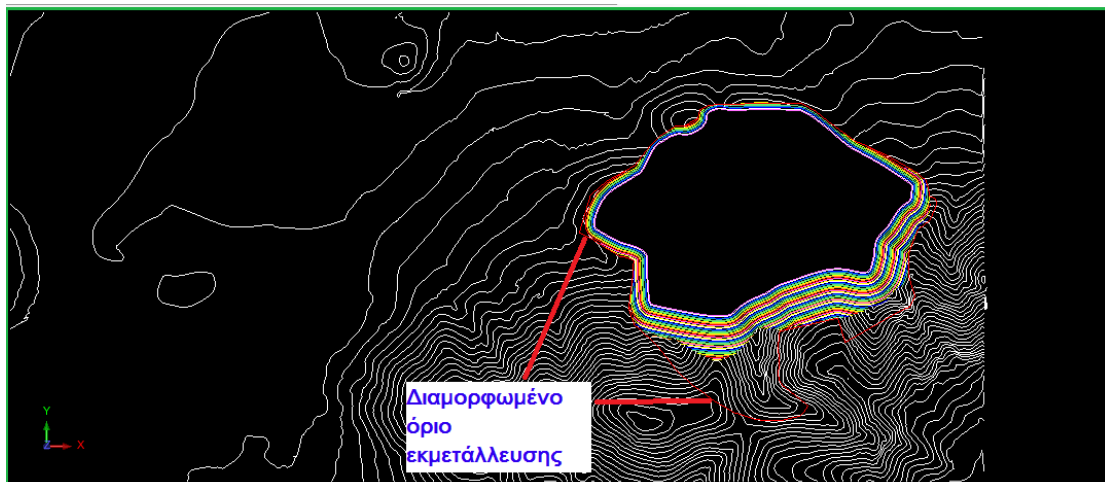
Σε αυτό το σχέδιο όπως προαναφέρθηκε, για λόγους μείωσης της οπτικής ρύπανσης προχωρήσαμε σε μια ενιαία εκμετάλλευση, όπου ακολουθεί τις γραμμές του ανάγλυφου. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της εκμετάλλευσης είναι τα εξής:

- Υψος βαθμίδας 15m
- Πλάτος βαθμίδας 6m

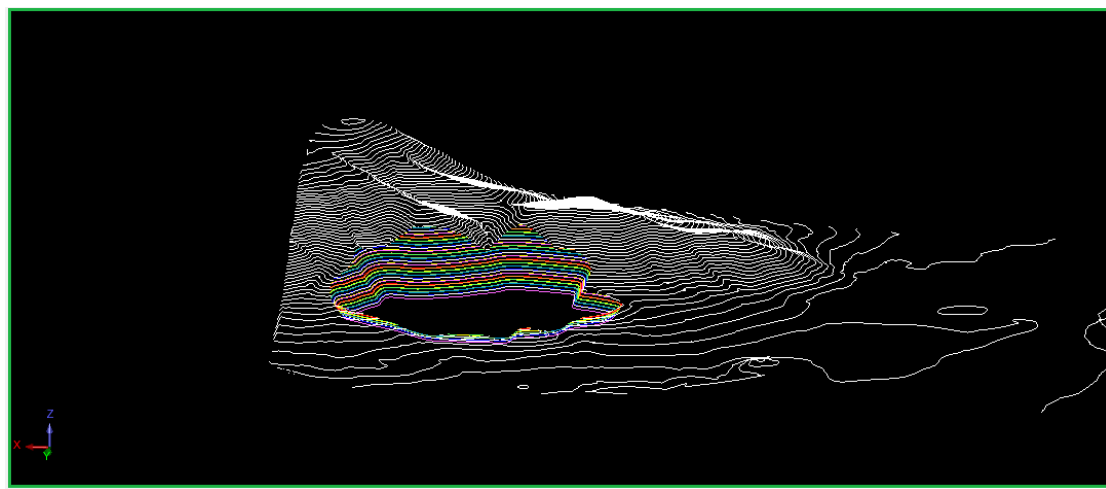
➤ **Κλίση βαθμίδας 75°**

Η εκμετάλλευση ξεκινάει από το υψόμετρο +385m και τελειώνει στο υψόμετρο +70m, η κλίση πρανούς υπολογίζεται περίπου 55°. Επίσης, στην εκμετάλλευση διαμορφώνεται πλατεία συνολικής έκτασης περίπου 790 στρεμμάτων, και ο συνολικός όγκος εκσκαφής υπολογίζεται σε περίπου 113 εκατομμύρια m<sup>3</sup>, δηλαδή λίγο παραπάνω από το τετραπλάσιο της υφισταμένης κατάστασης. Ωστόσο, δεν κρίνεται εφικτή η εξόρυξη μιας τόσο μεγάλης ποσότητας υλικού και θα πρέπει να υπάρξει περιορισμός. Με βάση λοιπόν ότι η παρούσα μελέτη γίνεται με βάση την 'όσο το δυνατόν περισσότερο μείωση της οπτικής όχλησης, το συγκεκριμένο σχέδιο δεν θα χρησιμοποιηθεί στην συνέχεια της παρούσας εργασίας.

Παρακάτω παρατίθενται φωτογραφίες από το σχεδιασμό, όπως αυτός έγινε στο SURPAC.

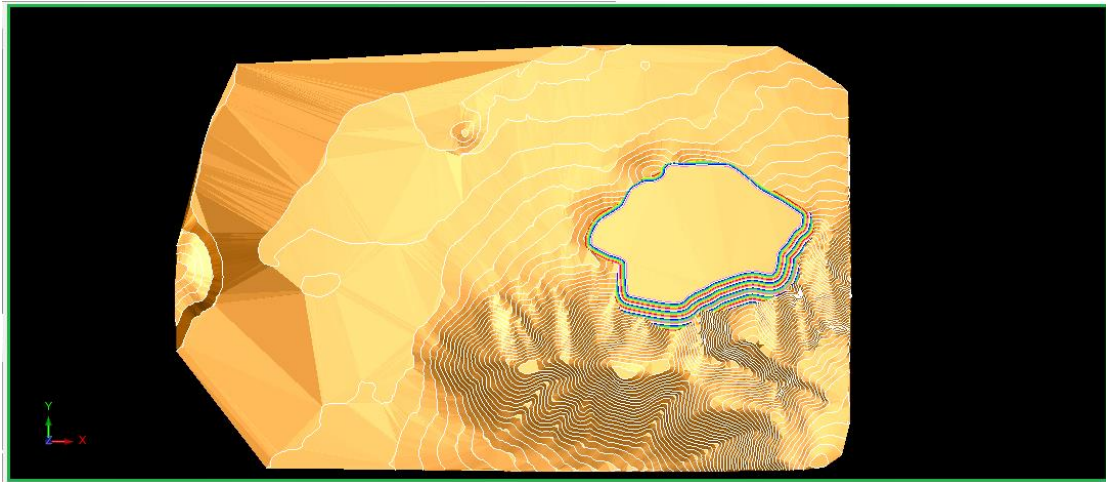


Εικόνα 3.4.: Πρώτος εναλλακτικός σχεδιασμός και τροποποιημένο όριο εκμετάλλευσης (κάτοψη)

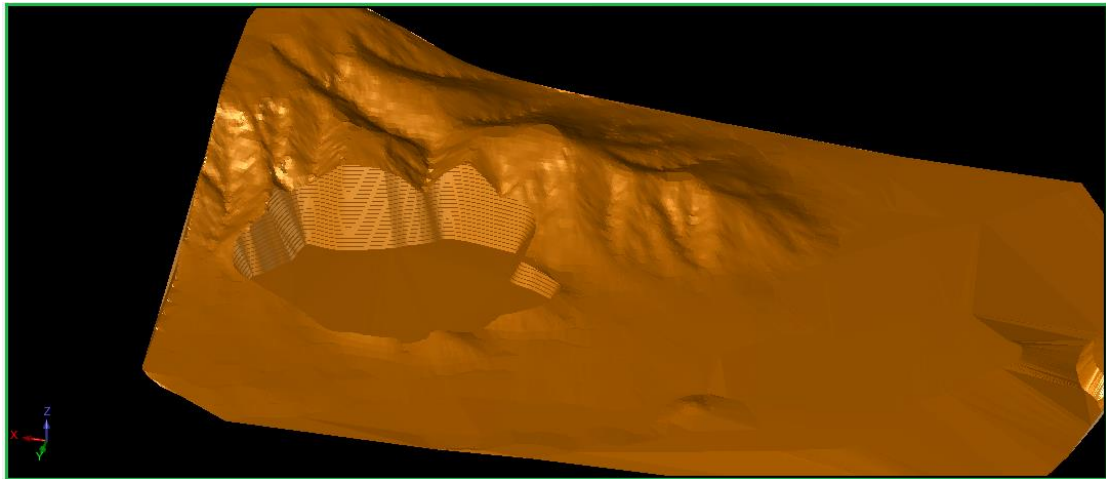


Εικόνα 3.5.: Πρώτος εναλλακτικός σχεδιασμός νο1, (ψευδοτριδιάστατη απεικόνιση)





Εικόνα 3.6.: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους πρώτου εναλλακτικού σχεδιασμού (κάτοψη)



Εικόνα 3.7.: 1<sup>ος</sup> εναλλακτικός σχεδιασμός, ψευδοτριδιάστατη απεικόνιση

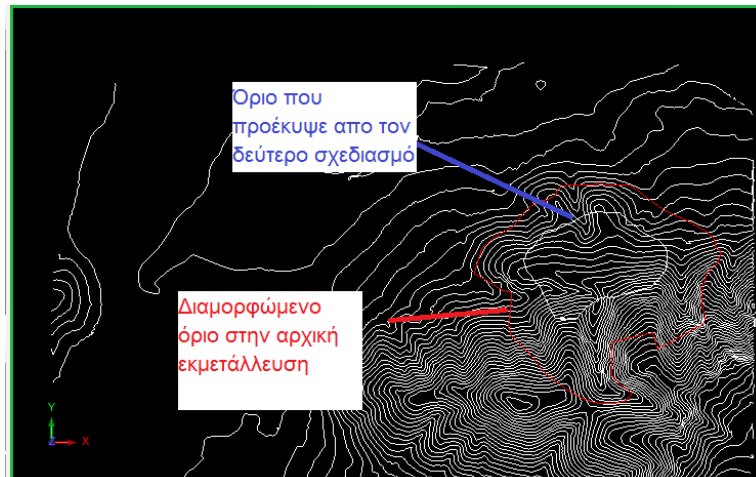
### 3.3.2. 2<sup>ος</sup> εναλλακτικός σχεδιασμός

Το δεύτερο σχέδιο που πραγματοποιήθηκε, έχει ακριβώς τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά όπως το 1<sup>ο</sup> όσον αφορά ύψος, πλάτος και κλίση βαθμίδας, ωστόσο, για να επιτύχουμε ακόμα παραπάνω μείωση της οπτικής ρύπανσης, προχωρήσαμε στην περαιτέρω μείωση της έκτασης της εκμετάλλευσης.

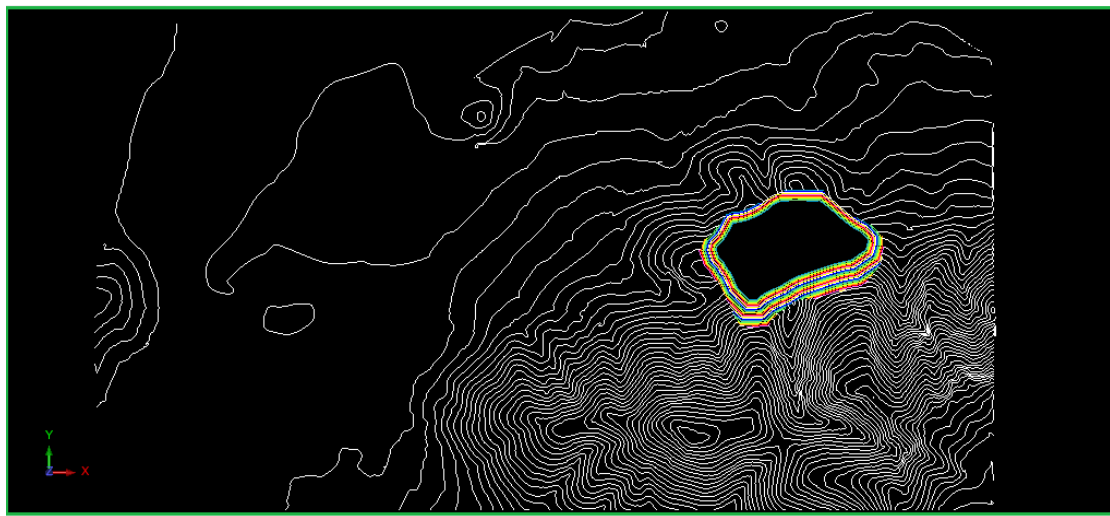
Πιο αναλυτικά, με βάση αυτό το σχέδιο η εκμετάλλευση είναι κλειστού χοανοειδούς τύπου, αλλά ξεκινάει από το υψόμετρο +280m και φτάνει στο υψόμετρο +70m, έχοντας έτσι «μαζέψει» κατά πολύ την εκμετάλλευση. Επειδή χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά με τον 1<sup>ο</sup> σχεδιασμό η κλίση πρανούς υπολογίζεται πάλι στις 55°, αλλά ο συνολικός όγκος εκσκαφής υπολογίζεται περίπου στα 35 εκατομμύρια m<sup>3</sup>, δηλαδή περίπου κατά 10 εκατομμύρια πάνω από την υφιστάμενη κατάσταση. Επίσης, διαμορφώνεται πλατεία συνολικής έκτασης περίπου 217 στρέμματα. Το σχέδιο αυτό κρίθηκε καταλληλότερο για τους σκοπούς της έρευνας και

χρησιμοποιήθηκε στη συνέχεια καθώς ικανοποιούσε τις απαιτήσεις και σε όγκο εκσκαφής (10 εκ m<sup>3</sup> παραπάνω από την υφιστάμενη κατάσταση) και είναι φανερά περιορισμένο στο χώρο, κάτι που θεωρήθηκε ότι βοηθά στη μείωση της οπτικής ρύπανσης.

Παρακάτω παρατίθενται επίσης φωτογραφίες από το σχεδιασμό, όπως αυτός έγινε στο SURPAC.

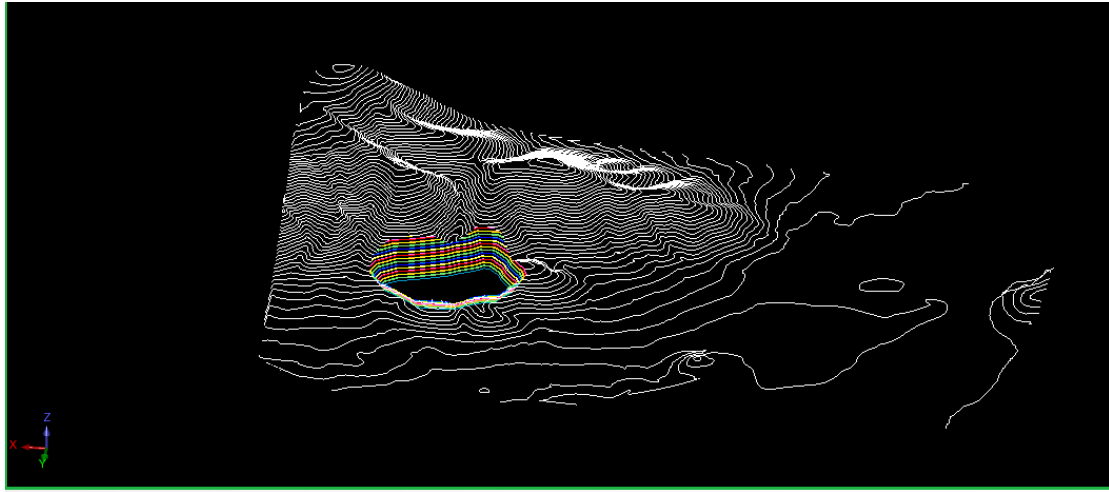


Εικόνα 3.8.: Όριο που διαμορφώθηκε από το 2<sup>ο</sup> σχεδιασμό σε σύγκριση με τον αρχικό

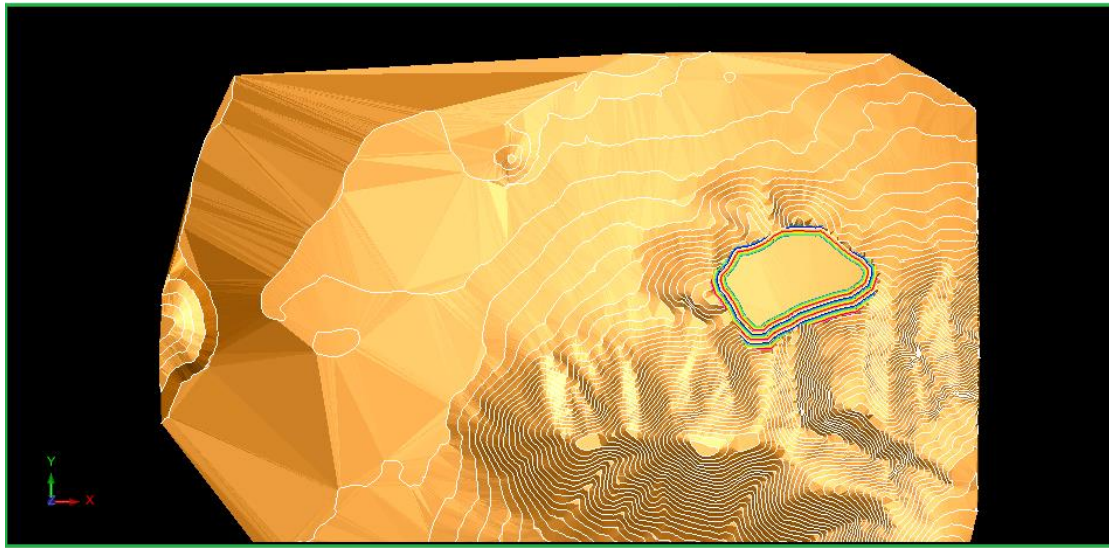


Εικόνα 3.9.: 2<sup>ος</sup> εναλλακτικός σχεδιασμός (Κάτοψη)

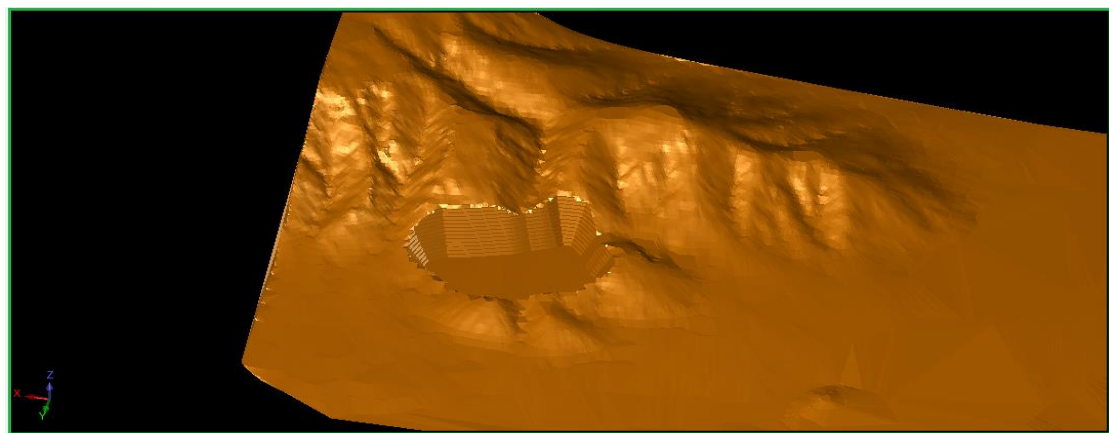




Εικόνα 3.10.: 2<sup>ος</sup> Εναλλακτικός σχεδιασμός, ψευδοτριδιάστατη απεικόνιση



Εικόνα 3.11.: 2<sup>ος</sup> εναλλακτικός σχεδιασμός, ψηφιακό μοντέλο εδάφους (Κάτοψη)



Εικόνα 3.12.: 2<sup>ος</sup> εναλλακτικός σχεδιασμός, ψηφιακό μοντέλο εδάφους (ψευδοτριδιάστατη απεικόνιση)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΛΑΤΟΜΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

### 4.1 Μεθοδολογία οπτικής ανάλυσης λατομικού χώρου

Ο βαθμός στον οποίο ένα μεταλλευτικό έργο είναι ορατό εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της εκμετάλλευσης και την τοπογραφία της περιβάλλουσας περιοχής, ενώ η οπτική όχληση που προκαλεί είναι συνάρτηση της θέασης του χώρου, της απόστασης και των χρήσεων γης στις θέσεις παρατήρησης. Για τον προσδιορισμό της ορατότητας της λατομικής περιοχής χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία που έχει αναπτυχθεί από το Εργαστήριο Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής (Μενεγάκη, 2003).

Σύμφωνα με την εν λόγω μεθοδολογία προσδιορίζονται οι ακόλουθοι δείκτες για την ποσοτικοποίηση της ευαισθησίας παρατήρησης:

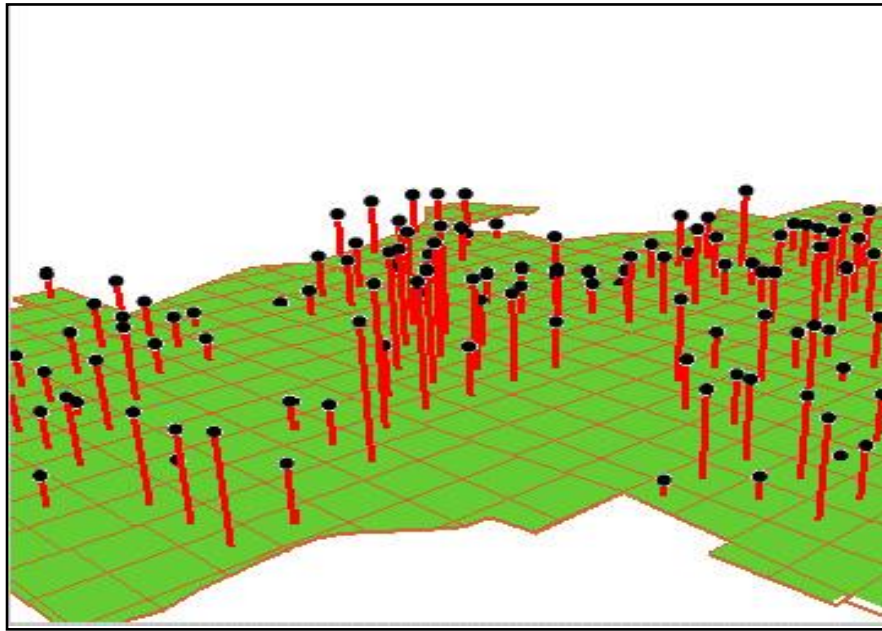
- Έκταση πεδίου ορατότητας (ΠΟ)
- Χαρακτηριστικά παρατήρησης (ΧΠ)

Για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών παρατήρησης χρησιμοποιούνται τρεις παράμετροι, ήτοι:

- Βαθμός θέασης της εκσκαφής
- Απόσταση παρατήρησης
- Χρήσεις γης και ευαισθησία παρατηρητή

Ο προσδιορισμός της έκτασης του Πεδίου Ορατότητας (ΠΟ) πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του προγράμματος ArcGIS. Με βάση την αρχή της αμοιβαίας ορατότητας ως σημεία θέασης επιλέχθηκαν όλα τα σημεία εντός του υπό εκμετάλλευση χώρου και ως σημεία παρατήρησης όλα τα σημεία της περιβάλλουσας περιοχής, διαμορφώνοντας ψηφιακό μοντέλο εδάφους με κατάλληλο μέγεθος ψηφίδων (κάνναβο).

Μέσω της συγκεκριμένης εφαρμογής υπολογίζεται για κάθε σημείο παρατήρησης της περιβάλλουσας περιοχής (δηλ. για κάθε ψηφίδα), ο αριθμός των σημείων θέασης του χώρου εξόρυξης. Ακολούθως για κάθε ψηφίδα εξάγεται η τιμή των ορατών σημείων της εκσκαφής (Σχήμα 4.1) και εγγράφεται μια βάση δεδομένων, από την οποία μπορούν να υπολογιστούν τα ορατά σημεία της περιβάλλουσας περιοχής και κατά συνέπεια η έκταση του πεδίου ορατότητας.



Σχήμα 4.1 Εξαγωγή απαραίτητων πληροφοριών από κάθε ψηφίδα

Στη συνέχεια κάθε σημείο παρατήρησης λαμβάνει μία μοναδική τιμή (συντελεστή βαρύτητας) ανάλογα με τον βαθμό θέασης της εκσκαφής, την απόσταση και τη χρήση γης στη συγκεκριμένη θέση.

Πιο συγκεκριμένα:

- Για τον προσδιορισμό του βαθμού θέασης της εκσκαφής δημιουργείται εντός του χώρου της εξορυκτικής δραστηριότητας ένας τετραγωνικός κάναβος. Το κέντρο κάθε τετραγώνου αποτελεί ένα σημείο θέασης του χώρου επέμβασης. Το ποσοστό της ορατής επιφάνειας της εκσκαφής από κάθε σημείο παρατήρησης της περιβάλλουσας ζώνης προκύπτει από τη διαίρεση του αριθμού των θέσεων που είναι ορατές από το συγκεκριμένο σημείο παρατήρησης προς το συνολικό αριθμό των σημείων θέασης της εκσκαφής.
- Για τον προσδιορισμό της βαρύτητας της κάθε ψηφίδας ως προς την απόσταση που αυτή έχει από το λατομείο, ελήφθησαν υπόψη οι ζώνες παρατήρησης που έχουν καθορισθεί από την ελληνική νομοθεσία. Έτσι η περιβάλλουσα ζώνη παρατήρησης χωρίσθηκε σε τρεις επιμέρους ζώνες ως εξής:

<b>A ΖΩΝΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ:</b>	<b>&lt; 2 km</b>
<b>B ΖΩΝΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ:</b>	<b>2 – 5 km</b>
<b>Γ ΖΩΝΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ:</b>	<b>5 - 8 km</b>

Όσο αυξάνει η απόσταση η οπτική επίπτωση μειώνεται σημαντικά. Σύμφωνα με τους Hull & Bishop (1988), η οπτική επίπτωση είναι έντονη σε απόσταση από 100 έως 1.000 m. Στα 500 m η οπτική επίπτωση ισούται περίπου με το 25 % της μέγιστης, ενώ στα 1.000 m το ποσοστό αυτό μειώνεται σε 10 %. Δεδομένης της

μείωσης της οπτικής επίπτωσης με την αύξηση της απόστασης, οι βαρύτητες κάθε ζώνης παρατήρησης επιλέχθηκαν ως ακολούθως (Πίν. 4.1):

Πίνακας 4.1 Βαρύτητες ζωνών παρατήρησης

<b>ΖΩΝΗ Α:</b>	<b>1</b>
<b>ΖΩΝΗ Β:</b>	<b>0,6</b>
<b>ΖΩΝΗ Γ :</b>	<b>0,2</b>

Τη μεγαλύτερη βαρύτητα λαμβάνει η Α ζώνη παρατήρησης, καθώς όσο αυξάνει η απόσταση, η οπτική επίπτωση μειώνεται σημαντικά.

- Οι χρήσεις γης της περιβάλλουσας περιοχής, έλαβαν διαφορετική βαρύτητα ανάλογα με τον αριθμό των παρατηρητών που κάθε χρήση μπορεί να συγκεντρώνει. Στη βάση αυτή οι χρήσεις γης ταξινομήθηκαν σε τρία επίπεδα: κύριες, δευτερεύουσες και περιοδικές. Η κωδικοποίηση των χρήσεων γης βασίσθηκε στην επίσημη κωδικοποίηση του Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε., η οποία δίνεται στον Πίνακα 4.2. Ακολούθως, οι χρήσεις αυτές ταξινομήθηκαν με βάση τη σημασία τους σε τρία επίπεδα, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.3. Κάθε ψηφίδα που έχει ορατότητα στη λατομική περιοχή λαμβάνει έναν συντελεστή βαρύτητας ανάλογα με τη χρήση γης στην οποία εμπίπτει. Λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία των επιμέρους χρήσεων γης και την κατηγοριοποίηση των συγκοινωνιακών δικτύων, η βαρύτητα που δόθηκε σε κάθε μια από τις παραπάνω χρήσεις δίνεται στον Πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.2: Κωδικοποίηση των χρήσεων γης από το Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε.

<b>Επίπεδο 1</b>	<b>Επίπεδο 2</b>	<b>Επίπεδο 3</b>
<b>1. Τεχνητές επιφάνειες</b>	1.1 Αστική οικοδόμηση	1.1.1 Συνεχής αστική οικοδόμηση
		1.1.2 Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση
	1.2 Βιομηχανικές, εμπορικές ζώνες και δίκτυα επικοινωνίας	1.2.1 Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες
		1.2.2 Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα και γεινιάζουσα γη
		1.2.3 Ζώνες λιμένων
		1.2.4 Αεροδρόμια
	1.3 Ορυχεία, χώροι απορρίψεως απορριμμάτων και χώροι οικοδόμησης	1.3.1 Χώροι εξορύξεως ορυκτών
		1.3.2 Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων
		1.3.3 Χώροι οικοδόμησης
	1.4 Τεχνητές, μη γεωργικές ζώνες πρασίνου	1.4.1 Περιοχές αστικού πρασίνου
		1.4.2 Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής
	<b>2. Γεωργικές περιοχές</b>	2.1 Αρόσιμη περιοχή
2.1.2 Μόνιμα αρδευόμενη περιοχή		
2.1.3 Ορυζώνες		
2.2 Μόνιμες καλλιέργειες		2.2.1 Αμπελώνες

		2.2.2 Οπωροφόρα δέντρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς
		2.2.3 Ελαιώνες
	2.3 Λιβάδια	2.3.1 Λιβάδια
	2.4 Ετερογενείς γεωργικές περιοχές	2.4.1 Ετήσιες καλλιέργειες που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες
		2.4.2 Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας
		2.4.3 Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης
		2.4.4 Γεωργο-δασικές περιοχές
3. Δάση και ημι-φυσικές περιοχές	3.1 Δάση	3.1.1 Δάσος πλατύφυλλων
		3.1.2 Δάσος κωνοφόρων
		3.1.3 Μικτό δάσος
	3.2 Συνδυασμοί θαμνώδους και/ή ποώδους βλάστησης	3.2.1 Φυσικοί βοσκότοποι
		3.2.2 Θάμνοι και χερσότοποι
		3.2.3 Σκληροφυλλική βλάστηση
		3.2.4 Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις
	3.3 Ανοιχτοί χώροι με λίγη ή καθόλου βλάστηση	3.3.1 Παραλίες, αμμόλοφοι, αμμουδιές
		3.3.2 Απογυμνωμένοι βράχοι
		3.3.3 Εκτάσεις με αραιή βλάστηση
3.3.4 Αποτεφρωμένες εκτάσεις		
3.3.5 Παγετώνες και αιώνιο χιόνι		
4. Υγρές ζώνες	4.1 Εσωτερικές υγρές ζώνες	4.1.1 Βάλτοι στην ενδοχώρα
		4.1.2 Τυρφώνες
	4.2 Παραθαλάσσιες υγρές ζώνες	4.2.1 Παραθαλάσσιοι βάλτοι
		4.2.2 Αλυκές
		4.2.3 Παλιρροιακά επίπεδα
5. Υδάτινες επιφάνειες	5.1 Χερσαία ύδατα	5.1.1 Ροές υδάτων
		5.1.2 Συλλογές υδάτων
	5.2 Θαλάσσια ύδατα	5.2.1 Παράκτιες λιμνοθάλασσες
		5.2.2 Εκβολές ποταμών
		5.2.3 Θάλασσα και ωκεανός

Πίνακας 4.3: Ταξινόμηση ΧΓ για τις ανάγκες της μεθοδολογίας

ΕΠΙΠΕΔΟ 1	
Κύριες χρήσεις	Συνεχής αστική οικοδόμηση
	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση
	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες
	Ζώνες λιμένων
	Αεροδρόμια
	Χώροι οικοδόμησης
	Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής
ΕΠΙΠΕΔΟ 2	
Δευτερεύουσες χρήσεις	Χώροι εξορύξεως ορυκτών
	Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων
	Μη αρδεύσιμη αρδύσιμη περιοχή
	Μόνιμα αρδευόμενη περιοχή
	Ορυζώνες
	Αμπελώνες

Οπωροφόρα δέντρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς	
Ελαιώνες	
Λιβάδια	
Ετήσιες καλλιέργειες που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες	
Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	
Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	
Γεωργο - δασικές περιοχές	
Δάσος πλατύφυλλων	
Δάσος κωνοφόρων	
Μικτό δάσος	
Φυσικοί βοσκότοποι	
Θάμνοι και χερσότοποι	
Σκληροφυλλική βλάστηση	
Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις	
Απογυμνωμένοι βράχοι	
Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	
Αποτεφρωμένες εκτάσεις	
<b>ΕΠΙΠΕΔΟ 3</b>	
Περιοδικές χρήσεις	Παράκτιες λιμνοθάλασσες
	Θάλασσα και ωκεανός
	Παραλίες, αμμόλοφοι, αμμουδιές
	Εκβολές ποταμών

Πίνακας 4.4: Προσδιορισμός συντελεστών βαρύτητας στις διάφορες χρήσεις

Χρήσεις γης*	
Κύριες	1
Δευτερεύουσες	0,6
Περιοδικές	0,5
*στην περίπτωση που σε κάποια θέση εμφανίζεται κάποια ιδιαίτερη – μοναδική χρήση γης ή κάποιο τοπίο σπάνιου φυσικού κάλλους, θα πρέπει να αντιμετωπισθεί με ειδικό τρόπο και να πάρει μεγαλύτερη από τις προβλεπόμενες βαρύτητα	
Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα	
Μεγάλες αρτηρίες και κεντρικός σιδηροδρομικός άξονας	3
Κύριες οδοί	2
Δευτερεύουσες οδοί	1,5

Με δεδομένο ότι σε όλες τις μεθοδολογίες το βασικό στοιχείο που καθορίζει την ορατότητα είναι οι συνθήκες και το είδος παρατήρησης, ήτοι η ποιότητα παρατήρησης, η τελική τιμή της ευαισθησίας παρατήρησης



(ΕΠ) διαμορφώνεται από το άθροισμα του πεδίου ορατότητας (ΠΟ), με συντελεστή βαρύτητας 30% και των χαρακτηριστικών παρατήρησης (ΧΠ) με συντελεστή βαρύτητας 70%.

Η τελική κατάταξη του χώρου ως προς την ευαισθησία παρατήρησης δίνεται από ένα πίνακα που λαμβάνει υπόψη την έκταση του πεδίου ορατότητας και τη μέση τιμή των χαρακτηριστικών των σημείων παρατήρησης (Πίν. 4.6).

Πίνακας 4.5.: Κατηγορίες Δείκτη Ευαισθησίας Παρατήρησης

			ΤΙΜΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ (%)									
			0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
		Κατηγορία	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΤΙΜΗ ΠΕΔΙΟΥ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (%)	0-10	1	1.00	1.70	2.40	3.10	3.80	4.50	5.20	5.90	6.60	7.30
	11-20	2	1.30	2.00	2.70	3.40	4.10	4.80	5.50	6.20	6.90	7.60
	21-30	3	1.60	2.30	3.00	3.70	4.40	5.10	5.80	6.50	7.20	7.90
	31-40	4	1.90	2.60	3.30	4.00	4.70	5.40	6.10	6.80	7.50	8.20
	41-50	5	2.20	2.90	3.60	4.30	5.00	5.70	6.40	7.10	7.80	8.50
	51-60	6	2.50	3.20	3.90	4.60	5.30	6.00	6.70	7.40	8.10	8.80
	61-70	7	2.80	3.50	4.20	4.90	5.60	6.30	7.00	7.70	8.40	9.10
	71-80	8	3.10	3.80	4.50	5.20	5.90	6.60	7.30	8.00	8.70	9.40
	81-90	9	3.40	4.10	4.80	5.50	6.20	6.90	7.60	8.30	9.00	9.70
	91-100	10	3.70	4.40	5.10	5.80	6.50	7.20	7.90	8.60	9.30	10.00
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΕΙΚΤΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ								ΤΙΜΕΣ				
			Πολύ χαμηλή ευαισθησία					1,00 - 1,30				
			Χαμηλή ευαισθησία					1,60 - 2,50				
			Μέτρια ευαισθησία					2,60 – 4,50				
			Υψηλή ευαισθησία					4,60 – 7,00				
			Πολύ υψηλή ευαισθησία					7,10 – 10,00				

## 4.2 Οπτική ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης

Με βάση την παραπάνω μεθοδολογία που περιγράψαμε προχωρήσαμε και στην οπτική ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης του λατομικού χώρου.

Στον Πίνακα 4.7 δίνεται ο βαθμός θέασης της λατομικής περιοχής στην υφιστάμενη κατάσταση, από το σύνολο της ευρύτερης περιοχής και στον Πίνακα 4.8 η ΕΠ αναφορικά με την υφιστάμενη κατάσταση. Στο Σχήμα 4.2 δίνεται ο χάρτης με το πλήθος των θέσεων της λατομικής περιοχής που είναι ορατές από κάθε σημείο της ευρύτερης περιοχής.

Πίνακας 4.6: Βαθμός θέασης χώρου της λατομικής περιοχής στη σημερινή κατάσταση

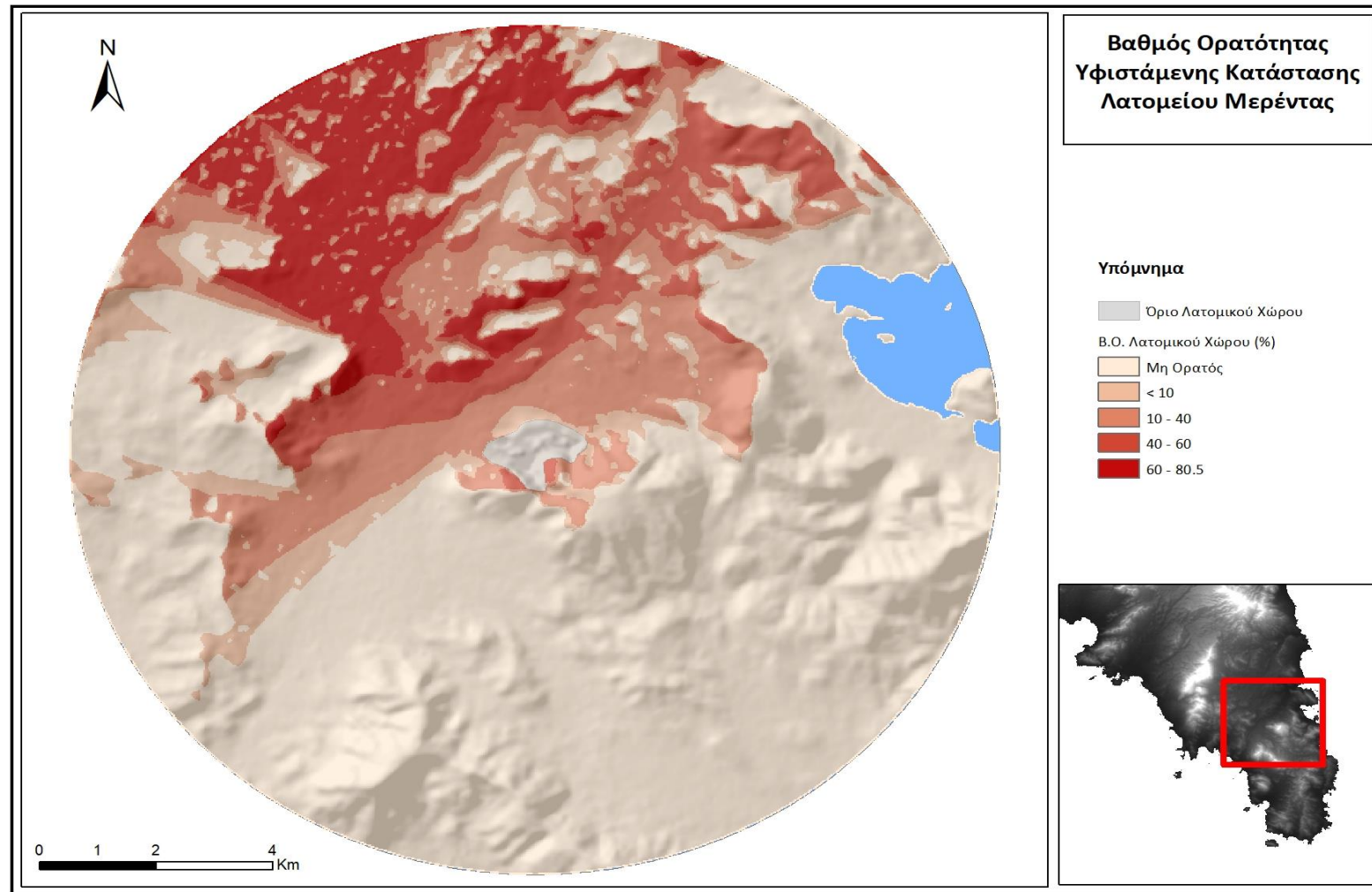
Ορατές θέσεις λατομικής περιοχής	Ποσοστό βαθμού θέασης χώρου	Ποσοστό ευρύτερης περιοχής
0	0%	62,33%
1-210	10%	7,20%
211-843	40%	13,65%
843-1264	60%	8,18%
1264-1696	80,5%	8,64%
<b>Σύνολο</b>		100%

Πίνακας 4.7: Τελική κατάταξη της υφιστάμενης κατάστασης λατομικής περιοχής, ως προς την ευαισθησία παρατήρησης (ΕΠ)

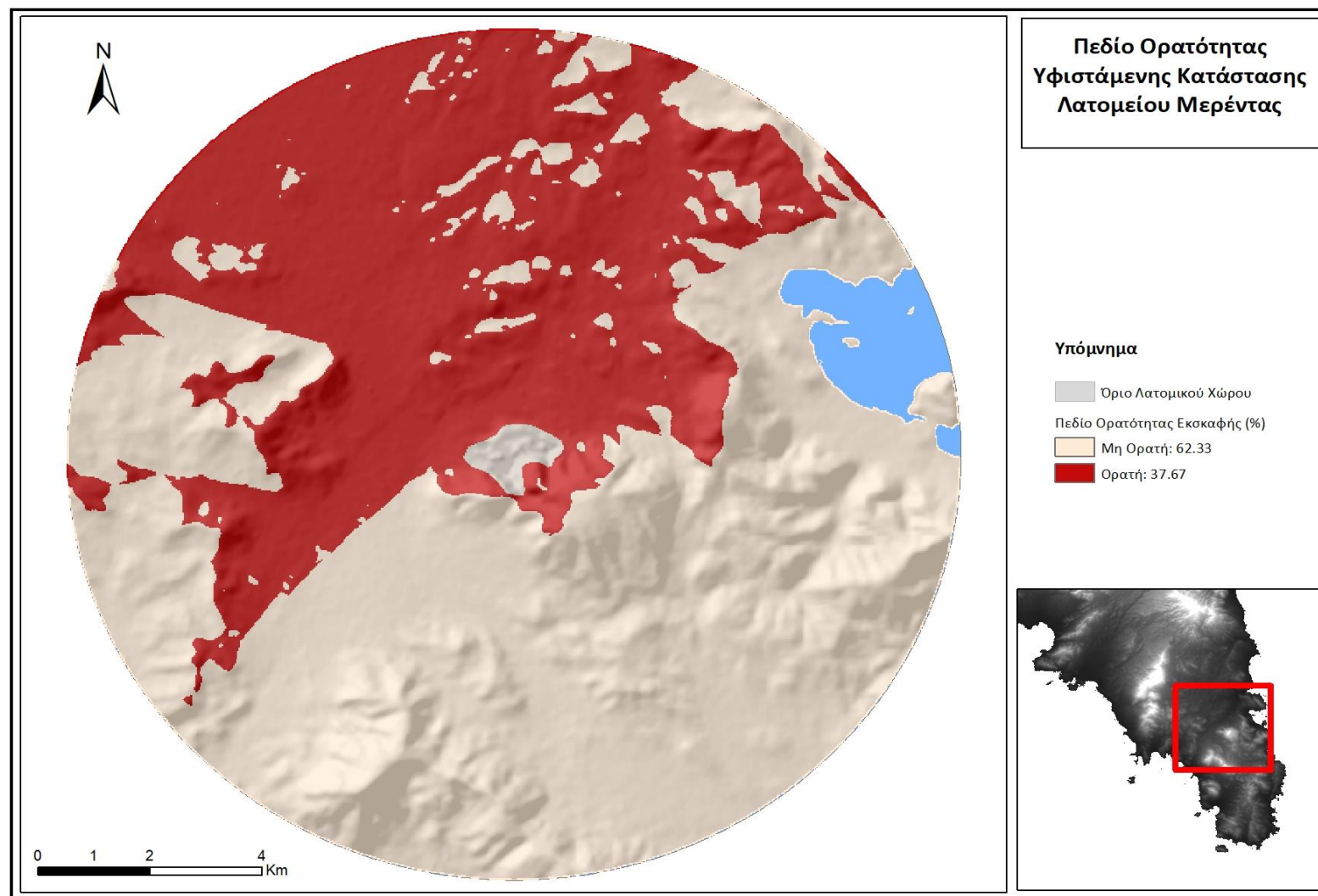
Δείκτες	Ποσοστό	Κατηγορία ΕΠ
Τιμή ΠΟ	37,67%	4
Τιμή ΧΠ	10,33%	2
<b>Τελική κατάταξη</b>	<b>2,60</b>	<b>Μέτρια ευαισθησία</b>

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η λατομική περιοχή στην υφιστάμενη κατάσταση παρουσιάζει μέτρια ευαισθησία στην παρατήρηση από την ευρύτερη περιοχή. Από το τμήμα της ευρύτερης περιοχής που έχει ορατότητα της εκμετάλλευσης (37,67%) το μεγαλύτερο ποσοστό (περίπου 15%) μπορεί να παρατηρήσει τμήμα της εκμετάλλευσης σε ποσοστό από 40-80%.

