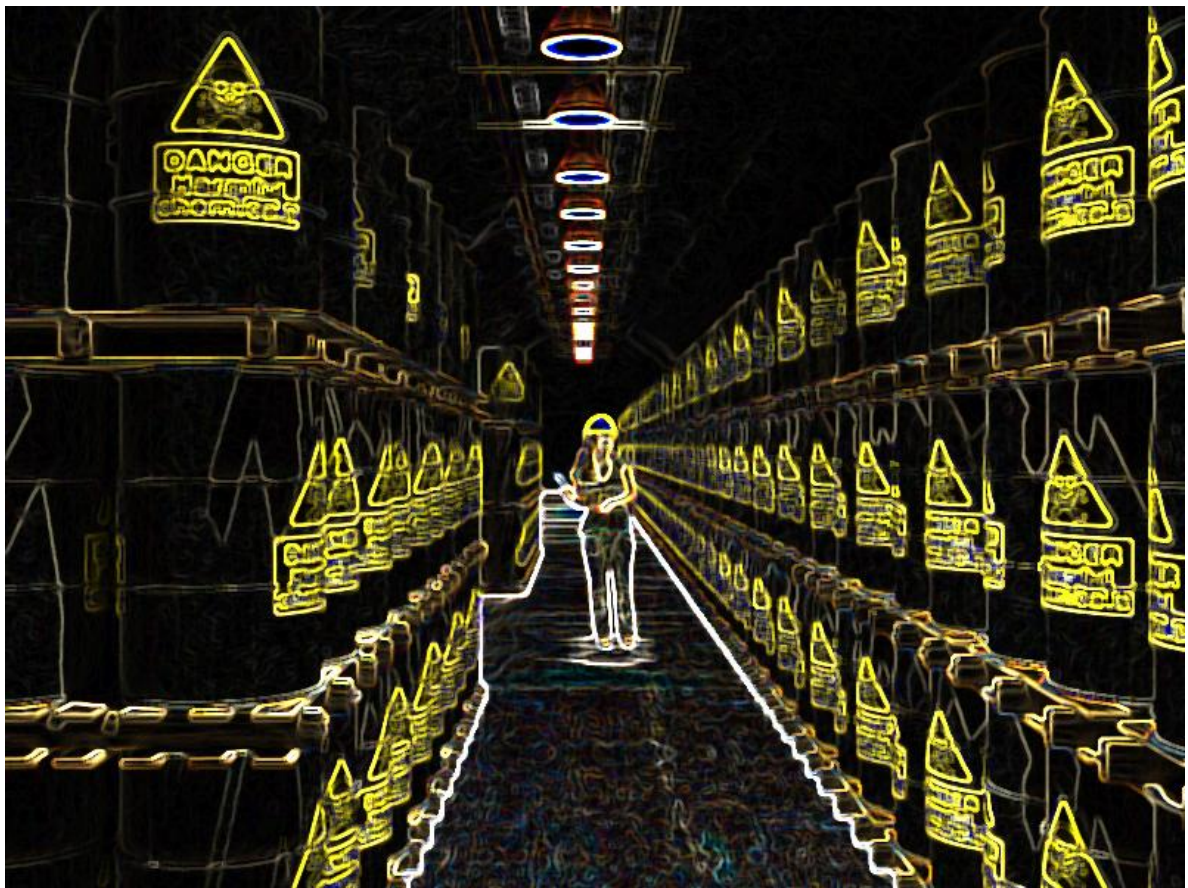




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΔΑΣΚΑΡΟΛΗ ΜΥΡΤΩ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΛΙΑΜΠΑΚΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

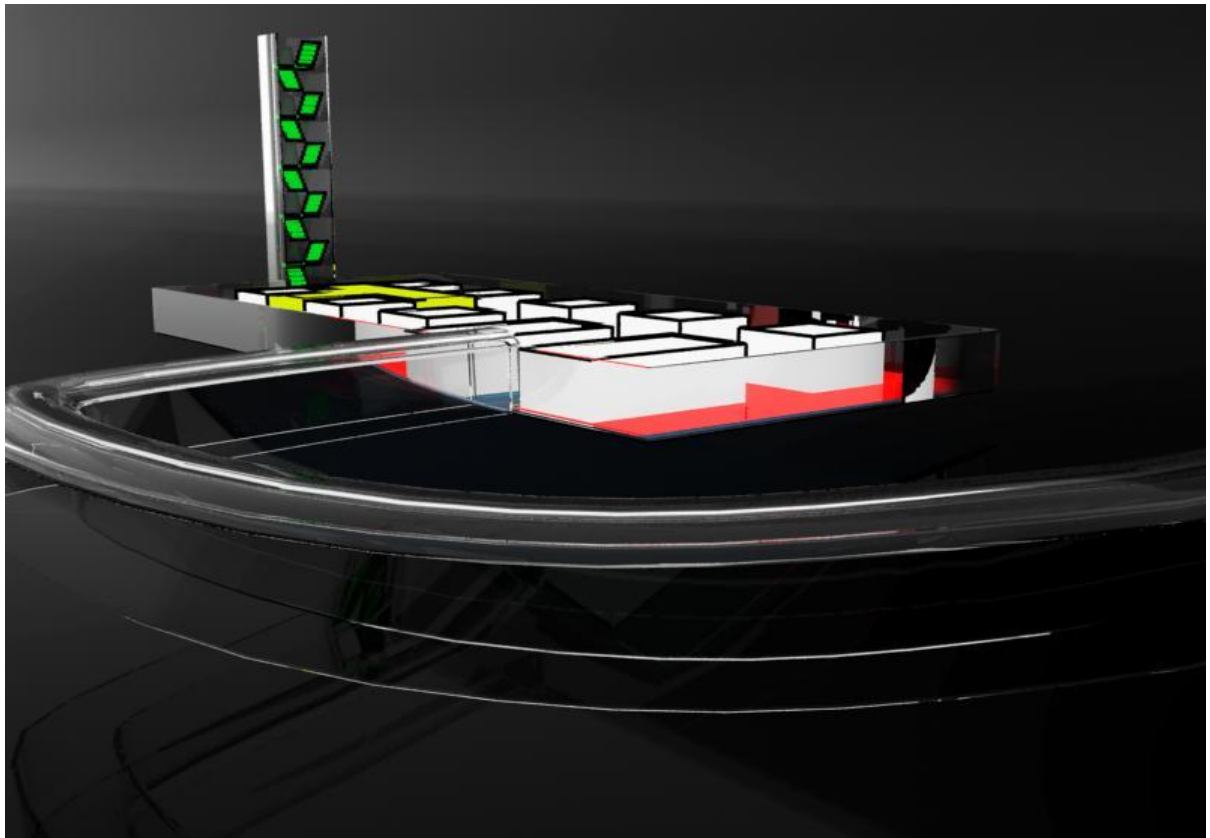
ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2011



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΔΑΣΚΑΡΟΛΗ ΜΥΡΤΩ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΛΙΑΜΠΑΚΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις 22/ 07/ 2011

Καλιαμπάκος Δημήτριος, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Μιχαλακόπουλος Θεόδωρος, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Μπενάρδος Ανδρέας, Λέκτορας Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ_

Το Τεχνολογικό Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου (Τ.Π.Π.Λ.), είναι ένας οργανισμός επιστημονικής έρευνας, εκπαιδευσεως, επιχειρηματικής δραστηριότητας και πολιτισμού. Ιδρύθηκε στη θέση της παλαιάς Γαλλικής Εταιρείας Λαυρίου (Compagnie Francaise des Mines du Laurium) το 1992, με πρωτοβουλία του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Το αντικείμενο της διπλωματικής αυτής, λαμβάνει χώρα σε έναν ήδη υπάρχοντα υπόγειο χώρο στο Τ.Π.Π.Λ., ο οποίος χρησιμοποιείται για την αποθήκευση έως 5000 τόνων ειδικών αποβλήτων, κυρίως αρσενικού, καδμίου και μολύβδου, που παράχθηκαν από τη μεταλλουργική δραστηριότητα κατά την εκμετάλλευση των μεταλλείων του Λαυρίου μέχρι το 1989 όπου σταμάτησε οριστικά η μεταλλουργία του αργυρούχου μολυβδου.

Ο υπόγειος αυτός χώρος αποτελεί την πρώτη εφαρμογή αποθήκευσης επικίνδυνων αποβλήτων που έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί στον ελλαδικό χώρο. Αυτό που τον καθιστά μοναδικό είναι ότι δημιουργήθηκε αποκλειστικά και μόνο για να αποθηκευτούν οι επικίνδυνες ουσίες από τη μεταλλουργική δραστηριότητα του παρελθόντος της περιοχής.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά αναμένεται να προκαλέσουν το ενδιαφέρον τόσο της τεχνικής όσο και της ερευνητικής - εκπαιδευτικής κοινότητας. Έτσι οι επισκέψεις θα πρέπει να θεωρούνται ως ένα δεδομένο στοιχείο της λειτουργίας του χώρου.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, και σε αναλογία με την τεχνολογική πρωτοπορία του χώρου, δημιουργήθηκε εκπαιδευτικό υλικό, με σκοπό τόσο την ενημέρωση του ειδικού και γενικού κοινού για τη λειτουργία και τις διαδικασίες ασφάλειας στο χώρο αυτό, όσο και την έρευνα πάνω στη σημασία που

μπορούν να έχουν οι νέες τεχνολογίες τρισδιάστατης και στερεοσκοπικής οπτικοποίησης, προς έναν πιο ασφαλή αλλά και εξωστρεφή χαρακτήρα των υπογείων κατασκευών.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων- Μεταλλουργών του ΕΜΠ. Με αφορμή την ολοκλήρωσή της, θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω προσωπικά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Καλιαμπάκο Δημήτριο, για την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος καθώς επίσης και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Μπενάρδο Ανδρέα, Λέκτορα ΕΜΠ για τις πολύτιμες συμβουλές του.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καλλιανιώτη Τάσο, υποψήφιο Διδάκτορα καθώς και τον Μηχανικό Μεταλλείων-Μεταλλουργό Σοφό Νίκο, για την πολύτιμη βοήθεια τους, τις γνώσεις και τις οδηγίες τους καθώς και την άριστη συνεργασία σε κάθε φάση της εργασίας, καθώς η βοήθειά τους ήταν καθοριστική για την πραγματοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Να ευχαριστήσω επίσης την συμφοιτήτρια και φίλη μου Παρασκευοπούλου Χρυσόθεμις για την πολύτιμη βοήθειά της στην συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά όλα τα μέλη του Εργαστηρίου, την οικογένειά μου, τους συμφοιτητές και φίλους μου για την υπομονή, την κατανόηση και την υποστήριξή τους κατά το χρονικό διάστημα εκπόνησης της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ_

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την ανάπτυξη μιας εφαρμογής στερεοσκοπικού και τρισδιάστατου περιβάλλοντος για τον υπόγειο χώρο αποθήκευσης αποβλήτων του Τεχνολογικού και Πολιτιστικού Πάρκου του Λαυρίου, και απαρτίζεται από 6 κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή σχετικά με την υπόγεια ανάπτυξη και πιο συγκεκριμένα για τους υπόγειους αποθηκευτικούς χώρους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή του Τεχνολογικού και Πολιτιστικού Πάρκου του Λαυρίου

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται πιο συγκεκριμένα η περιγραφή του υπογείου χώρου αποθήκευσης αποβλήτων καθώς και του σεναρίου εκκένωσης για αυτό.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται διεξοδικά το αντικείμενο και η λειτουργία της εικονικής πραγματικότητας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, περιγράφεται η κατασκευή του βίντεο καθώς και η έννοια και χρήση του στερεοσκοπικού 3D.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εκπόνηση της εργασίας.

ABSTRACT_

This paper presents a case study, taking part in an existing underground facility in the LTCP, which is essentially an underground repository for the safe storage of special wastes, and is created in a virtual 3D incident scenario scene for this place. The main subject of the project is to provide technical safety information to visitors of all kind, in order to behave in appropriate way in case of an emergency situation.

This case study consists of six chapters:

The 1st chapter is an introduction dealing with the underground development and more specifically the underground repositories.

The 2nd chapter presents the Lavrion Technological and Cultural Park (LTCP)

The 3rd chapter offers an analytical description of the underground repository for the safe storage of special wastes in LTCP.

The 4th chapter includes an extensive description of the Virtual Reality's artificial environment

In the 5th chapter the animation of the project and the meaning of the stereoscopic 3D are presented

Finally, in the 6th chapter the final conclusions are presented in regards to the project 's study.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ_

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ_1.1	2
ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ_1.2.....	4
ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ_1.2.1	4
ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΧΩΡΟΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ_1.2.2	6
ΜΕΘΟΔΟΣ ΘΑΛΑΜΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΛΩΝ_1.3	10
ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ_1.3.1	10
ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΥ_1.3.2	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΛΑΥΡΙΟΥ	13
ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΟΥ ΛΑΥΡΙΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ_2.1	14
Η ΓΑΛΛΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ ΛΑΥΡΙΟΥ_2.1.1	16
Η ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΚΑΙ Η ΓΕΝΝΗΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ_2.1.2	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ - ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΧΩΡΟΣ ΛΑΥΡΙΟΥ	23
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΧΩΡΟΥ_3.1	24
ΜΕΛΕΤΗ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΛΑΥΡΙΟΥ_3.2.....	26
ΣΧΕΔΙΟ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ_3.3	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ-VIRTUAL REALITY (VR).....	33
ΕΙΣΑΓΩΓΗ_4.1	34
ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ _4.2	35
ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ_4.3	38
Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΑ ΠΟΛΥΜΕΣΑ_4.4	42
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ, ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ VR_4.5.....	44
Η ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ_4.6	55
Η ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ_4.7.....	61
Η ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ_4.8.....	64
Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ_4.8.1	64
Η ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ_4.8.2	67
Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ_4.9	69
ΦΟΡΕΙΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΑΣΧΟΛΗΘΕΙ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ CVR_4.10.....	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ VIDEO	77
ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ VIDEO_5.1	78
Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ 3D ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ_5.2.....	82