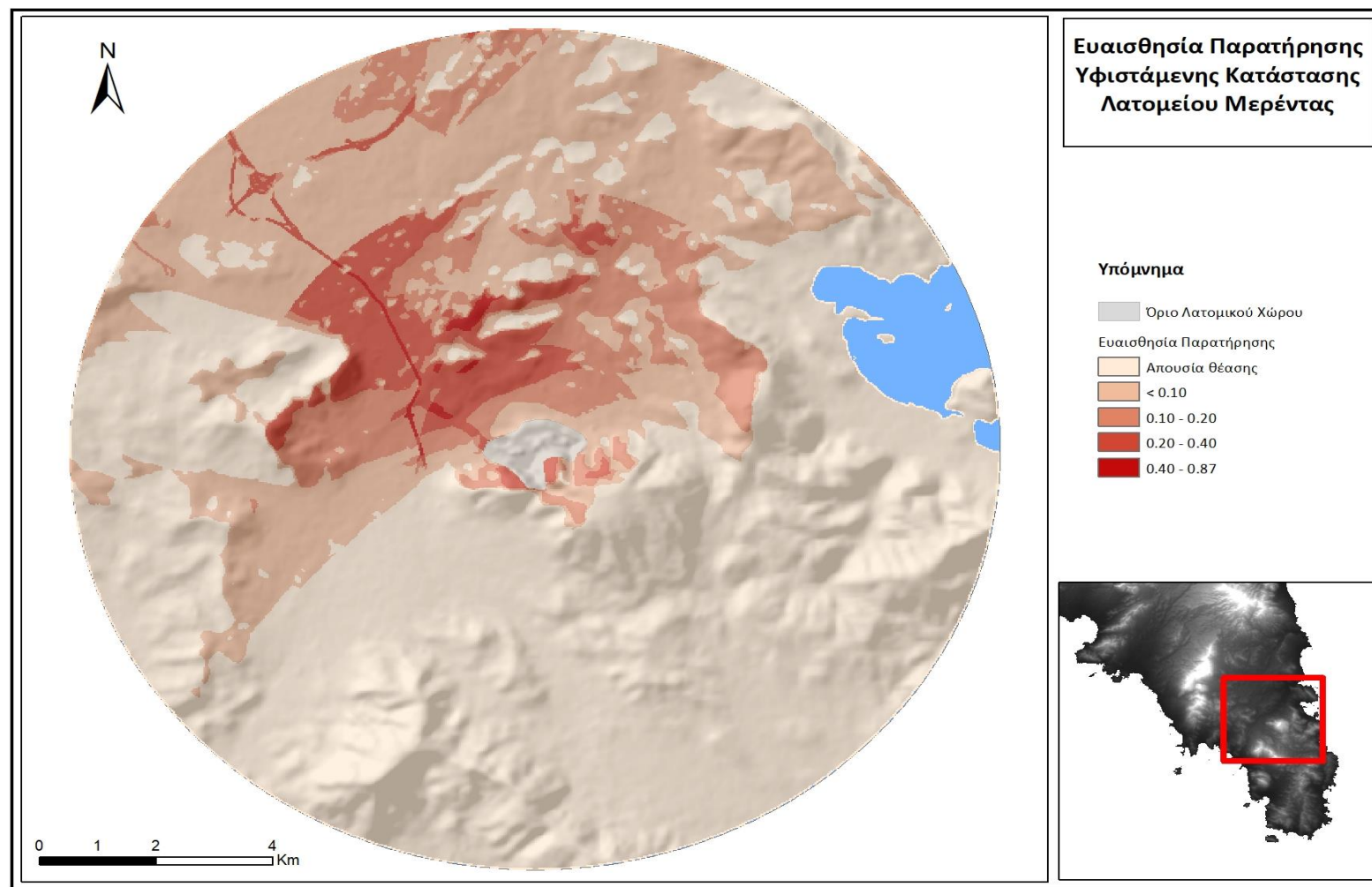




Σχήμα 4.2: Ποσοστό των θέσεων της λατομικής περιοχής (υφιστάμενη κατάσταση σε %) που είναι ορατές από κάθε σημείο της ευρύτερης περιοχής



Σχήμα 4.3 Πεδίο ορατότητας λατομικής έκτασης (σε %, υφιστάμενη κατάσταση), από την ευρύτερη περιοχή



Σχήμα 4.4: Ευαισθησία παρατήρησης υφιστάμενης κατάστασης από τις διάφορες θέσεις της ευρύτερης περιοχής

### 4.3 Οπτική ανάλυση εναλλακτικού σχεδιασμού λατομικού χώρου

Ακολουθώντας την ίδια μεθοδολογία με πριν έγινε και η ανάλυση του εναλλακτικού σχεδιασμού του λατομικού χώρου. Έτσι λοιπόν προκύπτει:

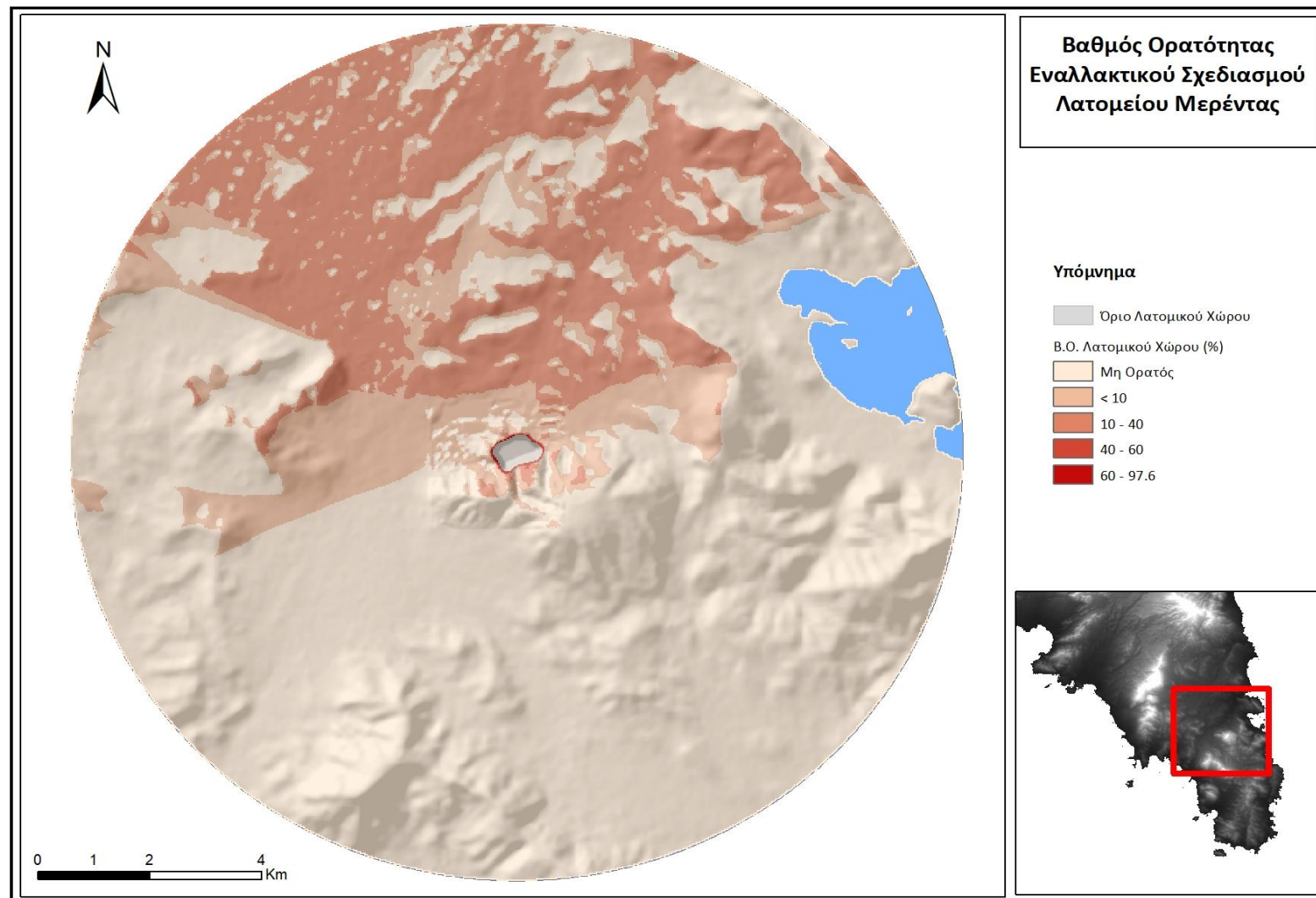
Πίνακας 4.8: Βαθμός θέασης χώρου της λατομικής περιοχής στον εναλλακτικό σχεδιασμό

Ορατές θέσεις λατομικής περιοχής	Ποσοστό βαθμού θέασης χώρου	Ποσοστό ευρύτερης περιοχής
0	0%	68,62%
1-63	10%	12,36%
64-253	40%	18,98%
254-380	60%	0,01%
380-618	97,6%	0,03%
<b>Σύνολο</b>		100%

Πίνακας 4.9: Τελική κατάταξη της λατομικής περιοχής στον εναλλακτικό σχεδιασμό ως προς την ευαισθησία παρατήρησης (ΕΠ)

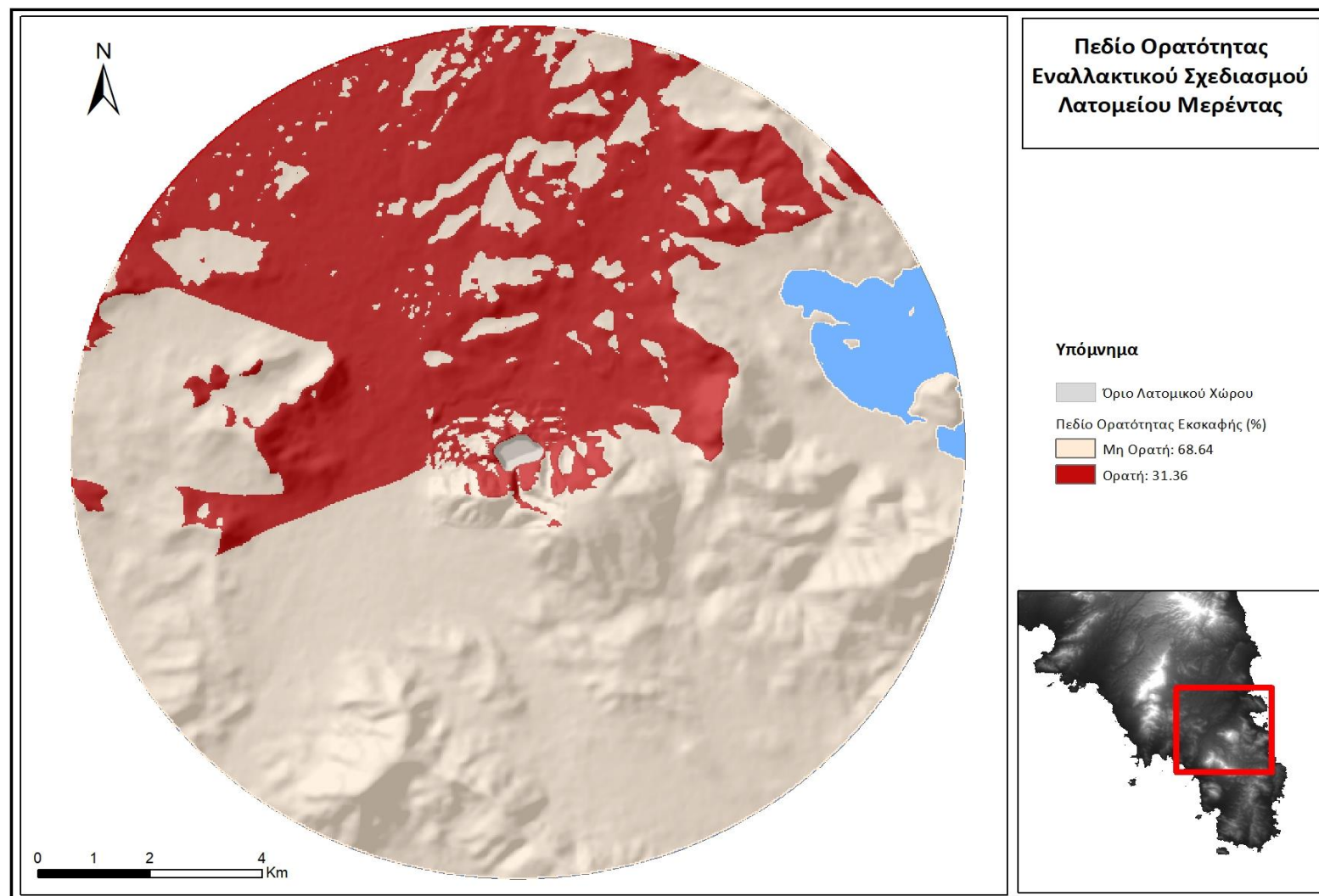
Δείκτες	Ποσοστό	Κατηγορία ΕΠ
Τιμή ΠΟ	31,38%	4
Τιμή ΧΠ	2,43	1
<b>Τελική κατάταξη</b>	<b>1,90</b>	<b>Χαμηλή ευαισθησία</b>

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, ο εναλλακτικός σχεδιασμός στην λατομική περιοχή στην υφιστάμενη κατάσταση παρουσιάζει χαμηλή ευαισθησία στην παρατήρηση από την ευρύτερη περιοχή. Από το τμήμα της ευρύτερης περιοχής που έχει ορατότητα της εκμετάλλευσης (31,38%) το μεγαλύτερο ποσοστό (περίπου 19%) μπορεί να παρατηρήσει τμήμα της εκμετάλλευσης σε ποσοστό από 10-40%.

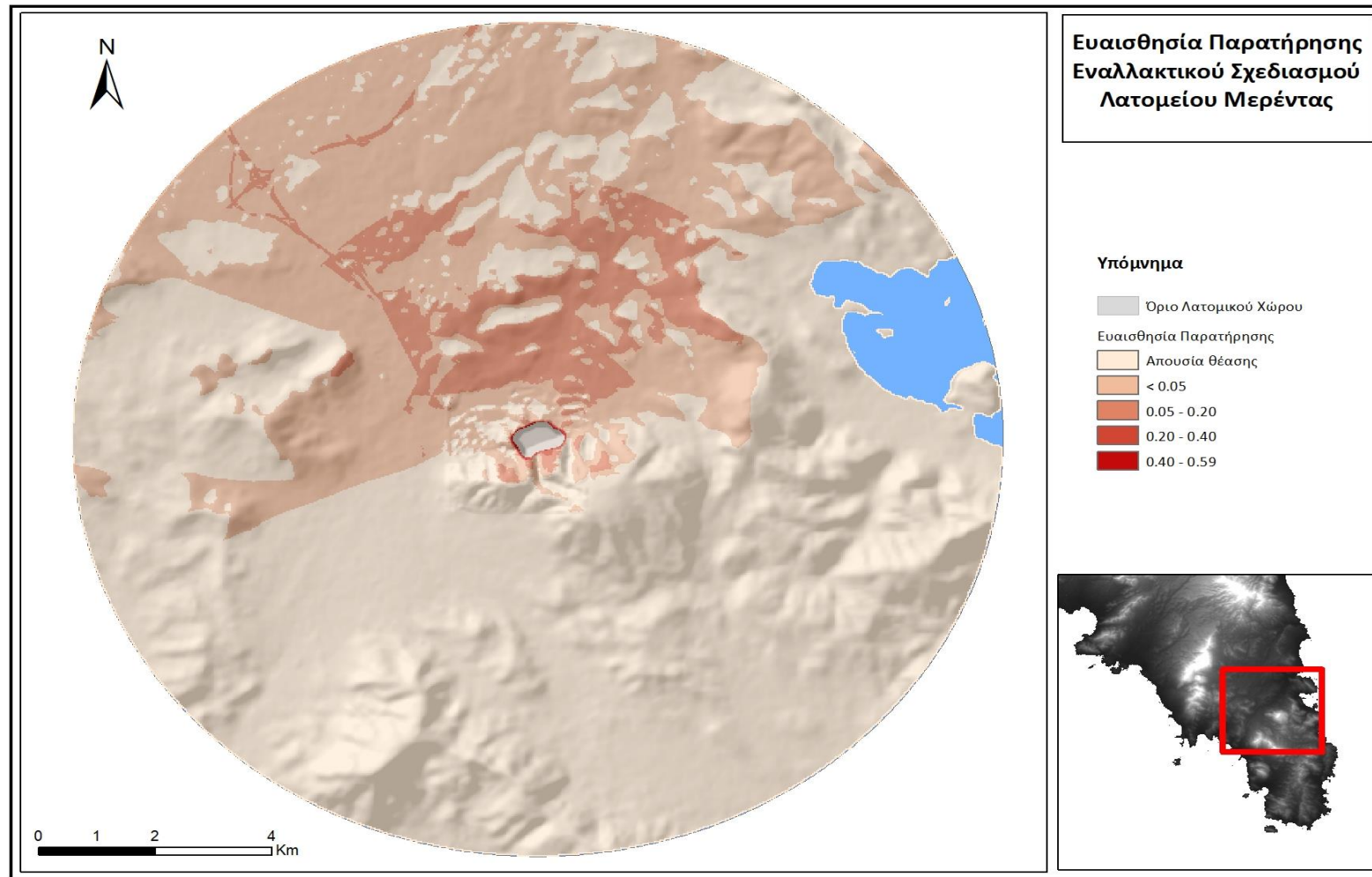


Σχήμα 4.4: Ποσοστό των θέσεων της λατομικής περιοχής (εναλλακτικός σχεδιασμός, σε %) που είναι ορατές από κάθε σημείο της ευρύτερης περιοχής.





Σχήμα 4. Πεδίο ορατότητας λατομικής έκτασης (σε %, εναλλακτικού σχεδιασμού), από την ευρύτερη περιοχή



Σχήμα 4.6: Ευαισθησία παρατήρησης εναλλακτικού σχεδιασμού από τις διάφορες θέσεις της ευρύτερης περιοχής

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

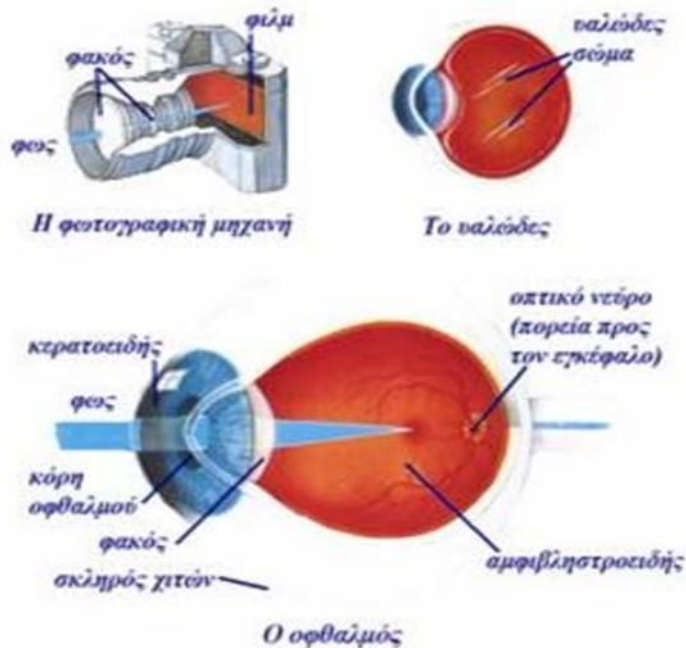
## Φυσιολογία οφθαλμού και μοντέλα οπτικής αναζήτησης

### 5.1. Φυσιολογία Οφθαλμού

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία θα μελετήσουμε την οπτική ρύπανση ενός τοπίου μέσω της καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων του ανθρώπου. Προκειμένου να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος ένα τοπίο, καθώς επίσης και τη διαδικασία με την οποία διεξάγεται η οπτική εξερεύνηση σε αυτό θα πρέπει να πραγματοποιηθεί η ανάλυση κάποιων βασικών εννοιών της φυσιολογίας - λειτουργίας του οφθαλμού.

Για το Πρόσθιο τμήμα:

- Το εισερχόμενο φως προσπίπτει στον κερατοειδή χιτώνα
- Αφού το φως υποστεί διάθλαση προσπίπτει στην κόρη
- Η κόρη, μεταβάλλοντας το άνοιγμα της, ρυθμίζει το ποσοστό ακτινοβολίας που μπορεί να εισέλθει χωρίς να προκληθεί βλάβη και το φως προσπίπτει στο φακό.



Εικόνα 5.1 Λειτουργία της όρασης

(Πηγή:<http://www.iatronet.gr/ygeia/ofthalmologia/article/14009/diorthwsi-mywpias-ypermetrwpias-kai-astigmatismoy-me-laser.html> )



Χαρακτηριστικό παράδειγμα για την διευκόλυνση της κατανόησης της λειτουργίας του αποτελεί η συσχέτιση του οφθαλμού με μία ευρυγωνική φωτογραφική μηχανή καθώς καλύπτει ένα τόξο της τάξεως των 600 από το κέντρο θέασης (MacEachren, 2004).

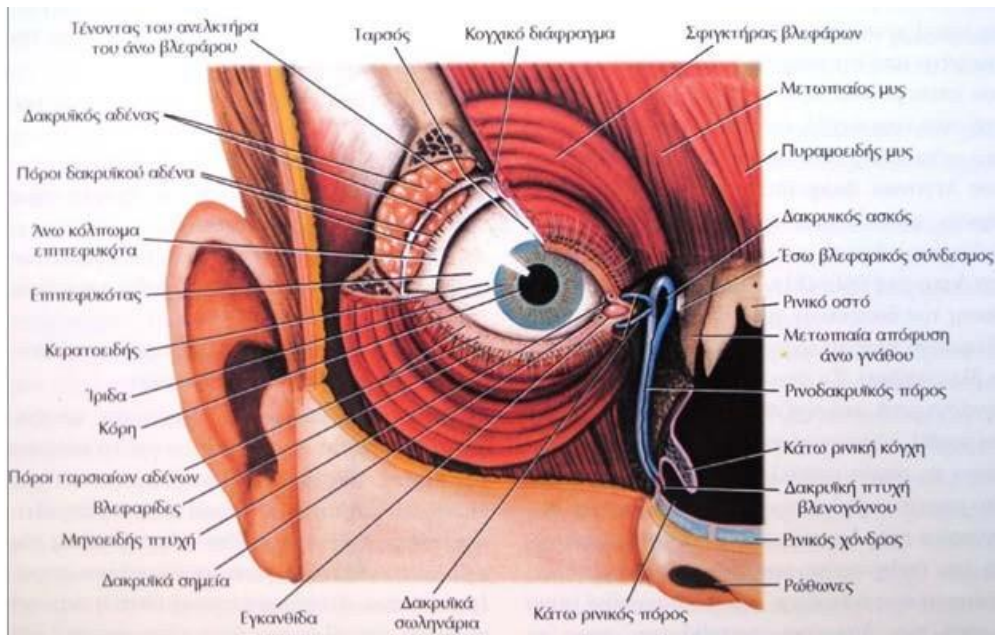
Τα στάδια τα οποία περιλαμβάνει η λειτουργία της όρασης είναι τρία. Συνοπτικά:

1. Ο οφθαλμός συλλέγει την πληροφορία μίας εικόνας ή ειδώλου με τη βοήθεια του αμφιβληστροειδούς χιτώνα (retina).
2. Το οπτικό νεύρο (optic nerve) επεξεργάζεται - κωδικοποιεί την πληροφορία και τη μεταβιβάζεται στον εγκέφαλο.
3. Ο εγκέφαλος ανασχηματίζει την αρχική πληροφορία και ολοκληρώνει την τελική επεξεργασία για την κατανόηση του ερεθίσματος

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί το όργανο αντίληψης είναι τα μάτια (οφθαλμοί) και τα επιμέρους τμήματα που συνθέτουν τον οφθαλμό, συνοπτικά, είναι τα εξής:

- Ο οφθαλμικός βολβός
- Τα βλέφαρα
- Η δακρυϊκή συσκευή
- Οι οφθαλμοκινητικοί μύες

Αξίζει, επίσης, να επισημανθεί πως αν τα μάτια δεν παρουσίαζαν “συζυγή” , δηλαδή σύγχρονη κίνηση θα κινούνταν άσκοπα προς όλες τις κατευθύνσεις. Για την κίνηση των οφθαλμών και προκειμένου να καθίσταται εφικτή η εστίαση σε κάποιο συγκεκριμένο στόχο, αξιοποιείται μια σειρά από οφθαλμοκινητικούς μύες.



Εικόνα 5.2 Τμήματα σύνθεσης του οφθαλμού (Πηγή: [http://www.med.auth.gr/depts/aophthalm/gr/docs/Mathimata\\_Foittwn-Anatomia\\_Physiologia.pdf](http://www.med.auth.gr/depts/aophthalm/gr/docs/Mathimata_Foittwn-Anatomia_Physiologia.pdf))

## 5.2 Οι οφθαλμικές κινήσεις

Όλες οι πρωτεύουσες κινήσεις που χρησιμοποιούνται για την επανατοποθέτηση του βοθρίου είναι αποτέλεσμα συνδυασμού βασικών τύπων οφθαλμοκινήσεων. Σύμφωνα με τον Robinson (1968), οι βασικές οφθαλμοκινήσεις που πραγματοποιούνται με τη βοήθεια των οφθαλμοκινητικών μυών είναι οι εξής:

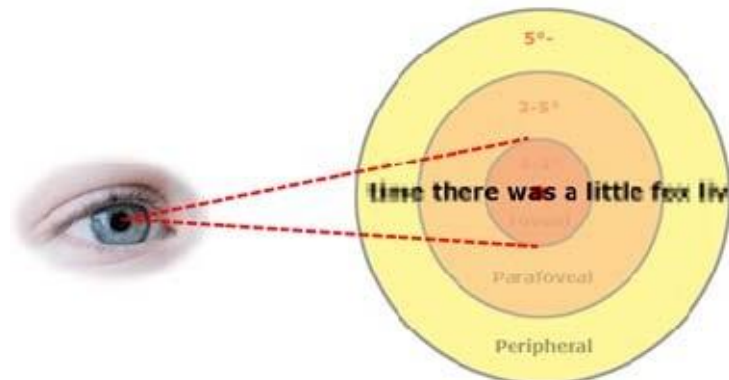
- οι σακκαδικές κινήσεις
- οι κινήσεις ομαλής παρακολούθησης
- οι κινήσεις σύγκλισης
- οι εστιάσεις - προσηλώσεις
- ο οπτικοκινητικός νυσταγμός
- ο διαδρομικός νυσταγμός
- ο αυθόρμητος νυσταγμός
- οι περιστροφικές κινήσεις

Η παρούσα εργασία βασίστηκε στην καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων των συμμετεχόντων που έλαβαν μέρος στη σχετική πειραματική διαδικασία.

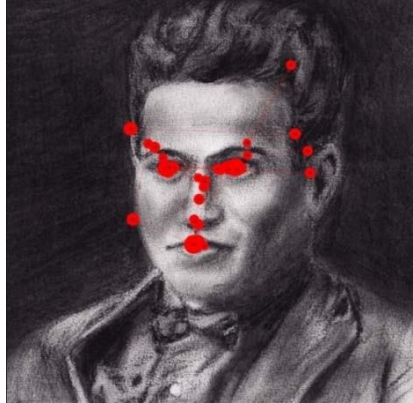
Οι οφθαλμικές κινήσεις που λήφθηκαν υπόψη για την έρευνα του βαθμού επιρροής της θέσης ενός στοιχείου ενδιαφέροντος, ήταν οι κινήσεις προσήλωσης και οι σακκαδικές κινήσεις. Αυτές αποτέλεσαν τη βάση για την εξαγωγή διαφόρων παράγωγων μεγεθών που ήταν απαραίτητα για την μελέτη του ερευνητικού ερωτήματος. Παρακάτω θα αναλύσουμε μόνο τις προσηλώσεις και τις σακκαδικές κινήσεις που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα διπλωματική εργασία.

### 5.2.1. Προσηλώσεις (fixations)

Γενικά, ως προσήλωση είναι δυνατόν να οριστεί η διατήρηση του βλέμματος σε μία συγκεκριμένη τοποθεσία - αντικείμενο (Εικόνα 5.4). Πιο συγκεκριμένα, όμως, ως προσήλωση ορίζεται η οφθαλμοκίνηση η οποία σταθεροποιεί τη θέση του αμφιβληστροειδούς χιτώνα (κεντρικού βοθρίου) σε ένα ακίνητο αντικείμενο ενδιαφέροντος έτσι ώστε να επιτυγχάνεται προσεκτική παρατήρηση. Περίπου το 90% του χρόνου όρασης αφιερώνεται στις προσηλώσεις (Irwin 1992). Σύμφωνα με τους Viviani (1990), Goldberg & Kotval (1999) και Duchowski (2007), η ελάχιστη διάρκεια τους κυμαίνεται από 100ms έως 150ms, ενώ ο μέσος όρος μιας τυπικής οφθαλμοκίνησης προσήλωσης κυμαίνεται από 250ms έως 300ms. Άλλες στατιστικές μετρήσεις αναφέρουν πως το χρονικό τους εύρος κυμαίνεται από 150ms έως 600ms (Irwin 1992), είτε από 100ms έως 1000ms (Brodersen et al., 2001). Το εύρος τους – παρατηρώντας ένα αντικείμενο - στόχο – κυμαίνεται από 20 έως 30 κινήσεις από το κέντρο αυτού (Robinson, 1979).



Εικόνα 5.3.: Εύρος προσήλωσης, περιοχή καθαρής όρασης  
( Πηγή:[http://eyetracking.me/?page\\_id=9](http://eyetracking.me/?page_id=9) )



Εικόνα 5.4.: Απεικόνιση οφθαλμικών προσηλώσεων σε πίνακα ζωγραφικής

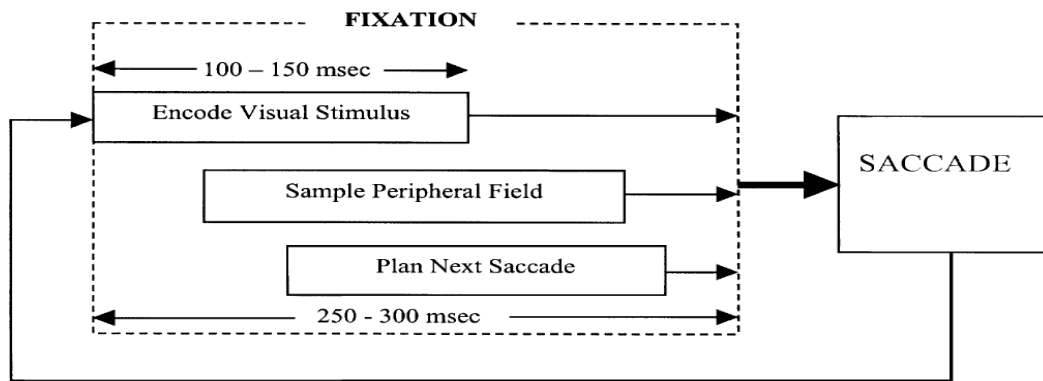
(Πηγή: <http://www.arts.auckland.ac.nz/en/about/news/2016/11/learn-from-the-eyes-of-experts.html>)

Ωστόσο, κατά τη διάρκεια μίας προσήλωσης πραγματοποιούνται μερικές οφθαλμικές μικρό-κινήσεις (miniature eye movements) οι οποίες είναι: το τρέμουλο (tremor, φυσιολογικός νυσταγμός), οι κινήσεις διολίσθησης (drifts, δηλαδή καμπυλοειδείς κινήσεις που γίνονται ταυτόχρονα με το τρέμουλο και μεταξύ των μικροσακκαδικών) και οι μικροσακκαδικές (microsaccades, που επαναφέρουν το είδωλο στο βοθρίο που μετατοπίστηκε λόγω των προαναφερθέντων κινήσεων διολίσθησης).

Τέλος, σύμφωνα με τους Goldberg & Kotval (1999), υπάρχει μία ακολουθία διαφορετικών διαδικασιών κατά τη διάρκεια μίας προσήλωσης η οποία είναι:

- Η κωδικοποίηση της οπτικής πληροφορίας για την απόδοση της γενικής εικόνας.
- Η πραγματοποίηση δειγματοληψίας του περιφερειακού οπτικού πεδίου ώστε να καθοριστεί η μετέπειτα περιοχή που περιέχει σημαντική πληροφορία.
- Ο προγραμματισμός της επόμενης σακκαδικής κίνησης που θα οδηγήσει σε νέα προσήλωση.

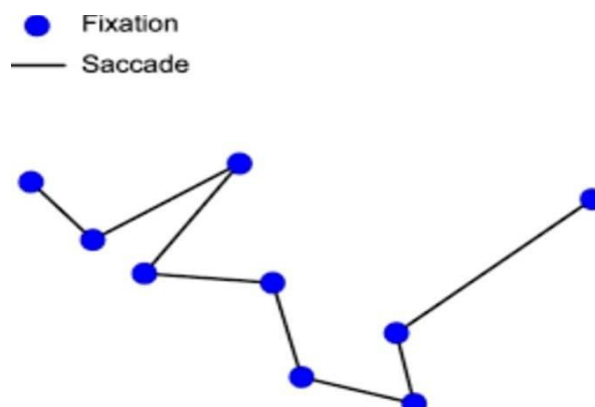
Αυτές οι διαδικασίες επικαλύπτονται χρονικά και είναι δυνατόν να συμβαίνουν παράλληλα. Στην Εικόνα 5.5, παρουσιάζονται τα διαφορετικά γεγονότα που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια μιας τυπικής προσήλωσης (fixation).



Εικόνα 5.5.: Διάγραμμα ροής γεγονότων μίας τυπικής προσήλωσης (Πηγή: 1999, Goldberg & Kotval)

### 5.2.2 Σακκαδικές Κινήσεις (saccades)

Ως σακκαδικές κινήσεις ορίζονται οι ηθελημένες ή αντανακλαστικές σπασμωδικές κινήσεις των ματιών, οι οποίες ξεπερνάνε τις εκατό χιλιάδες ανά ημέρα (100.000/day). Σύμφωνα με Duchowski (2007) είναι οι ταχείες κινήσεις των ματιών μας που βοηθούν την ανατοποθέτηση του βοθρίου για την μετέπειτα «σάρωση» μίας οπτικής σκηνής - εικόνας. Είναι, δηλαδή, η ενδιάμεση κίνηση μεταξύ δύο προσηλώσεων. Συμβαίνουν περίπου τέσσερις (4) φορές το δευτερόλεπτο. Κατά τη διάρκεια πραγματοποίησής τους, ουσιαστικά δεν υπάρχει διαυγής όραση και αυτό το φαινόμενο λέγεται “σακκαδική καταστολή” (saccadic suppression). Πειράματα έχουν δείξει πως κατά την διάρκεια αυτών των “αλμάτων” ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται μεν αυτές τις εικόνες, ωστόσο, οι εικόνες είναι θολές σε σύγκριση με αυτές των προσηλώσεων. Έτσι, οι καθαρές εικόνες υπερτερούν των θολών με αποτέλεσμα τη συνειδητή αντίληψη μόνο των εικόνων που προκύπτουν από τις προσηλώσεις. Πιο απλά, ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται τις προβαλλόμενες εικόνες, μόνο όταν προσηλώνει σε αυτές. Μία σακκαδική κίνηση ακολουθείται πάντα από μία προσήλωση (Εικόνα 5.6).



Εικόνα 5.6.: Ακολουθία προσήλωση - σακκαδικής κίνησης (Πηγή: <http://content.iospress.com/articles/semantic-web/sw163>)

Η ταχύτητα τους αγγίζει τις 7000/sec και αποτελούν το πιο γρήγορο είδος οφθαλμικών κινήσεων. Ωστόσο, η ταχύτητα τους είναι ακούσια και καθορίζεται από την εκκεντρότητα του στόχου. Η διάρκεια τους κυμαίνεται από 10ms έως 100ms ενώ το εύρος τους κυμαίνεται από 10 έως 200 κινήσεις (για εύρος μεγαλύτερο των 200 συμμετέχει και το κεφάλι). Επιπλέον, οι οφθαλμικές κινήσεις αποκαλύπτουν κατά κάποιο τρόπο τη στρατηγική που χρησιμοποιείται από κάποιο παρατηρητή κατά τη διερεύνηση μια οπτικής σκηνής. Κάθε “σκανάρισμα” αντανακλά και προδίδει τη πρόθεση του τελευταίου. Τέλος, είναι δυνατή η ύπαρξη τους σε σκοτοπικές συνθήκες, δηλαδή χωρίς την ύπαρξη κάποιου στόχου.

### 5.3 Κατηγορίες οπτικής αναζήτησης

Το ερώτημα για το πώς αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος μία οπτική σκηνή μέσω των κινήσεων των ματιών του, είναι δυνατόν να μοντελοποιηθεί σε γενικές γραμμές μέσω της διαδικασίας που έχει επικρατήσει να ονομάζεται “οπτική αναζήτηση”. Με άλλα λόγια, ο όρος οπτική αναζήτηση αναφέρεται στη “συγκέντρωση οπτικών διαδικασιών που επιτρέπουν τον εντοπισμό αυτού που αναζητείται, χρησιμοποιώντας τη χωρική προσοχή για την σύνδεση των χαρακτηριστικών των αντικειμένων”, σύμφωνα με τον Vecera (2000). Οι διαδικασίες κατά τις οποίες πραγματοποιείται η οπτική αναζήτηση μια οπτικής σκηνής αποτέλεσε και συνεχίζει να αποτελεί αντικείμενο μελέτης της επιστήμης της ψυχολογίας. Ωστόσο, οι διαδικασίες αναζήτησης μίας οπτικής σκηνής είναι άμεσα συνυφασμένες με τα λατομικά τοπία και με την παρατήρηση αυτών, καθώς προσφέρουν πολλές πληροφορίες για τον τρόπο αντίληψης αυτών των τοπίων, τις οπτικές επιπτώσεις τους και την αποτελεσματικότητα ανάπλασης τους. Παρακάτω πραγματοποιείται μια συνοπτική ανάλυση των ειδών οπτικής αναζήτησης και των συναφών μοντέλων που κατά καιρούς έχουν προταθεί.