3D STUDIO MAX_5.2.1	82
POSER 6_5.2.2	87
ΜΕΘΟΔΟΙ RENDERING_5.2.3	89
Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΗΧΟΥ_5.3	92
PHOTOSHOP_5.3.1	92
SOUND EFFECTS ΚΑΙ SPEAKAGE_5.3.2	93
Η ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ VIDEO – PREMIERE_5.4	98
ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΚΟ 3D_5.5.....	99
ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΟΛΗΣ_5.5.1	101
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ_5.5.2.....	105
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	108
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ_	111

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ_

Εικόνα_1.1: Υπόγειο αποθηκευτικό κέντρο Subtropolis

Εικόνα_1.2: Χώρος υπόγειας αποθήκευσης επικίνδυνων αποβλήτων (SFR – Σουηδία)

Εικόνα_1.3: Μεταλλείο σιδήρου Konrad

Εικόνα_1.4: Σχηματική απεικόνιση της μεθόδου θαλάμων και στύλων

Εικόνα_2.1: Το Αθηναϊκό Τετράδραχμο του 5ου αιώνα π.Χ.

Εικόνα_2.2: Η «Εταιρεία των Μεταλλουργείων του Λαυρίου» και η Γαλλοελληνική Εταιρεία, τα «Μεταλλεία Καμάριζας»

Εικόνα_2.3: Οι μεταλλευτικές εγκαταστάσεις και το Λιμάνι στο Λαύριο κατά τη Α' περίοδο

Εικόνα_2.4: Το Τεχνολογικό και Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου

Εικόνα_3.1 (α) Βασικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά του υπόγειου θαλάμου

(β) Γενική άποψη του υπόγειου έργου αποθήκευσης στο Τ.Π.Π.Λ.

Εικόνα_3.2: Υπολογιστικό σχεδιάγραμμα υπογείου χώρου Λαυρίου

Εικόνα_3.3: Γενική Κάτοψη υπογείου χώρου Λαυρίου

Εικόνα_3.4: Σχέδιο εκκένωσης υπογείου χώρου Λαυρίου

Εικόνα_3.5: Σήμανση εκτάκτου ανάγκης

Εικόνα_4.1: Συστατικά στοιχεία ενός συστήματος εικονικής πραγματικότητας

Εικόνα_4.2: Κατηγοριοποίηση των συσκευών απεικόνισης εξόδου

Εικόνα_4.3: Κράνος εικονικής πραγματικότητας

Εικόνα_4.4: BOOM

Εικόνα_4.5: Η αρχή της λειτουργίας του CAVE

Εικόνα_4.6: Τρισδιάστατα Γυαλιά

Εικόνα_4.7: Γάντι εικονικής πραγματικότητας

Εικόνα_4.8: Τρισδιάστατο ποντίκι – spacemouse και τρισδιάστατη μπίλια – spaceball

Εικόνα_4.9: Παράδειγμα διαμοιραζόμενου εικονικού περιβάλλοντος

Εικόνα_4.10: Παράδειγμα ιστοσελίδας VRML του Escher Penrose

Εικόνα_4.11: Augmented Reality

Εικόνα_4.12: Κιότο – Εικονική Πραγματικότητα

Εικόνα_4.13: Περιήγηση στην Αρχαία Μίλητο

Εικόνα_5.1: Πραγματικού video και η ενσωμάτωση του σε αρχείο του 3D Studio Max

Εικόνα_5.2: Επιφάνεια εργασίας του 3D Studio Max

Εικόνα_5.3: Αρχείο του 3D Studio Max

Εικόνα_5.4: Το Create Panel

Εικόνα_5.5: Το Material Editor αντίστοιχα

Εικόνα_5.6: Σκηνή στο 3D Studio Max

Εικόνα_5.7: Η επιφάνεια εργασίας του Poser 6

Εικόνα_5.8: Ανθρώπινα μοντέλα μέσα σε αρχείο 3DS Max

Εικόνα_5.9: Αρχείο έπεται από επεξεργασία με V-Ray Renderer

Εικόνα_5.10: Υφές ανθρώπινων μοντέλων επεξεργασμένες στο Photoshop

Εικόνα_5.11: Στερεοσκοπικό 3D

Εικόνα_5.12: Προβολή με αναφογλυφογραφία και γυαλιά εγχρώμων φίλτρων

Εικόνα_5.13: Προβολή με πολωτικούς φακούς

Εικόνα_5.14: Προβολή με ενεργά κλείστρα

Εικόνα_5.15: Αυτοστερεοσκοπικό σύστημα

Εικόνα_5.16: Γυαλιά της NVIDIA

Εικόνα_5.17: Εξοπλισμός της NVIDIA

ΚΕΦΑΛΑΙΟ_1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ_1.1

Η υπόγεια ανάπτυξη αφορά στην εκμετάλλευση του υπόγειου χώρου με αποκλειστικό στόχο την ικανοποίηση των σύγχρονων αναγκών. Αυτή η στροφή στις υπόγειες κατασκευές οφείλεται στην έντονη αύξηση του πληθυσμού, που μαζί με την έλλειψη του κατάλληλου χωροταξικού σχεδιασμού, έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας της ζωής, γεγονός που εντοπίζεται κυρίως στις αστικές περιοχές. Στη συνέχεια παρατίθενται οι παράγοντες που οδηγούν σε αυτήν την τάση:

- ❑ η έλλειψη χώρου στην επιφάνεια, ως αποτέλεσμα της εκρηκτικής αστικοποίησης των τελευταίων δεκαετιών. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την αύξηση των απαιτήσεων, όσον αφορά την ποιότητα ζωής, καθιστά τις εναπομείναντες ελεύθερες επιφανειακές εκτάσεις «είδος εν ανεπάρκεια», με αποτέλεσμα την άνοδο του κόστους γης και την ώθηση προς εκμετάλλευση της «τρίτης διάστασης» που προσφέρει υψηλή διαθεσιμότητα.
- ❑ περιβαλλοντικοί λόγοι, όπως η απομάκρυνση των ανεπιθύμητων και ρυπογόνων δραστηριοτήτων και εγκαταστάσεων από την επιφάνεια (π.χ. χώροι διάθεσης επικίνδυνων αποβλήτων). Σε πολλές περιπτώσεις έχει αποδειχθεί ότι οι υπόγειες κατασκευές έναντι των αντίστοιχων επιφανειακών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολύ αποτελεσματικά, προσφέροντας λύσεις υψηλής περιβαλλοντικής προστασίας σε αποδεκτά οικονομικά όρια.
- ❑ λόγοι ασφάλειας. Σε αντίθεση με την ευρέως διαδεδομένη αίσθηση περί επικινδυνότητας των υπογείων χώρων, αυτοί προσφέρουν μεγαλύτερη ασφάλεια από πολλές απόψεις, ειδικά όσον αφορά θέματα αντιμετώπισης του σεισμικού κινδύνου, καλύτερου ελέγχου των

εγκαταστάσεων και πυρασφάλειας καθώς και υψηλή προστασία από δολιοφθορές και πολεμικές ενέργειες.

- ❑ οικονομικοί λόγοι. Τα υπόγεια έργα, εκεί που ευρύτατα εφαρμόζονται, έχουν επικρατήσει, πρώτα από όλα, στο επίπεδο της ανταγωνιστικότητας (μέχρι και 50% μικρότερα ενοίκια, μέχρι και 70% μείωση στα λειτουργικά έξοδα εξαιτίας των σταθερών θερμοκρασιακών συνθηκών, μη ανάγκη ύπαρξης φέροντος οργανισμού, δυνατότητα αξιοποίησης των προϊόντων της εξόρυξης, κ.τ.λ.

Απαραίτητες προϋποθέσεις για την υπόγεια ανάπτυξη είναι:

- ❑ Αυξημένο ενδιαφέρον για την ποιότητα ζωής, την προστασία του περιβάλλοντος και την αύξηση του βιοτικού επιπέδου
- ❑ Αυξημένες πιέσεις για τη διαφύλαξη του επιφανειακού χώρου
- ❑ Επιδείνωση των περιβαλλοντικών συνθηκών ώστε να υπάρξει ευαισθητοποίηση προς τη χρήση των υπογείων
- ❑ Υψηλή οικονομική ανάπτυξη
- ❑ Τεχνολογική πρόοδος
- ❑ Ενεργή πολιτική από την πλευρά των κυβερνητικών φορέων και εφαρμογή αυστηρών περιβαλλοντικών και χωροταξικών κανονισμών

Βέβαια η υπόγεια ανάπτυξη έχει και το αρνητικό της τίμημα όπως είναι το αρχικό κόστος επένδυσης, η αβεβαιότητα και η ανθρώπινη ψυχολογία με έλλειψη εξοικείωσης όσο αν αφορά τη διαβίωση σε υπόγειους χώρους γεγονός που γεννά το αρχέγονο αίσθημα του φόβου στον άνθρωπο.

Παρ όλα αυτά

...η ύπαρξη υπογείων έργων σε μια κοινωνία αντικατοπτρίζει την πολιτισμική ανάπτυξη της και ιδιαίτερα την τεχνολογική και οικονομική της ευημερία... "(Sandstrom)

ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ_1.2

ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ_1.2.1

Η κατασκευή υπογείων αποθηκευτικών χώρων έχει εφαρμοστεί εδώ και πολλά χρόνια στο εξωτερικό και κυρίως στις Ηνωμένες Πολιτείες και έχουν αποδείξει πλέον τη βιωσιμότητα τους. Συνήθως είναι κέντρα τεραστίων διαστάσεων, τα οποία δημιουργήθηκαν αρχικά σε χώρους πρώην υπόγειας λατόμευσης αδρανών υλικών. Σε πολλές περιπτώσεις, η υπόγεια λατόμευση γίνεται σε συνδυασμό με την εμπορική (αποθηκευτική - διαμετακομιστική) χρήση, αφού ο χώρος είναι τόσο μεγάλος που επιτρέπει και τις δύο δραστηριότητες.

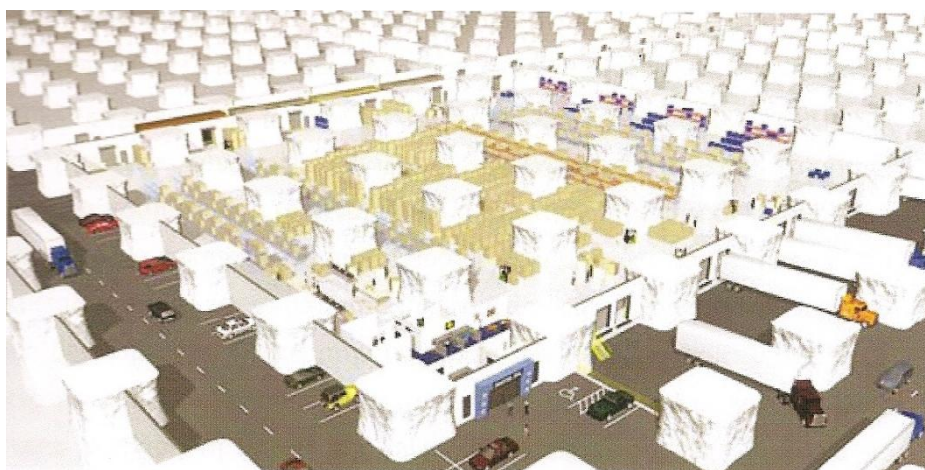
Το πιο ενδιαφέρον παράδειγμα υπόγειου αποθηκευτικού κέντρου είναι το Subtropolis, το οποίο βρίσκεται στο Missouri του Kansas City, και ανήκει στην εταιρία Hunt Midwest Enterprises, Inc. Το Subtropolis είναι το μεγαλύτερο υπόγειο συγκρότημα εταιριών στον κόσμο. Η εξόρυξη του άρχισε το 1945 με σκοπό την απόληψη αδρανών, αν και εξελίχθηκε στο μεγαλύτερο υπόγειο έργο ανάπτυξης ακινήτων. Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος θαλάμων και στύλων. Η εκμετάλλευση του συνεχίζεται και στις μέρες μας αποσκοπώντας κυρίως στην παραγωγή χώρου. Η ετήσια παραγωγή σήμερα φτάνει το 1.000.000 tn ασβεστόλιθου, ενώ ο χρόνος ζωής του έχει υπολογιστεί σε 15-20 χρόνια. Μέχρι σήμερα έχουν χρησιμοποιηθεί περισσότερα από 4.000.000 m² χώρου, ενώ η τελική έκταση του εναπομείναντα χώρου μετά το πέρας της εκμετάλλευσης έχει υπολογιστεί ότι θα είναι μεγαλύτερη από 5.200.000 m². Αυτή τη στιγμή στον υπόγειο χώρο στεγάζονται 50 εταιρίες (τοπικές, εθνικές και διεθνείς), οι οποίες απασχολούν συνολικά περισσότερους από 1.300 εργαζόμενους. Υπάρχουν χώροι οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως αποθήκες, ψυγεία, γραφεία, χώροι στάθμευσης, καθώς επίσης και χώροι όπου

διεξάγονται συνεδριάσεις. Η έκταση των ενοικιαζόμενων χώρων ποικίλει από 1.100 m² ως 55.000 m². (Μπενάρδος et al. 2010)

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την κατασκευή ενός τέτοιου χώρου είναι τα ακόλουθα:

- ❑ Το είδος της κατασκευής των χώρων με τα «φυσικά» χωρίσματα (στύλους), το στρωμένο με σκυρόδεμα πάτωμα (βιομηχανικό δάπεδο), το ύψος τους, τους κάνει ιδιαίτερα εύχρηστους
- ❑ Επιτυγχάνεται οικονομία μέχρι και 70% στο κόστος ενοικίου σε σχέση με αντίστοιχη επιφανειακή κατασκευή.
- ❑ Προσφέρεται μεγαλύτερη ασφάλεια για τους εργαζόμενους και τα εμπορεύματα, καθώς και προστασία από έντονες κλιματικές αλλαγές.
- ❑ Η θερμοκρασία του υπόγειου λατομείου κατά τη διάρκεια του χρόνου κυμαίνεται μεταξύ 18,3 - 22,2 °C. Οι θερμοκρασίες αυτές, σε συνδυασμό με την έλλειψη υγρασίας, είναι κατάλληλες για την αποθήκευση ευπαθών προϊόντων, όπως τροφίμων και προϊόντων χαρτιού.