Σε μία προσπάθεια κατηγοριοποίησης των ειδών οπτικής αναζήτησης, οι Neisser (1967) και Kinchla (1974) διέκριναν μία σειρά κατηγοριών. Ο πρώτος εισήγαγε την καινοτόμα ιδέα του σταδίου προ-προσοχής της οπτικής αναζήτησης. Σύμφωνα με αυτή την ιδέα, ότι βρίσκεται μέσα στο ορατό μας οπτικό πεδίο μπορεί να υποστεί επεξεργασία με μία ματιά. Ωστόσο, ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η οπτική εξερεύνηση σε μία οπτική σκηνή, καθώς επίσης και τα είδη της έχουν αποτελέσει στοιχεία μελέτης ψυχολόγων και άλλων μελετητών με αποτέλεσμα την διάκρισή της σε τέσσερις επιμέρους κατηγορίες, οι οποίες είναι:

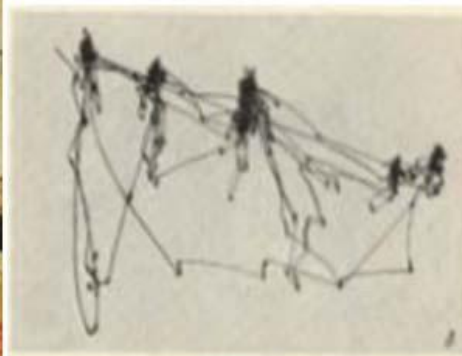
1. Οι Σειριακές και Παράλληλες αναζητήσεις
2. Οι Αποτελεσματικές και Μη-Αποτελεσματικές αναζητήσεις
3. Οι αναζητήσεις Προσοχής, προ-Προσοχής και μη-Προσοχής ή Απρόσεκτες
4. Ελεύθερη και Κατευθυνόμενη παρακολούθηση - αναζήτηση



Πιο αναλυτικά παρακάτω θα περιγράψουμε την κατηγορία 4 ελεύθερης και κατευθυνόμενης αναζήτησης-παρακολούθησης. Η ελεύθερη αναζήτηση είναι αυτή που χρησιμοποιήθηκε τελικά στη πειραματική διαδικασία.

### 5.3.1 Ελεύθερη και Κατευθυνόμενη παρακολούθηση - αναζήτηση

Κατά την κατευθυνόμενη (goal driven) παρακολούθηση, δίνονται οδηγίες στον παρατηρητή που αφορούν το αντικείμενο παρατήρησης, καθώς επίσης και στον τρόπο διεξαγωγής της, με σκοπό την ολοκλήρωση της αποστολής/ του έργου (task), και, επομένως, και τον τερματισμό της. Σύμφωνα με τον Steinke (1987), οι οδηγίες που δίνονται στους παρατηρητές έχουν άμεσο αντίκτυπο στην αντιληπτική, καθώς επίσης και στη γνωστική διαδικασία. Οι παρατηρητές που καλούνται να επιτελέσουν ένα (γνωσιακό) έργο (για παράδειγμα, βρες το λατομείο), δείχνουν να αντιλαμβάνονται αμέσως και σε αρκετά μεγάλο βαθμό τις σημαντικές περιοχές του οπτικού πεδίου είτε εμπεριέχει μια οπτική σκηνή ενός τοπίου, είτε ένα κείμενο με τίτλο και επικεφαλίδες. Στην Εικόνα 5.7 παρουσιάζεται η πορεία της οπτικής αναζήτησης στην περίπτωση της κατευθυνόμενης παρακολούθησης. Κατά αυτή τη κατηγορία παρακολούθησης - αναζήτησης υπάρχει αλληλεπίδραση του γνωστικού και προ-γνωστικού σταδίου παρατήρησης.



Οδηγία: Ποιες οι ηλικίες  
των ανθρώπων

Εικόνα 5.7.: Καταγραφή οφθαλμικών κινήσεων κατευθυνόμενης παρακολούθησης (Πηγή: Yarbus 1967)

Κατά την ελεύθερη παρακολούθηση, όπου και βασίζεται η παρούσα έρευνα, επιτρέπεται στον συμμετέχοντα να παρατηρήσει το προβαλλόμενο ερέθισμα ελεύθερα. Ωστόσο, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επιδρούν σε αυτή τη διαδικασία, όπως το α) σχήμα, β) χρώμα, γ) μέγεθος, δ) η κίνηση, ε) ο προσανατολισμός, ζ) ιδιότητες Gestalt (εγγύτητα, ομοιότητα, σχετική κίνηση κλπ., τα οποία θα αναλυθούν εκτενέστερα στην αμέσως επόμενη ενότητα. Σύμφωνα με τον Board C. (1987), μία ελεύθερη παρακολούθηση στην ουσία ασχολείται με ό,τι “τραβάει” την προσοχή ενός παρατηρητή. Αυτό ήταν και εξακολουθεί να είναι το αντικείμενο πολλών μελετητών σχετικών με τις

οφθαλμοκινήσεις και την καταγραφή τους. Ωστόσο, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επιδρούν σε αυτή τη διαδικασία, όπως το α) σχήμα, β) χρώμα, γ) μέγεθος, δ) η κίνηση, ε) ο προσανατολισμός, ζ) ιδιότητες Gestalt (εγγύτητα, ομοιότητα, σχετική κίνηση κλπ.), τα οποία θα παρουσιαστούν αναλυτικά στην επόμενη ενότητα. Στην Εικόνα 5.8 παρουσιάζεται η πορεία της οπτικής αναζήτησης στην περίπτωση της ελεύθερης παρακολούθησης.



Εικόνα 5.8.: Καταγραφή οφθαλμικών κινήσεων ελεύθερης παρακολούθησης (Πηγή: Yarbus 1967)

#### **5.4 Χαρακτηριστικά που προσελκύουν την προσοχή**

Η οπτική προσοχή μπορεί να περιγραφεί ως η διαδικασία επιλογής της πληροφορίας που παρατηρείται σε μία οπτική σκηνή. Επίσης, ως επιλεκτική οπτική προσοχή μπορεί να οριστεί η ικανότητα εποπτείας ενός συγκεκριμένου αντικειμένου ή μίας συγκεκριμένης περιοχής του οπτικού πεδίου, ενώ παράλληλα πραγματοποιείται αγνόηση των ερεθισμάτων που έχουν χαρακτήρα διασπαστικό. Έχει παρατηρηθεί πως τα πιο απλά χαρακτηριστικά είναι αυτά που καθοδηγούν την οπτική αναζήτηση, ενώ για πιο σύνθετα χαρακτηριστικά απαιτείται επικέντρωση της προσοχής του παρατηρητή. Στο πρωταρχικό της στάδιο (primary vision), η αντιληπτή πληροφορία που υφίσταται επεξεργάζεται σε στάδιο προ-προσοχής και χρησιμοποιείται για την καθοδήγηση της αναζήτησης στο στάδιο της προσοχής. Η πληροφορία σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά εκείνα που έχουν την ιδιότητα να προεξέχουν (pop-out) εντός της οπτικής σκηνής. Επομένως, τα χαρακτηριστικά αυτά παρατηρούνται στο στάδιο προ-προσοχής (pre-attentive features).

Τα πειράματα που χρησιμοποιούνται για την εύρεση αυτών των χαρακτηριστικών δεν έχουν τη δυνατότητα να είναι πλήρως αντικειμενικά. Ωστόσο, κατά καιρούς προτάθηκαν διάφορες μεθοδολογίες με πιο χαρακτηριστική την περίπτωση εντοπισμού ενός αντικειμένου με μοναδικό χαρακτηριστικό ούτως ώστε να υπάρχει η μικρότερη δυνατή αλληλεπίδραση με τους “περισπαστές”. Ο Bertin (1967/1983), στην προσπάθεια καθορισμού των χαρακτηριστικών αυτών, αναφέρει πως πιθανές οπτικές μεταβλητές που

παρατηρούνται στο στάδιο προ-προσοχής (pre-attentive features) είναι το σχήμα, το μέγεθος, ο προσανατολισμός, η απόχρωση του χρώματος και η ένταση του. Εντούτοις, ο χαρακτηρισμός των προαναφερθέντων χαρακτηριστικών ως πιθανών δεν επικυρώνεται από κάποια εμπειρική απόδειξη. Οι Treisman & Gelade (1980) και Treisman (1988) κατέταξαν στα χαρακτηριστικά προ-προσοχής το χρώμα, τον προσανατολισμό, την κίνηση και το μέγεθος, καθώς ένα αντικείμενο με μοναδικό χρώμα (πχ. άσπρο ανάμεσα στα μαύρα ή κόκκινο ανάμεσα σε πράσινα) γίνεται άμεσα αντιληπτό, όπως επίσης ένα κατακόρυφα προσανατολισμένο στοιχείο ανάμεσα σε οριζοντίως προσανατολισμένα γίνεται άμεσα αντιληπτό κ.ο.κ. Η εν συνεχεία μελέτη των Treisman & Gormican (1988) και των Treisman & Souther (1985), υποστηρίζει πως η παρουσία ενός χαρακτηριστικού λογίζεται ισχυρότερη από την αντίστοιχη απουσία του. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο κινούμενος στόχος ανάμεσα σε ακίνητους και ο ακίνητος στόχος ανάμεσα σε κινούμενους. Στην πρώτη περίπτωση, ο κινούμενος στόχος γίνεται άμεσα αντιληπτός, ενώ, αντιθέτως, στη δεύτερη περίπτωση ο ακίνητος δύσκολα εντοπίζεται. Επιπρόσθετα, πειράματα που εξετάζουν το ποσοστό ευκολίας των παρατηρητών στη διάκριση περιοχών με ιδιότητες διαφορετικής υφής έχουν χρησιμοποιηθεί ως μία επιπλέον μέθοδος για την εξαγωγή διάφορων χαρακτηριστικών προ-προσοχής.

Τέλος, οι Wolfe & Horowitz (2004) δημιούργησαν ένα πίνακα κατανομής των χαρακτηριστικών εκείνων που παρατηρούνται στο στάδιο προ-προσοχής, με βάση την πιθανότητα τους να καθοδηγήσουν την προσοχή του εκάστοτε παρατηρητή. Έτσι, προέκυψε το σχήμα 5.1, που περιλαμβάνει τις πέντε (5) πλέον σημαντικές κατηγορίες καθοδήγησης της προσοχής, καθώς επίσης και τα χαρακτηριστικά αυτών.



Σχήμα 5.1.: Χαρακτηριστικά κατανεμημένα με βάση την πιθανότητά τους να καθοδηγήσουν την προσοχή (Πηγή: Wolfe & Horowitz 2004)

## 5.5 Τεχνικές Καταγραφής Οφθαλμικών Κινήσεων - Οπτικής Εξερεύνησης

Το ενδιαφέρον για τον προσδιορισμό της ακριβούς θέσης όπου στοχεύουν οι οφθαλμοί αποτέλεσε πεδίο έρευνας πολλών μελετητών εδώ και πολλές δεκαετίες. Με το πέρασμα του χρόνου, όλο και περισσότερες θεωρίες αναπτύχθηκαν, όλο και περισσότερες μέθοδοι και τεχνικές χρησιμοποιήθηκαν στην προσπάθεια επίτευξης αυτού του σκοπού. Η βιβλιογραφία σχετικά με την έρευνα της ψυχολογίας και της όρασης εντοπίζει δύο διαφορετικές συσκευές για την παρακολούθηση, καταγραφή και μέτρηση της διαδικασίας της οπτικής αναζήτησης:

- 1) Τη μέτρηση και καταγραφή των οφθαλμών σε σχέση με το κεφάλι του παρατηρητή,
- 2) Τη μέτρηση και καταγραφή του σημείου προσοχής του βλέμματος του παρατηρητή πάνω σε μία οπτική σκηνή.

Κατά καιρούς, διαφορετικές τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό των κινήσεων του οφθαλμού. Υπάρχουν τέσσερις ευρείες κατηγορίες διατάξεων καταγραφής και μεθόδων μέτρησης της κίνησης των οφθαλμών. Αυτές είναι:

- I. Η ηλεκτροοφθαλμογραφία/ηλεκτροοφθαλμογράφημα (Electro-OculoGraphy [EOG] )
- II. Οι φακοί επαφής σκληρού χιτώνα/ηλεκτρομαγνητικά πηνία (Scleral Contact Lens/Search Coil)
- III. Η καταγραφή με κάμερες που αναλύουν εικόνες
- IV. Η καταγραφή βίντεο της ανάκλασης της φωτεινής πηγής.

Η ηλεκτροοφθαλμογραφία/ηλεκτροοφθαλμογράφημα (EOG), κατά τα μέσα της δεκαετίας του 1970 ήταν η πιο ευρέως διαδεδομένη μέθοδος καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων (Young&Sheena, 1975). Στις μέρες μας, ίσως η πιο ευρέως διαδεδομένη τεχνική που χρησιμοποιείται, κυρίως για τον τομέα των μετρήσεων, είναι η μέθοδος που βασίζεται στην ανάκλαση του κερατοειδούς (IV). Στηρίζεται στη διαπίστωση ότι η θέση του οφθαλμού ήταν δυνατόν να προσδιοριστεί με την τοποθέτηση ηλεκτροδίων γύρω από τον μάτι, μετρώντας δυναμικά που δημιουργούνται με την κίνηση των οφθαλμών. Ανάλογα με την τοποθεσία των ηλεκτροδίων μετρώνται οι οριζόντιες συζυγείς κινήσεις και οι κινήσεις σύγκλισης. Με την τεχνική αυτή μετρώνται οι κινήσεις των οφθαλμών σε σχέση με το κεφάλι. Ωστόσο, στην περίπτωση που η τελευταία δεν προσδιορίζεται, η τεχνική αυτή καθίσταται ακατάλληλη για την καταγραφή του βλέμματος του παρατηρητή. Ένα επιπρόσθετο μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι δεν ενδείκνυται για καθημερινή χρήση εξαιτίας της ενόχλησης που δημιουργείται στον παρατηρητή η στενή επαφή των ηλεκτροδίων στο

δέρμα του. Στην Εικόνα 5.9 παρουσιάζεται ένας συμμετέχων που φέρει μία συσκευή ηλεκτροοφθαλμογραφίας.



Εικόνα 5.9.: Παράδειγμα χρήσης συσκευής ηλεκτρο-οφθαλμογραφίας (Πηγή: <http://www.wired.co.uk/article/the-eyes-have-it> )

Οι φακοί επαφής σκληρού χιτώνα/ ηλεκτρομαγνητικά πηνία (sclera contact lens/search coil) συνιστούν μία από τις πιο ακριβείς διατάξεις καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων. Η μέθοδος καταγραφής συνίσταται στην ενσωμάτωση ενός μηχανισμού επάνω στον ειδικό φακό επαφής, ο οποίος τοποθετείται επάνω στον οφθαλμό. Ο πιο συνηθής μηχανισμός χρησιμοποιεί ένα καλώδιο, το οποίο μετρά την κίνηση μέσω ενός ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Η χρήση σχετικά μεγάλου ειδικού φακού επαφής προκύπτει από την αναγκαιότητα κάλυψης του κερατοειδούς και του σκληρού χιτώνα, ούτως ώστε να μην ολισθαίνει. Ωστόσο, παρουσιάζουν δύο βασικά μειονεκτήματα. Το πρώτο αφορά στην αδυναμία υπολογισμού της θέσης του βλέμματος, όπως συμβαίνει και στην τεχνική της ηλεκτροοφθαλμογραφίας, εξαιτίας της μέτρησης του οφθαλμού σε σχέση με το κεφάλι. Το δεύτερο σχετίζεται με την δυσφορία που προκαλείται στον παρατηρητή κατά την εισαγωγή του φακού επαφής, με αποτέλεσμα την μικρή χρήση τους για την καταγραφή των κινήσεων των οφθαλμών.

Η καταγραφή με κάμερες που αναλύουν εικόνες, εμπεριέχει τεχνικές που απορρέουν από την καταγραφή της περιστροφής και μετάθεσης του οφθαλμού, την τοποθεσία του σκληρού χιτώνα, το σχήμα της κόρης καθώς επίσης και από τις αντανάκλασεις του κερατοειδούς χιτώνα που προκύπτουν από την φωτεινή πηγή υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Η καταγραφή βίντεο της ανάκλασης της φωτεινής πηγής, είναι το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα για τη μέτρηση σχετικά με ένα σημείο αναφοράς. Είναι μία από τις πλέον οικονομικές λύσεις καταγραφής των οφθαλμικών



κινήσεων, καθώς το μόνο που χρειάζεται είναι μία - δύο απλές κάμερες παρακολούθησης και ένα κατάλληλα ρυθμισμένο λογισμικό για την υποστήριξη της επεξεργασίας των εικόνων. Πραγματοποιείται με την σχετική ακινητοποίηση του κεφαλιού ώστε να επιτυγχάνεται η σταθερή σχέση μεταξύ οφθαλμών και κεφαλιού. Μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί με την μέτρηση διάφορων χαρακτηριστικών των οφθαλμικών κινήσεων, έτσι ώστε να επιτευχθεί ο διαχωρισμός της κίνησης του κεφαλιού με αυτές των οφθαλμών. Στην Εικόνα 5.10, παρουσιάζονται τρεις περιπτώσεις καταγραφής: α) με ελεύθερη κίνηση του παρατηρητή, β) με ακινητοποίηση του παρατηρητή και γ) με ελεύθερη κίνηση του παρατηρητή στην περίπτωση ενσωμάτωσης ολόκληρου του συστήματος καταγραφής στη συσκευή.



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 5.10.: Καταγραφή με α) ελεύθερη κίνηση του παρατηρητή, β) ακινητοποίηση του παρατηρητή και γ) ελεύθερη κίνηση του παρατηρητή εφόσον είναι ενσωματωμένο ολόκληρο το σύστημα

(Πηγή: ViewPoint Eye Tracker)

Καμία από αυτές τις τεχνικές δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως τέλεια, με βάση τις καταλληλότερες προϋποθέσεις που έθεσαν οι Scott & Findlay (1991). Για να καλύπτουν πλήρως όλες τις προϋποθέσεις χρηστικότητας θα πρέπει να:

- υπάρχει δυνατότητα χρησιμοποίησης σε περισσότερους από έναν παρατηρητές
- υπάρχει δυνατότητα κίνησης και των δύο οφθαλμών
- μπορεί να υπολογίζει και τους τρεις βαθμούς γωνιακής περιστροφής
- παρέχει ανεμπόδιστο οπτικό πεδίο με καλή πρόσβαση στο κεφάλι και στο πρόσωπο



- μην υπάρχει επαφή της συσκευής με τον παρατηρητή
- παρέχει τη δυνατότητα τεχνητής σταθεροποίησης της εικόνας του αμφιβληστροειδούς
- συμπεριλαμβάνει ακρίβεια αρχικά μερικών λεπτών της μοίρας και πιο συγκεκριμένα, ενός λεπτού της μοίρας ώστε να εξασφαλίζεται ο εντοπισμός ακόμα και των μικρότερων αλλαγών τοποθεσίας του οφθαλμού
- έχει δυνατότητα καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων έως 450 με ταχύτητες από 1arcmin/sec έως 8000/sec
- προσφέρει τη δυνατότητα απόκρισης σε πραγματικό χρόνο
- διαθέτει συχνότητα δειγματοληψίας μεγαλύτερη των 100Hz

Σύμφωνα με τους Glenstrup et al.,(1995), οι βασικότερες τεχνικές ανάκλασης του φωτός που επιτυγχάνονται με την αξιοποίηση αυτών των καμερών είναι:

- Η ανίχνευση της περιφέρειας του κερατοειδούς χιτώνα (ανάκλαση της ίριδας και του σκληρού χιτώνα)
- Εντοπισμός κόρης οφθαλμού (pupil tracking), με διαχωρισμό της κόρης από την ίριδα του οφθαλμού με χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας
- Σχέση ανάκλασης κόρης και κερατοειδούς χιτώνα (video-based combined pupil- corneal reflection)
- Ανάκλαση από τον κερατοειδή χιτώνα του οφθαλμού και καταγραφή της εικόνας του με τη βοήθεια τεχνικού νευρωνικού δικτύου
- Διπλή προβολή ειδώλων Purkinje (εντοπισμός οφθαλμού με σχετικό εντοπισμό της θέσης του πρώτου και του τετάρτου ειδώλου Purkinje με την πρόσπτωση υπέρυθρου φωτός στον οφθαλμό).

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## Ανάλυση πειραματικής διαδικασίας - κατασκευή τρισδιάστατων φωτορεαλιστικών μοντέλων - το λογισμικό Eye Tracking

### **6.1 Ανάλυση πειραματικής διαδικασίας**

Στο συγκεκριμένο μέρος της εργασίας θα αναλυθούν οι παράμετροι της πειραματικής διαδικασίας (θεωρητικό υπόβαθρο-δημιουργία φωτορεαλιστικών απεικονίσεων-κυρίως πείραμα), το ίδιο το λογισμικό Eye Tracking της Arrington Research και η συμβολή των παραπάνω στην καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων και της οπτικής όχλησης από τις διαφορετικές εκμεταλλεύσεις.

#### 6.1.1 Προετοιμασία πειραματικής διαδικασίας

*Εικονική πραγματικότητα-κατασκευή τρισδιάστατων φωτορεαλιστικών μοντέλων*

Για να μελετήσουμε σε βάθος, μέσω της καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων, την οπτική ρύπανση της εκμετάλλευσης του λατομικού χώρου Μερέντα (αναλύεται σε προηγούμενα κεφάλαια) προχωρήσαμε στην δημιουργία φωτορεαλιστικών απεικονίσεων της υφιστάμενης κατάστασης και του εναλλακτικού σχεδιασμού και ύστερα της χρησιμοποιήσαμε ως αντικείμενο παρατήρησης. Παρακάτω αναφέρεται συνοπτικά, η μεθοδολογία κατασκευής των φωτορεαλιστικών απεικονίσεων.

Είναι φανερό, ότι η επιτυχία μιας CAD οπτικοποίησης έγκειται σε μεγάλο βαθμό στην δυνατότητα του τελικού αποδέκτη να αποκωδικοποιήσει τα μηνύματα που αυτή μεταφέρει και μάλιστα στον σύντομο χρόνο της παρουσίασης της. Έτσι, είναι σημαντικό, οι διάφορες τεχνικές προσομοίωσης να εφαρμοστούν με τρόπο τέτοιο, ώστε να αποδίδεται όχι πάντα η πιστότερη αναπαράσταση της πραγματικής ανθρώπινης οπτικής γωνίας, αλλά πολλές φορές πιο αφηρημένες μορφές με σκοπό την επικέντρωση του ενδιαφέροντος των θεατών σε ένα διαφορετικό επίπεδο. Ως παραδείγματα για τα παραπάνω, μπορούμε να αναφέρουμε την διαφορά στις απεικονίσεις μιας αλλαγής στη μορφολογία του τοπίου, η οποία συνήθως παρουσιάζεται ως μια εικονική μακέτα - η λιτότητα της οποίας τονίζει την αλλαγή αυτή- και μιας προσπάθειας αποκατάστασης, η οποία θα πρέπει να μεταφέρει την πραγματικότητα που θα βιώσει ο επισκέπτης του μελλοντικού χώρου και άρα θα πρέπει να ενσωματώσει στο μέγιστο τα μεταβλητά εκείνα στοιχεία (δέντρα, αναπαραστάσεις ανθρωπίνων μορφών κλπ.) που δίνουν την αίσθηση της παρουσίας σε ένα μη τεχνητό περιβάλλον. Σε κάθε περίπτωση, μέτρο για την επιτυχία κάθε τέτοιας παρουσίασης είναι η αναστολή της φυσιολογικής

δυσπιστίας του ανθρώπου προς την αναλογία εικονικού και μελλοντικού χώρου.

Η δημιουργία φωτορεαλιστικών παρουσιάσεων των διαφόρων σταδίων ενός τεχνικού έργου απαιτεί μια ολόκληρη σειρά software, σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα δημιουργίας τρισδιάστατων γραφικών, το οποίο επιτρέπει την αναπαράσταση κάθε γεωμετρικού αντικειμένου ή έννοιας σε ένα χώρο τριών διαστάσεων. Ένα πλήρες 3D μοντέλο αποτελείται από τον ορισμό της γεωμετρίας του – το σχήμα του – και μία ή περισσότερες υφές, οι οποίες εκτός από το χρώμα του κάθε σημείου του αντικειμένου ελέγχουν ιδιότητες όπως η διαφάνεια, οι αντανakλάσεις, η στιλπνότητα κ.ά. της επιφανείας.

Οι ακριβείς αναπαραστάσεις του περιβάλλοντος εδάφους και όλων των δομών, οι οποίες αποτελούν το τεχνικό έργο, είναι μεγάλης σημασίας για την δημιουργία μιας αίσθησης πραγματικότητας, αλλά πολύ περισσότερο για να έχουμε την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε το μοντέλο ως μέσο έρευνας αλλά και απόδειξης της αρτιότητας του σχεδιασμού. Τα σύγχρονα προγράμματα CAD και 3D σχεδιασμού χρησιμοποιούνται για την μετατροπή των δεδομένων (τοπογραφικών, αρχιτεκτονικών, μηχανολογικών κλπ.) σε τρισδιάστατα σχήματα, τα οποία περιέχουν όλες τις υπάρχουσες πληροφορίες και με ακρίβεια αναπαριστούν υπάρχουσες ή μελλοντικές δομές. Οι δομές αυτές τοποθετούνται και μεταβάλλονται στο εικονικό τοπίο δημιουργώντας ένα 3D, δυναμικό περιβάλλον.

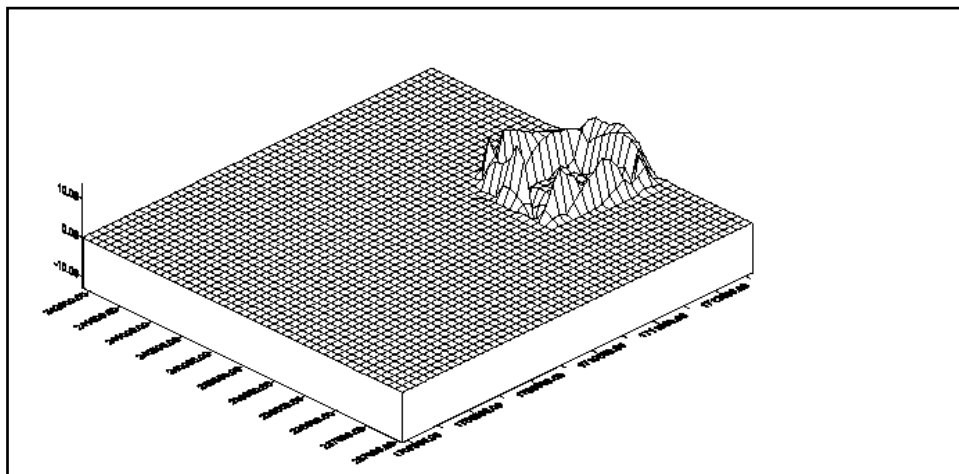
Πέρα από την ακρίβεια του σχήματος, ο ρεαλισμός των αντικειμένων, εξαρτάται άμεσα από την ποιότητα των υφών, οι οποίες προσδίδουν σε αυτά μια ολόκληρη σειρά από ιδιότητες, όπως ήδη αναφέρθηκε, ενώ ειδικά αρχεία συντεταγμένων ορίζουν την τοπολογία και γεωμετρία των υφών αυτών. Παράλληλα, σημαντικό ρόλο για την δυνατότητα του θεατή να «βυθιστεί» στον εικονικό κόσμο παίζει ο φωτισμός του περιβάλλοντος, ο οποίος εκτός από τον φωτορεαλισμό του αποτελέσματος είναι απαραίτητος για την προσομοίωση συνθηκών ημέρας – νύχτας, καιρικών φαινομένων, επίδρασης του φωτός στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, ενώ σε ειδικά έργα όπως τα υπόγεια αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα για την απόδοση της ατμόσφαιρας των χώρων αυτών. Όλες οι παραπάνω εργασίες, συνθέτονται με την βοήθεια των αντίστοιχων πακέτων λογισμικού, τα οποία επιτρέπουν την ακριβή μεταφορά των αρχιτεκτονικών στοιχείων σε οπτική πληροφορία, καθώς και την εύκολη διαχείριση τέτοιων πολύπλοκων διεργασιών.

Το σύνολο των μοντέλων, του φωτισμού και μιας εικονικής κάμερας, η οποία επιτρέπει την θέαση των αντικειμένων μέσα από διάφορες οπτικές γωνίες (ενώ μπορεί να προσομοιώσει κατ' αναλογία και τις οπτικές ιδιότητες των πραγματικών φακών) καλείται μια σκηνή. Η μετατροπή των αρχιτεκτονικών σχεδίων της σκηνής σε φωτορεαλιστικά (τα αντικείμενα αντιδρούν με το φως σύμφωνα με τις ιδιότητες τους δημιουργώντας σκιές, αντανakλάσεις, διαφάνειες κλπ.) γίνεται μέσα από την διαδικασία του rendering.

Οι τρεις διαστάσεις δεν επαρκούν για την απόδοση των σύγχρονων τεχνικών έργων. Σήμερα, η τέταρτη διάσταση, ο χρόνος, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη. Κατά την διαδικασία του rendering, λοιπόν, είναι δυνατόν να παραχθούν μια σειρά διαδοχικών εικόνων-frames, οι οποίες ανάλογα με την τεχνική που χρησιμοποιείται παράγουν την μορφή του τελικού αποτελέσματος. Έτσι, με τις κλασικές εφαρμογές rendering, οι εικόνες παράγονται με κύριο στόχο την

υψηλή απόδοση φωτορεαλισμού, απαιτώντας μεγάλα χρονικά διαστήματα και μια προκαθορισμένη διαδρομή της εικονικής κάμερας, για την ολοκλήρωση του παραγόμενου βίντεο. Από την άλλη πλευρά, νέα προγράμματα software δίνουν την δυνατότητα πολύ μεγαλύτερων ταχυτήτων δημιουργίας των εικόνων αυτών (real time rendering), με μικρούς συμβιβασμούς στην ποιότητα του αποτελέσματος. Με τον τρόπο αυτό, δεν απαιτείται η προκαθορισμένη διαδρομή της κάμερας, με αποτέλεσμα την αυτόνομη κίνηση του χρήστη στο χώρο, προσομοιάζοντας συνθήκες εικονικής πραγματικότητας.

Για την δημιουργία ενός εικονικού τοπίου, απαιτείται ένα Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους-Digital Terrain Model (DTM). Ένα DTM είναι στην ουσία ένα σύνολο πολυγωνικών επιφανειών, συνήθως τριγωνικών, τα οποία αναπαριστούν την επιφάνεια που μοντελοποιείται. Το σχήμα 6.1 παρουσιάζει ένα παράδειγμα DTM.



Σχήμα 6.1: Παράδειγμα ψηφιακού μοντέλου εδάφους – DTM.

Η ευρεία ύπαρξη, πια, ψηφιακών τοπογραφικών αρχείων και υψηλής ανάλυσης αεροφωτογραφιών, μας παρέχει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε τα μοντέλα αυτά, όχι μόνο για την παρουσίαση υπαρχόντων και μελλοντικών σχεδίων, που σχετίζονται με εργασίες μεταβολής του τοπίου, αλλά, σε συνδυασμό με άλλους επιστημονικούς κλάδους, όπως τα συστήματα γεωπληροφοριών (GIS) ή μοντέλα αποτίμησης οπτικής ρύπανσης, να παράγουμε αποτελέσματα για την οικονομική και αισθητική αποτίμηση των διαφόρων σχεδίων.

Για την κατασκευή των φωτορεαλιστικών απεικονίσεων της υφιστάμενης κατάστασης του λατομείου μερέντας και του εναλλακτικού σχεδιασμού που κάναμε, χρησιμοποιήθηκαν τα DTM που προέκυψαν μετά την τελική επεξεργασία των σχεδίων στο SURPAC. Με βάση το σημείο αναφοράς που φαίνεται στην φωτογραφία 6.5, προσεγγιστικά η θέση της κάμερας για τις φωτογραφίες – renderings είναι η εξής:

- Distance from R: 2.000 m
- Orientation: 240o (SouthEast)
- Cam height from R: 130m

- Sun position East, about 11:00 π.μ.



Εικόνα 6.5: Θέση σημείου λήψης φωτογραφιών με βάση ότι η εκσκαφή βρίσκεται στη θέση του σημείου αναφοράς.

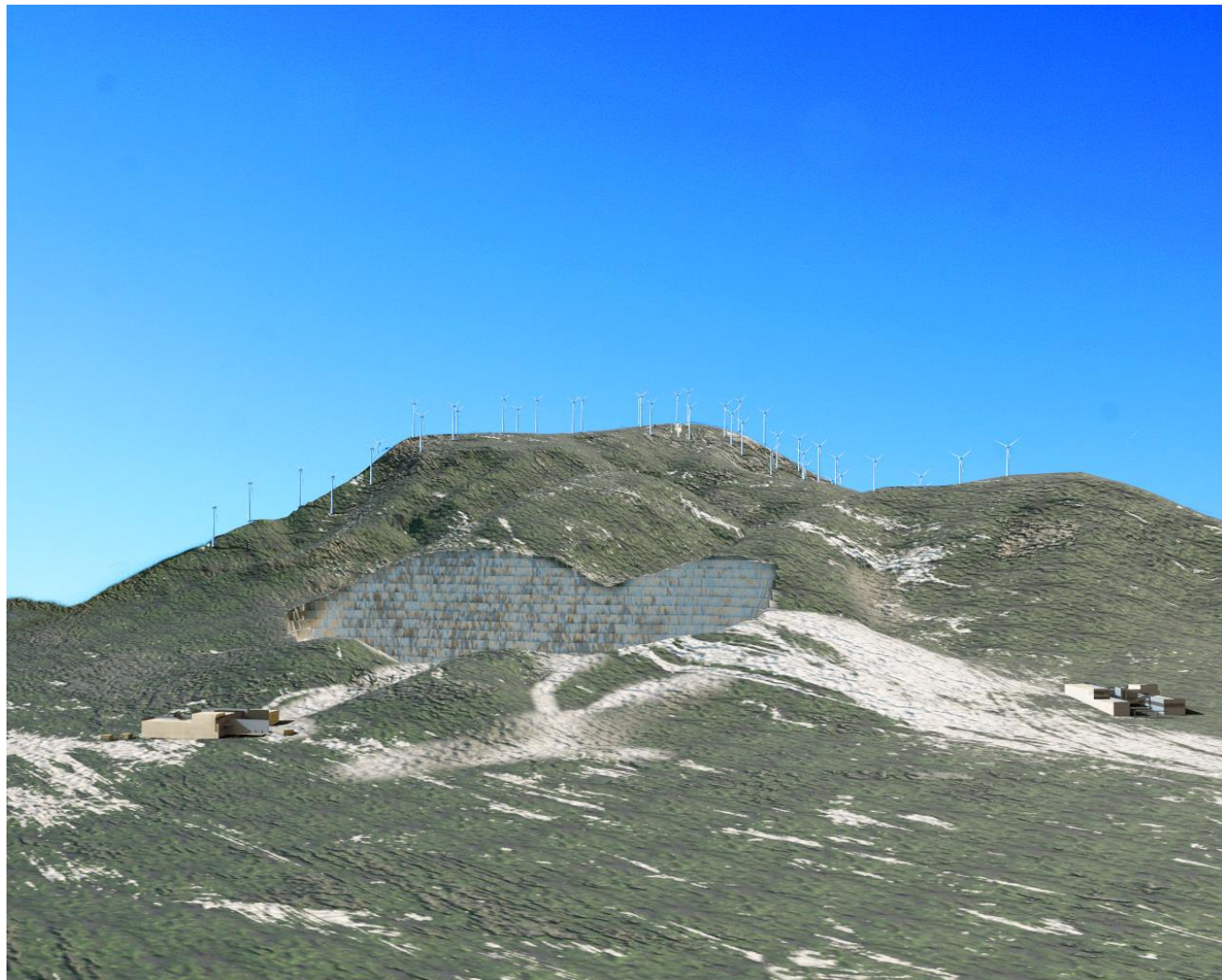
Παρακάτω παρατίθενται οι απεικονίσεις που σχεδιάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στο κυρίως πείραμα.