Για την Ελλάδα, η κατασκευή υπόγειων αποθηκευτικών – διαμετακομιστικών χώρων αποτελεί καινοτομία.



Εικόνα_1.1: Υπόγειο αποθηκευτικό κέντρο Subtropolis

ΠΗΓΗ: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Subtropolis>

ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΧΩΡΟΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ_1.2.2

Η διάθεση των επικίνδυνων αποβλήτων στο υπέδαφος μπορεί να αποδειχθεί μια τόσο ως προς το περιβάλλον όσο και ως προς την οικονομικότητα ελκυστική λύση, όταν βέβαια λαμβάνονται υπ' όψη και τηρούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις.

Πολύ μεγάλα πλεονεκτήματα, για μια τέτοια χρήση, παρουσιάζουν τα αλατωρυχεία διότι χάρη στις φυσικοχημικές ιδιότητες του ορυκτού άλατος, τα απόβλητα απομονώνονται και προλαμβάνεται η αλληλεπίδρασή τους με άλλους γεωλογικούς σχηματισμούς ή υπόγεια νερά. Εντούτοις ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι υπόγειοι χώροι σε μεγάλο βάθος, όπως επίσης και τα εγκαταλελειμμένα μεταλλεία, επίσης μεγάλου βάθους.

Υγρά απόβλητα μπορούν να γίνουν αποδεκτά για υπόγεια διάθεση, μόνο αν μετατραπούν σε ημιστερεή φάση. Απαγορεύεται η αποθήκευση αποβλήτων που είναι σε θέση να αντιδράσουν με το περιβάλλον αλάτι, κατά τέτοιο τρόπο που να θέτει σε κίνδυνο τη λειτουργία του συστήματος. Επίσης, δεν επιτρέπονται απόβλητα που κάτω από τις επικρατούσες συνθήκες μπορούν να οδηγήσουν στο σχηματισμό εκρηκτικών, αναφλέξιμων, τοξικών ή άλλου τύπου μιγμάτων αερίου/αέρα.

Οι χώροι διάθεσης των ραδιενεργών καταλοίπων πρέπει να εκτιμούνται με βάση γεωλογικά, οικολογικά και κοινωνικά δεδομένα. Η εκτίμηση αυτή γίνεται τόσο με γενικά συμβατικά κριτήρια όσο και με τα ειδικά κριτήρια που αφορούν την πυρηνική τεχνολογία, καθώς υπάρχει περίπτωση μια περιοχή να είναι ιδανική για αποθήκευση συμβατικών οξικών αποβλήτων αλλά απαγορευτική για ραδιενεργά κατάλοιπα. Η επιλογή των περιοχών αυτών γίνεται με την εξέταση μεγάλου αριθμού παραμέτρων. Αυτές περιλαμβάνουν

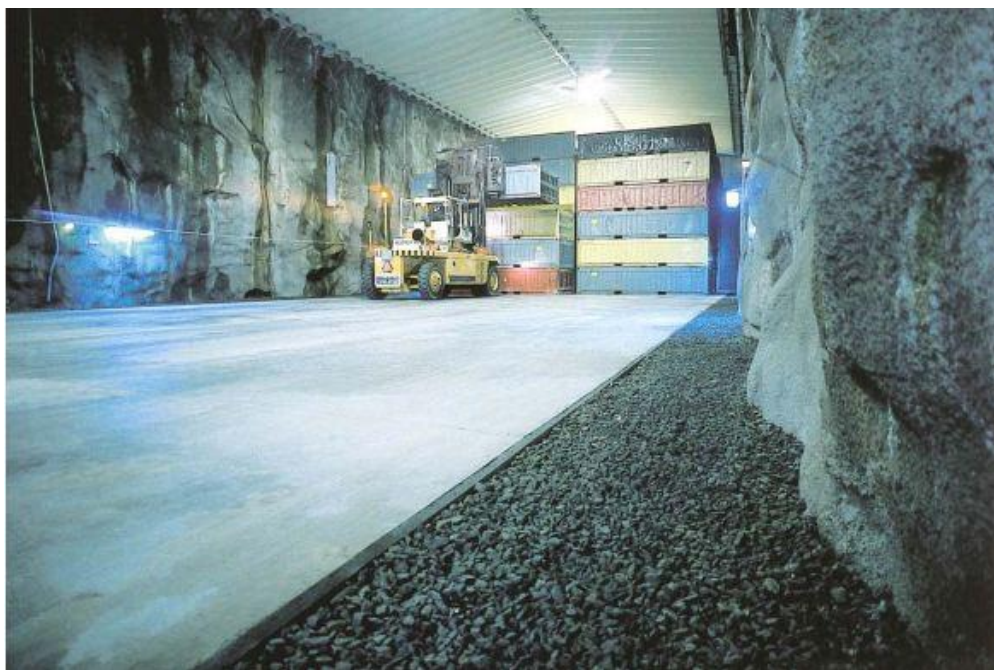
αποτελέσματα επιστημονικών (κυρίως γεωτεχνικών) ερευνών και δεδομένα ασφαλείας, υγείας, οικολογίας, οικονομίας και ψυχολογίας. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στα αποτελέσματα υδρογεωλογικών, σεισμολογικών, γεωχημικών και κοινωνικό – οικονομικών ερευνών.

Οι βασικοί κανόνες που ισχύουν για τη διάθεση των ραδιενεργών καταλοίπων είναι:

- ❑ Η διάθεση των ραδιενεργών καταλοίπων σε υπόγειους χώρους είναι προτιμότερη από πλευράς ασφάλειας από οποιαδήποτε άλλη μέθοδο.
- ❑ Προτιμώνται «παθητικά» συστήματα που παραμένουν απρόσβλητα από την ανθρώπινη δραστηριότητα από τη στιγμή που θα «σφραγιστούν».
- ❑ Τα γειτονικά πετρώματα πρέπει να είναι ανάλογης ποιότητας με το αποθηκευτικό πέτρωμα μέσα στο οποίο γίνεται η διάθεση.
- ❑ Γεωλογικά φαινόμενα όπως έντονος τεκτονισμός, διάβρωση κ.α. δημιουργούν συνθήκες διαφυγής της ραδιενέργειας προς το περιβάλλον και πρέπει να αποφεύγονται.
- ❑ Οι γεωλογικοί σχηματισμοί πρέπει να είναι τέτοιοι ώστε να επιβραδύνεται η διαφυγή ραδιονουκλιδίων μέσω της μάζας τους.
- ❑ Το βάθος της αποθήκης πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να μην επηρεάζεται από επιφανειακούς παράγοντες, όπως κλιματολογικές συνθήκες, ανάπτυξη τάσεων επί του εδάφους, κ.λ.π.
- ❑ Η υδρογεωλογία της περιοχής πρέπει να δίνει σαφείς αποδείξεις απομόνωσης της αποθήκης από τη κυκλοφορία του νερού.
- ❑ Κατάλοιπα που περιέχουν σημαντικές ποσότητες ραδιενέργειας και μεγάλο αριθμό ραδιοϊσοτόπων με μεγάλο χρόνο «ημίσειας ζωής» πρέπει να απομονώνονται με ειδικούς μηχανισμούς και η περιοχή να είναι ιδιαίτερα απομακρυσμένη από κατοικημένες περιοχές.

Τα πιο γνωστά υπόγεια κέντρα αποθήκευσης ραδιενεργών αποβλήτων βρίσκονται στο Yucca Mountain (OCRWM, 2003) στη Νεβάδα των Η.Π.Α. και στη Σουηδία (SKB, 2002) στα κέντρα SFR (τελική αποθήκευση, Εικόνα_1.2) και CLAB (ενδιάμεση αποθήκευση αποβλήτων), ενώ ακόμα ετοιμάζεται ακόμα ένα μεγάλο υπόγειο συγκρότημα για τελική αποθήκευση αποβλήτων. Επίσης, στη Γερμανία βρίσκονται σε λειτουργία τα κέντρα Morsleben και το παλαιό μεταλλείο Konrad και σε στάδιο προετοιμασίας το υπόγειο κέντρο αποθήκευσης Gorleben.

Το υπόγειο κέντρο Yucca Mountain Laboratory αποτελεί σήμερα το πιο μεγάλο κέντρο υπόγειων δοκιμών στον κόσμο και σήμερα είναι έτοιμο να αρχίσει να υποδέχεται τα ραδιενεργά απόβλητα που προέρχονται από τις Η.Π.Α. Είναι κατασκευασμένο στην έρημο της Νεβάδας, μέσα σε σχηματισμό ηφαιστειακών τόφων σε βάθος 300 m περίπου, ενώ ο υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται 300 m χαμηλότερα.



Εικόνα_1.2: Χώρος υπόγειας αποθήκευσης επικίνδυνων αποβλήτων (SFR – Σουηδία)

ΠΗΓΗ: <http://www.eurotrib.com/story/2006/8/13/184016/739>

Όσον αφορά στο πρώην μεταλλείο σιδήρου Konrad (Εικόνα_1.3) είναι τοποθετημένο κοντά στην πόλη Salzgitter στα νοτιοανατολικά της πολιτείας Niedersachsen. Ο χώρος προσφέρεται για την διάθεση ραδιενεργών αποβλήτων χωρίς απελευθέρωση θερμότητα ή με λίγη απελευθέρωση θερμότητας, οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περίπου το 95% των ραδιενεργών αποβλήτων που παράγονται στην Γερμανία. (Καλιαμπάκος & Μπεάρδος, 2009)



Εικόνα_1.3: Μεταλλείο σιδήρου Konrad

ΠΗΓΗ: http://www.itc-school.org/newsletters/newsletter_01/index.html

ΜΕΘΟΔΟΣ ΘΑΛΑΜΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΛΩΝ_1.3

ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ_1.3.1

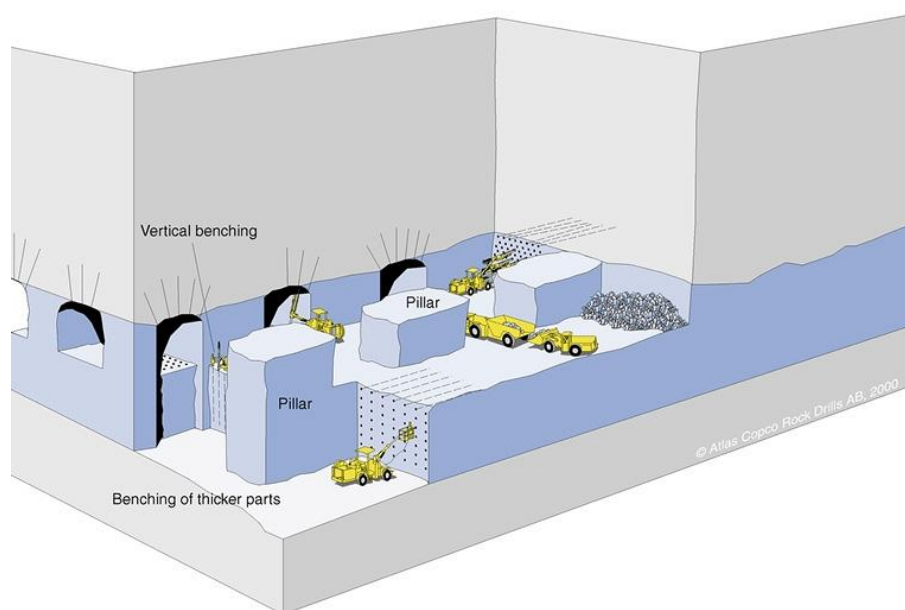
Η μέθοδος θαλάμων και στύλων (rooms and pillars) ανήκει στην κατηγορία των μεθόδων εκμετάλλευσης με κενά μέτωπα (open stores), δηλαδή χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι ο κενός χώρος που δημιουργείται, διατηρείται ανοικτός με τη βοήθεια φυσικής υποστήριξης. Το πεδίο εφαρμογής της μεθόδου είναι τα οριζόντια ως μέτριας κλίσης στρωσιγενή κοιτάσματα, μικρού ή μεγάλου πάχους, τα οποία εντοπίζονται σε μικρό ως μέσο βάθος τα οποία έχουν ανθεκτική οροφή. Συγκεκριμένα, η κλίση των στρωμάτων πρέπει να είναι μικρότερη των 30ο, το δε πάχος φθάνει συνήθως τα 10-12 m, μπορεί όμως να είναι και πολύ παραπάνω (Τερεζόπουλος, 2000). Η επιλογή της παραπάνω μεθόδου για τη δημιουργία μεγάλων υπογείων χώρων βασίζεται στους εξής λόγους (Benardos et al., 2001):

- ❑ Η μέθοδος παρέχει τη δυνατότητα για ικανοποιητική και λειτουργική αξιοποίηση του χώρου μετά το πέρας της εκμετάλλευσης.
- ❑ Η εμπειρία στη συγκεκριμένη μέθοδο είναι αρκετά μεγάλη, τυγχάνει εφαρμογής σε πολλές περιπτώσεις στο διεθνή χώρο για την κατασκευή υπόγειων χώρων μεγάλης επιφάνειας, ενώ χρησιμοποιείται στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων στον ελληνικό μεταλλευτικό κλάδο.
- ❑ Η μέθοδος δεν εμφανίζει ιδιαίτερες δυσκολίες, είναι απλή και δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις σε εξοπλισμό και τεχνικές.

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΥ_1.3.2

Στη γενική εφαρμογή της μεθόδου θαλάμων και στύλων, το πέτρωμα εξορύσσεται μέσω ενός συστήματος παράλληλων θαλάμων οι οποίοι διαχωρίζονται από στύλους (Εικόνα_1.4).