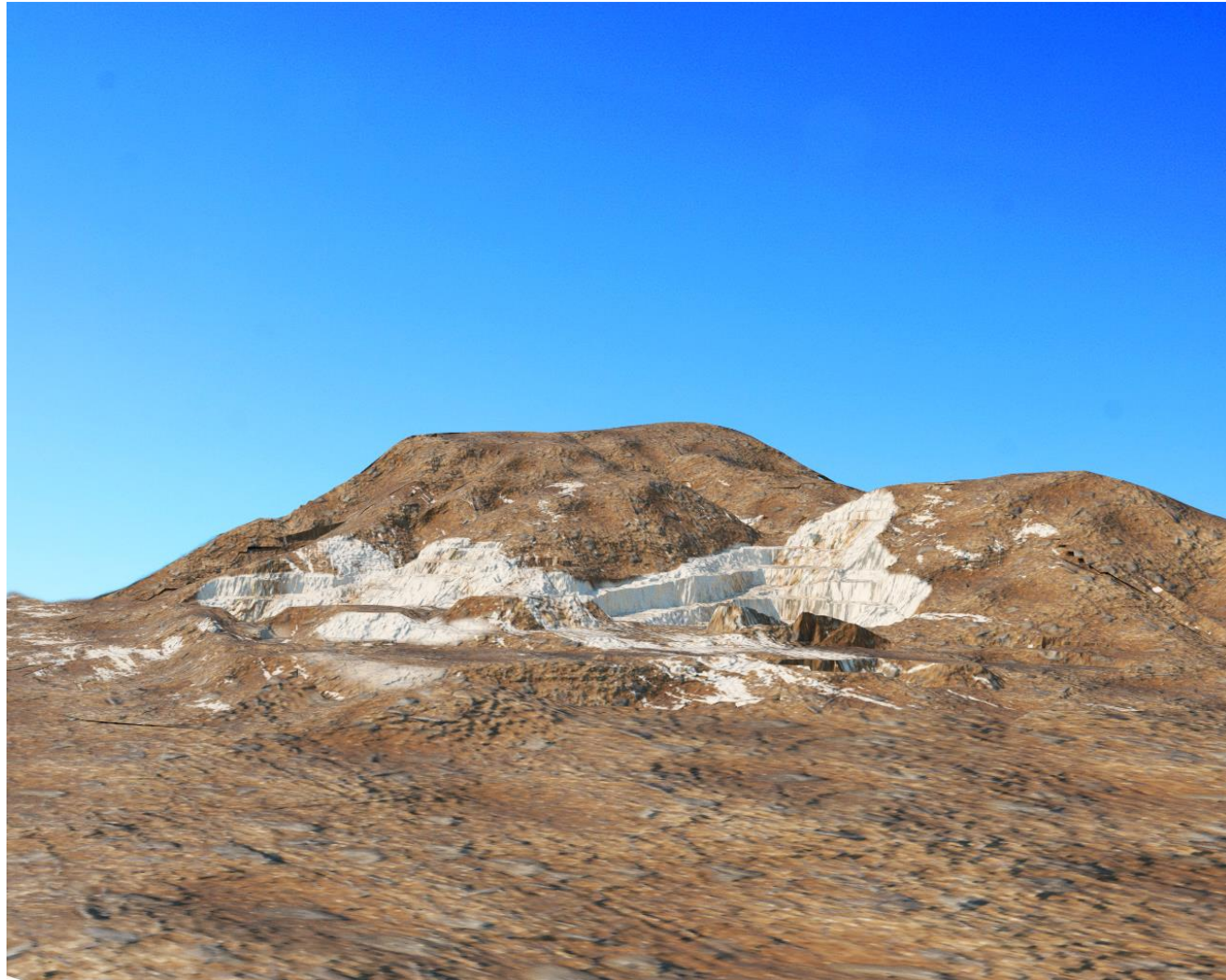


A



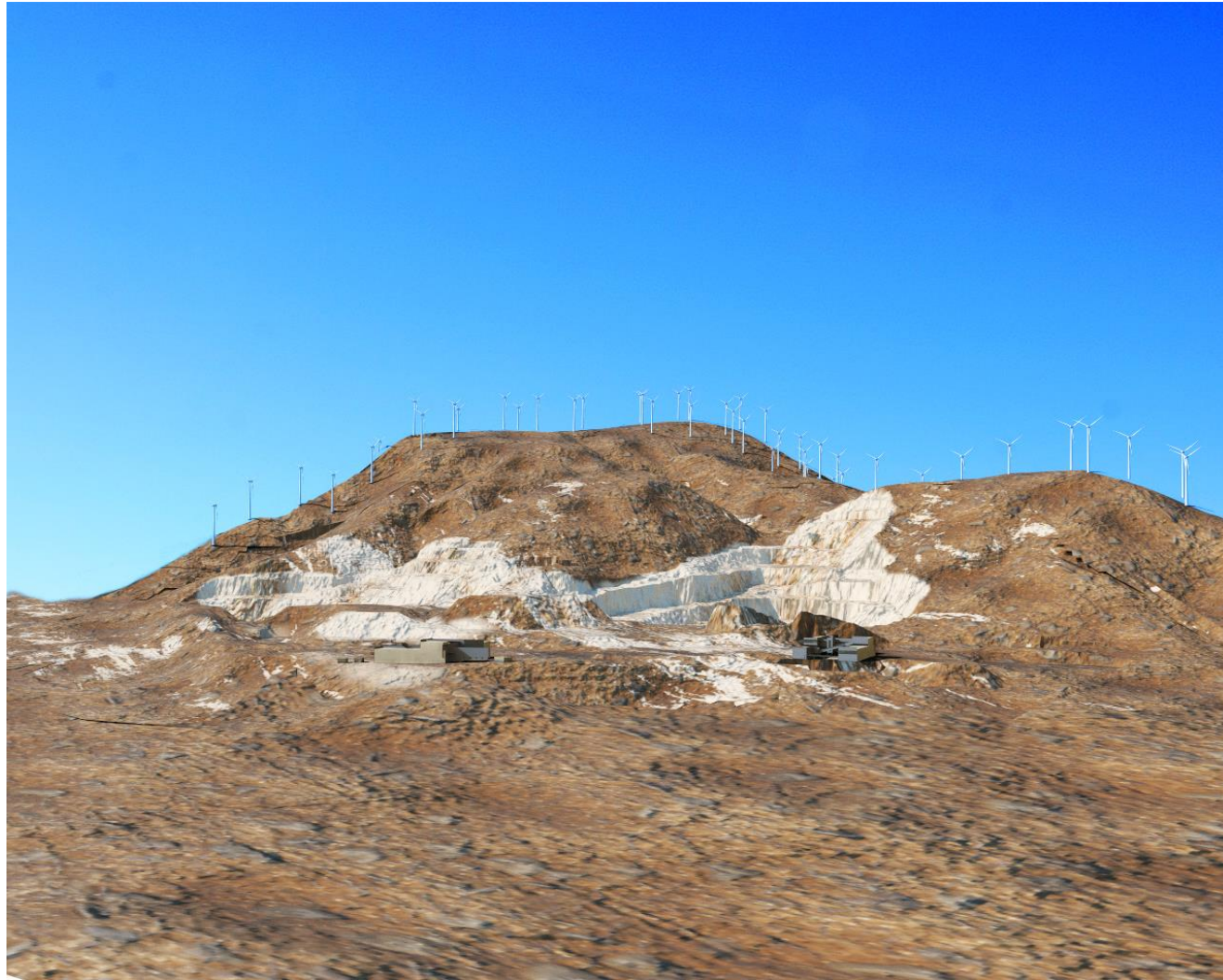


**B**

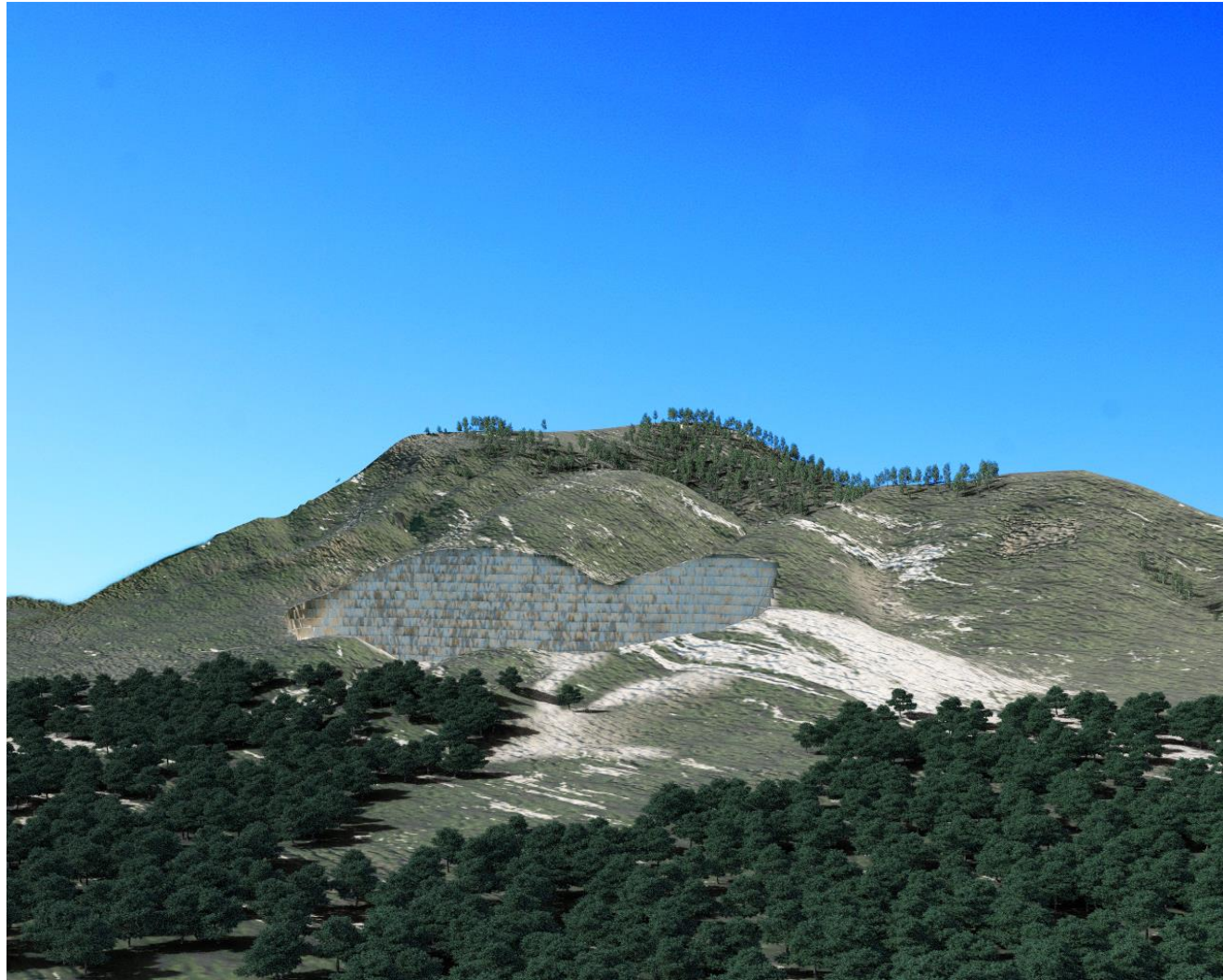


C





D



E



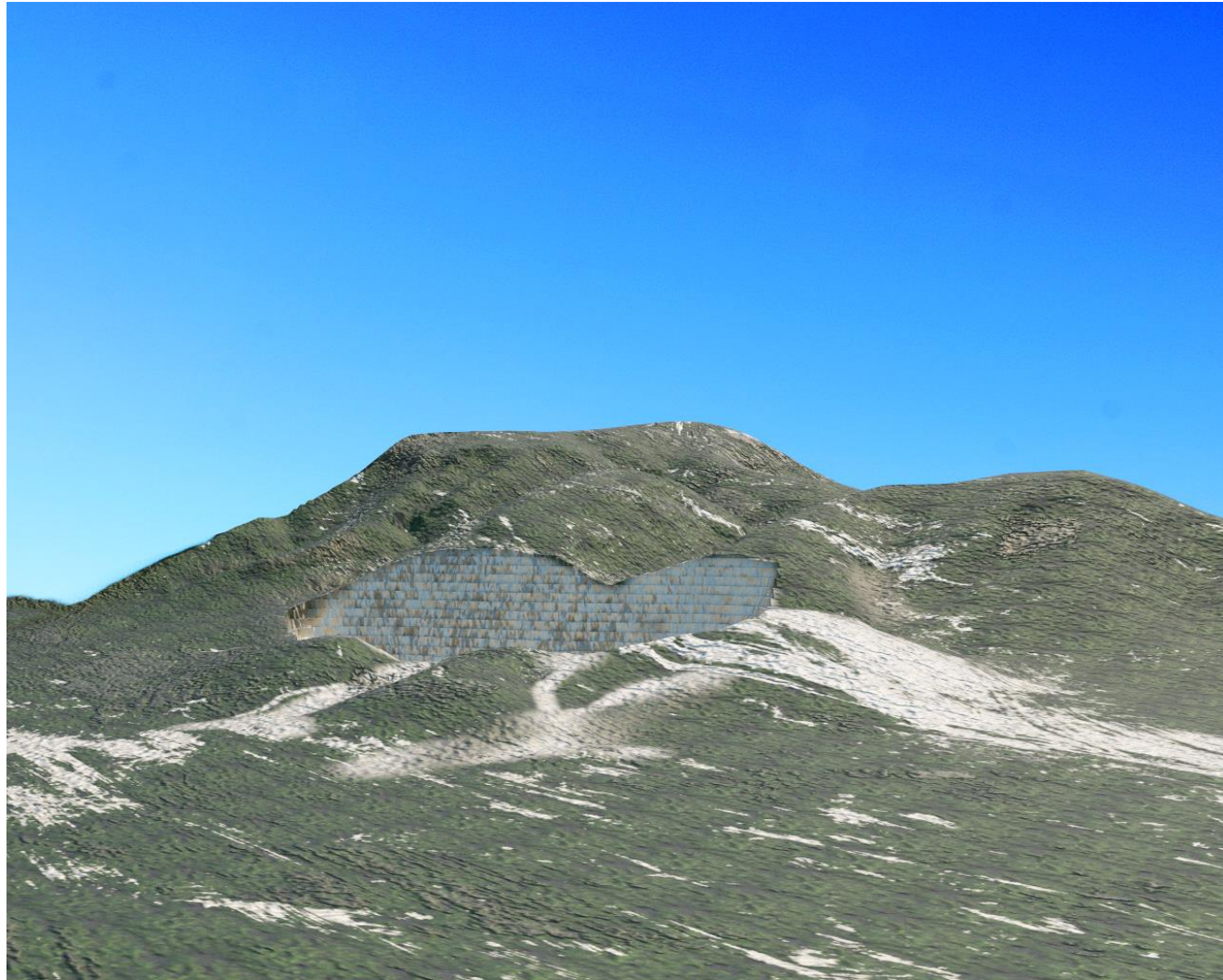


F

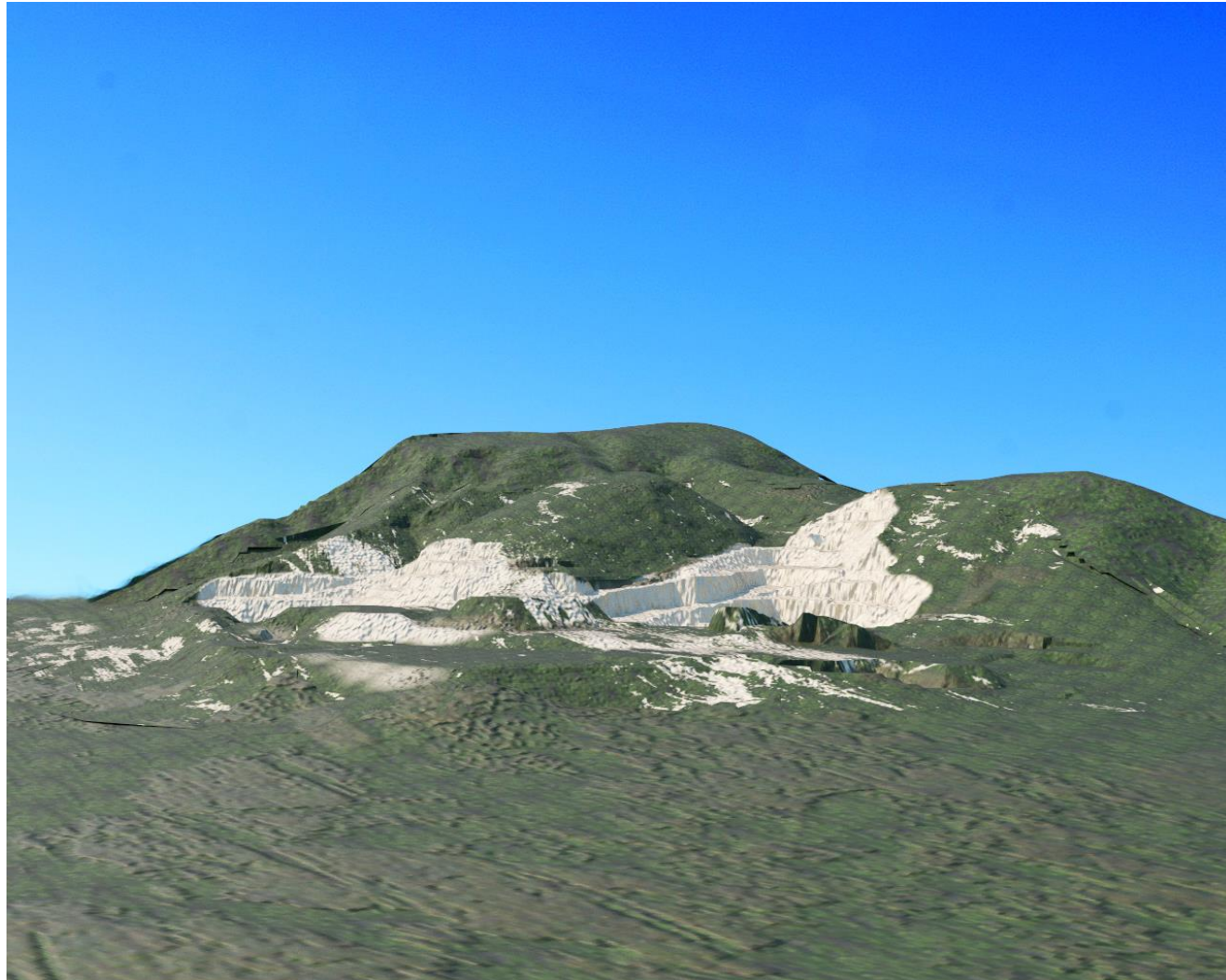


**G**





H

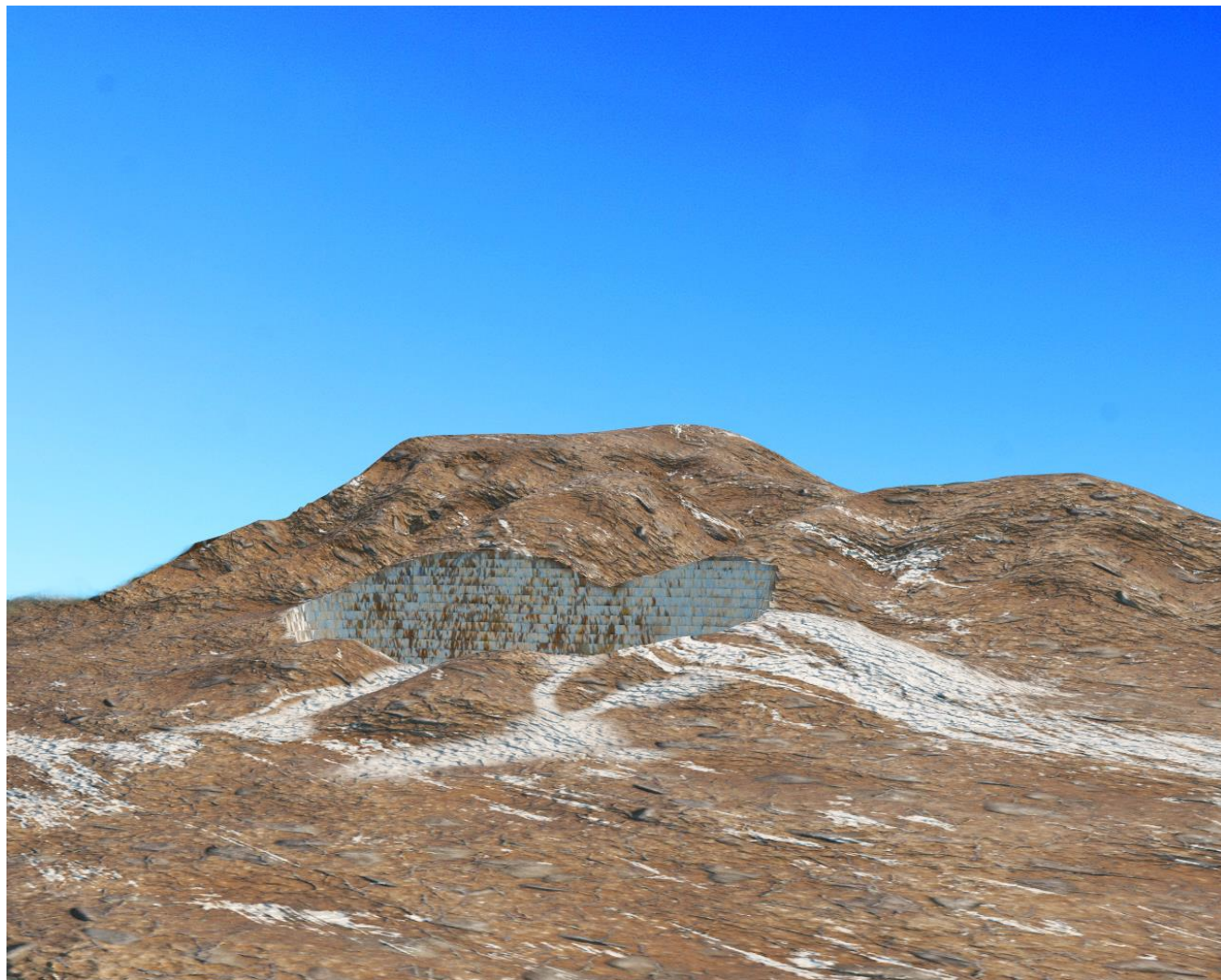


I



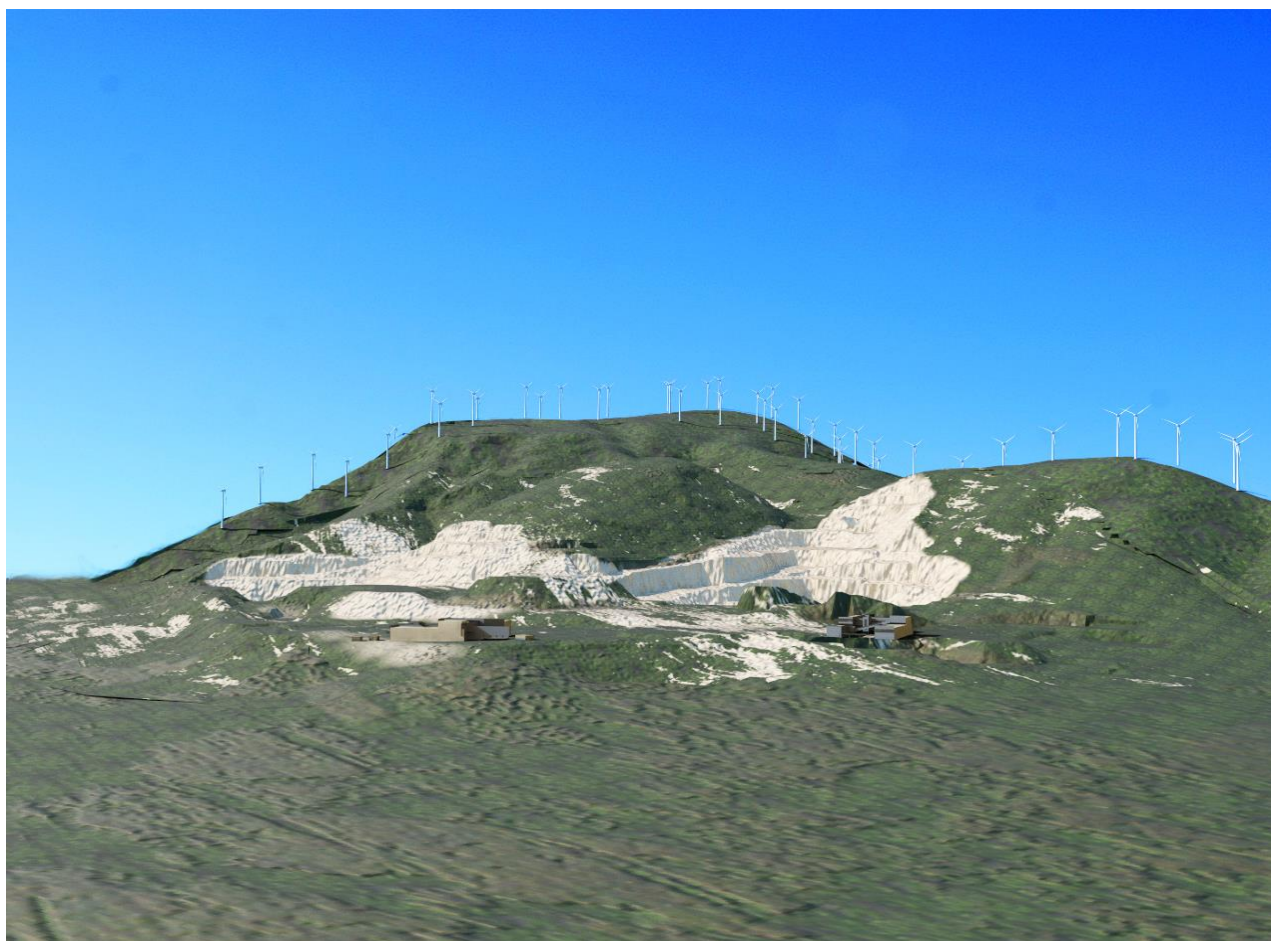


J



K





L

Εικόνες 6.6-6.17.:φωτορεαλιστικές απεικονίσεις υφιστάμενης κατάστασης και εναλλακτικού σχεδιασμού (διαφορές σε χρωματική αντίθεση, μεθόδους αποκατάστασης, κ.α)

### 6.1.2. Θεωρητικό μέρος πειραματικής διαδικασίας

Έχοντας πλέον αναλύσει τις δύο βασικές κατηγορίες οφθαλμικών κινήσεων (προσηλώσεις – σακκαδικές κινήσεις) και την κατηγορία ελεύθερης παρατήρησης, σειρά έχει η παρουσίαση των διάφορων μεθόδων οπτικοποίησής τους για την οπτική αναπαράσταση των οφθαλμικών κινήσεων. Η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου παρέχει τη δυνατότητα στον ερευνητή να αντιληφθεί τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιήθηκε η οπτική εξερεύνηση της οπτικής σκηνής από τον εκάστοτε παρατηρητή, καθώς επίσης και της αντίστοιχης γνωστικής διαδικασίας που έλαβε χώρα κατά τη θέασή της.

Κατά την διεξαγωγή της συγκεκριμένης πειραματικής διαδικασίας, τα παράγωγα μεγέθη αναφέρονται στην τεχνική που βασίζεται στη χρήση καμερών για τον εντοπισμό των οφθαλμικών κινήσεων. Η επιλογή των καμερών οφείλεται κυρίως στη μεγαλύτερη αμεσότητα στη διαδικασία εφαρμογής τους.

Με την εκκίνηση της παρατήρησης της οπτικής σκηνής από το συμμετέχοντα - παρατηρητή, αρχίζει και η καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων, ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιείται και η εξαγωγή των αρχικών δεδομένων (με κατάλληλους αλγορίθμους που θα αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο) στις χώρο-χρονικές συντεταγμένες των οφθαλμοκινήσεων, οι οποίες στη συνέχεια θα αξιοποιηθούν αναλόγως για την ανάλυση, ερμηνεία και εξαγωγή συμπερασμάτων.

Τα βασικά μεγέθη που μελετώνται για την επίτευξη του στόχου αυτού είναι οι προσηλώσεις και οι σακκαδικές κινήσεις των οφθαλμών (Poole & Ball, 2005) που αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ο συνδυασμός των χώρο-χρονικών στοιχείων των βασικών μεγεθών/ μετρητικών στοιχείων (metrics) (προσηλώσεις και σακκαδικές κινήσεις) έχει ως αποτέλεσμα την εξαγωγή επιπλέον παράγωγων μεγεθών που θα βοηθήσουν στην εξέταση του ερευνητικού ερωτήματος, δηλαδή την αξιολόγηση μιας οπτικής σκηνής και τη μελέτη της εκάστοτε γνωστικής διαδικασίας που λαμβάνει χώρα.

### *Οπτικό ίχνος*

Ένα από τα σημαντικότερα παράγωγα μεγέθη που προκύπτουν από τον συνδυασμό των δύο βασικών μεγεθών (προσηλώσεις και σακκαδικές κινήσεις), είναι το οπτικό ίχνος (βλ. Εικόνα 6.1). Η διαδοχή προσηλώση-σακκαδική κίνηση-προσήλωση-σακκαδική κίνηση κ.ο.κ, παράγει το οπτικό ίχνος. Σε αυτό το σημείο οφείλει να σημειωθεί πως, με την απεικόνιση του οπτικού ίχνους ο ερευνητής/ χειριστής έχει τη δυνατότητα να δει την εικόνα σάρωσης του συμμετέχοντα στην προβεβλημένη οπτική σκηνή.



Οι Goldberg & Kotval (1999) και Poole & Ball (2006), σημειώνουν πως ως βέλτιστο οπτικό ίχνος θεωρείται μία ευθεία γραμμή (με κατεύθυνση στο σημείο ενδιαφέροντος) που οποίο αποτελείται από μικρής διάρκειας προσηλώσεις κατά την εύρεση του στόχου.



Εικόνα 6.1.:α) Προσήλωση, β) Σακκαδική Κίνηση, γ) Οπτικό Ίχνος (Διαδοχή προσηλώσης-σακκαδικής κίνησης- προσηλώσης)

### *Παράγωγα Μεγέθη*

Είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς πόσο μεγάλο είναι το πλήθος των διαφορετικών αντικειμένων που εμφανίζονται καθημερινά στη ζωή μας σαν οπτικά ερεθίσματα (στο μυαλό μας), όπως για παράδειγμα στην ελεύθερη παρατήρηση ενός τοπίου. Επομένως, με τη δημιουργία και μελέτη των παράγωγων μεγεθών που συνδέονται άμεσα με τις προσηλώσεις, τις σακκαδικές κινήσεις και το οπτικό ίχνος, γίνεται πιο εύκολη η ερμηνεία του τρόπου εξερεύνησης και του τρόπου αντίληψης μιας οπτικής σκηνής. Οι Goldberg & Kotval (1999), Jacob & Kam (2003), Poole (2003), Goldberg (2002) και Cowen (2002) ταξινόμησαν τα μετρητικά αυτά μεγέθη σε τρεις κατηγορίες. Στον Πίνακα 6.1 που ακολουθεί, παρουσιάζονται αυτές οι κατηγορίες και η συνοπτική ερμηνεία τους.

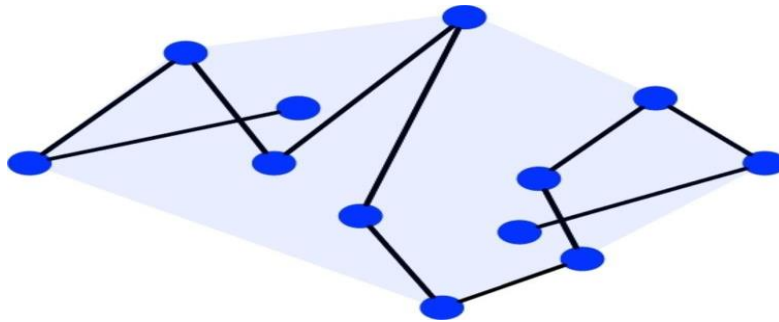
Πίνακας 6.1.: Σημασία παράγωγων μεγεθών καταγραφής που σχετίζονται με τις Προσηλώσεις τις Σακκαδικές Κινήσεις & το Οπτικό Ίχνος

Παράγωγα Μεγέθη Καταγραφής	Μετρητικά Στοιχεία	Σημασία
Μεγέθη που σχετίζονται με τις Προσηλώσεις	Συνολικός αριθμός προσηλώσεων	<b>Αποδοτικότητα οπτικής αναζήτησης:</b> Μεγαλύτερος αριθμός συνεπάγεται λιγότερο αποδοτική διαδικασία αναζήτησης (Goldberg & Kotval, 1999)
	Συγκέντρωση των προσηλώσεων σε δεδομένη επιφάνεια	<b>Αξία οπτικής προσοχής:</b> Μεγαλύτερη συγκέντρωση συνεπάγεται μεγαλύτερη σημασία της δεδομένης περιοχής (Jacob & Karn, 2003; Poole, 2004)
	Διάρκεια προσήλωσης	<b>Βαθμός δυσκολίας εξαγωγής της πληροφορίας:</b> Μεγαλύτερη διάρκεια συνεπάγεται δυσκολότερη εξαγωγή πληροφορίας ή προσέλευση της προσοχής (Jacob & Karn, 2003)
	Απαιτούμενος χρόνος προσήλωσης-λόγος προσηλώσεων σε δεδομένο στόχο προς συνολικό αριθμό	<b>Ιδιότητα προσοχής στόχου και επίπεδο αποδοτικότητας της οπτικής αναζήτησης:</b> Μικρότερος απαιτούμενος χρόνος προσήλωσης σε στόχο συνεπάγεται αυξημένο νόημα και ορατότητά του - μικρότερη τιμή του λόγου υποδεικνύει χαμηλότερο επίπεδο αποδοτικότητας αναζήτησης (Goldberg & Kotval, 1999)
Μεγέθη που σχετίζονται με τις σακκαδικές κινήσεις	Αριθμός σακκαδικών κινήσεων	<b>Μέγεθος της διαδικασίας αναζήτησης:</b> Μεγαλύτερος αριθμός υποδεικνύει περισσότερη οπτική αναζήτηση (Goldberg & Kotval, 1999)
	Πλάτος σακκαδικών κινήσεων	<b>Ποσοστό της περιεκτικότητας νοήματος των κινήσεων:</b> Μεγαλύτερο πλάτος κίνησης κατά μήκος της οπτικής σκηνής υποδηλώνει περισσότερους νοηματικούς υπαινιγμούς (Goldberg, 2002)
	Οπισθοδρομικές σακκαδικές κινήσεις	<b>Αντιστοιχία Προσδοκιών:</b> Η ύπαρξη οπισθοδρομικών κινήσεων

		<p>συνεπάγεται</p> <p>αναντιστοιχία των προσδοκιών του παρατηρητή σε σχέση με την οπτική σκηνή (Goldberg &amp; Kotval, 1999)</p>
	<p>Διαφορά διευθύνσεων μεταξύ διαδοχικών σακκαδικών κινήσεων</p>	<p><b>Σειρά και Κατεύθυνση Παρατήρησης:</b></p> <p>Διαφορά διεύθυνσης μεγαλύτερη της ορθής γωνίας δηλώνει κυρίως αλλαγή του στόχου κατά την παρατήρηση (Cowen, 2002)</p>
<p><b>Μεγέθη που σχετίζονται με το οπτικό ίχνος</b></p>	<p>Πηλίκο συνολικού αριθμού προσηλώσεων προς σύνολο σακκαδικών κινήσεων</p>	<p><b>Νοητικές διαδικασίες κατά τη σάρωση μιας σκηνής:</b></p> <p>Μεγαλύτερες τιμές του λόγου υποδηλώνουν μεγαλύτερο ποσοστό επεξεργασίας ή μικρότερο ποσοστό αναζήτησης (Goldberg &amp; Kotval, 1999)</p>
	<p>Διάρκεια οπτικού ίχνους</p>	<p><b>Πολυπλοκότητα της γνωσιακής διαδικασίας:</b> Μεγαλύτερη διάρκεια υποδεικνύει λιγότερο αποδοτική αναζήτηση</p> <p>(Goldberg &amp; Kotval, 1999)</p>
	<p>Μήκος οπτικού ίχνους</p>	<p><b>Αποδοτικότητα αναζήτησης:</b></p> <p>Μεγαλύτερο μήκος συνεπάγεται λιγότερο αποδοτική οπτική διαδικασία</p>
	<p>Χωρική πυκνότητα οπτικού ίχνους</p>	<p><b>Αποδοτικότητα και αμεσότητα διαδικασίας αναζήτησης:</b></p> <p>Μικρότερη περιοχή κάλυψης του οπτικού ίχνους σε οπτική σκηνή (χωρική πυκνότητα) συνεπάγεται αποτελεσματικότερη και αμεσότερη διαδικασία αναζήτησης (Cowen, 2002)</p>
	<p>Κανονικότητα οπτικού ίχνους</p>	<p><b>Βαθμός απόκλισης από την κανονική συμπεριφορά:</b> Κυκλικότερα πρότυπα αναζήτησης αποκλίνουν από την κανονική συμπεριφορά και υποδεικνύουν την ύπαρξη προβλημάτων λόγω έλλειψης εξάσκησης του παρατηρητή (Goldberg &amp; Kotval, 1999)</p>
	<p>Διεύθυνση του οπτικού ίχνους</p>	<p><b>Καθορισμός στρατηγικής αναζήτησης μεταξύ των στοιχείων της οπτικής σκηνής</b></p>

### Μέθοδοι οπτικοποίησης οφθαλμικών κινήσεων

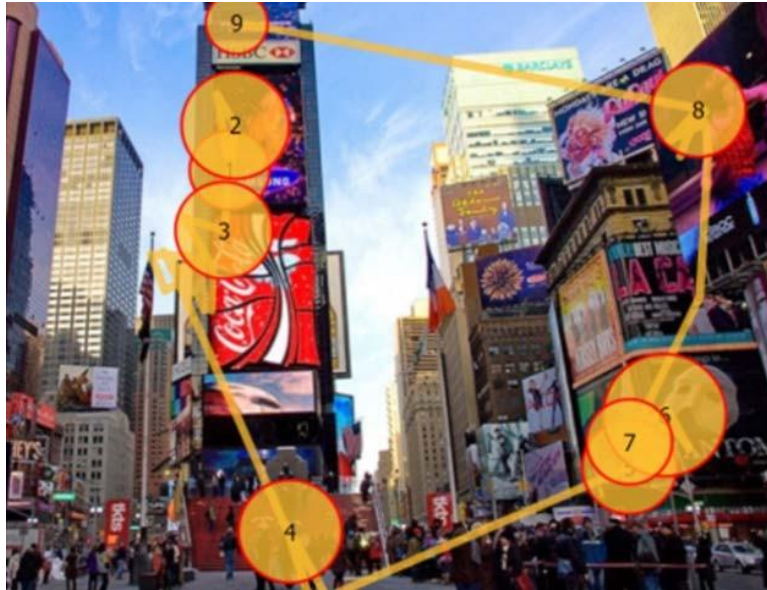
Έχοντας εξηγήσει τη λειτουργία συνεχούς διαδοχής των κινήσεων των οφθαλμών (προσήλωση- σακκαδική κίνηση-προσήλωση κ.λπ.), είναι πλέον πιο εύκολη η ανάλυση της ακολουθουμένης μεθόδου οπτικοποίησής τους. Η οπτικοποίηση των δεδομένων που προκύπτουν από τη συγκεκριμένη μεθοδολογία (βλ. Εικόνα 6.2) μπορεί να υποδείξει σημαντικά χαρακτηριστικά των δομών των βασικών μεγεθών, δηλαδή των προσηλώσεων και των σακκαδικών κινήσεων αλλά και του βασικού παράγωγου μεγέθους του οπτικού ίχνους (Blascheck et al. 2014). Κατά καιρούς, αρκετοί μελετητές (Blascheck et al. 2014, Raschke et al. 2014, Burch et al. 2014, Kurzhals & Weiskopf 2013) διερεύνησαν τις διάφορες τεχνικές μοντελοποίησης τους. Στη συνέχεια αναλύονται οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι οπτικοποίησης και θα περιγράφεται η μέθοδος οπτικοποίησης που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα πειραματική διαδικασία και ο συνδυασμός διάφορων παραγόντων που βοήθησαν στην ανάλυση και ερμηνεία της ερευνητικής υπόθεσης.



Εικόνα 6.2.: Παράδειγμα οπτικοποίησης οφθαλμικών κινήσεων (Πηγή: <http://content.iospress.com/articles/semantic-web/sw163>)

### Οπτικοποίηση θέσεων και διαρκειών προσηλώσεων

Έχοντας ως αφετηρία τη διαδοχή των οφθαλμικών κινήσεων, η οπτικοποίηση των προσηλώσεων απεικονίζεται με σημειακά σύμβολα. Σύμφωνα με τον Κρασανάκη (2014), κάθε κυκλικό σύμβολο τοποθετείται στη θέση όπου έχει συμβεί μία κίνηση προσήλωσης, ενώ το μέγεθος των συμβόλων μεταβάλλεται ανάλογα με τη διάρκεια της προσήλωσης. Αναλυτικότερα, όσο μεγαλύτερη είναι η ακτίνα των σημειακών κυκλικών συμβόλων, τόσο μεγαλύτερη διάρκεια προσήλωσης αντιπροσωπεύει. Οι σακκαδικές κινήσεις, αντίστοιχα, απεικονίζονται ως ευθύγραμμα τμήματα τα οποία ενώνουν τις προσηλώσεις υποδεικνύοντας τη σειρά με την οποία αυτές συμβαίνουν (ορισμένα συστήματα προσφέρουν τη δυνατότητα αρίθμησης κάθε κυκλικού συμβόλου για μεγαλύτερη διευκόλυνση). Η παρακάτω Εικόνα 6.3 απεικονίζει ένα παράδειγμα των προαναφερθέντων.



Εικόνα 6.3.: Απεικόνιση και αρίθμηση προσηλώσεων με βάση το χρόνο προσήλωσης τους (όσο μεγαλύτερος ο χρόνος προσήλωσης, τόσο μεγαλύτερη η διάμετρος του κύκλου) και σακκαδικές κινήσεις (ευθύγραμμα τμήματα μεταξύ προσηλώσεων) κατά την καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων

(Πηγή: <https://disruptiveviews.com/everything-about-eye-tracking-part-2> )

### *Θερμικοί χάρτες/Χάρτες Προσοχής*

Για τη την εκτίμηση του βαθμού επιρροής της θέσης, σημαντικό ρόλο διαδραμάτισαν η σύνθεση, η ανάλυση και ο εποπτικός έλεγχος των παραγόμενων θερμικών χαρτών/ χαρτών προσοχής (heatmaps/ attention maps).

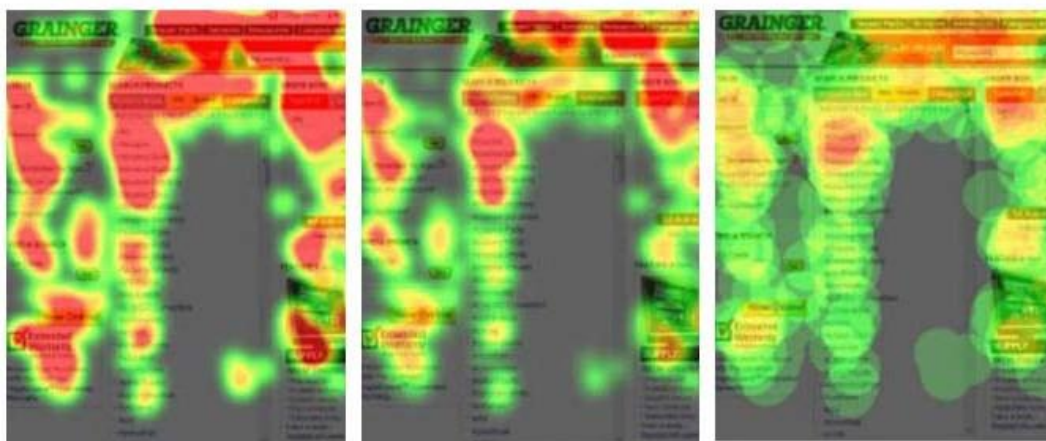
Γενικά, οι θερμικοί χάρτες είναι γραφικές απεικονίσεις σημειακών οντοτήτων με διαφορετικές αποχρώσεις ή διαφορετικές εντάσεις των αποχρώσεων αυτών. Με τη βοήθειά τους, ο ερευνητής έχει τη δυνατότητα να αντιληφθεί πού πραγματοποιήθηκε το σύνολο της κατανομής της προσοχής για μία σημειακή οντότητα, για περισσότερες οντότητες, ή ακόμη και για το σύνολο πολλών παρατηρητών. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έξαρση της εφαρμογής αυτής της μεθόδου οπτικοποίησης για ένα ευρύ φάσμα χρήσεων (marketing, μαθησιακές δυσκολίες, αθλητισμός, κ.λπ.). Για την ανάλυση των οφθαλμικών κινήσεων, συγκεκριμένα, η χρήση των θερμικών χαρτών παρέχει τη δυνατότητα οπτικοποίησης του συνόλου των προσηλώσεων που έλαβαν χώρα σε μία προβεβλημένη οπτική σκηνή. Με λίγα λόγια, η αναπαράσταση των δεδομένων με τη βοήθεια των θερμικών χαρτών προσοχής αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο το οποίο μέσω χρωματικών διαβαθμίσεων συνοψίζει τα δεδομένα που θα ήταν πολύ πιο δύσκολο να γίνουν αντιληπτά αν αναπαριστάνονταν μόνο αριθμητικά (Bojko 2009).



Ωστόσο, η δημιουργία ενός θερμικού χάρτη δεν είναι μονόπλευρη, αλλά μπορεί να προκύψει με διαφορετικούς τρόπους. Αυτοί (οι διαφορετικοί τρόποι) στον αριθμό είναι τέσσερις (4) και η επιλογή του καταλληλότερου τρόπου είναι άμεσα συνυφασμένη με την ιδιότητα των προσηλώσεων και φυσικά με τη φύση της πειραματικής διαδικασίας. Στον Πίνακα 6.2 παρουσιάζονται συνοπτικά οι βασικές κατηγορίες των θερμικών χαρτών, ενώ στην Εικόνα 6.4 παρατίθενται παραδείγματα απεικόνισης διαφορετικών τύπων θερμικών χαρτών.

Πίνακας 6.2.: Συνοπτική παρουσίαση βασικών κατηγοριών θερμικών χαρτών

Θερμικός χάρτης αριθμού προσηλώσεων	Θερμικός χάρτης απόλυτης διάρκειας	Θερμικός χάρτης σχετικής διάρκειας	Θερμικός χάρτης ποσοστού συμμετεχόντων
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ο χάρτης που δημιουργείται δηλώνει τον αριθμό των προσηλώσεων που συμβαίνουν σε μία οπτική σκηνή. Σε αυτή τη κατηγορία θερμικού χάρτη η διάρκεια των προσηλώσεων δε λαμβάνεται υπόψη στη δημιουργία του</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ο θερμικός χάρτης σχετίζεται με την απόλυτη διάρκεια των προσηλώσεων που συμβαίνουν στην οπτική σκηνή, χωρίς να υπάρχει άμεση σύνδεση με τον αριθμό τους</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Το μέγεθος από το οποίο παράγεται ο θερμικός χάρτης είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη σχετική διάρκεια των προσηλώσεων, δηλαδή τη διάρκεια της εκάστοτε προσηλώσης σε σχέση με το σύνολο της διάρκειας των προσηλώσεων της οπτικής σκηνής</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Σε αυτή τη κατηγορία θερμικού χάρτη υποδεικνύεται το ποσοστό των συμμετεχόντων που προσηλώνουν στις διαφορετικές περιοχές της οπτικής σκηνής</li> </ul>



Εικόνα 6.4.: Απεικόνιση διαφορετικών τύπων θερμικών χαρτών: Αριστερά) Αριθμού προσηλώσεων, Κέντρο) Απόλυτης διάρκειας, Δεξιά) Ποσοστού συμμετεχόντων (Πηγή: <http://usabilitynews.org/services/eye-tracking>)

Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων των μελετών, τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση του θερμικού χάρτη μιας οπτικής σκηνής, αντιστοιχούν στο σύνολο των προσηλώσεων του συνολικού δείγματος των συμμετεχόντων της πειραματικής διαδικασίας. Συγκεκριμένα, επιλέγεται θερμικός χάρτης σχετικής διάρκειας προσηλώσεων, καθώς γίνεται πιο εύκολη η ανάλυση και ερμηνεία της συμπεριφοράς του συνολικού δείγματος και της



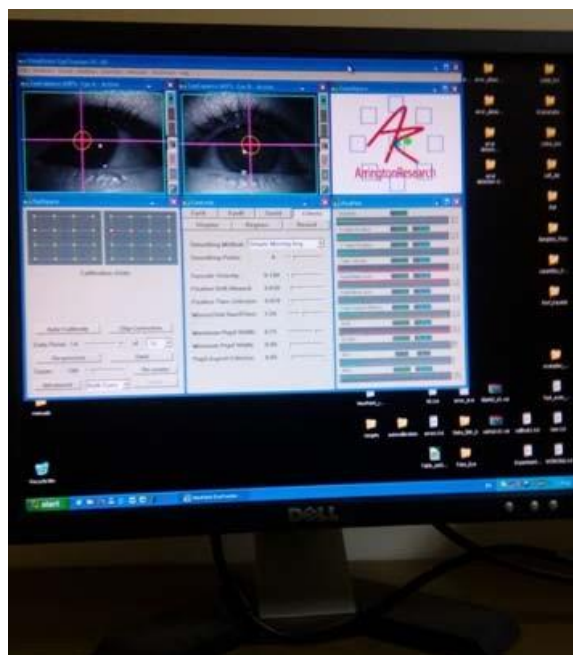
εξέτασης του ακολουθούμενου μοτίβου κατανομής της προσοχής τους. Αυτή η κατηγορία θερμικού χάρτη (σχετικής διάρκειας προσηλώσεων) επιλέχθηκε για τη διεκπεραίωση της παρούσας πειραματικής διαδικασίας.