Οι θάλαμοι ορύσσονται ως στοές και οι άξονες τους συνήθως ισαπέχουν. Στη συνέχεια ορύσσονται νέες στοές κάθετα ή με κάποια κλίση ως προς τις πρώτες. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται στύλοι πετρώματος που στηρίζουν την οροφή. Η ευστάθεια δηλαδή των θαλάμων επιτυγχάνεται χάρη στους στύλους και συγκεκριμένα χάρη στην εκμετάλλευση της φέρουσας ικανότητας αυτών. Τόσο η διάταξη των στύλων στο χώρο, όσο και η διατομή τους μπορεί να είναι κανονική (τετραγωνική ή ορθογωνική) ή ακανόνιστη. Όταν το προς εκμετάλλευση κοίτασμα έχει μεγάλο ύψος ή ζητείται η δημιουργία χώρου μεγάλου ύψους, η εξόρυξη του πετρώματος είναι δυνατόν πραγματοποιηθεί με τη χρήση βαθμίδων εκμετάλλευσης.



Εικόνα_1.4: Σχηματική απεικόνιση της μεθόδου θαλάμων και στύλων

ΠΗΓΗ: Atlas Copco, 2001

Στην μεταλλευτική εφαρμογή της μεθόδου, η ύπαρξη στύλων από το ίδιο το κοίτασμα αποτελεί απώλεια χρήσιμου υλικού. Για το λόγο αυτό, συχνά η εκμετάλλευση συνεχίζεται με τη φάση της μείωσης των διαστάσεων των στύλων (φάση εξόφλησης), με σκοπό τη μεγιστοποίηση του συντελεστή απόληψης. Στην περίπτωση κατά την οποία επιλογή είναι η δημιουργία / παραγωγή υπόγειου χώρου, η συγκεκριμένη φάση είτε δεν υφίσταται είτε υπόκειται σε αρκετούς περιορισμούς, καθώς η μείωση της διατομής των στύλων συνεπάγεται και μείωση της αντοχής τους. Χρειάζεται επομένως να υπάρξει κατάλληλη επιλογή των χαρακτηριστικών της εκμετάλλευσης ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις για αυξημένο χώρο, χωρίς όμως να διακυβεύεται η ασφάλεια του ίδιου του χώρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ_2: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΛΑΥΡΙΟΥ

ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΟΥ ΛΑΥΡΙΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ

ΠΑΡΚΟΥ_2.1

Το όνομα Λαυρεωτική προέρχεται από την λέξη «λαύρα» ή «λαύρη» που σημαίνει στενωπός, στενό πέραςμα, σήραγγα, χαρακτηριστικό της περιοχής, που είναι διάσπαρτη από αρχαίες και νέες μεταλλευτικές στοές εξόρυξης.

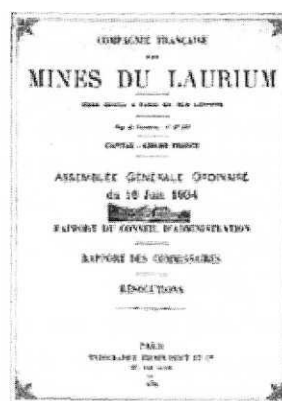
Το Λαύριο υπήρξε μια από τις πιο σημαντικές νέες πόλεις στην Ελλάδα του περασμένου αιώνα, με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον διεθνή χώρο. Υπήρξε ο πρώτος εργατικός οικισμός που οικοδομήθηκε απ' αρχής στο νεοσύστατο ελληνικό κράτος κατά το πρότυπο μιας «company town». Η ίδρυση του Λαυρίου και η εκμετάλλευση του πλούσιου υπεδάφους του συνδέεται άμεσα με την προσπάθεια του νέου ελληνικού κράτους του 19ου αιώνα να αναπτύξει τις πλουτοπαραγωγικές του πηγές και τη βιομηχανία του.

Τη μεταλλευτική δραστηριότητα ξεκίνησαν οι αρχαίοι Έλληνες πριν το 3.000π.Χ. Η συστηματική και εντατική εκμετάλλευση των αργυρομολυβδούχων μεταλλευμάτων αρχίζει με τη γέννηση της Αθηναϊκής Δημοκρατίας το 508 π.Χ. Με τον άργυρο του Λαυρίου και τους φόρους των συμμάχων ο Περικλής κατασκεύασε τα αθάνατα μνημεία του Χρυσού Αιώνα των Αθηνών. Μετά την κλασική αρχαιότητα διακόπτεται κάθε σοβαρή μεταλλευτική και μεταλλουργική δραστηριότητα και ακολουθούν πολλοί αιώνες σιωπής.



Εικόνα_2.1: Το Αθηναϊκό Τετράδραχμο του 5ου αιώνα π.Χ.

ΠΗΓΗ:http://www.ltp.ntua.gr/lavrion_park/history_en



Εικόνα_2.2: Η «Εταιρεία των Μεταλλουργείων του Λαυρίου» και η Γαλλοελληνική Εταιρεία, τα «Μεταλλεία Καμάριζας»

ΠΗΓΗ:http://www.ltp.ntua.gr/lavrion_park/history_en

Η Ελληνική και Γαλλική Εταιρεία είναι οι βιομηχανίες που στήριξαν ουσιαστικά τη νέα περίοδο ακμής της Λαυρεωτικής και έβαλαν την σφραγίδα τους τόσο στην ανάπτυξη της μεταλλευτικής βιομηχανίας στην Ελλάδα, όσο και στην δημιουργία και το χαρακτήρα της πόλης του Λαυρίου. Ο εργατικός συνδικαλισμός του 1867 μεταβλήθηκε σε πόλη 10.000 κατοίκων στην αρχή του αιώνα, ενώ η πιο ανθεκτική στο χρόνο από τις δύο εταιρείες, η Γαλλική, δημιούργησε εγκαταστάσεις 45.000 τετρ. μέτρων στον Κυπριανό. Οι δύο παρίες του Λαυρίου ήταν υπεύθυνες για την λειτουργία της πόλης. Οι οικίες και τα καταστήματα ανήκαν στην ιδιοκτησία τους, αυτές φρόντιζαν την υγειονομική περίθαλψη με νοσοκομεία και φαρμακεία. Οι ίδιες κατασκεύαζαν τα σχολεία, τις εκκλησίες, τις λιμενικές εγκαταστάσεις. Η ζωή της πόλης του

Λαυρίου είναι τόσο στενά συνδεδεμένη με τις βιομηχανίες της περιοχής, που όπως είναι φυσικό ακολούθησε την πορεία τους. Η πρώτη σοβαρή κρίση ήλθε στις δεκαετίες 1880 και 1890 με την πτώση της τιμής του μολύβδου. Το καθοριστικό όμως πλήγμα ήλθε με τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο.

Το 1930 η Ελληνική Εταιρεία εκποίησε τις εγκαταστάσεις της. Προς τα τέλη της δεκαετίας του 1920 ο πληθυσμός του Δήμου Λαυρεωτικής μειώθηκε κατά 50%. Με την εγκατάσταση των προσφύγων, μετά τον πόλεμο στη Μικρά Ασία το 1922, αναζωογονήθηκε ο πληθυσμός της πόλης. Από τα μέσα κυρίως της δεκαετίας του 1950 άρχισε μια καινούρια περίοδος για το Λαύριο που διαρκεί τις επόμενες δεκαετίες και χαρακτηρίστηκε από την ανάπτυξη νέων βιομηχανικών κλάδων. Μετά το 1980 το Λαύριο αντιμετώπισε ξανά ένα νέο κύκλο κρίσης σαν συνέπεια της αποβιομηχάνισης σ' όλη την Ελλάδα. Δεκάδες μονάδες διέκοψαν τη λειτουργία τους και περισσότερο από 20% του πληθυσμού εγκατέλειψε την πόλη λόγω της ανεργίας.