## 6.2 Καταγραφή οφθαλμικών κινήσεων και ποιότητα δεδομένων

Στην παρούσα έρευνα βασικό ζητούμενο ήταν η εξέταση της οπτικής όχλησης που δημιουργούν οι διαφορετικοί σχεδιασμοί του λατομικού χώρου, μέσω της καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων των παρατηρητών. Στο αυτό, χρησιμοποιήθηκε το σύστημα καταγραφής του ViewPoint Eye Tracker® της Arrington Research.

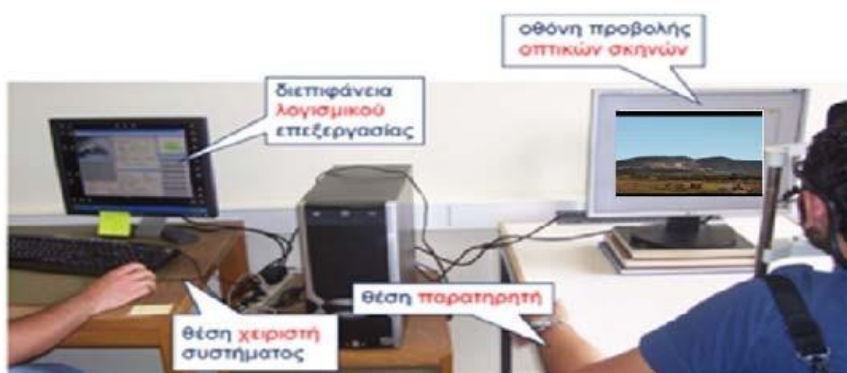
### 6.2.1 Χαρακτηριστικά συστήματος καταγράφης οφθαλμικών κινήσεων ViewPoint Eye Tracker.

Σε αδρές γραμμές, η διάταξη του ViewPoint Eye Tracker® εντοπίζει τις οφθαλμικές κινήσεις του παρατηρητή και τις καταγράφει την ακριβή θέση του βλέμματος στην προβαλλόμενη οπτική σκηνή, συναρτήσει του χρόνου. Συγκεκριμένα, το σύστημα αυτό εξασφαλίζει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον αξιολόγησης της κίνησης του ματιού που περιλαμβάνει την παρουσίαση οπτικών ερεθισμάτων, την ταυτόχρονη καταγραφή της κίνησης του οφθαλμού και της διαμέτρου της κόρης, ενώ μέσω ειδικού λογισμικού καθιστά δυνατή τη σύνδεση με άλλες εφαρμογές (Εικόνα 6.17). Επιλέγοντας ανάμεσα από τις διάφορες ενσωματωμένες μεθόδους που παρέχει το σύστημα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να το βελτιστοποιήσει με την προσαρμογή του στην εκάστοτε εφαρμογή που διαχειρίζεται (Λαζαρίδου, 2015).



Εικόνα 6.17.:Περιβάλλον λογισμικού ViewPoint Eye Tracker®

Τα δύο βασικά μέρη που το συνιστούν είναι η συσκευή καταγραφής (hardware) και το λογισμικό επεξεργασίας (software). Έχοντας ενσωματωμένη μίας επιπλέον κάρτας γραφικών, το σύστημα μπορεί να υποστηρίξει δύο οθόνες προβολής, την κύρια (primary monitor) και τη δευτερεύουσα (secondary monitor). Η κύρια οθόνη αξιοποιείται από τον ερευνητή - χειριστή και η δεύτερη χρησιμοποιείται από τον εκάστοτε συμμετέχοντα- παρατηρητή, όπου και πραγματοποιείται η πειραματική διαδικασία και η προβολή των οπτικών σκηνών - ερεθισμάτων. Παράλληλα, η συσκευή καταγραφής περιλαμβάνει και τον κύριας σημασίας τεχνικό εξοπλισμό της, που είναι μία διάταξη πρόσδεσης στο οπτικό σύστημα του παρατηρητή, φέροντας μία δίοδο εκπομπής υπέρυθρου φωτός (led) και μια κάμερα καταγραφής για κάθε οφθαλμό. Τελικά, ο υλικός εξοπλισμός ολοκληρώνεται με ένα μηχανισμό ακινητοποίησης της κεφαλής του παρατηρητή (chinrest) και κατ' επέκταση της θέσης του οπτικού συστήματος (Εικόνα 6.18). Η συμβολή της ακινητοποίησης της κεφαλής (chinrest) χρησιμοποιείται σε πολλές έρευνες που εμπειρεύουν την καταγραφή οφθαλμικών κινήσεων από προβαλλόμενες εικόνες, καθώς η κίνηση του σώματος και της κεφαλής έχει ως αποτέλεσμα την λανθασμένη βαθμονόμηση, λανθασμένη καταγραφή των οφθαλμοκινήσεων και φυσικά την λανθασμένη εξαγωγή καταγραφών από την πειραματική διάταξη.

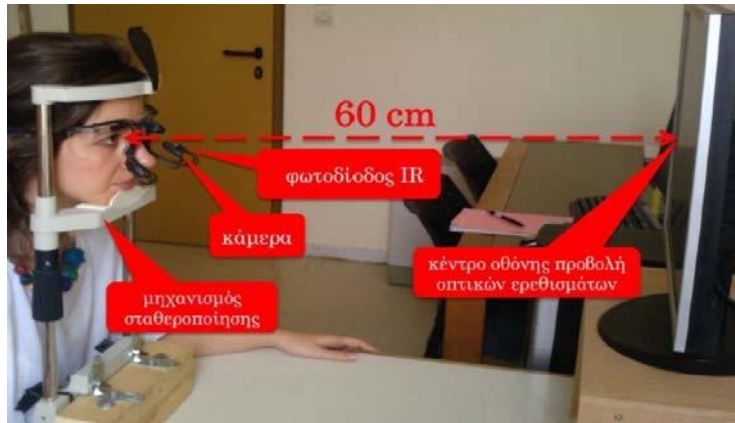


Εικόνα 6.18.: Γεωμετρική διάταξη του συστήματος χειριστής – παρατηρητής – σύστημα καταγραφής – ακινητοποιητής κεφαλής (chinrest) (Πηγή: Nakos Vyron, Krasanakis Vasilios )

Σε αυτό το σημείο, θα πρέπει να σημειωθεί πως οι αποστάσεις των συμμετεχόντων από την δευτερεύουσα οθόνη παρέμειναν σταθερές (Εικόνα 6.19) και ίδιες για όλους και φυσικά οι ρυθμίσεις των οθονών (κύρια και δευτερεύουσα) δε μεταβλήθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής και διεκπεραίωσης του πειράματος για το σύνολο των συμμετεχόντων.

Ο εντοπισμός του κέντρου όρασης του παρατηρητή, πραγματοποιείται με την εξής ακολουθία, από την πειραματική διάταξη του ViewPoint Eye Tracker:

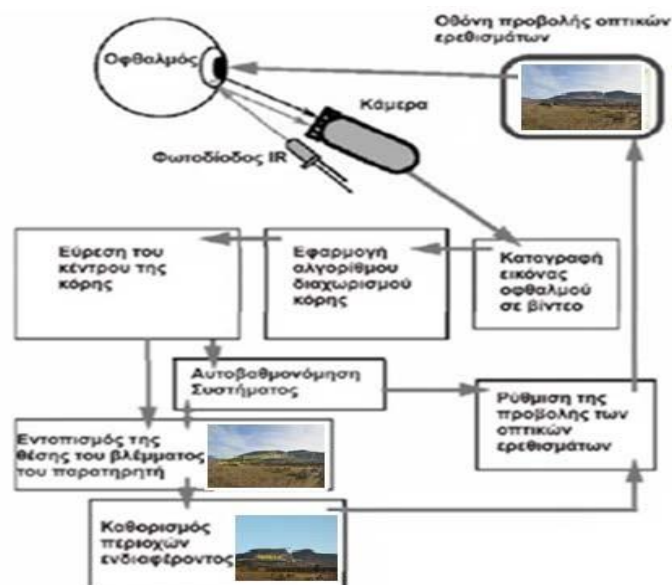
- α) Εντοπίζει το κέντρο της όρασης
- β) Εντοπίζει την ανάκλαση του αμφιβληστροειδούς
- γ) Εντοπίζει του διάνυσμα μεταξύ του κέντρου της κόρης και της ανάκλασης του αμφιβληστροειδούς



Εικόνα 6.19.: Γεωμετρική διάταξη συστήματος παρατηρητής – οθόνη προβολής οπτικών ερεθισμάτων – σταθεροποιητής κεφαλής – σύστημα καταγραφής (Πηγή: Krasanakis Vasilios, 2014)

Η κίνηση της κεφαλής (οριζοντίως ή καθέτως) κατά τον άξονα x και τον y δηλαδή, έχει άμεση επίπτωση στον εντοπισμό του κέντρου της όρασης, ενώ η κίνηση της κεφαλής (μπροστά ή πίσω) κατά τον άξονα z δηλαδή, έχει άμεσο αντίκτυπο στον εντοπισμό του διανύσματος μεταξύ του κέντρου της κόρης και της ανάκλασης του αμφιβληστροειδούς.

Η κάμερα καταγράφει τον κάθε οφθαλμό που φωτίζεται με την φωτοδίοδο (infrared), δίνοντας της τη δυνατότητα να διαχωρίσει την κόρη από την ίριδα. Ο εντοπισμός του κέντρου της όρασης και ο εντοπισμός της θέσης ανάκλασης του φωτός πραγματοποιούνται με τη βοήθεια ειδικών αλγορίθμων κατάτμησης (segmentation algorithms). Ύστερα, με τη βοήθεια ενός μαθηματικού μετασχηματισμού (αντιστοιχία συντεταγμένων οφθαλμικής κίνησης συμμετέχοντα με σύστημα μέτρησης συντεταγμένων δευτερεύουσας οθόνης) καθίσταται δυνατή η διαδικασία αυτοβαθμονόμησης του συστήματος που φαίνεται στην Εικόνα 6.20.



Εικόνα 6.20.: Διαγραμματική απεικόνιση της λειτουργίας του συστήματος καταγραφής

Στον Πίνακα 6.3 που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος καταγραφής (ViewPoint Eye Tracker®). Αναλυτικότερη περιγραφή γίνεται στην εργασία του Κρασανάκη (2009).

Πίνακας 6.3.: Βασικά χαρακτηριστικά ViewPoint Eye Tracker®

<b>Μοντέλο συστήματος</b>
•ViewPoint Eye Tracker PC-60 Arrington Research
<b>Λειτουργία συστήματος</b>
•Χρήση φωτοδιόδου υπέρυθρου φωτός με ταυτόχρονη καταγραφή βίντεο (infrared video) •Δυνατότητα μονόφθαλμης ή διόφθαλμης παρατήρησης
<b>Ανάλυση</b>
•1280 x 1024 (19")
<b>Μέθοδοι</b>
•Ανίχνευση της κόρης (Pupil Location) •Ανίχνευση της ανάκλασης του αμφιβληστροειδούς (Glint Location) •Ανίχνευση της κόρης και της ανάκλασης του αμφιβληστροειδούς (Pupil-Glint Location)
<b>Ακρίβεια</b>
•0,25° - 1,00° του οπτικού τόξου
<b>Διακριτική ικανότητα</b>
•0,15° του οπτικού τόξου
<b>Συχνότητα Δειγματοληψίας</b>
•30 Hz και 60 Hz (δυνατότητα επιλογής από το χρήστη)
<b>Οπτικό εύρος καταγραφής</b>
•Οριζόντια: ± 44° του οπτικού τόξου •Κατακόρυφη: ± 20° του οπτικού τόξου
<b>Στοιχεία καταγραφής</b>
•Συντεταγμένες οριζόντιας και κατακόρυφης θέσης του βλέμματος •Διορθωμένες συντεταγμένες οριζόντιας και κατακόρυφης θέσης του βλέμματος •Υψος και πλάτος της κόρης •Στρέψη του οφθαλμού •Αντιστοίχιση θέσης βλέμματος με περιοχές ενδιαφέροντος (ROIs) •Χρόνος μεταξύ κάθε καταγραφής •Χρόνος εστίασης βλέμματος Συνολικός χρόνος καταγραφής

### 6.2.2. Σύστημα συντεταγμένων

Το σύστημα συντεταγμένων που η συσκευή ViewPoint Eye Tracker® χρησιμοποιεί, δεν είναι το ίδιο με το σύστημα συντεταγμένων της δευτερεύουσας οθόνης (secondary monitor), που όπως ειπώθηκε είναι η οθόνη προβολής των ερεθισμάτων στους συμμετέχοντες και έχει ανάλυση 1280x 1024 (Εικόνα 6.21). Για την ακρίβεια, η αρχή του συστήματος που βρίσκεται στην πάνω αριστερά γωνία είναι (0,0), ενώ αντίστοιχα, το πέρας του συστήματος βρίσκεται στην κάτω δεξιά γωνία(1,1). Οι θετικές τους φορές, κατά αντιστοιχία, είναι με κατεύθυνση προς τα δεξιά και προς τα κάτω για τον άξονα του x και του y, αντίστοιχα. Για να είναι εφικτή η επεξεργασία των

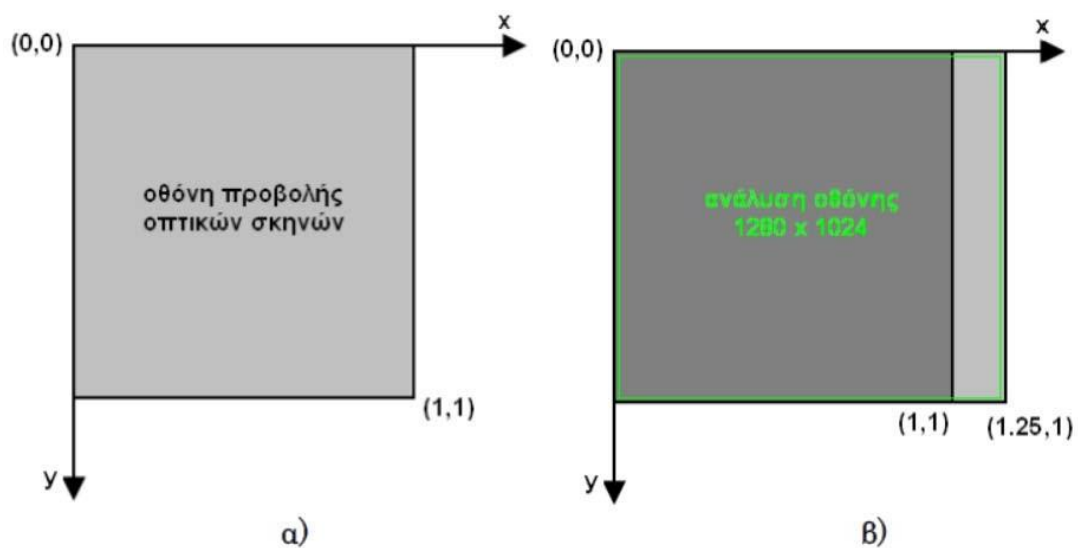
καταγραφών, πρέπει να μετασχηματιστεί αυτό το σύστημα συντεταγμένων της συσκευής στην ανάλυση της οθόνης προβολής (secondary monitor). Παρακάτω, παρουσιάζονται οι σχέσεις μετασχηματισμού τους, που είναι:

$$(6.1) \quad x' = \frac{1280}{1024} \times x \rightarrow x' = 1,25 \times x$$

Συνοψίζοντας, οι τελικές σχέσεις κατά τις οποίες μετασχηματίστηκαν οι συντεταγμένες του ViewPoint Eye Tracker® στο σύστημα της δευτερεύουσας οθόνης είναι:

$$(6.2) \quad X = 1280 \times x \rightarrow X = 1024 \times x'$$

$$(6.3) \quad Y = 1024 \times y$$

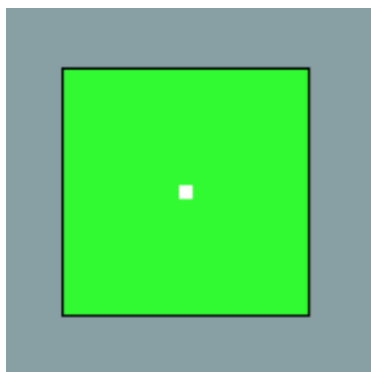


Εικόνα 6.21.: α) Το σύστημα συντεταγμένων του ViewPoint Eye Tracker, β) Μετασχηματισμός του συστήματος συντεταγμένων για την προσαρμογή του στην ανάλυση της οθόνης (Πηγή: Krasanakis Vasilios, 2009)

### 6.2.3. Αυτοβαθμονόμηση συστήματος ViewPoint Eye Tracker®

Στο πλαίσιο αυτό, για να είναι εφικτή η σύνδεση της οπτικής προσοχής του παρατηρητή με τις συντεταγμένες της οθόνης προβολής (δηλαδή αν όντως εκεί που κοιτάει ο παρατηρητής, εκεί πραγματοποιείται και η καταγραφή από το σύστημα), πρέπει να αξιοποιηθεί μια συνάρτηση μετασχηματισμού, η οποία αντίστοιχα πραγματοποιείται από το σύστημα της καταγραφής με τη λειτουργία της (αυτο)βαθμονόμησης. Τονίζεται πως αυτή η διαδικασία ακολουθήθηκε με τον ίδιο τρόπο για το σύνολο των παρατηρητών που έλαβαν μέρος στην πειραματική διαδικασία.

Κατά τη διάρκεια της αυτοβαθμονόμησης, ο κάθε παρατηρητής παρατηρεί μία σειρά από στόχους. Οι στόχοι αυτοί είναι τετραγωνικού σχήματος, γνωστών συντεταγμένων, οι οποίοι με την πάροδο του χρόνου συρρικνώνονται (Εικόνα 6.22). Ο παρατηρητής τους παρατηρεί προσεκτικά και στοχεύει κάθε φορά απευθείας στο κέντρο αυτών, από την αρχή και μέχρι να βρεθεί στο λευκό εσωτερικό του στόχου (Εικόνα 6.23). Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, το σύστημα εντοπίζει την ακριβή θέση του οφθαλμού του παρατηρητή και την αντιστοιχεί στην οθόνη προβολής. Οι προαναφερθέντες στόχοι (ερεθίσματα), έχουν πράσινη απόχρωση και η συνεχής τους συρρίκνωση, όπως ήδη σημειώθηκε, καταλήγει στο λευκό σημειακό κέντρο τους. Παρακάτω παρουσιάζεται η μορφή τους:



Εικόνα 6.22.: Αυτοβαθμονομητικό στόχος συστήματος

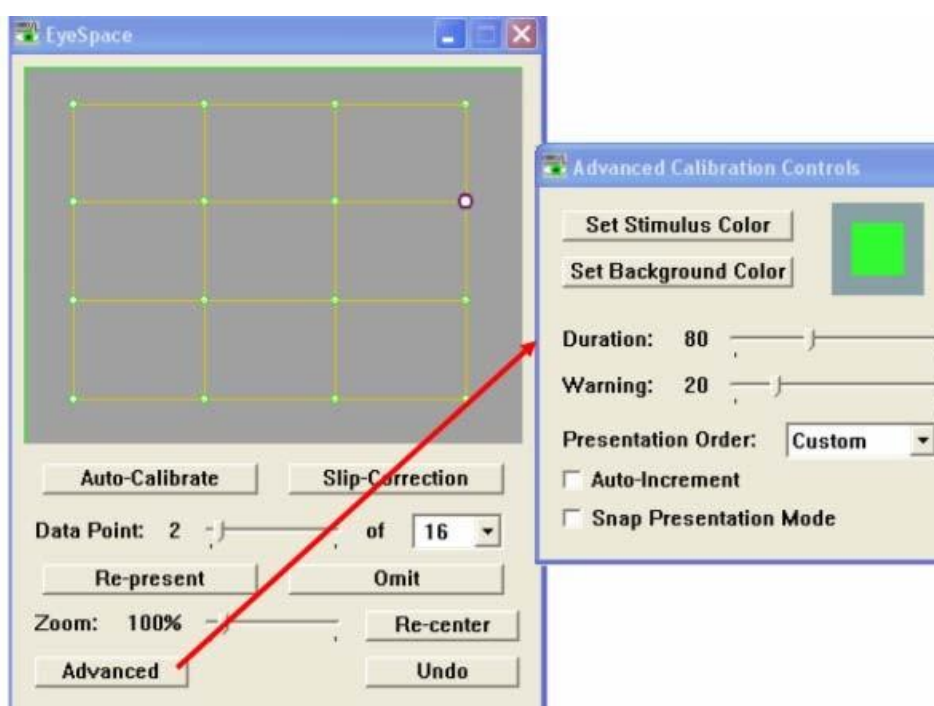


Εικόνα 6.23.: Λογική αυτοβαθμονόμησης του συστήματος ViewPoint Eye Tracker



Συμπληρωματικά, για τους προβαλλόμενους στόχους (ερεθίσματα), διευκρινίζεται πως ο χειριστής έχει τη δυνατότητα επιλογής (Εικόνα 6.24):

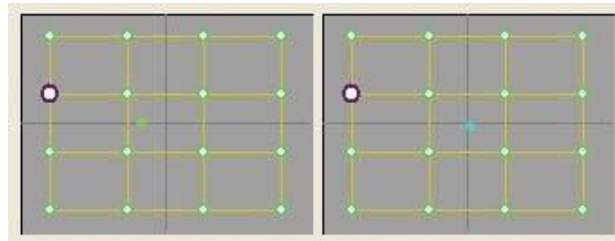
- Του συνολικού αριθμού προβαλλόμενων στόχων (6, 9, 12, 16, 20, 25, 30, 36, 42, 49, 56, 64 και 72)
- Την απόχρωση των προβαλλόμενων στόχων (επιλογή από χρωματικό πρότυπο RGB)
- Η απόχρωση του υπόβαθρου στο οποίο προβάλλονται οι στόχοι (επιλογή από χρωματικό πρότυπο RGB)
- Τη διάρκεια εμφάνισης κάθε στόχου
- Τη σειρά εμφάνισης κάθε στόχου



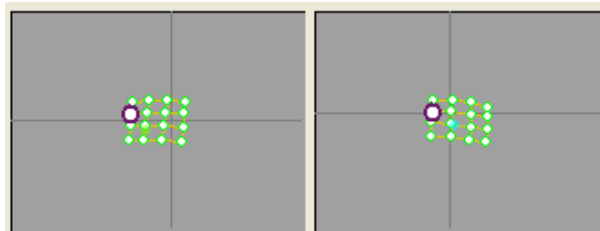
Εικόνα 6.24.: Επιλογή παραμέτρων των προβαλλόμενων στόχων από τον χειριστή (Πηγή: BIOPAC Systems, Inc.)

Για την παρούσα πειραματική έρευνα, επιλέχθηκε ο αριθμός των 16 στόχων με χρονική διάρκεια προβολής κάθε στόχου 4sec, στην προσπάθεια κάλυψης όλων των μηκών και πλατών της οθόνης προβολής (Εικόνα 6.25). Η επιλογή αυτού του αριθμού θεωρήθηκε κατάλληλη ώστε να επιτευχθεί καλή ακρίβεια, δίχως όμως την πρόκληση κόπωσης του παρατηρητή σε τόσο πρώιμο στάδιο της πειραματικής διεργασίας. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία προβολής των στόχων, προκύπτει για κάθε οφθαλμό ένας κάνναβος 4x4, με κορυφές τους 16 προβεβλημένους στόχους. Αυτή η απεικόνιση παρέχει τη δυνατότητα στο χειριστή για την πρώτη ποιοτική εκτίμηση της διαδικασίας αυτοβαθμονόμησης. Με λίγα λόγια, σε αυτό το στάδιο χαρακτηρίζεται η διαδικασία της αυτοβαθμονόμησης ως επιτυχής (Εικόνα 6.26) ή ως

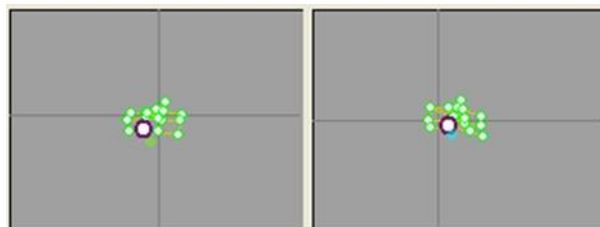
ανεπιτυχής (Εικόνα 6.27), πάντα ανάλογα με το σχήμα του καννάβου. Η κανονικότητα του καννάβου ορίζεται από την καθετότητα και την παραλληλία των ακμών του. Απλούστερα, όσο πιο προσεγγιστικό είναι το παραγόμενο σχήμα του καννάβου σε μορφή παραλληλεπιπέδου, τόσο ποιοτικά καλύτερη χαρακτηρίζεται η διαδικασία της βαθμονόμησης. Ωστόσο, σε περίπτωση που η μορφή του καννάβου δεν εμπίπτει στον παραπάνω ποιοτικό έλεγχο, τότε απορρίπτεται και επαναλαμβάνεται η διαδικασία της αυτοβαθμονόμησης από την αρχή.



Εικόνα 6.25.: Αρχικός καννάβος πριν την έναρξη της διαδικασίας αυτοβαθμονόμησης



Εικόνα 6.26.: Επιτυχής βαθμονόμηση για τους δύο οφθαλμούς



Εικόνα 6.27.: Ανεπιτυχής βαθμονόμηση και για τους δύο οφθαλμούς

### **6.3 Ποιότητα των καταγεγραμμένων οφθαλμικών κινήσεων και παράγοντες που επιδρούν στα εξαγόμενα αποτελέσματα**

Από όλα τα παραπάνω γίνεται φανερό πως η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων (διαδικασία ανάλυσης οφθαλμοκινήσεων) που προέκυψαν, συνδέεται άμεσα με την ποιότητα τους. Η ποιότητα και η καταλληλότητα των αποτελεσμάτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη σωστή διεξαγωγή της πειραματικής διαδικασίας. Ανεπαρκής διεξαγωγή της διαδικασίας μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της ποιότητας (ακρίβειας) των εξαγόμενων αποτελεσμάτων ή και σε ολική απόρριψή τους.

Οι Holmqvist et al., 2012 όρισαν μερικούς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα των μετρήσεων. Αναλυτικότερα:

- ❖ Οι παρατηρητές είναι δυνατόν να διαφέρουν ως προς τα βιολογικά χαρακτηριστικά, όπως είναι η φυσιολογία των οφθαλμών τους αλλά και ως προς τα νευρολογικά και ψυχολογικά χαρακτηριστικά τους. Επίσης, το επίπεδο της αντίληψης των οδηγιών που δίνονται στους παρατηρητές (από τους χειριστές) και η ικανότητα να ευθυγραμμιστούν με αυτές μεταβάλλονται ανάλογα με τον παρατηρητή. Η “χρήση γυαλιών, φακών επαφής, χρήση μάσκαρα, οι μακριές βλεφαρίδες ή τα πεσμένα βλέφαρα” (Holmqvist et al., 2011), ακόμα και ορισμένες χρωματικές αποχρώσεις της κόρης (Kammerer, 2009), ορισμένων παρατηρητών, αποτελούν παράγοντες που παρεμβαίνουν στην καταγραφή της εικόνας του ματιού, με αποτέλεσμα τα αποτελέσματα τους να χαρακτηρίζονται ως ακατάλληλα.
- ❖ Ο χειριστής του συστήματος καταγραφής, ανάλογα με το γνωστικό του επίπεδο, τις εκάστοτε δεξιότητες του και φυσικά η εμπειρία του, μπορεί να επιδράσει θετικά στην ποιότητα των αποτελεσμάτων. Δηλαδή, ο εξασκημένος χειριστής στην παροχή κατάλληλων οδηγιών στους συμμετέχοντες, η σωστή προσαρμογή της πειραματικής διάταξης (κάμερα) στους οφθαλμούς του συμμετέχοντα και η διακριτική ικανότητα του στο να ξεχωρίσει αν η διαδικασία απαιτεί επανάληψη, έχουν ως λογικό αποτέλεσμα υψηλότερης ποιότητας δεδομένα (συγκριτικά με κάποιον όχι τόσο έμπειρο).
- ❖ Η φύση της εκάστοτε εργασίας που οφείλει να ολοκληρωθεί, αναλόγως επηρεάζει πάλι την ποιότητα των δεδομένων. Σαφέστερα, αν απαιτείται κάποια σχετική κίνηση των συμμετεχόντων ή ο συμμετέχων πραγματοποιεί συχνούς βλεφαρισμούς των οφθαλμών του, υπάρχει πιθανότητα απώλειας δεδομένων και φυσικά μη αντιπροσωπευτικών αποτελεσμάτων σε σχέση με τα αναμενόμενα.
- ❖ Το περιβάλλον στο οποίο πραγματοποιείται η καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων των συμμετεχόντων, αποτελεί επίσης σημαντικό παράγοντα επιρροής της ποιότητας των δεδομένων (π.χ. εξωτερικό περιβάλλον υπό φως του ήλιου ή στον ερευνητικό χώρο, η ύπαρξη

κραδασμών ή πιθανών περισπασμών, από κινητά τηλέφωνα, κ.λπ.), είναι μερικοί από τους παράγοντες που έχουν άμεση επίδραση στην πειραματική διαδικασία και οφείλουν να ληφθούν υπόψη.

- ❖ Η γεωμετρική διάταξη και οι αντίστοιχες ρυθμίσεις των καμερών στην κεφαλή του συμμετέχοντα, η ανοχή κίνησης της κεφαλής του και άλλοι λόγοι, υπονομεύουν την ακρίβεια των αποτελεσμάτων και αποτελούν φυσικά παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των καταγραφών (Holmqvist et al., 2011)
- ❖ Τέλος, τα χαρακτηριστικά της πειραματικής διάταξης (ανάλυση κάμερας, ευκρίνεια εικόνας του οφθαλμού, αλγόριθμοι κατάτμησης, φωτισμός οφθαλμού, κ.λπ.), αποτελούν επίσης παράγοντες επιρροής στην ποιότητα των καταγραφών.

#### **6.4 Μέθοδοι ελέγχου βαθμονόμησης συστήματος**

Μετά το πέρας της αυτοβαθμονόμησης του συστήματος και την αντίστοιχη αξιολόγηση της (κανονικότητα κανάβου) από τον χειριστή, σειρά έχει (κρίσιμης σημασίας) ο περαιτέρω έλεγχος της, που δύναται να γίνει με τους εξής τρόπους (Goldberg&Wichansky, 2003):

- Στη βαθμονόμηση που ελέγχεται από το σύστημα (system controlled calibration), το λογισμικό του συστήματος καταγραφής αποφασίζει αυτόματα, με τη χρήση ειδικών αλγορίθμων, για το αν ο εξεταζόμενος οφθαλμός επικεντρώθηκε στον στόχο. Η απόφαση αυτή, βασίζεται στην παραμονή του οφθαλμού στο προβαλλόμενο ερέθισμα. Θεωρείται πιο εύκολη και πιο γρήγορη αυτή η μέθοδος καθώς διευκολύνει τον χειριστή με τον ταχύτερο ρυθμό της (βαθμονόμησης)
- Στη βαθμονόμηση που ελέγχεται από το χειριστή (operator controlled calibration), όπου ο χειριστής έχει τον πρώτο και τον τελευταίο λόγο για την απόρριψη ή την αποδοχή της. Αφού, επιβεβαιώσει (οπτικά) ότι οι στόχοι όντως προβλήθηκαν σωστά, προσπαθεί να διαπιστώσει ότι η καταγραφή του βλέμματος και η επικέντρωση στον ζητούμενο στόχο έγινε σωστά. Πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι, η ευελιξία της (δυνατότητα διακοπής της διεργασίας και διόρθωση πιθανών σφαλμάτων). Ωστόσο, το μειονέκτημα της είναι πως ο χρόνος αντίδρασης του χειριστή (αποδοχή ή απόρριψη αποτελεσμάτων) χαρακτηρίζεται χρονοβόρα διαδικασία και απαιτεί ιδιαίτερη εμπειρία και εποπτική ικανότητα του χειριστή. Επιπλέον, η ενδεχόμενη αναμονή του συμμετέχοντα (κινήσεις ποντικιού χειριστή) μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την πρόωρη κίνηση των οφθαλμών του.
- Στη βαθμονόμηση που ελέγχεται από τον παρατηρητή (participant controlled calibration) την απόφαση για το αποτέλεσμα της

βαθμονόμησης επωμίζεται πλήρως ο παρατηρητής. Είναι αυτός δηλαδή, που θα κρίνει αν ο οφθαλμός του ήταν σταθερός και πράγματι επικεντρώθηκε με τον σωστό τρόπο στο προβαλλόμενο ερέθισμα, χρησιμοποιώντας το ποντίκι επιβεβαιώνει τη διαδικασία και ακολουθεί η προβολή του επόμενου ερεθίσματος. Σημαντικό μειονέκτημα αυτής είναι η μεγάλη ευθύνη που δίδεται στον παρατηρητή, διακυβεύοντας την αξιοπιστία και καταλληλότητα των αποτελεσμάτων.

## 6.5 Ποσοτικές μέθοδοι ελέγχου ποιότητας αποτελεσμάτων

Σύμφωνα με τον Homqvist et al., 2012, οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι ποσοτικής εκτίμησης της ποιότητας των δεδομένων είναι:

1. Η χρήση τεχνητών οφθαλμών
2. Η διαδικασία επικύρωσης της βαθμονόμησης



Εικόνα 6.28.: Χρήση ψεύτικων – τεχνητών οφθαλμών

Συγκεκριμένα:

- A. Ο μοναδικός τρόπος πλήρους εξάλειψης των φυσιολογικών κινήσεων του οφθαλμού είναι η χρήση εντελώς στατικών οφθαλμών, κάτι το οποίο φυσικά είναι αδύνατο να επιτευχθεί από κάποιο άνθρωπο-παρατηρητή. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιούνται ψεύτικοι-τεχνητοί οφθαλμοί οι οποίοι παράγουν τις αντανάκλασεις του κερατοειδούς που απαιτούνται από το σύστημα καταγραφής (Εικόνα 6.28). Η χρήση ψεύτικων-τεχνητών οφθαλμών αποτελεί έναν ευέλικτο μέσο ελέγχου της ποιότητας των δεδομένων του ίχνους του βλέμματος. Αφού ξεκινήσει η βαθμονόμηση (με πραγματικό παρατηρητή), αρχίζει η ομαλή καταγραφή των συντεταγμένων του βλέμματος του δείγματος, ακολουθεί η τοποθέτηση των τεχνητών οφθαλμών (στην θέση των πραγματικών οφθαλμών), με κατάλληλη ρύθμιση τους στο κέντρο της περιοχής της βαθμονόμησης. Αφού εντοπιστούν οι καταγραφές υπολογίζεται η διεύθυνση της κίνησης, η τυπική της απόκλιση και το μέσο τετραγωνικό σφάλμα των δειγμάτων της.



B. Για την διαδικασία αυτή απαιτείται η εστίαση του βλέμματος πάνω σε στόχους γνωστών συντεταγμένων (από πραγματικούς παρατηρητές) και αποτελεί αναμφισβήτητα την πιο κοινή μέθοδο εκτίμησης της ποιότητας των δεδομένων. Με την παρεμβολή στόχων γνωστών συντεταγμένων ανάμεσα στις οπτικές σκηνές, εξασφαλίζεται η μεταγενέστερη εξέταση της πιστότητας ή της αβεβαιότητας των δεδομένων καθ' όλη τη διάρκεια της καταγραφής. Η λειτουργία της δηλαδή συνίσταται στην επικύρωση ή όχι της αυτοβαθμονόμησης που έχει προηγηθεί από το σύστημα. Πρόκειται στην ουσία για μια επανάληψη της διαδικασίας της αυτοβαθμονόμησης που έχει ως σκοπό να ελέγξει, την προβολή στην οθόνη στόχων γνωστών συντεταγμένων, εάν η κατεύθυνση του βλέμματος που έχει προσδιορισθεί ταιριάζει με την πραγματική. Οι ιδιότητες των στόχων που χρησιμοποιούνται όπως: το μέγεθος, το χρώμα και το σχήμα επηρεάζουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Επίσης σημαντικό ρόλο στην ακρίβεια διαδραματίζει η κατανομή των στόχων της βαθμονόμησης στην οθόνη προβολής. Συνιστάται να καλύπτουν όλη την επιφάνεια της οθόνης στην οποία προβάλλονται τα ερεθίσματα του πειράματος. Ακόμη ένα στοιχείο που είναι απαραίτητο να ληφθεί υπόψη είναι η επιλογή του καταγεγραμμένου δείγματος βάσει του οποίου προσδιορίζεται η πιστότητα. Η εξαγωγή των κινήσεων αυτών μέσω της εφαρμογής ειδικών αλγορίθμων ανίχνευσης προσηλώσεων, συνεπάγεται την ύπαρξη άμεσης σχέσης μεταξύ της ποιότητας των δεδομένων και της απόδοσης των χρησιμοποιούμενων αλγορίθμων

## 6.6 Κυρίως μέρος πειραματικής διαδικασίας

Στην παρούσα ενότητα θα περιγραφεί η κυρίως πειραματική διαδικασία και τα ερωτήματα που τέθηκαν στους συμμετέχοντες του πειράματος. Στην διαδικασία συμμετείχαν 52 άτομα.

### 6.6.1. Υποδοχή συμμετεχόντων και οδηγίες

Καθένας από τους συμμετέχοντες, με την άφιξη του στον πειραματικό χώρο, τοποθετούνταν στην θέση (μπροστά από την οθόνη προβολής των ερεθισμάτων) χωρίς να πραγματοποιηθεί η οριστική τοποθέτηση του σώματος του, έτσι ώστε να δοθούν οι κατάλληλες οδηγίες από τους χειριστές για τη φύση του πειράματος και την ακολουθούμενη πειραματική διαδικασία. Συγκεκριμένα δόθηκαν οι εξής οδηγίες:

#### *Καλωσόρισμα των συμμετεχόντων*

«Κάνουμε μια έρευνα σχετική με την οπτική ρύπανση ή οπτική όχληση που προκαλείται από υπαίθριες (ανοιχτές) λατομικές εκσκαφές.»

## Γενική Εκφώνηση

«Προτού ξεκινήσει η πειραματική διαδικασία καταγραφής των κινήσεων του βλέμματος (οφθαλμικών κινήσεων) και προτού τοποθετηθούν και σταθεροποιηθούν οι συμμετέχοντες στο chin rest, δίνονται οι παρακάτω οδηγίες:

Σ' αυτή την πειραματική διαδικασία θα σας ζητηθεί να παρατηρήσετε προσεκτικά 12 εικόνες του ίδιου λατομικού τοπίου όπου η εκσκαφή έχει σχεδιαστεί με διαφορετικούς τρόπους, η εκσκαφή παρουσιάζει διαφορετικές χρωματικές αντιθέσεις σε σχέση με το τοπίο που την περιβάλλει, ενώ στην ίδια την περιβάλλουσα περιοχή εμφανίζονται άλλα στοιχεία του τοπίου με διαφορετικές υφές. Η κυρίως διαδικασία απαρτίζεται από την ελεύθερη παρατήρηση 12 εικόνων, κάθε μία εκ των οποίων θα προβληθεί για 8 δευτερόλεπτα. Ανάμεσα σε αυτές τις 12 εικόνες θα παρεμβάλλονται κενές εικόνες. Κατά τη διάρκεια του πειράματος οι κινήσεις των ματιών σας θα καταγράφονται από αυτή τη συσκευή ιχνηλάτησης του βλέμματος (eye tracker). Προτού ξεκινήσει η διαδικασία, η συσκευή θα βαθμονομηθεί. Παρακαλείσθε να μη μετακινήσετε από τη στιγμή που θα έχει γίνει η βαθμονόμηση για να μην αλλοιωθούν οι καταγραφές. Συνολικά, το πείραμα θα διαρκέσει λιγότερο από 3 λεπτά, διάστημα κατά το οποίο το πάνω μέρος του σώματος θα πρέπει να παραμείνει σχετικά ακίνητο. Για τη διατήρηση της σταθερότητας, το κεφάλι σας θα υποστηριχθεί από ένα μηχανισμό (chin rest).

Μετά το πέρας της πειραματικής διαδικασίας θα σας ζητηθεί να απαντήσετε σε ένα πολύ σύντομο ερωτηματολόγιο ως προς την οπτική εντύπωση που σας προκάλεσαν οι 12 εικόνες, συμπληρώνοντας και κάποια στοιχεία όπως η ηλικία και η ειδικότητά σας. Όλα τα δεδομένα που θα συλλεχθούν θα χρησιμοποιηθούν ανώνυμα και μόνο για ερευνητικούς σκοπούς. Παρακαλούμε, μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις σε περίπτωση που δεν σας είναι απολύτως ξεκάθαρες οι παραπάνω οδηγίες. Σας ευχαριστούμε για τη συνεργασία σας.»

*Οι συμμετέχοντες τοποθετούνται και ενημερώνονται ότι ξεκινά η διαδικασία βαθμονόμησης:*

«Αρχικά, θα παρουσιαστούν στην οθόνη κάποια πράσινα τετραγωνίδια που αναβοσβήνουν με μια λευκή κουκίδα στο εσωτερικό τους. Εσείς θα πρέπει να τα παρατηρήσετε εστιάζοντας το βλέμμα σας στη λευκή κουκίδα που βρίσκεται στο εσωτερικό τους. Είναι πολύ σημαντικό να είστε συγκεντρωμένοι σε αυτή τη φάση γιατί πραγματοποιείται η βαθμονόμηση της συσκευής.»

*Ολοκληρώνεται η βαθμονόμηση.*

«Ολοκληρώθηκε η βαθμονόμηση και περνάμε στην κυρίως διαδικασία του πειράματος. Τώρα θα πρέπει να παρατηρήσετε προσεκτικά τις 12 εικόνες κάθε μία εκ των οποίων θα προβληθεί για 8 δευτερόλεπτα. Πριν και μετά την προβολή των 12 εικόνων θα σας παρουσιαστούν 5 τετράγωνοι, κόκκινοι στόχοι στο κέντρο των οποίων πρέπει να εστιάσετε το βλέμμα σας. Θα πρέπει να είστε να είστε συγκεντρωμένοι κατά την παρατήρηση καθώς το επίπεδο της συγκέντρωσής σας θα καθορίσει την ποιότητα των αποτελεσμάτων»

*Αφού ολοκληρωθεί το σύνολο της πειραματικής διαδικασίας, οι συμμετέχοντες απαντούν στο ερωτηματολόγιο και συμπληρώνουν μια φόρμα με ορισμένα στοιχεία χρήσιμα για την περαιτέρω ανάλυση και αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων.*

*Παρακάτω παρατίθεται και το ερωτηματολόγιο που διαμορφώθηκε και δόθηκε σε όλους τους συμμετέχοντες:*

### Ερωτήσεις

«Τώρα, θα σας ζητήσω να κατατάξετε τις εικόνες – εκδοχές του ίδιου λατομικού τοπίου – που μόλις παρατηρήσατε ανάλογα με την οπτική εντύπωση που σας προκαλούν. Στην κορυφή (1) θα πρέπει να σημειώσετε την εικόνα που σας φαίνεται η πλέον δυσάρεστη/οχληρή και στη βάση (12) εκείνη που σας φαίνεται ή λιγότερο δυσάρεστη. Κατά αντιστοιχία, θα πρέπει να σημειώσετε την εικόνα που, κατά την άποψή σας, αντιστοιχεί στην κάθε ενδιάμεση θέση.»

Θέση	Εικόνα								
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
	(A/A)	Φύλο	Ηλικία	ΔΧ/ΑΧ	Ειδικότητα	Κατηγορία*	Σχόλια (λ.χ., μυωπία)	email	Όνοματεπώνυμο*

### 6.6.2 Ακολουθούμενη διαδικασία

Για την πλήρη κατανόηση της σειράς των διεργασιών που ακολουθήθηκαν για την συνολική διεξαγωγή του πειράματος. Αναλυτικότερα, ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα:

- A. Ορίστηκαν οι απαραίτητες ρυθμίσεις για την καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων των παρατηρητών. Συγκεκριμένα, ορίστηκε η συχνότητα (60Hz), ο εντοπισμός της κόρης του οφθαλμού, επιλέχθηκε η καταγραφή και των δύο οφθαλμών, ορίστηκε η δευτερεύουσα οθόνη προβολής των ερεθισμάτων, καθορίστηκε ο αριθμός των στόχων για την αυτοβαθμονόμηση (16 στόχοι), επιλέχθηκε η απενεργοποίηση του ίχνους σάρωσης του βλέμματος του παρατηρητή και τελικά πραγματοποιήθηκε η φόρτωση του κατάλληλου αρχείου ρυθμίσεων.
- B. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε η σωστή τοποθέτηση της πειραματικής διάταξης (eye tracker) και η κατάλληλη στόχευση της φωτοδιόδου στον κάθε οφθαλμό, οι κάμερες καταγραφής ρυθμίστηκαν υπό γωνία 45° και πραγματοποιήθηκε η κατάλληλη στρέψη των καμερών, ανάλογα πάντα με την διαφορετική φυσιολογία των οφθαλμών του εκάστοτε παρατηρητή. Αφού, επιβεβαιώθηκε η στόχευση και των δύο οφθαλμών στις αντίστοιχες περιοχές ενδιαφέροντος (ROIs) ζητήθηκε από τον συμμετέχοντα η εστίαση σε διάφορες γωνίες της οθόνης προβολής για επικύρωση πως η διάταξη καταγράφει τους οφθαλμούς σε όλες τις κινήσεις τους.
- C. Αφού ολοκληρώθηκε επιτυχώς η διαδικασία αυτοβαθμονόμησης (σε αντίθετη περίπτωση πραγματοποιήθηκε επανάληψη της διαδικασίας αυτής), πραγματοποιήθηκε η φόρτωση του αντίστοιχου αρχείου ρυθμίσεων, με σκοπό την έναρξη της κυρίως πειραματικής διεργασίας. Το αρχείο ρυθμίσεων αυτό είχε τη μορφή “.txt” και είχε συνταχθεί με βάση προηγούμενη μελέτη από τον Μισθό Μωυσή Λουκά. Συγκεκριμένα, η λειτουργία των ρυθμίσεων αυτών είναι η εξής:
  - Ορίζει ως οθόνη προβολής την δεύτερη οθόνη του συστήματος
  - Απενεργοποιεί την εμφάνιση των περιοχών ενδιαφέροντος (ROIs) στην οθόνη προβολής
  - Απενεργοποιεί το ίχνος προβολής του βλέμματος (POG) στην δευτερεύουσα οθόνη προβολής των ερεθισμάτων
  - Ρυθμίζει τη συχνότητα καταγραφής του πειράματος στα 60Hz
  - Ορίζει τη σειρά εμφάνισης των οπτικών σκηνών στην δευτερεύουσα οθόνη προβολής
  - Καταγράφει και αποθηκεύει τις οφθαλμικές κινήσεις των συμμετεχόντων με μορφή: “έτος- μήνα - ημέρα - ώρα - λεπτά - δευτερόλεπτα”
  - Ορίζει τη χρονική διάρκεια προβολής της κάθε προβεβλημένης οπτικής σκηνής
  - Αφού ολοκληρωθεί η πειραματική διαδικασία αποθηκεύει τις αντίστοιχες καταγραφές σε κατάλληλο αρχείο “.txt”
- D. Ύστερα παρουσιάστηκαν οι πέντε (γνωστών συντεταγμένων στόχοι) για τη διαδικασία επικύρωσης της βαθμονόμησης, με σειρά προβολής (πάνω αριστερά- πάνω δεξιά - κέντρο - κάτω αριστερά - κάτω δεξιά) και με αντίστοιχο χρόνο προβολής τριών δευτερολέπτων (3sec)



- E. Ακολούθησε μία λευκή εικόνα για ένα δευτερόλεπτο (1 sec).
- F. Ακολούθησε η προβολή των 12 οπτικών σκηνών (με χρόνο προβολής 8 δευτερόλεπτα για κάθε μία και ενδιάμεσα τους παρεμβάλλονταν μια λευκή για 1 δευτερόλεπτο).
- G. Με το πέρας των 12 οπτικών σκηνών ακολούθησε, ξανά η λευκή εικόνα (1 sec)
- H. Και τέλος, ακολούθησε η διαδικασία επικύρωσης της βαθμονόμησης (των 5 γνωστών συντεταγμένων στόχων).
- I. Λήξη πειραματικής διαδικασίας και αποθήκευση καταγραφών σε αντίστοιχο φάκελο με αντίστοιχη ονομασία (για κάθε διαφορετικό συμμετέχοντα)

## 6.7. Επεξεργασία δεδομένων

### 6.7.1 Ανάλυση αρχικών καταγραφών

Αφού ολοκληρωθεί η πειραματική διαδικασία για το σύνολο των συμμετεχόντων, ολοκληρώνεται και η συλλογή των δεδομένων των οφθαλμικών κινήσεων. Σύμφωνα με την Λέλλη (2013), σε αυτά τα αρχεία καταγράφονται για όλες τις οπτικές σκηνές οι συντεταγμένες (x,y) του βλέμματος του οφθαλμού στην οθόνη του υποκειμένου στο σύστημα αναφοράς της συσκευής καταγραφής, ο χρόνος καταγραφής τους, η χρονική διάρκεια τους καθώς επίσης και το πλάτος και ύψος της κόρης του οφθαλμού. Αυτά τα οποία θα υποστούν περαιτέρω επεξεργασία είναι ο χρόνος καταγραφής και οι συντεταγμένες του βλέμματος για κάθε έναν από τους δύο οφθαλμούς. Έτσι, πλέον μπορούν να μετασχηματιστούν σε προσηλώσεις, συντεταγμένες κέντρου προσοχής και χρονική διάρκεια.

### *Επικύρωση αποτελεσμάτων βαθμονόμησης*

Η μέθοδος αυτή πραγματοποιείται εφαρμόζοντας έναν ειδικά διαμορφωμένο αλγόριθμο που ελέγχει τις καταγραφές των στόχων. Αποτέλεσμα της χρήσης του είναι η εκτίμηση της ορθότητας τους, με απώτερο σκοπό την αποδοχή ή απόρριψη τους. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκε ο ενσωματωμένος αλγόριθμος του λογισμικού OGAMA που σύμφωνα με τον Κρασανάκη (2014) βασίζεται σε δύο παραμέτρους, την χωρική (μέγιστη απόσταση που ένα σημείο καταγραφής απέχει από τη μέση θέση της προσήλωσης και να αποτελεί σημείο της προσήλωσης αυτής) και τη χρονική (αναφέρεται στον ελάχιστο αριθμό σημείων καταγραφής τα οποία ορίζουν μια κλάση προσήλωσης).

Η λειτουργία του συγκεκριμένου αλγόριθμου είναι να εκτιμήσει την ορθότητα των καταγεγραμμένων δεδομένων του παρατηρητή. Αυτή η εκτίμηση στηρίζεται στη μέση απόκλιση του οφθαλμού (πριν και μετά το πείραμα) από τους προβεβλημένους στόχους. Αναλυτικότερα, ελέγχθηκε η ακρίβεια που επέτυχε ο κάθε συμμετέχων. Ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του

ειδικού αυτού αλγορίθμου (k-means), που συντάχθηκε στο περιβάλλον της Matlab από τον Κρασσανάκη.

Ο αλγόριθμος εφαρμόστηκε για κάθε συμμετέχοντα συνολικά τέσσερις (4) φορές (2 φορές για τον ένα οφθαλμό πριν και μετά το πείραμα και 2 φορές για τον άλλο οφθαλμό πριν και μετά το πείραμα). Σε αυτό το σημείο γίνεται κατανοητό πως ο ερευνητής έχει στη διάθεση του τα αποτελέσματα αυτά που αποδίδουν την ακρίβεια σε εικονοστοιχεία (pixels), χιλιοστά, μονάδες του λογισμικού και μοίρες. Επίσης, παράλληλα με τα αριθμητικά δεδομένα, τα αποτελέσματα συνοδεύτηκαν και από μία οπτική παρουσίαση της κατανομής των σημείων εστίασης κατά τον έλεγχο της βαθμονόμησης. Ο συνδυασμός αυτών των δύο (αριθμητικά αποτελέσματα και οπτική παρουσίαση τους) δίνει τη δυνατότητα στον μελετητή για αποδοχή ή απόρριψη του εξεταζόμενου συμμετέχοντα. Η ακολουθούμενη μεθοδολογία παρουσιάζεται συνοπτικά, στα εξής βήματα:

- ✓ Εισαγωγή των δέκα (10) αρχείων (.txt) του κάθε συμμετέχοντα στο περιβάλλον της Matlab (περιγράφονται τα περιεχόμενα στων 10 αρχείων στην εργασία του Παυλίδη Α.)
- ✓ Επιλογή του οφθαλμού (Α για αριστερό οφθαλμό & Β για δεξί οφθαλμό) πριν και μετά το πείραμα
- ✓ Έλεγχος της αριθμητικής τιμής της μέσης απόκλισης των συντεταγμένων του και έλεγχος της οπτικής απεικόνισης του
- ✓ Τερματισμός της διαδικασίας

Να σημειωθεί πως το κατώφλι, για αποδοχή ή απόρριψη του κάθε συμμετέχοντα, ορίστηκε ήταν στα 60 εικονοστοιχεία (pixels) εκτός μερικών εξαιρέσεων που το ξεπέρασαν οριακά. Επιπλέον, ελέγχθηκε:

- ✓ Η μετατόπιση των καταγραφών από τους στόχους που αναφέρονταν σε κάθε περίπτωση
- ✓ Η πλησιέστερη ταύτιση της γεωμετρίας των καταγραφών πριν την εκτέλεση του πειράματος με τα αποτελέσματα της γεωμετρίας αμέσως μετά το πείραμα
- ✓ Η γενικότερη κατανομή των καταγραφών ανά τους πέντε στόχους της οπτικής σκηνής

Με το πέρας της διαδικασίας ελέγχου δημιουργήθηκε ένας πίνακας στο περιβάλλον του Excel όπου σημειώθηκαν οι αποκλίσεις του κάθε

συμμετέχοντα, για κάθε οφθαλμό πριν και μετά το κυρίως πείραμα, και με κόκκινη απόχρωση σκιαγραφήθηκαν τα αποτελέσματα των απορριπτέων συμμετεχόντων, ενώ με πράσινη απόχρωση σκιαγραφήθηκαν τα αντίστοιχα αποδεκτά αποτελέσματα, για την μετέπειτα ανάλυση τους στο λογισμικό του OGAMA.

Επομένως, από το συνολικό αριθμό των 52 συμμετεχόντων που έλαβαν μέρος στο πείραμα, ο οριστικός αριθμός των συμμετεχόντων που λήφθηκαν υπόψη ήταν 33. Από αυτούς οι 20 πραγματοποίησαν καλά αριθμητικά αποτελέσματα για τον οφθαλμό Α (αριστερό) και οι υπόλοιποι 13 για τον οφθαλμό Β (δεξί).

#### 6.7.2 Ανάλυση τελικών καταγραφών

Βασικός στόχος της εργασίας, σε αυτή τη φάση, ήταν η ανάλυση των δεδομένων των καταγραφών του ίχνους του βλέμματος των συμμετεχόντων μέσω του λογισμικού του OGAMA. Προς αυτή την κατεύθυνση, έπρεπε να πραγματοποιηθεί ένας τελευταίος μετασχηματισμός των δεδομένων (αποδεκτών) σε μορφή αναγνωρίσιμη από το λογισμικό του OGAMA. Ο κώδικας δημιουργήθηκε από τον Κρασανάκη (2014) στη γλώσσα προγραμματισμού της *rython*.

Με την ολοκλήρωση του προηγούμενου μετασχηματισμού, συγκεντρώθηκαν 3 διαφορετικά αρχεία (*import\_data.txt*, *trials.txt* και *images.txt*), για κάθε αποδεκτό συμμετέχοντα. Αυτά έπειτα εισήχθησαν στο λογισμικό του OGAMA σύμφωνα με τη σειρά που παρουσιάζονται παρακάτω:

- Το *import\_data.txt*, είχε τις συντεταγμένες (x,y) και τον αντίστοιχο χρόνο τους για κάθε οφθαλμό, υπό μορφή στηλών
- Το *trials.txt*, είχε τη χρονική διάρκεια (ms) της κάθε οπτικής σκηνής με το αντίστοιχο ID της
- Το *images.txt*, είχε την ονομασία της κάθε οπτικής σκηνής (.bmp) με το αντίστοιχο ID της.

Σημειώνεται πως συμπεριλήφθηκαν και οι στόχοι πριν και μετά το πείραμα καθώς και οι λευκές εικόνες.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

## Αποτελέσματα πειραματικής διαδικασίας

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της πειραματικής διαδικασίας χωρίζεται σε δύο σκέλη α) την ανάλυση των αποτελεσμάτων των δεδομένων του eye tracker και την κατασκευή θερμικών χαρτών (heatmaps) μέσω του λογισμικού OGAMA, β) την ανάλυση και την κατανομή των δεδομένων των ερωτηματολογίων μέσω excel.

### **7.1 Ανάλυση δεδομένων eye tracker-κατασκευή heatmaps**

Το επόμενο βήμα – μετά την αξιολόγηση των αρχικών, ακατέργαστων καταγραφών (raw data) των παρατηρητών και την τελική αποδοχή 33 εξ' αυτών που προέκυψε από την εξέταση των δεδομένων που εξήχθησαν από τη διαδικασία της επικύρωσης των αποτελεσμάτων – είναι η επεξεργασία και η ανάλυση των καταγεγραμμένων οφθαλμικών κινήσεων των αποδεκτών συμμετεχόντων στο περιβάλλον του λογισμικού OGAMA (Vosskuhler et al. 2008). Ειδικότερα, η καταγραφή και ανίχνευση των οφθαλμικών κινήσεων του κάθε αποδεκτού παρατηρητή πραγματοποιείται έχοντας ως στόχο την μετατροπή τους σε κινήσεις προσηλώσεων (fixations) και κινήσεις μετάβασης ή αλλιώς σακκαδικές κινήσεις (saccades).

Όπως προκύπτει, με την μετατροπή αυτή όλα τα περιεχόμενα αντιληπτά χαρακτηριστικά των οπτικών σκηνών καθίστανται δυνατά να αναγνωριστούν, να υλοποιηθεί η ανάλυση τους καθώς και να πραγματοποιηθεί η διερεύνηση της εστίασης της προσοχής που έλαβε χώρα κατά την πειραματική διαδικασία.

Αμέσως επόμενο στάδιο για τον μελλοντικό υπολογισμό των προσηλώσεων αποτελεί η εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό OGAMA. Κατά συνέπεια, για την εξαγωγή ενός αρχείου για κάθε έναν (1) από τους τριάντα τρεις (33) τελικά αποδεκτούς συμμετέχοντες, ακολουθήθηκε μία συγκεκριμένη διαδικασία ως προς τον τρόπο και την σειρά εισαγωγής των αρχείων στο περιβάλλον του λογισμικού OGAMA, η οποία εξελίχθηκε ως εξής:

- Εκκίνηση του λογισμικού OGAMA και δημιουργία ενός νέου έργου-project (create new project) με ονομασία “experiment\_thesis\_results.oga”)
- Ορισμός των παραμέτρων σε αντιστοιχία με αυτές που ήδη είχαν τεθεί. Συγκεκριμένα, ορίστηκε ως συχνότητα καταγραφής της συσκευής αυτή των 60 Hz και ως ανάλυση οθόνης αυτήν των προβληθέντων οπτικών σκηνών, δηλαδή 1280x1024. Οι υπόλοιπες παράμετροι παρέμειναν όπως είχαν οριστεί από τις προεπιλογές του προγράμματος

Οι υπόλοιπες διαδικασίες πραγματοποιήθηκαν για κάθε έναν (1) από τους τριάντα τρεις (33) τελικά αποδεκτούς παρατηρητές ξεχωριστά, και είναι :

- Εισαγωγή του αρχείου import\_data.txt και επιλογή της παραμέτρου που δημιουργεί την πρώτη γραμμή ως γραμμή τίτλου για την κάθε στήλη, όπως επίσης και επιλογή της παραμέτρου (“Space”) για τις στήλες
- Επιλογή του καταλληλότερου οφθαλμού, όπως προέκυψε από την διαδικασία ελέγχου βαθμονόμησης, προς επεξεργασία καθώς επίσης και τους αντίστοιχους χρόνους
- Καθορισμός του ονόματος του εκάστοτε παρατηρητή
- Εισαγωγή του αρχείου trials.txt του αντίστοιχου παρατηρητή
- Εισαγωγή του αρχείου images.txt του αντίστοιχου παρατηρητή
- Μεταφορά των οπτικών σκηνών, συμπεριλαμβανομένων των πέντε (5) στόχων πριν και μετά όπως επίσης και των λευκών οπτικών σκηνών πριν και μετά, με τη μορφή “\*.bmp” στον αυτόματα, από το πρόγραμμα, δημιουργούμενο φάκελο με ονομασία “SlideResources”
- Τελική συμπλήρωση στο “database module” του προγράμματος, σε συμφωνία με τα στοιχεία που είχαν συμπληρώσει οι παρατηρητές στο ερωτηματολόγιο που τους δόθηκε είτε πριν είτε μετά το πέρας της πειραματικής διαδικασίας

Από όλα τα παραπάνω γίνεται φανερό πως το πρόγραμμα έχει πραγματοποιήσει τις απαραίτητες μετατροπές των εισαχθέντων ανεπεξέργαστων δεδομένων για την εξαγωγή πλέον των κρίσιμων μεγεθών/μετρητικών στοιχείων καταγραφής (προσηλώσεις-fixations, σακκαδικές κινήσεις-saccades, θερμικοί χάρτες προσοχής-heatmaps) που έχουν παρουσιαστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο.

#### *Παραγωγή θερμικών χαρτών (heatmaps)*

Έχοντας πλέον τις προσδιορισμένες προσηλώσεις, το λογισμικό του προγράμματος OGAMA έχει τη δυνατότητα οπτικοποίησης των αποτελεσμάτων με τη χρήση του εργαλείου του, των χαρτών προσοχής (attention maps) και οι οποίοι σχεδιάζονται από το “Attention Map Module” του προγράμματος.

Οι χάρτες προσοχής, δηλαδή, απεικονίζουν τα σημεία και τον αριθμό των προσηλώσεων ως θερμικούς χάρτες (heatmaps). Τα κέντρα των εντοπισμένων περιοχών συμβολίζονται με ζηηρό κόκκινο χρώμα, εφόσον οι προσηλώσεις είχαν μεγάλη διάρκεια παραμονής στο σημείο ενδιαφέροντος σε σχέση με το σύνολο της διάρκειας των προσηλώσεων (σε ολόκληρη την οπτική σκηνή). Αντίθετα, όσο αυτές (προσηλώσεις), απομακρύνονται ή ο αριθμός τους μειώνεται, η ένταση του κόκκινου χρώματος αντίστοιχα μειώνεται και εν τέλει καταλήγει σε χρώμα πράσινο.



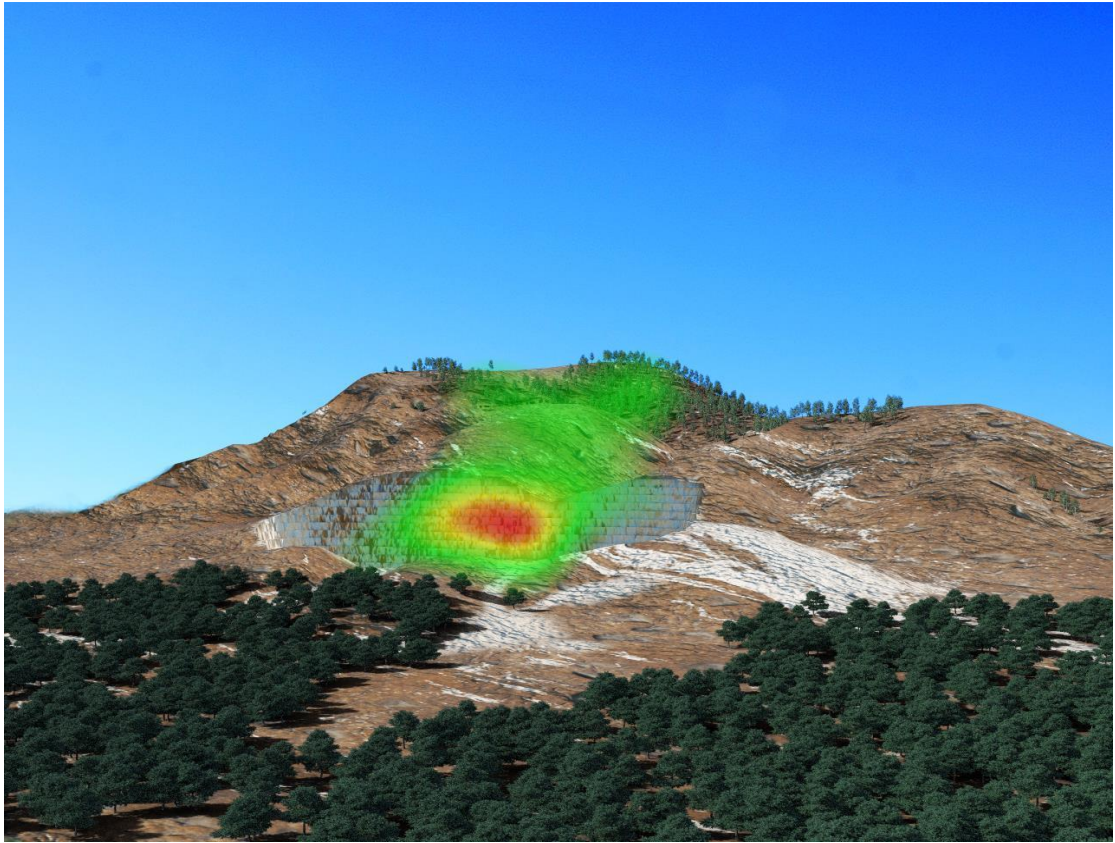


Εικόνα 7.1.: Χρωματική διάβαθμιση θερμικών χαρτών

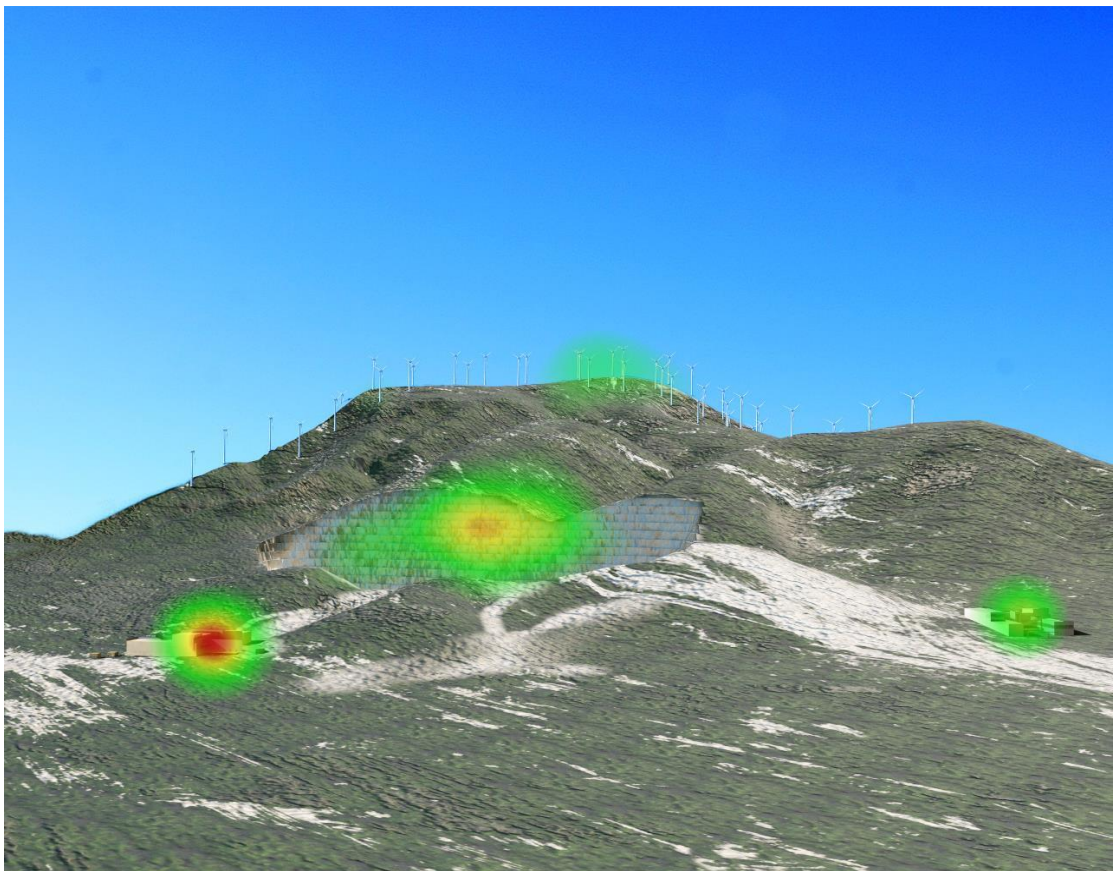
Ας σημειωθεί ακόμη ότι αυτή η οπτικοποίηση των συγχωνευμένων προσδιορισμένων προσηλώσεων, στη συγκεκριμένη πειραματική διαδικασία πραγματοποιείται για το σύνολο των συμμετεχόντων. Επομένως, δημιουργείται μια συγκεντρωτική παρουσίαση της κατανομής της προσοχής όλων των συμμετεχόντων για κάθε φωτογραφία. Παρόλα αυτά, το λογισμικό του OGAMA παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες του να ορίσουν αυτοί τους συμμετέχοντες που θα ληφθούν υπόψη για τη δημιουργία του θερμικού χάρτη, όπως επίσης και αν θα αξιοποιηθεί το σύνολο τους ή μέρος αυτών.

Όπως έχει προαναφερθεί, η παραγωγή των θερμικών χαρτών απεικονίζει τη σημασία της κάθε προσήλωσης ανάλογα με τη διάρκειά της όπως επίσης και με το σύνολο διάρκειας αυτών, στο σημείο ενδιαφέροντος, σε σχέση με το σύνολο των προσηλώσεων σε όλη την οπτική σκηνή. Αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για την συνοπτική - συγκεντρωτική απεικόνιση της εστιασμένης προσοχής του συνόλου των παρατηρητών και ένα αρχικό μέσο κατανόησης του μοτίβου οπτικής εξερεύνησης που ακολουθήθηκε από αυτούς. Από την άλλη πλευρά, αποτελεί αποκλειστικά ένα εργαλείο ποιοτικής αναπαράστασης και χρησιμοποιείται στο στάδιο του εποπτικού ελέγχου από τον ερευνητή. Γίνεται εύκολα κατανοητό, πως μονάχα με τη χρήση αυτού του εργαλείου δεν είναι δυνατή η σύγκριση, ερμηνεία και ανάλυση των τιμών των μεγεθών καταγραφής της κάθε οπτικής σκηνής.

Παρακάτω παρατίθενται οι θερμικοί χάρτες και οι προσηλώσεις αντίστοιχα που προέκυψαν για κάθε φωτογραφία:

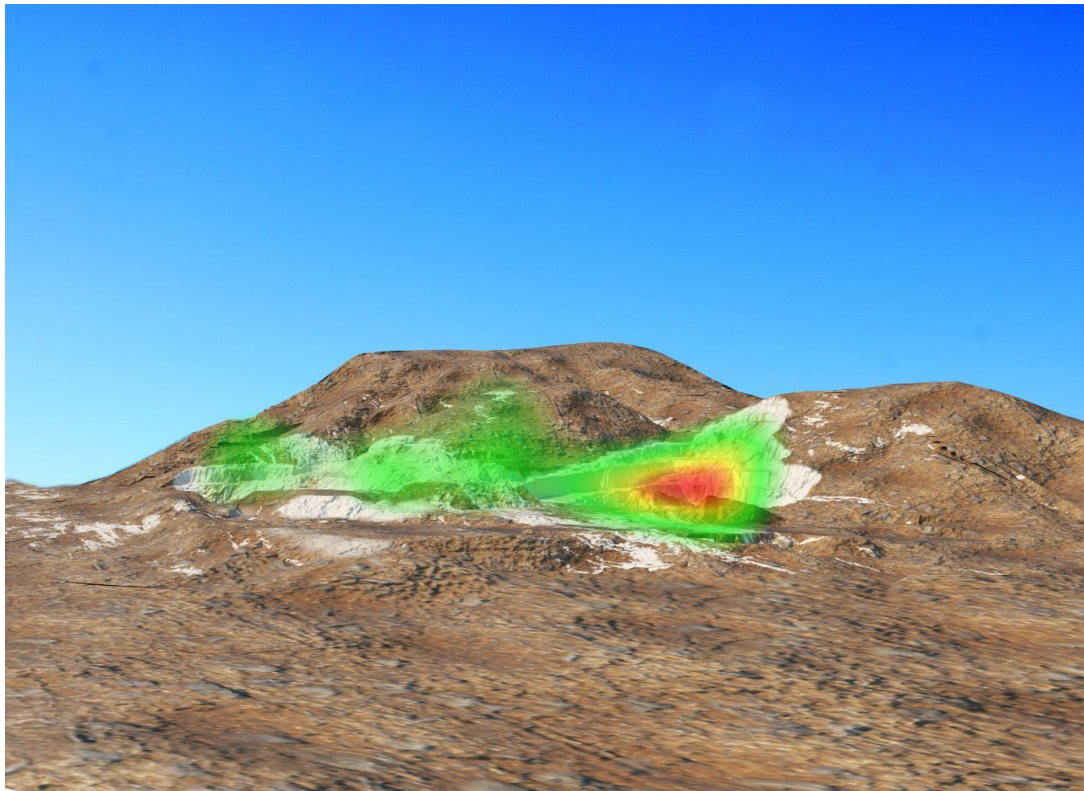


A

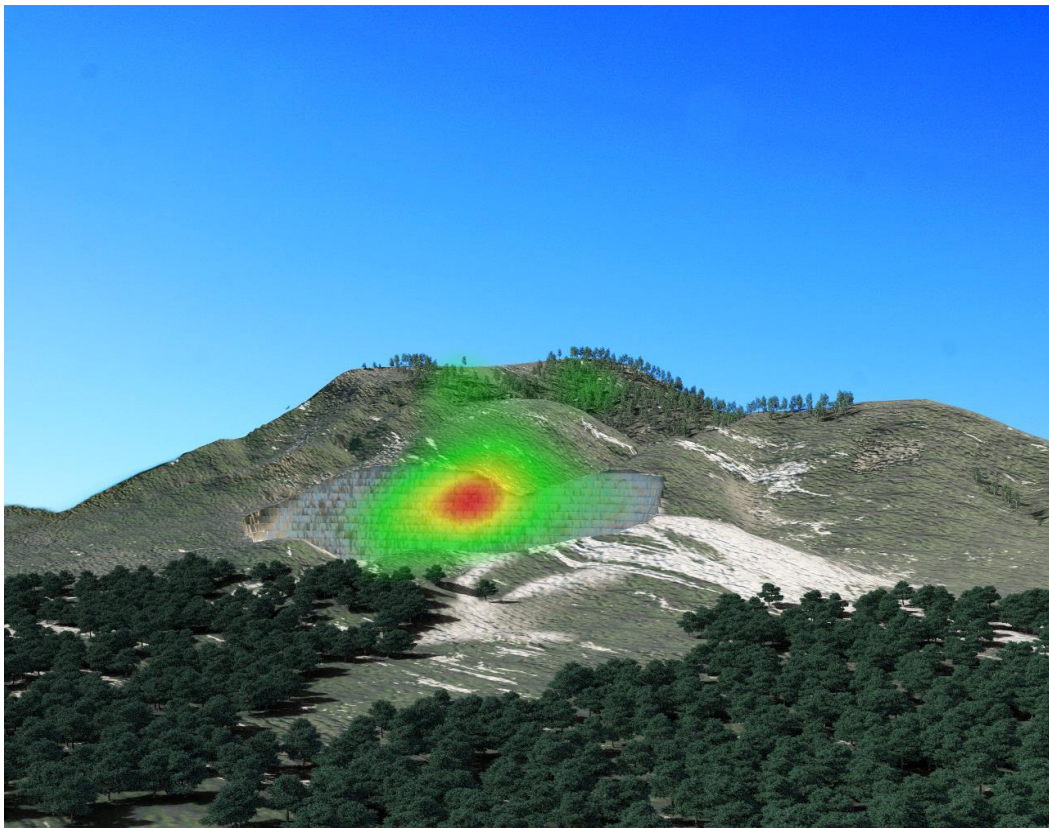


B



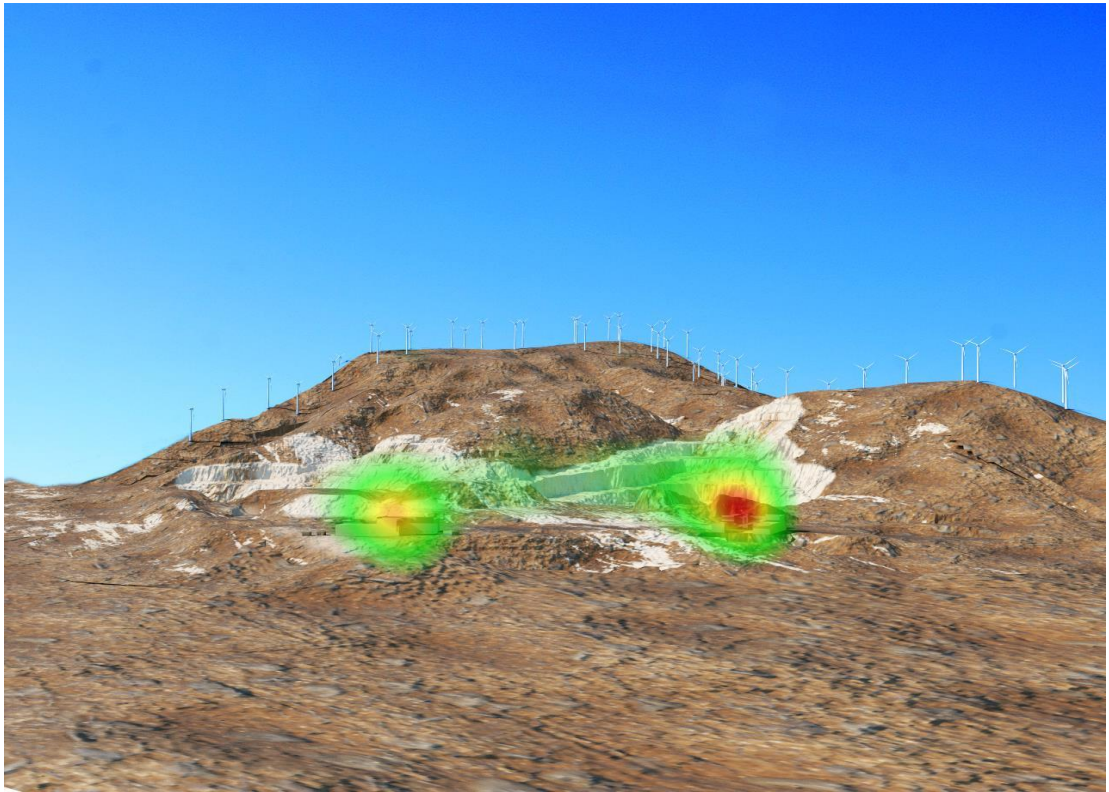


C

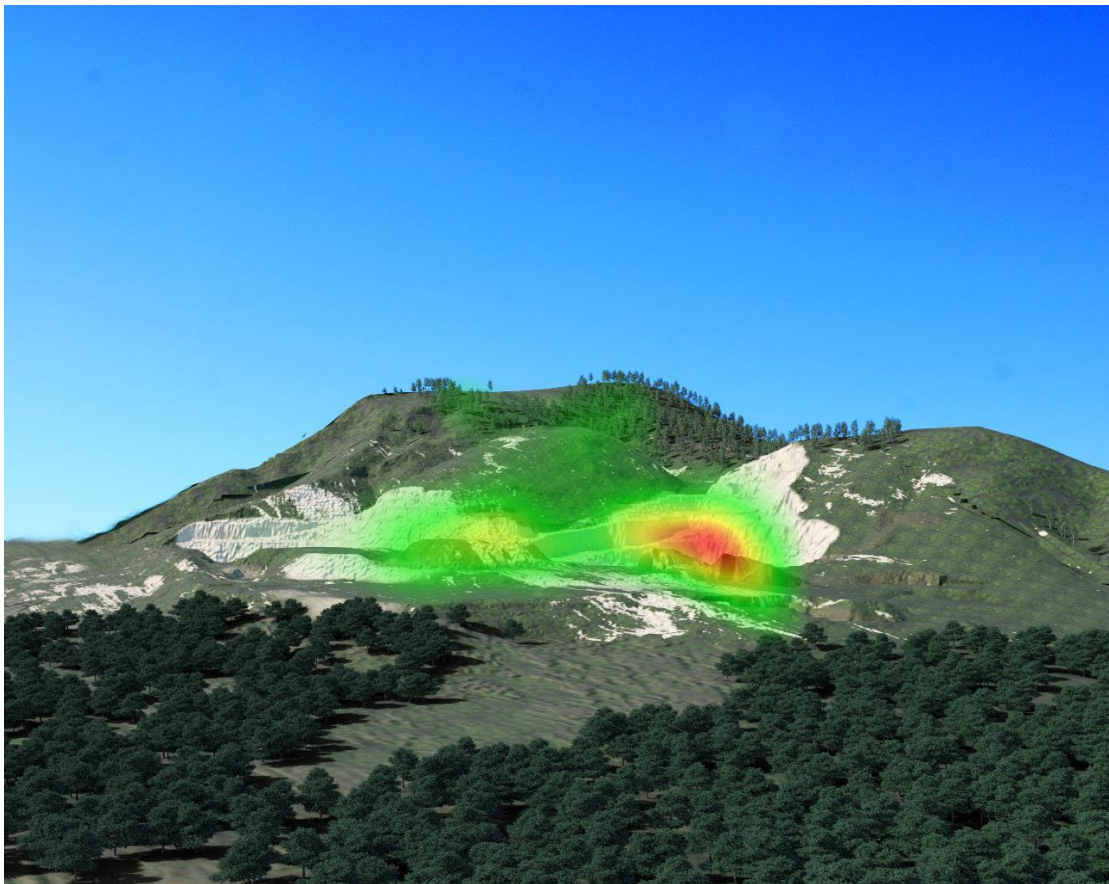


D



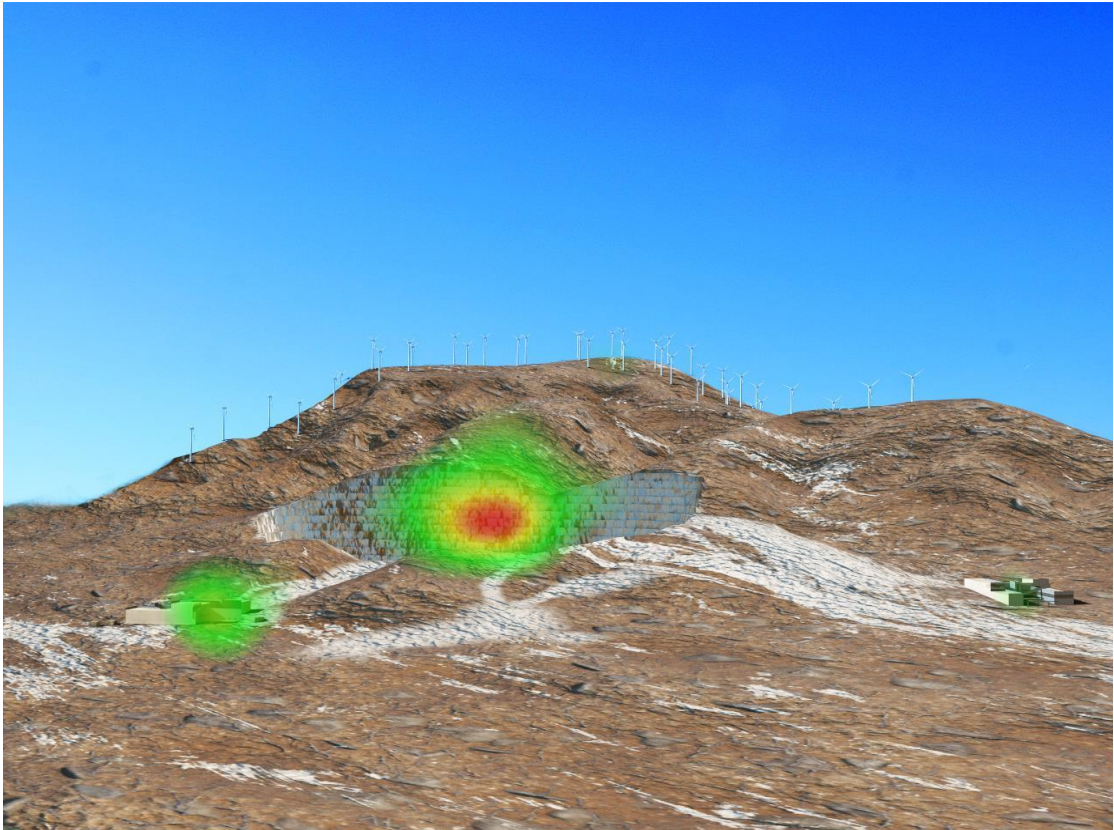


**E**

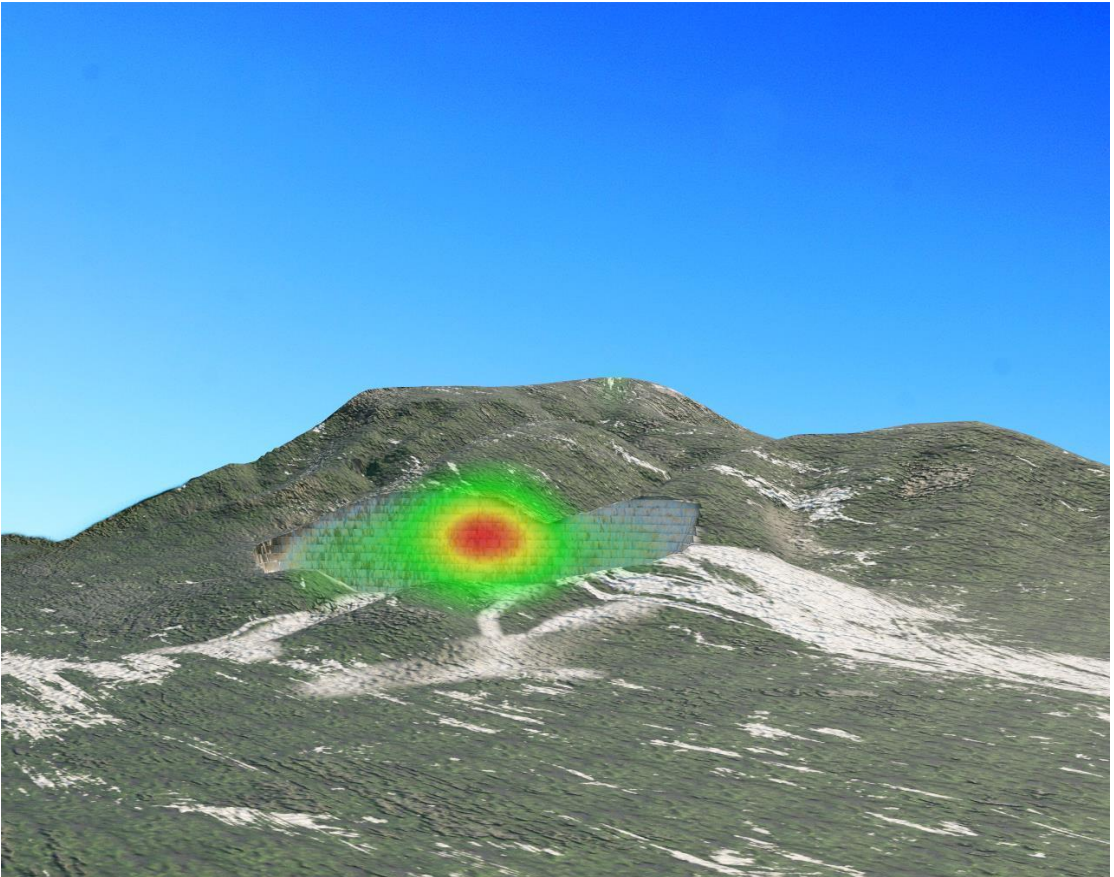


**F**



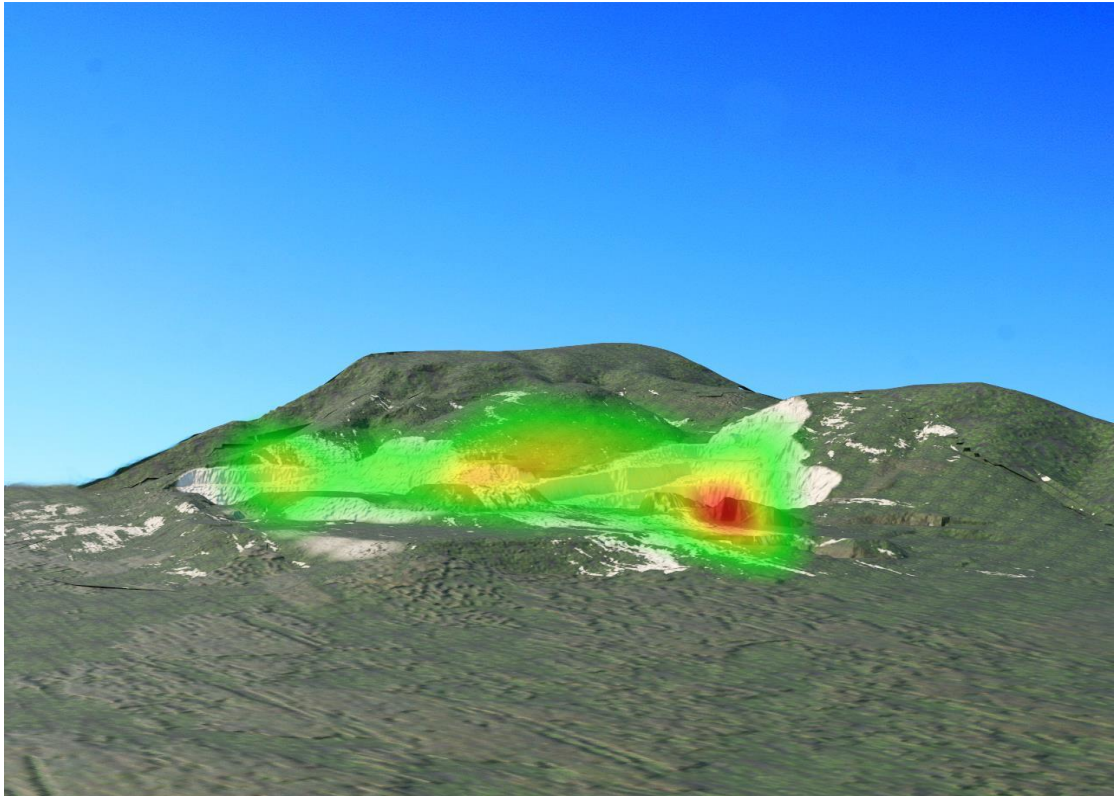


**G**

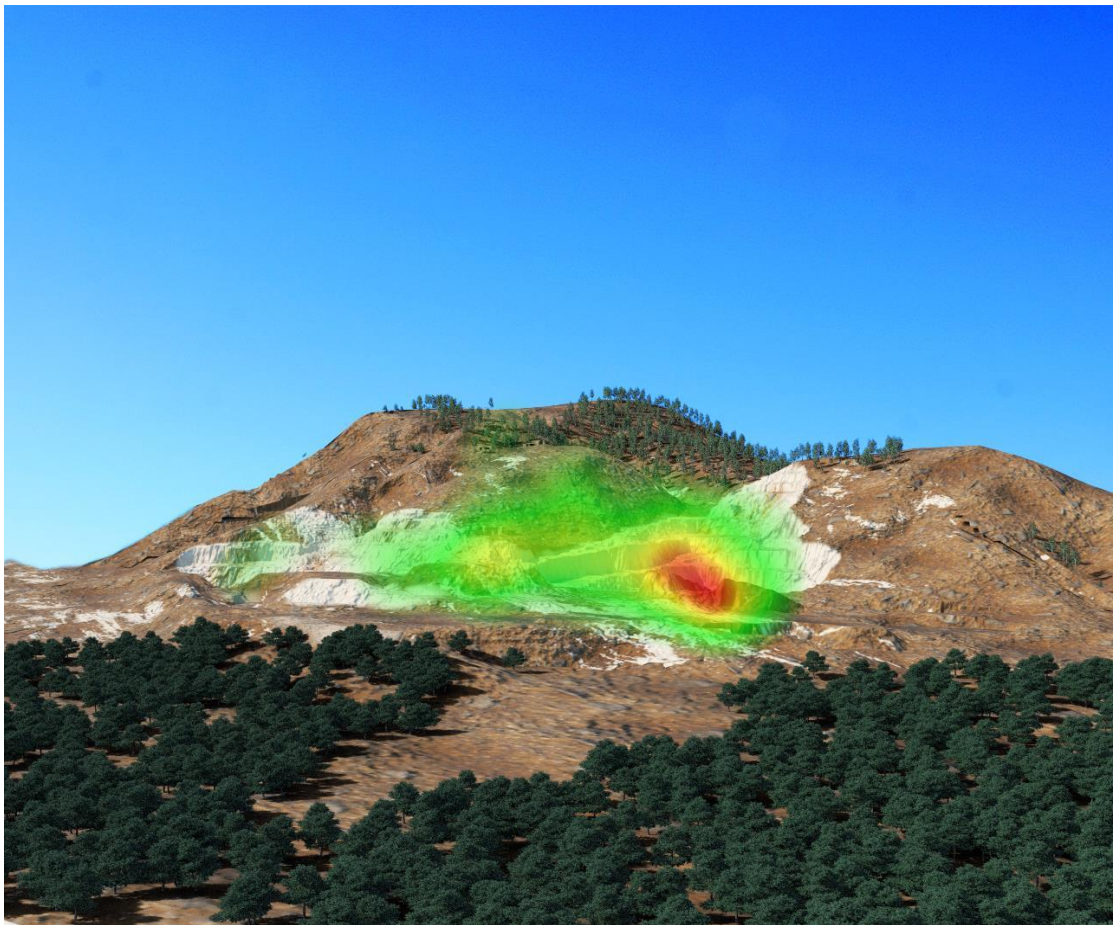


**H**



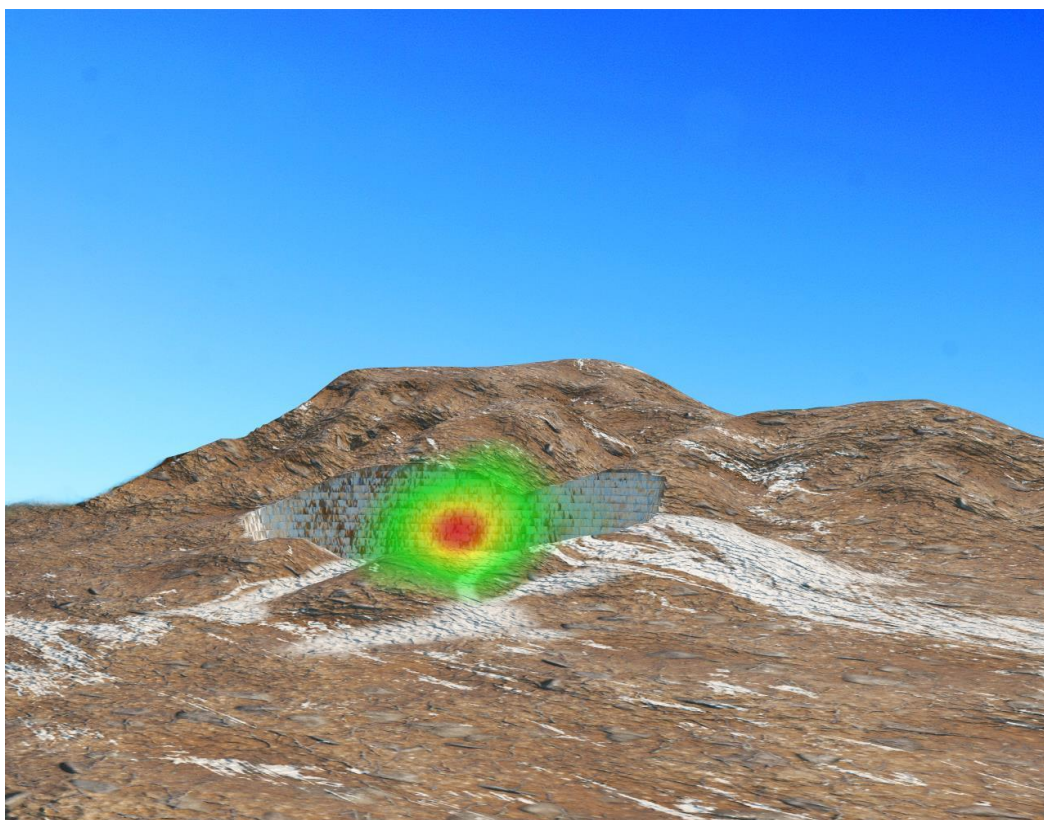


I

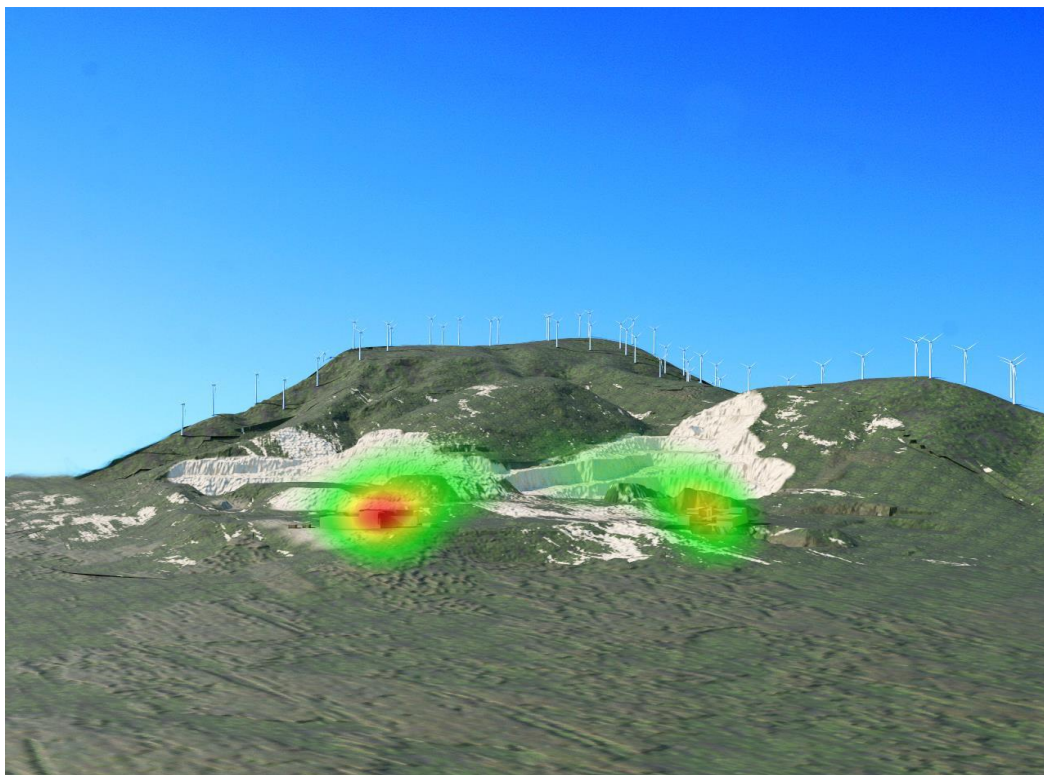


J





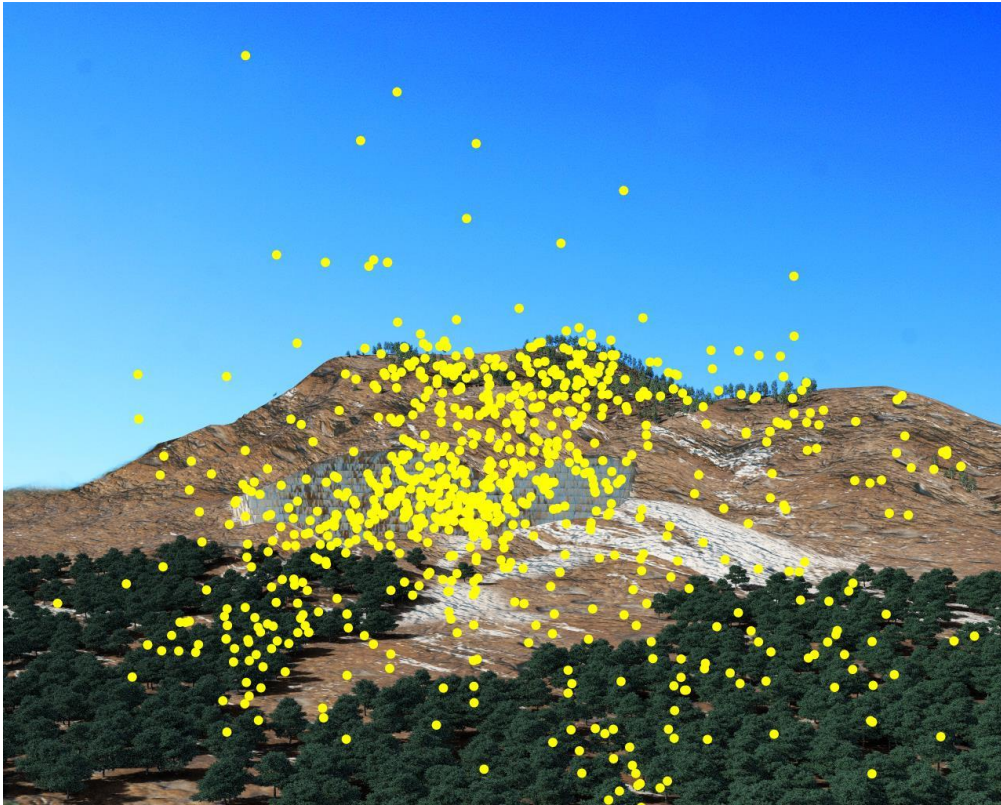
**K**



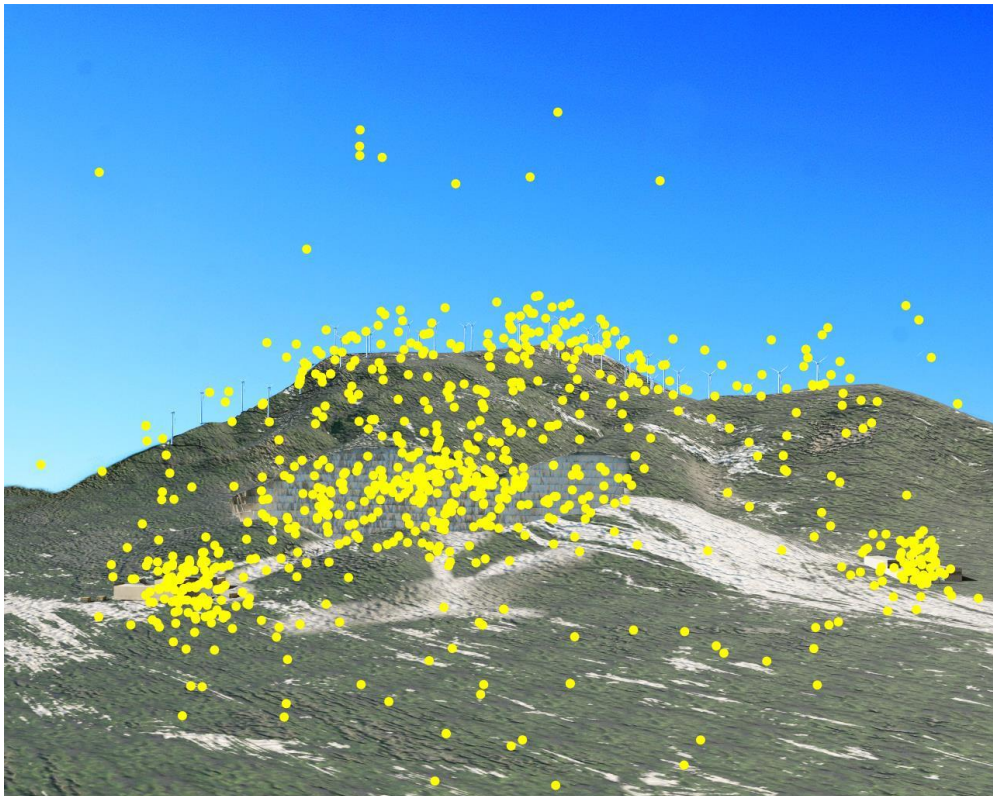
**L**

Εικόνες 7.2-7.13: θερμικοί χάρτες των εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα (εναλλαγή μεταξύ χρωματικής αντίθεσης, φυσικού περιβάλλοντος και κατασκευών



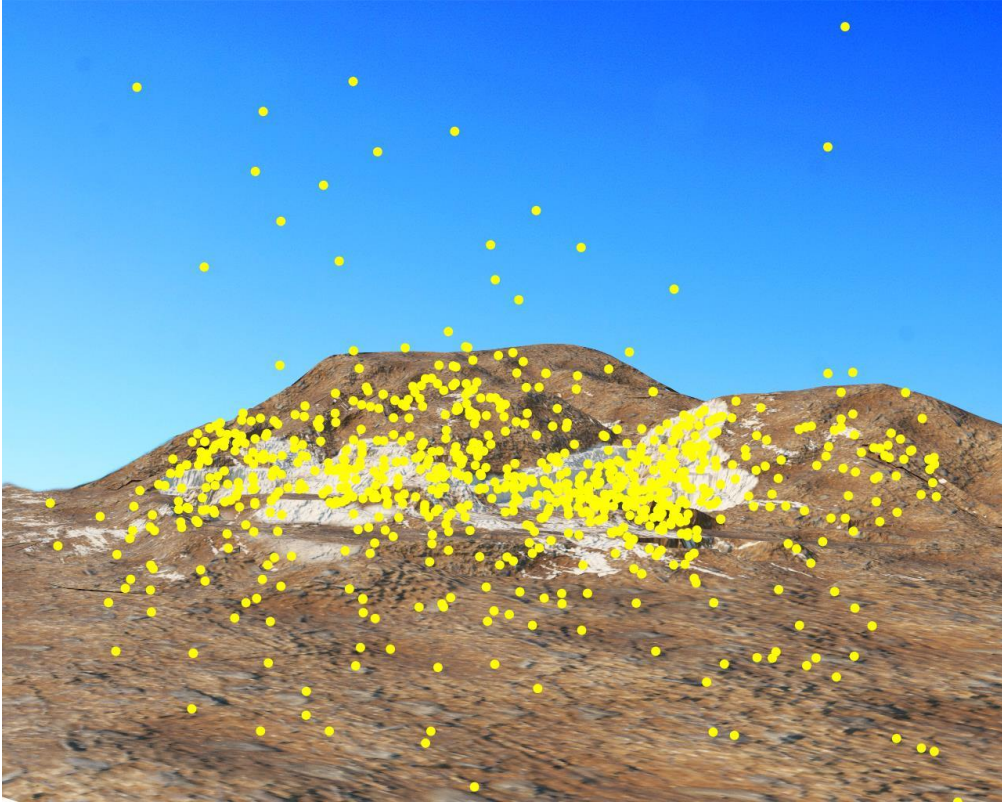


A

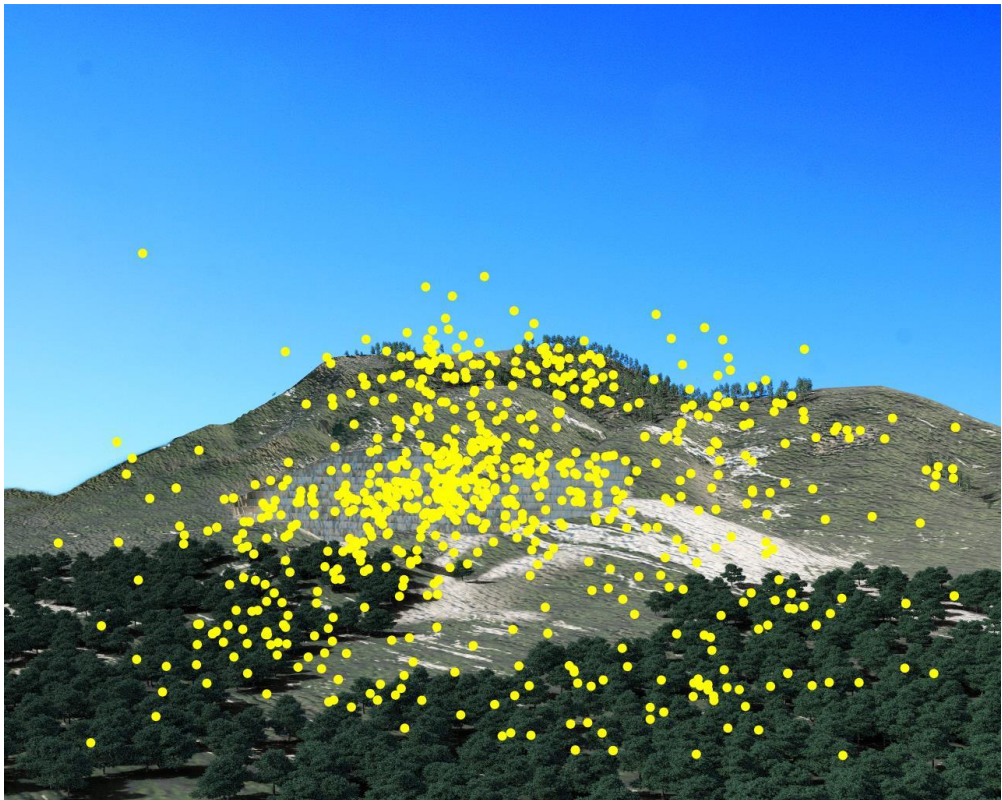


B



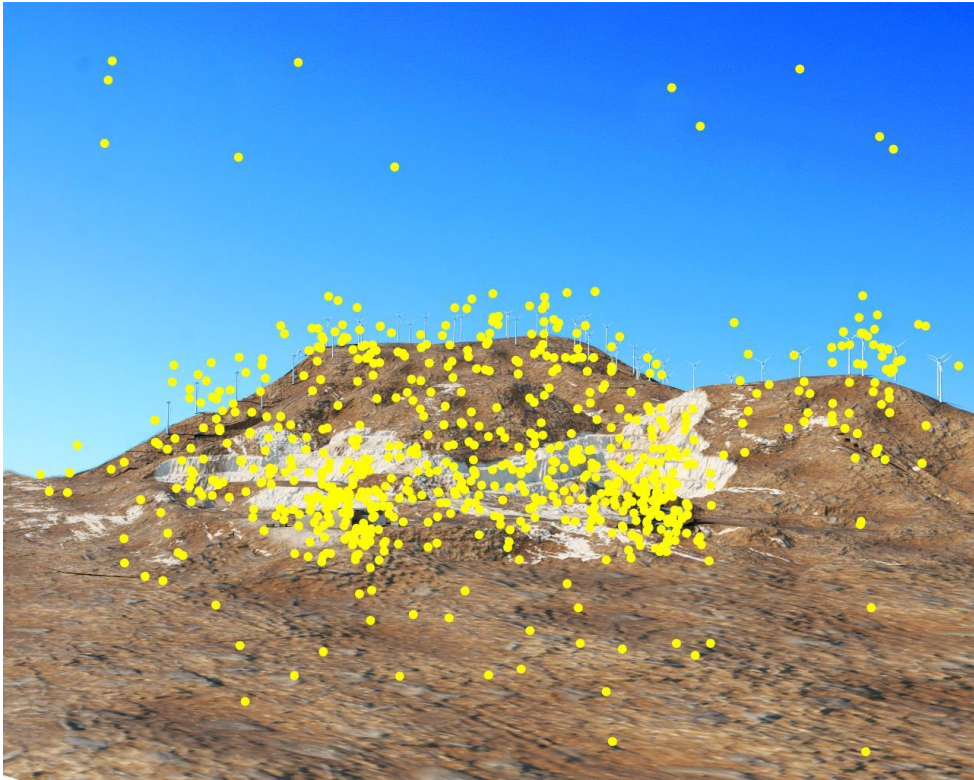


C

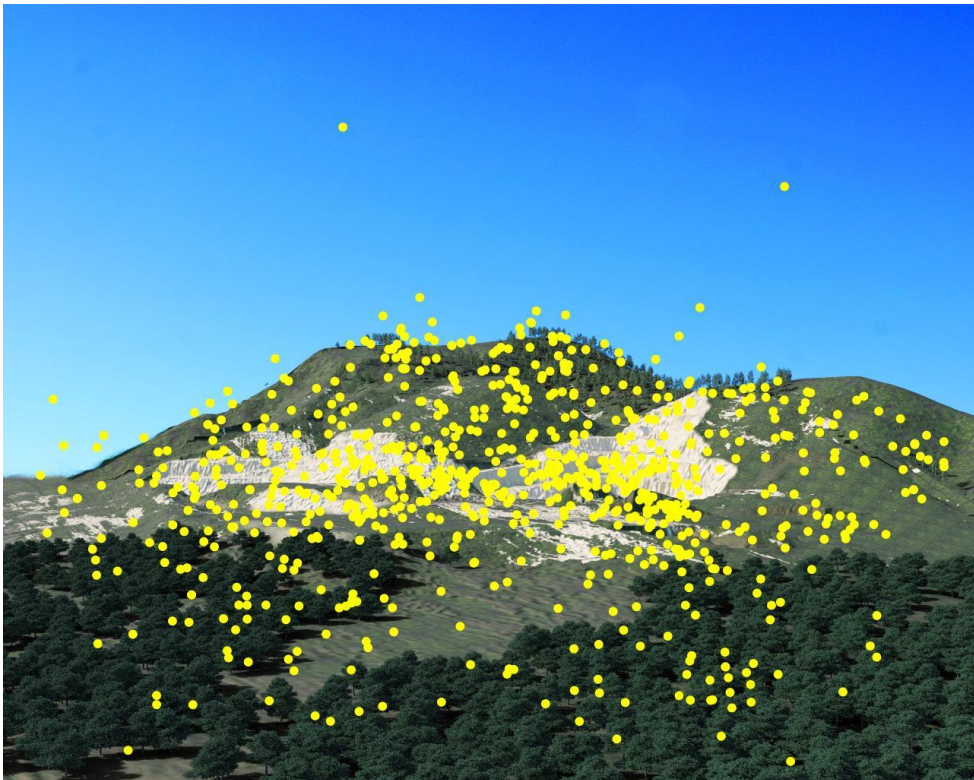


D



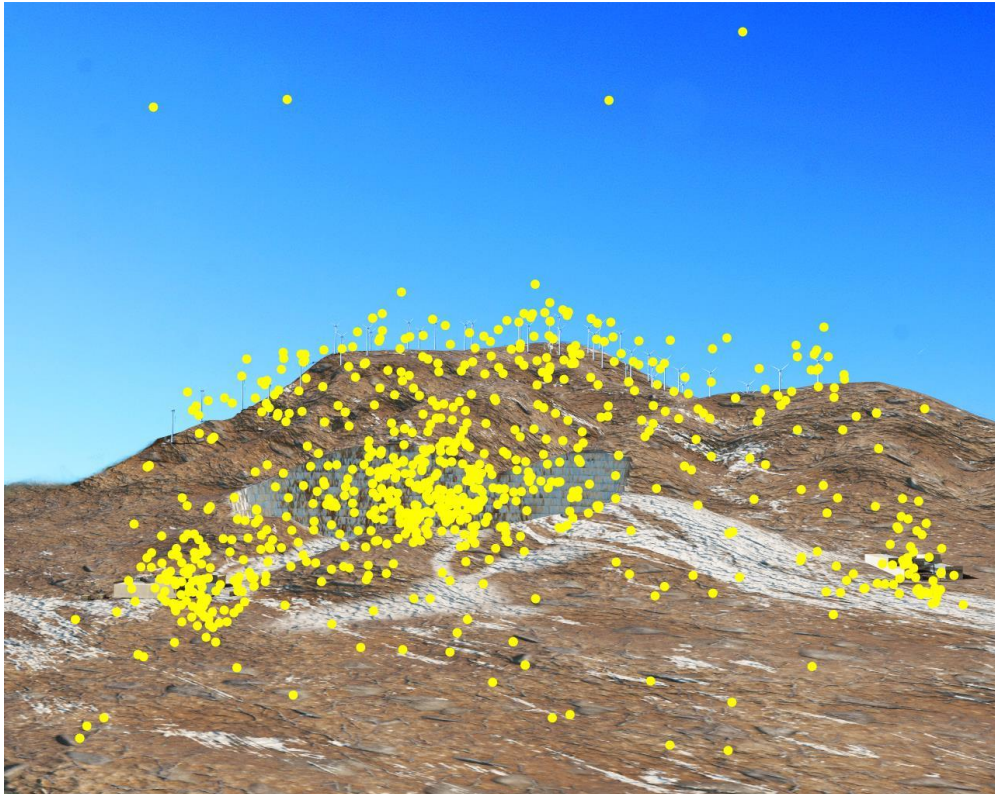


E

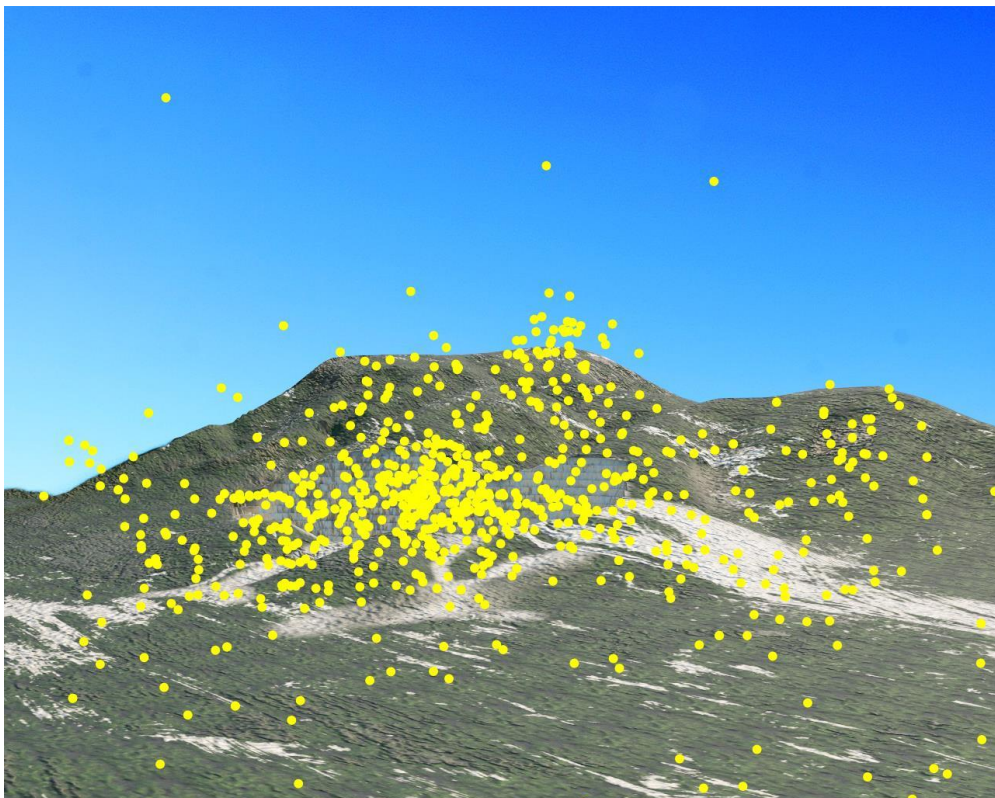


F



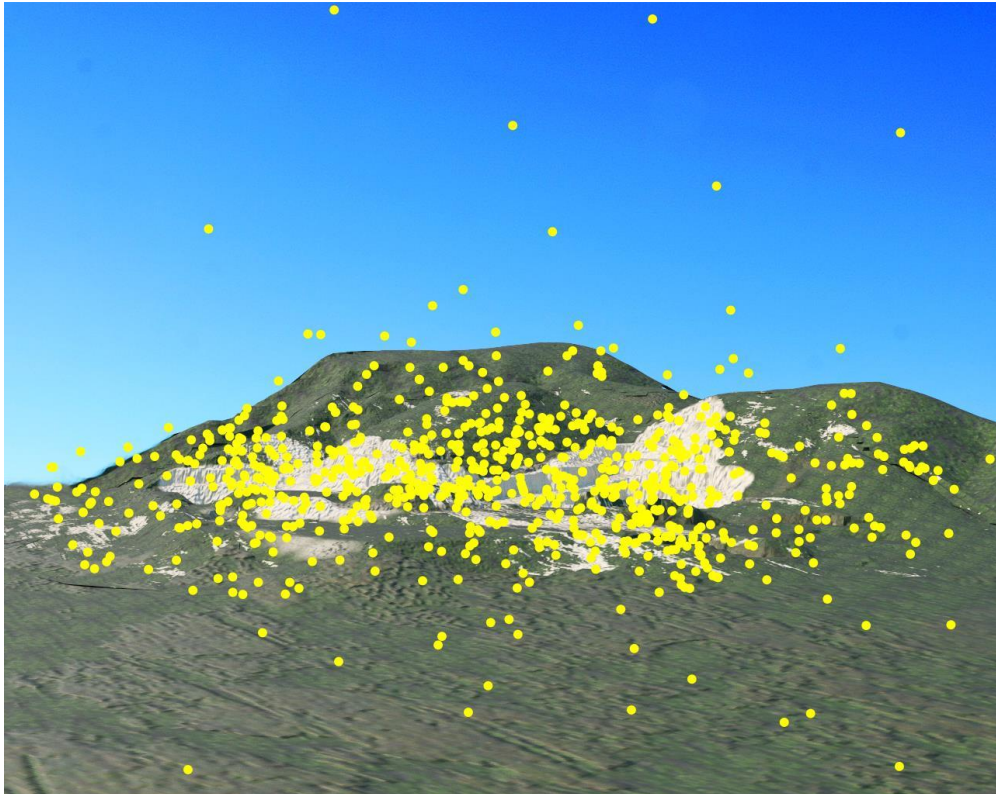


G

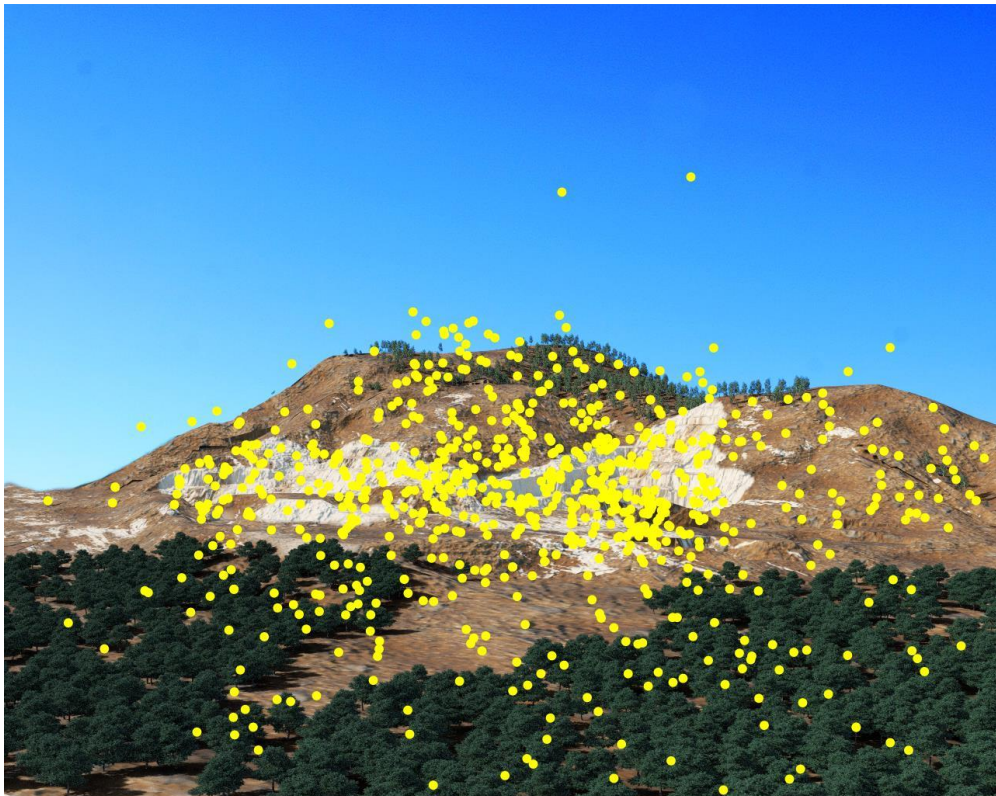


H

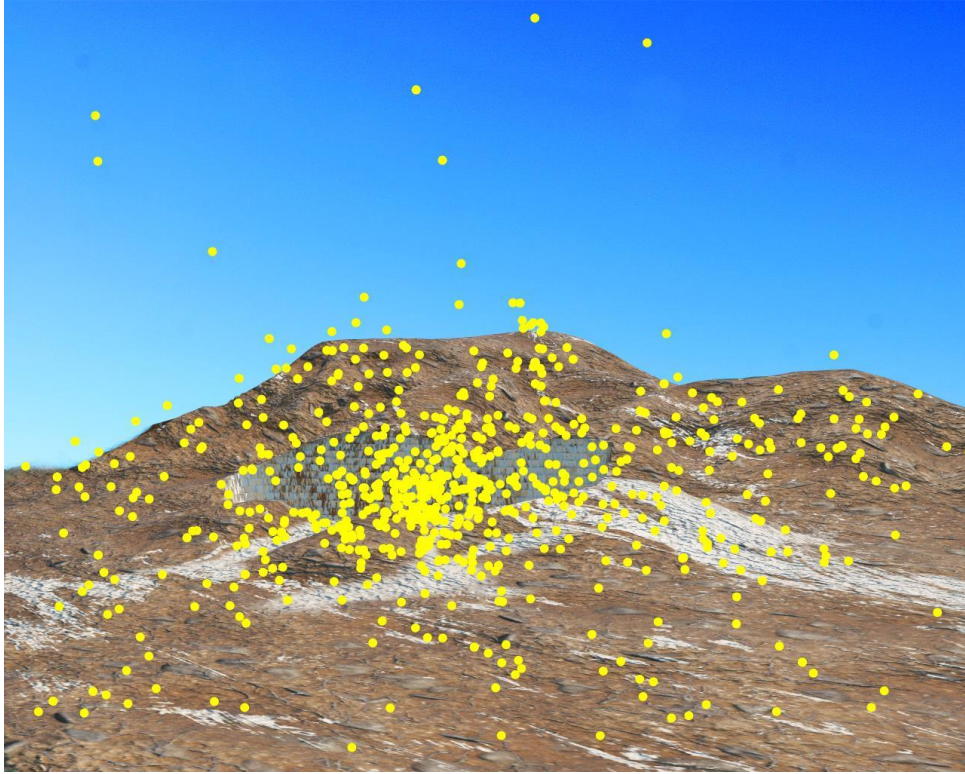




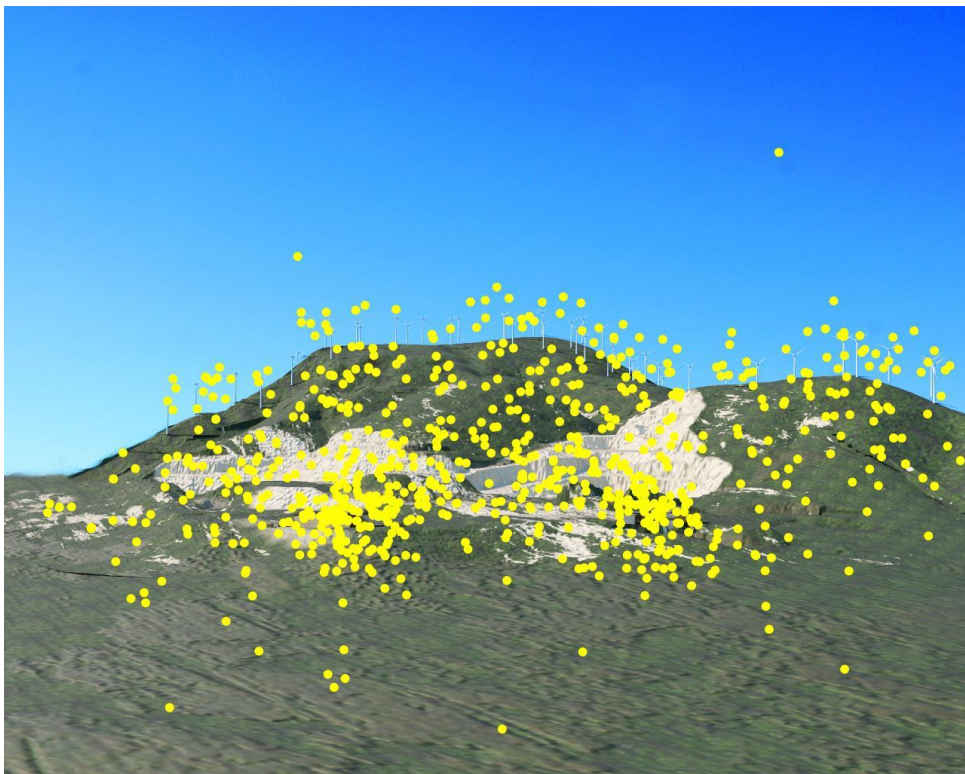
I



J



**K**



**L**

Εικόνες 7.14-7.25: Προσηλώσεις των διαφορετικών απεικονίσεων



Από την ανάλυση των παραπάνω θερμικών χαρτών και προσηλώσεων προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Οι περιοχές των τοπίων στις οποίες υπάρχει φυτοκάλυψη (δέντρα) προσελκύουν την οπτική προσοχή. Ουσιαστικά, ανεξάρτητα από το σχεδιασμό της εκσκαφής, πολλές προσηλώσεις κατανέμονται σε περιοχές όπου υπάρχει φυτοκάλυψη (A,D,F,J). Ωστόσο, αυτό δεν αποτυπώνεται τόσο εμφαντικά στους θερμικούς χάρτες προσοχής. Από την άλλη, όπως φάνηκε και στα προηγούμενα, οι εκδοχές τοπίων στα οποία υπάρχει φυτοκάλυψη τείνουν να αποτιμώνται ως οι πλέον θετικές. Αυτό εξηγείται ως εξής: παρόλο που οι διάρκειες προσηλώσεων στα στοιχεία της φυτοκάλυψης δεν είναι πολύ υψηλές (και για αυτό η προσέλκυση δεν αποτυπώνεται στους θερμικούς χάρτες οι οποίοι λαμβάνουν υπόψη τη σχετική διάρκεια προσηλώσεων), το μεγάλο πλήθος των προσηλώσεων στη φυτοκάλυψη (δέντρα), μεταβάλλει σημαντικότερα τη φαινομενολογία της αντίληψης αυτών των τοπίων. Με άλλα λόγια, η οπτική προσοχή των παρατηρητών 'εκτρέπεται' σημαντικά από το κυρίαρχο στοιχείο του τοπίου (δηλ. τη λατομική εκσκαφή), αλλάζει η ίδια η προσοχή των παρατηρητών στις εικόνες με δέντρα σε σχέση με εκείνες τις εικόνες χωρίς δέντρα, κάτι που έχει αντίκτυπο και στην αποτίμηση του λατομικού τοπίου. Πρακτικά, η παρουσία των δέντρων προκαλεί ένα διαφορετικό και πιο εκτεταμένο-δισπαρμένο μοτίβο παρατήρησης, μια πιο πλούσια σε ερεθίσματα εμπειρία, καθώς και μια πιο θετική αποτίμηση του τοπίου. Αυτό επιβεβαιώνεται σε όλες τις περιπτώσεις όπου το μοναδικό στοιχείο-πaráμετρος που μεταβάλλεται είναι η φυτοκάλυψη. Η οπτική όχληση είναι σημαντικά χαμηλότερη για τα λατομικά τοπία που κατά τα άλλα είναι τα ίδια (ίδιος σχεδιασμός εκσκαφής, ίδια κάλυψη εδαφικής επιφάνειας κ.λπ.) και το μόνο που αλλάζει είναι το αν υπάρχουν ή όχι δέντρα: A (5η) σε σχέση με K (1η), J (8η) σε σχέση με C (4η), D (11η) σε σχέση με H (7η) και F (12η) σε σχέση με I (10η).
- Ο σχεδιασμός της εκσκαφής αλλάζει τα μοτίβα παρατήρησης, υπό την έννοια ότι στην περίπτωση του αρχικού σχεδιασμού (μεγαλύτερο μέγεθος εκμετάλλευσης) το βλέμμα προσηλώνεται σε μια αρκετά μεγαλύτερη επιφάνεια της εικόνας, ακριβώς λόγω αυτού του μεγαλύτερου μεγέθους της εκμετάλλευσης.
- Η παρουσία κατασκευών, από την άλλη, μεταβάλλει ουσιαστικά την κατανομή της οπτικής προσοχής (κάτι που αποτυπώνεται τόσο στους χάρτες προσηλώσεων όσο και στους θερμικούς χάρτες προσοχής). Ιδιαίτερα στις περιπτώσεις σύγκρισης τοπίων που το μοναδικό στοιχείο-πaráμετρος που αλλάζει είναι η παρουσία/απουσία κατασκευών, αυτό είναι ξεκάθαρο. Ουσιαστικά, εκεί που υπάρχουν κατασκευές (κτίρια και ανεμογεννήτριες), τα μοτίβα παρατήρησης καθίστανται πολύ περισσότερο χωρικά συγκεντρωμένα: G-K, C-E, B-H, I-L, ενώ η προσοχή, παρότι συνεχίζει να εστιάζεται στις εκμεταλλεύσεις εκτρέπεται πλέον προς τις κτιριακές εγκαταστάσεις και προς τις ανεμογεννήτριες.

## 7.2 Ανάλυση δεδομένων ερωτηματολογίων

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τα 52 ερωτηματολόγια κωδικοποιήθηκαν και ακολούθως εισήχθησαν σε εξειδικευμένο λογισμικό στατιστικής



επεξεργασίας. Ο στόχος της στατιστικής επεξεργασίας ήταν διττός. Αφενός, μέσω περιγραφικής στατιστικής, εκτιμήθηκε ο βαθμός οπτικής όχλησης κάθε φωτογραφίας και, αφετέρου, διερευνήθηκαν, με χρήση πολυμεταβλητής ανάλυσης, οι παράγοντες που επιδρούν στην αντίληψη των παρατηρητών (π.χ. εναλλακτικός σχεδιασμός ή υφιστάμενη κατάσταση, χρώμα ή δέντρα κατασκευές, κλπ.). Σύμφωνα με την κωδικοποίηση των απαντήσεων, ο βαθμός (1) αντιστοιχεί στην εικόνα που θεωρείται ως η πλέον δυσάρεστη/οχληρή και ο βαθμός (12) σε εκείνη που χαρακτηρίζεται ως λιγότερο δυσάρεστη.

Στον Πίν. 7.1 παρουσιάζεται η κωδικοποίηση των εικόνων και στον Πίν. 7.2, δίνονται αναλυτικά οι κατατάξεις των εικόνων στις 12 κατηγορίες όχλησης. Επιπλέον, στον Πίν. 7.3 παρατίθενται οι ποσοστιαίες εμφανίσεις κάθε εικόνας στις τρεις πιο υψηλές κατηγορίες όχλησης και στον Πίν. 7.4 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι βαθμολογίας κάθε φωτογραφίας (υπενθυμίζεται ότι όσο χαμηλότερος είναι ο μέσος όρος, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντιλαμβανόμενη οπτική όχληση).

Πίνακας 7.1: Κωδικοποίηση εικόνων

Κωδικοποίηση και Σειρά Προβολής (Eye Tracking)
A_1.Alter_Dirt_Trees
B_2.Alter_Natural_Constructions
C_3.Present_Dirt
D_4.Alter_Natural_Trees
E_5.Present_Dirt_Constructions
F_6.Present_Natural_Trees
G_7.Alter_Dirt_Constructions
H_8.Alter_Natural
I_9.Present_Natural
J_10.Present_Dirt_Trees
K_11.Alter_Dirt
L_12.Present_Natural_Constructions

Πίνακας 7.2: Κατάταξη εικόνων με βάση τις απαντήσεις των συμμετεχόντων

	1η		2η		3η		4η		5η		6η	
	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό
A	3	5,9	1	2,0	3	5,9	6	11,8	11	21,6	5	9,8
B	0	0,0	2	3,9	2	3,9	8	15,7	6	11,8	6	11,8
C	7	13,7	5	9,8	8	15,7	9	17,6	6	11,8	6	11,8
D	1	2,0	1	2,0	2	3,9	2	3,9	1	2,0	6	11,8
E	5	9,8	7	13,7	15	29,4	5	9,8	4	7,8	2	3,9
F	4	7,8	1	2,0	0	0,0	0	0,0	2	3,9	1	2,0
G	10	19,6	14	27,5	4	7,8	6	11,8	8	15,7	1	2,0
H	4	7,8	3	5,9	4	7,8	1	2,0	2	3,9	9	17,6
I	1	2,0	1	2,0	1	2,0	1	2,0	3	5,9	2	3,9
J	2	3,9	2	3,9	2	3,9	1	2,0	6	11,8	8	15,7
K	13	25,5	12	23,5	6	11,8	9	17,6	1	2,0	2	3,9
L	1	2,0	2	3,9	4	7,8	3	5,9	1	2,0	3	5,9
<b>Σύνολο</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>

	7η		8η		9η		10η		11η		12η	
	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό
A	6	11,8	4	7,8	2	3,9	4	7,8	4	7,8	2	3,9
B	7	13,7	7	13,7	5	9,8	2	3,9	4	7,8	2	3,9
C	3	5,9	2	3,9	3	5,9	1	2,0	0	0,0	1	2,0
D	4	7,8	4	7,8	6	11,8	5	9,8	10	19,6	9	17,6
E	2	3,9	7	13,7	2	3,9	2	3,9	0	0,0	0	0,0
F	1	2,0	2	3,9	2	3,9	4	7,8	10	19,6	24	47,1
G	2	3,9	1	2,0	3	5,9	1	2,0	1	2,0	0	0,0
H	4	7,8	7	13,7	5	9,8	6	11,8	4	7,8	2	3,9
I	6	11,8	6	11,8	7	13,7	14	27,5	6	11,8	3	5,9
J	5	9,8	6	11,8	6	11,8	3	5,9	7	13,7	3	5,9
K	2	3,9	0	0,0	1	2,0	3	5,9	0	0,0	2	3,9
L	9	17,6	5	9,8	9	17,6	6	11,8	5	9,8	3	5,9
<b>Σύνολο</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 7.3: Συχνότητα και ποσοστό εμφάνισης κάθε εικόνας στις τρεις υψηλότερες κατηγορίες όχλησης

Εικόνα	Συχνότητα	Ποσοστό
K	31	20,3
G	28	18,3
E	27	17,6
C	20	13,1
H	11	7,2
A	7	4,6
L	7	4,6
J	6	3,9
F	5	3,3
B	4	2,6
D	4	2,6
I	3	2,0
<b>Σύνολο</b>	<b>153</b>	<b>100</b>

Πίνακας 7.4: Μέσος όρος βαθμολογίας κάθε εικόνας ως προς την οπτική όχληση

Εικόνα	Μέσος όρος
K	3,6
G	3,7
E	4,4
C	4,5
A	6,3
B	6,8
H	6,8
J	7,3
L	7,6
I	8,5
D	8,6
F	9,8

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους Πίν. 7.2, 7.3 και 7.4, τόσο με βάση τη συχνότητα εμφάνισης, όσο και με βάση τους μέσους όρους, οι εικόνες με το μεγαλύτερο βαθμό οπτικής όχλησης κατά την άποψη των συμμετεχόντων είναι οι:

- Alter\_Dirt (K)
- Alter\_Dirt\_Constructions (G)
- Present\_Dirt\_Constructions (E)
- Present\_Dirt (C)

Ακολουθούν οι εικόνες H (Alter\_Natural) και A (Alter\_Dirt\_Trees), με μικρές διαφοροποιήσεις, με δύο περίπου μονάδες διαφορά κατά μέσο όρο από την εικόνα C και με σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό εμφάνισης στις υψηλότερες κατηγορίες όχλησης. Στον αντίποδα, οι εικόνες με τη χαμηλότερη όχληση



φαίνεται να είναι οι I (Present\_Natural), D (Alter\_Natural\_Trees) και F (Present\_Natural\_Trees).

Η διερεύνηση των παραγόντων που επιδρούν στο βαθμό όχλησης πραγματοποιήθηκε, όπως αναφέρθηκε, με τη βοήθεια μοντέλου πολυμεταβλητής ανάλυσης και πιο συγκεκριμένα με χρήση μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Ως εξαρτημένη μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος όχλησης κάθε εικόνας και ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν, με τη μορφή ψευδομεταβλητών, βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία των εικόνων και συγκεκριμένα: η παρουσία εναλλακτικού σχεδιασμού (Alter), η παρουσία φυσικού περιβάλλοντος (Natural), η παρουσία δέντρων (Trees) και η παρουσία κατασκευών (Constructions).

Τα αποτελέσματα του μοντέλου δίνονται στον Πίν. 7.5.

Πίνακας 7.5: Αποτελέσματα μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης

	Συντ. παλινδρόμησης	Τυπικό σφάλμα	Στατιστικό t	Σημαντικότητα
Σταθερά	4,547	,349	13,034	,000
Alter	-,863	,369	-2,340	,052
Natural	3,033	,337	9,012	,000
Trees	2,397	,422	5,676	,001
Construction	-,225	,412	-,547	,601
Adj. R <sup>2</sup>	0.919			

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης, ο μέσος όρος της εικόνας ως προς την κατηγορία όχλησης μειώνεται (ήτοι ο βαθμός όχλησης αυξάνεται) κατά περίπου 0,9 μονάδες στον εναλλακτικό σχεδιασμό, ενώ αυξάνεται κατά 3 και 2,4 μονάδες όταν υπάρχει φυσικό περιβάλλον και δέντρα, αντίστοιχα (δηλ. η όχληση ελαττώνεται). Επίσης, φαίνεται πως η παρουσία κατασκευών επιδεινώνει το βαθμό όχλησης, ωστόσο η συγκεκριμένη μεταβλητή δεν είναι στατιστικά σημαντική ( $p=0,601$ ).

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν να εξετασθεί η επίδραση των χαρακτηριστικών του εξορυκτικού τοπίου στην οπτική αντίληψη, με στόχο την εκτίμηση της οπτικής ρύπανσης που αυτό προκαλεί.

Για την ανάλυση επιλέχθηκε λατομικός χώρος του όρους «Μερέντα» νοτιοανατολικά του Δήμου Μαρκόπουλου Μεσογείων.

Αρχικά διαμορφώθηκαν δύο εναλλακτικά σχέδια εκμετάλλευσης:

Πρώτος εναλλακτικός σχεδιασμός: ενιαία εκμετάλλευση στα όρια της παραχώρησης, τα απολήψιμα αποθέματα της οποίας είναι πολλαπλάσια των αποθεμάτων της υφιστάμενης εκμετάλλευσης.

Δεύτερος εναλλακτικός σχεδιασμός: χοανοειδής εκμετάλλευση μικρότερης έκτασης, τα απολήψιμα αποθέματα της οποίας προσεγγίζουν τα αποθέματα της υφιστάμενης εκμετάλλευσης.

Στη βάση των παραπάνω επιλέχθηκε ο δεύτερος εναλλακτικός σχεδιασμός για περαιτέρω ανάλυση.

Ακολούθησε η εκτίμηση της οπτικής ρύπανσης της υφιστάμενης μορφής της εκμετάλλευσης και του εναλλακτικού σχεδιασμού που επιλέχθηκε, σύμφωνα με τη μεθοδολογία LETOPID και με τη βοήθεια του λογισμικού ArcGIS.

Από την ανάλυση προέκυψε ότι η προτεινόμενη διαμόρφωση προκαλεί χαμηλότερη οπτική ρύπανση καθώς τόσο το πεδίο ορατότητας όσο και η ευαισθησία παρατήρησης στη ζώνη των 8 Km λαμβάνουν μικρότερες τιμές.

Ακολούθησε η δημιουργία των 12 τρισδιάστατων φωτορεαλιστικών απεικονίσεων που δημιουργήθηκαν από τα δύο σχέδια εκμετάλλευσης και διέφεραν ως προς τα επιμέρους στοιχεία του τοπίου. Οι απεικονίσεις αυτές αποτέλεσαν τα οπτικά ερεθίσματα για τους συμμετέχοντες στην πειραματική διαδικασία καταγραφής και ανάλυσης των οφθαλμικών κινήσεων. Μετά την ολοκλήρωση της πειραματικής διαδικασίας ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να κατατάξουν τις απεικονίσεις κατά σειρά προτίμησης με βάση τον βαθμό οπτικής όχλησης. Από την στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

Τα τοπία που χαρακτηρίζονται από την υψηλότερη οπτική όχληση είναι εκείνα των οποίων η εδαφική επιφάνεια καλύπτεται από χώμα – απουσία βλάστησης και φυτοκάλυψης.

Ο εναλλακτικός σχεδιασμός της εκσκαφής γενικά προκαλεί υψηλότερη οπτική όχληση, παρότι η συνεπαγόμενη εκσκαφή έχει μικρότερο (φαινόμενο) μέγεθος: οι περισσότερες περιπτώσεις απεικονίσεων εναλλακτικού σχεδιασμού εκμετάλλευσης κατατάσσονται υψηλότερα ως προς την οπτική όχληση.

Παρότι ο εναλλακτικός σχεδιασμός της εκσκαφής προκαλεί γενικά υψηλότερη οπτική όχληση, η παρουσία χαμηλής βλάστησης (λ.χ. χλόης ή πρασινάδας) και φυτοκάλυψης (δέντρων) έχει μεγαλύτερη σημασία από τον σχεδιασμό. Ουσιαστικά, οι παράγοντες βλάστηση (natural) και φυτοκάλυψη (trees) συνιστούν τους πλέον καθοριστικούς παράγοντες, ενώ ο σχεδιασμός έχει έναν πιο περιορισμένο ρόλο.

Οι 'χειρότερες' περιπτώσεις οπτικής όχλησης αφορούν στις απεικονίσεις του εναλλακτικού σχεδιασμού σε συνδυασμό με την απουσία βλάστησης και φυτοκάλυψης. Η καλύτερη περίπτωση είναι αυτή στην οποία έχουμε τον αρχικό σχεδιασμό της εκσκαφής και ταυτόχρονα παρουσία βλάστησης και φυτοκάλυψης. Ως ενδιάμεσες περιπτώσεις κρίνονται εκείνες στις οποίες υπάρχει φυτοκάλυψη αλλά όχι χαμηλή βλάστηση. Εδώ, το είδος του σχεδιασμού παίζει ρόλο: το τοπίο με τον εναλλακτικό σχεδιασμό εκσκαφής χαρακτηρίζεται από υψηλότερη όχληση (5η θέση) σε σχέση με το τοπίο με τον αρχικό σχεδιασμό εκσκαφής (8η θέση).

Ο ρόλος των κατασκευών (κτίρια, ανεμογεννήτριες) δεν είναι τόσο ξεκάθαρος. Γενικά, στις τρεις 'καλύτερες' εκδοχές τοπίων (χαμηλότερης οπτικής όχλησης), δεν υπάρχουν κατασκευές. Από την άλλη, η χειρότερη εκδοχή τοπίου επίσης δε συμπεριλαμβάνει κατασκευές. Ωστόσο, όπου υπάρχει βλάστηση ή/και αρχικός σχεδιασμός, η παρουσία των κατασκευών αυξάνει την οπτική όχληση. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι οι κατασκευές λειτουργεί ως «περισπαστής» που δρα θετικά ή αρνητικά ανάλογα με τη ποικιλία των στοιχείων που υφίστανται στο τοπίο. Έτσι, με δεδομένο ότι η παρουσία χαμηλής βλάστησης και ο αρχικός σχεδιασμός προκαλούν χαμηλότερη οπτική όχληση, η παρουσία των κατασκευών λειτουργεί κατά τρόπο που να αυξάνει την όχληση. Αντίθετα, όταν έχουμε ένα τοπίο που συμπεριλαμβάνει ταυτόχρονα τα στοιχεία του εναλλακτικού σχεδιασμού και της απουσίας χαμηλής βλάστησης και φυτοκάλυψης (τα οποία προκαλούν τις μέγιστες τιμές όχλησης), η παρουσία κατασκευών τείνει να μετριάξει κάπως την οπτική όχληση – ίσως 'αποσπώντας' την προσοχή από το κύριο (και αρνητικής 'χροιάς') θέμα του τοπίου, δηλαδή την εκσκαφή.

Τα αποτελέσματα από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων συγκρίθηκαν στη συνέχεια με τα ποιοτικά αποτελέσματα από την πειραματική διαδικασία καταγραφής και ανάλυσης των οφθαλμικών κινήσεων, από όπου και προέκυψαν τα εξής:

Οι περιοχές των τοπίων στις οποίες υπάρχει φυτοκάλυψη (δέντρα) προσελκύουν την οπτική προσοχή. Ωστόσο, αυτό δεν αποτυπώνεται τόσο emphaticά στους θερμικούς χάρτες προσοχής. Από την άλλη, όπως φάνηκε και στα προηγούμενα, οι εκδοχές τοπίων στα οποία υπάρχει φυτοκάλυψη τείνουν να αποτιμώνται ως οι πλέον θετικές. Πρακτικά, η παρουσία των δέντρων προκαλεί ένα διαφορετικό και πιο εκτεταμένο-δισπαρμένο μοτίβο παρατήρησης, μια πιο πλούσια σε ερεθίσματα εμπειρία, καθώς και μια πιο θετική αποτίμηση του τοπίου. Αυτό επιβεβαιώνεται σε όλες τις περιπτώσεις όπου το μοναδικό στοιχείο-παράμετρος που μεταβάλλεται είναι η φυτοκάλυψη.

Ο σχεδιασμός της εκσκαφής αλλάζει τα μοτίβα παρατήρησης, υπό την έννοια ότι στην περίπτωση του αρχικού σχεδιασμού (μεγαλύτερο μέγεθος εκμετάλλευσης) το βλέμμα προσηλώνεται σε μια αρκετά μεγαλύτερη επιφάνεια της εικόνας, ακριβώς λόγω αυτού του μεγαλύτερου μεγέθους της εκμετάλλευσης. Ωστόσο, αυτό το αποτέλεσμα δε είναι εύκολο να συσχετιστεί με τη χαμηλότερη οπτική όχληση που προκαλούν οι εικόνες με τον αρχικό σχεδιασμό της εκσκαφής (σύμφωνα με την κατάταξη από τους συμμετέχοντες) σε σχέση με εκείνα με τον εναλλακτικό σχεδιασμό της εκσκαφής. Εδώ φαίνεται να υπεισέρχονται πιο 'ποιοτικά' κριτήρια όπως η καλή ενσωμάτωση της εκμετάλλευσης σε όρους μορφολογίας, δηλαδή το κατά πόσο η εκσκαφή 'ακολουθεί' την προϋπάρχουσα μορφολογία του αναγλύφου.

Η παρουσία κατασκευών, από την άλλη, μεταβάλλει ουσιαστικά την κατανομή της οπτικής προσοχής (κάτι που αποτυπώνεται τόσο στους χάρτες προσηλώσεων όσο και στους θερμικούς χάρτες προσοχής). Ιδιαίτερα στις περιπτώσεις σύγκρισης τοπίων που το μοναδικό στοιχείο-παράμετρος που αλλάζει είναι η παρουσία/απουσία κατασκευών, αυτό είναι ξεκάθαρο. Ουσιαστικά, εκεί που υπάρχουν κατασκευές (κτίρια και ανεμογεννήτριες), τα μοτίβα παρατήρησης καθίστανται πολύ περισσότερο χωρικά συγκεντρωμένα, ενώ η προσοχή, παρότι συνεχίζει να εστιάζεται στις εκμεταλλεύσεις εκτρέπεται πλέον προς τις κτιριακές εγκαταστάσεις και προς τις ανεμογεννήτριες. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η επίδραση της παρουσίας των κατασκευών στην οπτική όχληση δεν είναι τόσο ξεκάθαρη. Η εστίαση της προσοχής τόσο στην εκσκαφή όσο και στις κατασκευές σχεδόν σίγουρα μεταβάλλει την οπτική εμπειρία, αλλά αυτό δε 'μεταβιβάζεται' με έναν συνεπή και ομοιόμορφο τρόπο στην αποτίμηση του λατομικού τοπίου: πότε η παρουσία των κατασκευών μειώνει την όχληση και πότε την αυξάνει.

Από την ανάλυση όλων των παραπάνω, γίνεται φανερό πως ενώ το εναλλακτικό σχέδιο εκμετάλλευσης εμφανίζει χαμηλότερο βαθμό οπτικής ρύπανσης, δεν αποτελεί την προτιμητέα επιλογή από τους συμμετέχοντες στην πειραματική διαδικασία. Αυτό αρχικά επιβεβαιώνει την πολυπλοκότητα του ζητήματος της οπτικής ρύπανσης καθώς οι επιμέρους λεπτομέρειες ενός τοπίου φαίνεται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο.

Σε επίπεδο οπτικής αντίληψης-προσοχής και σε επίπεδο αποτίμησης της οπτικής όχλησης, το είδος της εδαφικής κάλυψης (λ.χ. ύπαρξη χλόης ή πρασινάδας) και η παρουσία φυτοκάλυψης (δέντρων) παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο, ακόμη μεγαλύτερο από τον σχεδιασμό της εκμετάλλευσης – τουλάχιστον ως προς τη συγκεκριμένη γωνία και θέση παρατήρησης αυτού του τοπίου. Επιπλέον, το μέγεθος της εκσκαφής από μόνο του ίσως να μην παίζει τόσο κυρίαρχο ρόλο στην αποτίμηση της οπτικής όχλησης. Άλλα στοιχεία-παράγοντες του συνολικού τοπίου, όπως η παρουσία δέντρων βελτιώνουν την κατάσταση και μειώνουν την οπτική όχληση (ή αυξάνουν την απορροφητικότητα) του λατομικού τοπίου. Επίσης, παράγοντες όπως το αν η εκσκαφή ακολουθεί τη μορφολογία του ανάγλυφου και τις φυσικές γραμμές του τοπίου ίσως να έχουν επίσης μεγαλύτερη σημασία στην αποτίμηση του λατομικού τοπίου. Μια εκσκαφή με μεγαλύτερο (φαινόμενο) μέγεθος που ακολουθεί τη μορφολογία του ανάγλυφου (αρχικός σχεδιασμός λατομείου Μερέντας) είναι πολύ πιθανό να προκαλεί χαμηλότερη οπτική όχληση από μια εκσκαφή με μικρότερο (φαινόμενο) μέγεθος που δεν ακολουθεί τις φυσικές γραμμές του τοπίου.



Στην πράξη και σε επίπεδο σχεδιασμού, αυτά τα ευρήματα θα μπορούσαν να 'μεταφραστούν' ως εξής: Από άποψη περιορισμού των οπτικών επιπτώσεων, δε χρειάζεται να δίνεται τόση έμφαση στη μείωση της επιφάνειας της εκμετάλλευσης, όσο σε ένα σχεδιασμό που ακολουθεί την προϋπάρχουσα μορφολογία του ανάγλυφου και στην παρουσία φυτοκάλυψης ή και στη διαμόρφωση τοπίων με τέτοια στοιχεία (δέντρα, θάμνοι, χλόη) 'εκτροπής' της προσοχής και βελτίωσης της οπτικής εμπειρίας. Φυσικά, εδώ τίθενται άλλα ζητήματα κόστους, κ.λ.π.

Τέλος, να σημειωθεί πως η χρήση των τρισδιάστατων φωτορεαλιστικών απεικονίσεων γίνεται για πρώτη φορά και περιορίζεται σε συγκεκριμένη θέση και γωνία παρατήρησης. Τα συμπεράσματα επομένως που προκύπτουν αποτελούν εκτιμήσεις οι οποίες θα πρέπει να διερευνηθούν στο μέλλον διεξοδικά.

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

## ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Arrington Research (2010). ViewPoint Eye Tracker. Software User Guide.
- Bishop & Hulse (1994) Prediction of scenic beauty using mapped data and geographic information systems.
- Bertin J. (1967). *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. University of Wisconsin Press, 1983 (first published in French 1967, translated to English by Berg W.J. in 1983)
- Blascheck, T., Kurzhals, K., Raschke, M., Burch, M., Weiskopf, D., & Ertl, T. (2014, June). State-of-the-art of visualization for eye tracking data. In *Proceedings of EuroVis (Vol. 2014)*.
- Brodersen L., Andersen H. H. K., Weber S. (2002), *Applying Eye-Movement Tracking for the study of Map Perception and Map Design*, National Survey Cadastre – Denmark, 4(9).
- Cave K., Wolfe J. (1990), Modeling the role of parallel processing in visual search, *Cognitive Psychology*, 22, 225-271.
- Chun M., Wolfe J. (1996), Just say no: How are visual searches terminated when there is no target present?, *Cognitive Psychology*, 30, 39-78.
- Delpoux, M. (1972). "Ecosysteme et Paysage", *R.G. Pyrénées Sud – Quest*, Vol.43 (2). pp.157- 174
- Kaliampakos D., D. Damigos (1998). *Mining Environmental Management*. Kaliampakos D. (1996). *IMM Conference: Minerals, Metals and the ...* Dollfus, O. (1973). "L'espace Geographique", P.U.F., Paris.
- Duchowski A.T. (2007), *Eye Tracking Methodology: Theory & Practice (2nd ed.)*, London: Springer-Verlag.
- Dupont L., (2014). An eye tracking study of landscape observation and its influencing factors.
- Dupont, L., Ooms, K., Duchowski, A.T., Antrop, M., Van Eetvelde, V. (2016). Investigating the visual exploration of the rural-urban gradient using eye-tracking. *Spatial Cognition and Computation An Interdisciplinary Journal*, accepted for publication.
- Dupont, L., Antrop, M., Van Eetvelde, V. (2015). Does landscape related expertise influence the visual perception of landscape photographs?: implications for participatory landscape planning and management. *Landscape and Urban Planning*, 141, 68-77.
- Ekbo, G (1964) McGraw-Hill. *Urban landscapedesign*.
- Ekbo, G. (1964). "Urban Landscape Design", McGraw-Hill, N.Y., U.S.A.
- Goldberg H. J., Wichansky A. M. (2003), Eye tracking in usability evaluation: A practitioner's guide, In: Hyöna J., Radach R., Deubel H. (Eds.), *The mind's eye: On cognitive and applied aspects of eye movement research*, 493-516. Amsterdam:

Elsevier.

Goldberg, J.H., & Kotval, X.P. (1999). Computer interface evaluation using eye movements: Methods and construct. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24(6), 631-645

Goldberg, J.H., & Wichansky, A.M. (2003). Eye tracking in usability evaluation: A practitioner's guide. In Hyona, R. Radach & H. Deubel (Eds.), *The mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research* (pp 493-516) Oxford: Elsevier Science.

Holmqvist K., Nyström M., Mulvey F. (2012), Eye tracker quality: What it is and how to measure it, In: *Proceedings of the 2012 Symposium on Eye Tracking Research and Applications*, 45-52, New York, NY: ACM Press.

Holmqvist K., Nystrom M., Andersson R., Dewhurst R., Jarodzka H., Van de Weijer J. (2011), *Eye tracking: A Comprehensive Guide to Methods and Measures*, Oxford: Oxford University Press

Holmqvist K., Nyström M., Andersson R., Dewhurst R., Jarodzka I., and Weijer J. (2011). *Eye Tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford University Press p.17

Holmqvist, K., Nystrom, M., & Mulvey, F. (2012). Eye tracker quality: What it is and how to measure it. In *proceedings of the 2012 Symposium on Eye Tracking Research and Applications*, 45-52. New York, NY: ACM Press.

Hull, R.B. and Revell, G.R.B. (1989). "Issues in sampling landscapes for visual quality assessments", *Landscape and Urban Planning*, Vol.17, pp.323-330.

Irwin D. E. (1992), *Visual Memory Within and Across Fixations*, In: Rayner K. 109 (Ed.), *Eye movements and visual cognition: Scene perception and reading*, 146–165, New York: Springer-Verlag, Springer Series in Neuropsychology.

Kenneth Holmqvist, Marcus Nyström, Richard Andersson, Richard Dewhurst, Halszka Jarodzka, Joost van de Weijer (2011). *Eye tracking a comprehensive guide to Methods and Measures*

Koffka, K. (n.d.). *Principles of Gestalt psychology*.

Lange, E. and Bishop, I. (2001). *Our visual landscape: analysis, modeling, visualization and protection*. Amsterdam: Elsevier.

Litton, R. B. (1972) *Aesthetic dimensions of the landscape*, in: J. V. Krutilla (Ed.) *Natural Environments: Studies in Theoretical and Applied Analysis*, pp. 262 – 291 (Baltimore, MD: John Hopkins University Press).

Lloyd R. (1997). *Visual search processes used in map reading*. *Cartographica*, 34(1), 11-32.

LC Technologies (2006), *Fixation Functions Source Code*, Fairfax, Virginia, USA: LC Technologies.

M. Menegaki, (2003), *Quantification of critical parameters for assessing visual impacts of surface mining*, PhD Thesis: National Technical University of Athens (NTUA), School of Mining and Metallurgical Engineering.

MacEachren A.M. (1994), *Time as a Cartographic variable*, In: Hearnshaw H., Unwin D., eds., *Visualization in GIS*, London: Wiley & Sons, 115-130.

MacEachren A.M. (1995), *How maps work, representation, visualization, and design*, New York: The Guilford Press.

Sevenant, M. and Antrop, M. (2010). Variation in landscape perception and preference: experiences from case studies in rural and urban landscapes observed by different groups of respondents.

Sevenant, M. (2010) Variation in landscape perception and preference. Experiences from case studies in rural and urban landscapes observed by different groups of respondents. Doctoral dissertation, Ghent University, Department of Geography.

Neisser, U. (1967). *Cognitive Psychology*. Appleton-Century-Crofts. New York.

P.J. Gagen, (1992), *Quarrying and the evolution of new landscapes*, In: *Minerals, Metals and the Environment* Institution of Mining and Metallurgy. London: Elsevier.

Poole, A. (2003). *Issues of Saliency and Recognition in the Search Web Page Bookmarks*. Unpublished master's thesis, Lancaster University

Poole, A., & Ball, L. J. (2005). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Current and future prospects. In C. Gahoui (Ed.), *Encyclopedia of Human-Computer Interaction*. Hersey PA: Idea Group Reference.

Poole, A., Ball, L. J., & Phillips, P. (2004). In search of salience: A response time and eye movement analysis of bookmark recognition. In S. Fincher, P. Markopoulos, D. Moore, & R. Ruddle (Eds.), *Proceedings of HCI conference on People and Computers XVIII* (pp. 19-26). London: Springer-Verlag

Robinson D. A. (1968), *The Oculomotor Control System: A Review*, *Proceedings of the IEEE*, 56(6), 1032–1049.

Richard, J.F. (1973). "Essai de Definition de la Geographie du Paysage", C.N.R.S., Paris.

Robinson G.H. (1979), *Dynamics of the eye and head during movement between displays: A qualitative and quantitative guide for designers*, *Human Factors*, 21(3), 343-352.

Sevenant, M., & Antrop, M. (2010). The use of latent classes to identify individual differences in the importance of landscape dimensions for aesthetic preference. *Land Use Policy*, 27(3), 827-842.

Smardon, R. and Standiford, R. (1982). *Our national landscape*.

Smardon, R. (1986). *Foundations for visual project analysis*. New York: J. Wiley & Sons.

Scott D., Findlay J. M. (1991), *Visual search, eye movements and display analysis*, IBM Ltd., Hursley, UK.

Sengupta, M. (1993). *Environmental impacts of mining*. Boca Raton: Lewis Publishers.

Salvucci D. D., Goldberg J. H. (2000), *Identifying Fixations and Saccades in Eye-Tracking Protocols*, *Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research and Applications*, 71-78.



- Steinke T R (1987) Eye movements studies in cartography and related fields. *Cartographica* 24(2): 40-73
- Turner, T. (1998). *Landscape Planning And Environmental Impact Design*. London: Routledge.
- Treisman A., Gelade G. (1980), A Feature Integration Theory of Attention, *Cognitive Psychology*, 12, 97–136.
- Treisman A., Gormican S. (1988), Feature Analysis in Early Vision: Evidence from Search Asymmetries, *Psychological Rev.*, 95(1), 15-48.
- Treisman A. (1986), Features and Objects in Visual Processing, *Scientific American*, 255(5), 114B–125,140.
- Treisman, A., & Souther, J. (1985). Search asymmetry: a diagnostic for preattentive processing of seperable features. *J. Exp. Psychol. Gen.* 114, 285–310.
- Treisman A. (1991), Search, Similarity and Integration of Features between and within Dimensions, *J. Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17(3), 652- 676.
- Voßkühler A., Nordmeier V., Kuchinke L., Jacobs A. M. (2008), OGAMA (Open Gaze and Mouse Analyzer): Open-source software designed to analyze eye and mouse movements in slideshow study designs, *Behavior Research Methods* 40(4), 1150-1162.
- Voßkühler A. (2009), OGAMA Description (for Version 2.5) A software to record, analyze and visualize gaze and mouse movements in screen based environments, Freie Universitat Berlin, Germany.
- Vecera S. (2000). Toward a biased competition account of object-based segregation and attention. *Brain and Mind*, Vol. 1, 353-384.
- Viviani P. (1990), In: Kowler E. (Ed.), *Eye Movements and Their Role in Visual and Cognitive Processes*, Ch. 8, Elsevier Science, Amsterdam.
- Wertheimer, M. (1944). *Gestalt theory*. New York.
- Wolfe J. M., Horowitz T. S. (2004), What attributes guide the deployment of visual attention and how do they do it?, *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 1-7.
- Wolfe J.M. (1994), Guided Search 2.0: A revised model of visual search, *Psychonomic Bulletin and Review*, 1(2), 202-238.
- Wolfe J. M., & Cave K. R. (1989). Deploying visual attention: The guided search model. In T. Troscianko & A.Blake (Eds.), *AI and the Eye*, (pp. 79-103). Chichester, UK: Wiley and Sons.
- Yarbus, A. L. (1967). *Eye Movements and Vision*. New York: Plenum Press
- Young L. R., Sheena D. (1975), Survey of the Eye Movement Recording Methods, *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 7(5), 397-439.

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Κρασανάκης Β. (2009). Καταγραφή του ίχνους της οπτικής αναζήτησης: Μία μέθοδος διερεύνησης της επιλεκτικότητας της οπής ως βασικού χαρακτηριστικού του σχήματος  
Διπλωματική Εργασία ΕΜΠ ΣΑΤΜ

Κρασανάκης, Β. (2013). Λογισμικό υπολογισμού κέντρου νέφους σημείων γύρω από περιοχές ενδιαφέροντος, Εργαστήριο χαρτογραφίας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ζωγράφος (αδημοσίευτη εργασία)

Κρασανάκης Β. (2014), Ανάπτυξη μεθοδολογίας ανάλυσης οφθαλμικών κινήσεων για τη μελέτη της οπτικής αντίληψης σε χάρτες κινούμενης εικόνας, Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Λέλλη Α. (2013). Διερεύνηση παραμέτρων δυναμικών μεταβλητών με οφθαλμικές κινήσεις σε οπτικές σκηνές, Διπλωματική Εργασία Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π.

Λαζαρίδου Β. (2015). Διερεύνηση της επίδρασης του ήχου στη μεταβλητή του ρυθμού μεταβολής δυναμικών χαρτών με οφθαλμικές κινήσεις, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Μενεγάκη, Μ. (2003). “Συμβολή στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων στο τοπίο από τη μεταλλευτική δραστηριότητα”, Αθήνα, ΤΜΜΜ, Ε.Μ.Π.

Μενεγάκη, Μ. (2010). Σημειώσεις του Μαθήματος Σχεδιασμός Υπαιθρίων Εκμεταλλεύσεων.

Παυλίδης, Α. (2017). «Διερεύνηση παραμέτρων επίδρασης στο εξορυκτικό τοπίο μέσω της καταγραφής και ανάλυσης οφθαλμικών κινήσεων». Διπλωματική εργασία, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, Αθήνα.