Η ΓΑΛΛΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ ΛΑΥΡΙΟΥ_2.1.1

Α'περίοδος 1875-1904

Στο διάστημα αυτό η εταιρεία κατασκευάζει το βασικό πυρήνα των εγκαταστάσεων. Μέχρι το 1895 το οργανωμένο πια σύνολο περιλαμβάνει κτίρια διοίκησης, εγκαταστάσεις μηχανικής επεξεργασίας και υδρομηχανικού εμπλουτισμού των μεταλλευμάτων και αναγωγής του μολύβδου. Τα εξορυσσόμενα μεταλλεύματα από τα μεταλλεία υφίστανται επί τόπου έναν πρώτο εμπλουτισμό. Από αυτά τα μολυβδούχα, τα ψευδαργυρούχα και τα μικτά θειούχα οδεύουν προς τις διαδικασίες μηχανικής προπαρασκευής σε θραυστήρες και «πλυντήρια» που βρίσκονται στον Κυπριανό. Στη συνέχεια της παραγωγικής αλυσίδας τα μεταλλεύματα κατεργάζονταν μεταλλουργικά. Διακρίνονται δύο ξεχωριστές διαδικασίες: η πύρωση της καλαμίνας, η φρύξη

και η αναγωγική τήξη του γαληνίτη. Το τελικό προϊόν περιέχει 90% μόλυβδο και εξάγεται ως αργυρούχος μόλυβδος σε χελώνες.

Β'περίοδος 1905-1929

Το 1905 ξεκινά μια μεγάλη επιχείρηση τεχνολογικού εκσυγχρονισμού της μεταλλουργίας του μολύβδου. Στη διαδικασία της φρύξης εγκαταλείπονται οι παλαιές φλεγοβόλοι κάμινοι και εφαρμόζονται δύο διαφορετικές μέθοδοι, ανάλογα με τον τύπο του μεταλλεύματος. Οι γαληνίτες με μεγάλη περιεκτικότητα σε σιδηροπυρίτη υφίστανται πλήρη φρύξη με τη μέθοδο Kauffmann, ενώ οι υπόλοιποι με τη μικρότερη περιεκτικότητα σε σιδηροπυρίτη φρύπτονται με τη μέθοδο Huntigton-Heberlein. Επίσης, κατασκευάζονται δύο νέοι κάμινοι τύπου Brunton και αναδιοργανώνεται το συγκρότημα της πλινθοποίησης. Ήδη από το 1905 αλλάζει και η κινητήρια δύναμη του συγκροτήματος με την εγκατάσταση ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων. Το 1913 η εταιρεία επιχειρεί την επέκταση των μεταλλουργικών δραστηριοτήτων με περαιτέρω επεξεργασία των προϊόντων της αναγωγικής τήξης.

Γ'περίοδος 1930-1989

Στο τέλος της δεκαετίας του 1920 η εταιρεία βρίσκεται αντιμέτωπη με τη συνεχιζόμενη πτώση των τιμών του μολύβδου και με τη σταδιακή εξάντληση των κοιτασμάτων. Επιχειρεί να αντιμετωπίσει την κρίση με τον εκσυγχρονισμό της μεθόδου εμπλουτισμού και με την παραγωγή καθαρού μολύβδου για την εσωτερική αγορά. Από το 1930 εφαρμόζεται η μέθοδος της απαργύρωσης δια ψευδαργύρου, ενώ μετά το 1936 λειτουργεί ελασματοποιείο για την παραγωγή φύλλων μολύβδου. Το 1930 λόγω εξάντλησης των μεταλλευμάτων καθίσταται ασύμφορη και σταματά η λειτουργία των καμίνων πύρωσης της καλαμίνας. Το ίδιο έτος η εταιρεία αγοράζεται από την πολυεθνική Penarroya. Οι τελευταίες σημαντικές παρεμβάσεις στο

συγκρότημα είναι οι εγκαταστάσεις των φίλτρων καπνού που δημιουργήθηκαν μετά τον Β Παγκόσμιο Πόλεμο.



Εικόνα_2.3: Οι μεταλλευτικές εγκαταστάσεις και το Λιμάνι στο Λαύριο κατά τη Α' περίοδο

ΠΗΓΗ: http://www.ltp.ntua.gr/lavrion_park/history/history2/

Ορισμένα από τα κτίρια που σώζονται μέχρι και σήμερα κατασκευάστηκαν το 1875-76 και εξακολούθησαν μέχρι το 1988 να στεγάζουν τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. Το συγκρότημα διέκοψε οριστικά τη λειτουργία του το 1989. Σήμερα μετασχηματίζεται από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο σε Τεχνολογικό Πολιτιστικό Πάρκο.

Η ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΚΑΙ Η ΓΕΝΝΗΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ_2.1.2Η βιομηχανική κρίση

Κατά τις δεκαετίες του '70 και του '80 η βιομηχανική κρίση έπληξε τα πιο σημαντικά κέντρα στην Ελλάδα, συμπεριλαμβανομένου και του Λαυρίου, ενός από τα πλέον πρωτοποριακά της ελληνικής βιομηχανικής δραστηριότητας κατά τον 18ο αιώνα. Το 1977 η «Γαλλική Εταιρεία Μεταλλείων Λαυρίου» (ΓΕΜΛ), έχοντας λειτουργήσει για περισσότερο από 100 χρόνια (1867-1989) στην περιοχή, διέκοψε τις μεταλλευτικές της δραστηριότητες και εισήχθη σε μία περίοδο κρίσης. Επτά χρόνια αργότερα, μετά από σειρά εσωτερικών αναταραχών και ανεπιτυχών προσπαθειών αναδιοργάνωσης, η εταιρεία διέκοψε και τις μεταλλουργικές τις δραστηριότητες. Αλυσιδωτές αντιδράσεις εξαπλώθηκαν σε όλες τις μεγάλες βιομηχανικές μονάδες της περιοχής, οι οποίες άρχισαν να διακόπτουν τις γραμμές παραγωγής τους και να τις μεταφέρουν σε άλλες περιοχές με θετικότερες προοπτικές. Η πόλη του Λαυρίου αντιμετώπισε οξύτατο πρόβλημα ανεργίας που προκάλεσε την οικονομική κατάρρευση, κοινωνική αποσύνθεση, αλλά και πολιτική εκμετάλλευση του μαζικού προβλήματος ανεργίας της περιοχής.

Προτάσεις επανάχρησης

Κατά την περίοδο 1977-1989 έλαβε χώρα μία ανοιχτή και μακροχρόνια αναζήτηση σχετικά με τις δυνατές προοπτικές επανάχρησης του βιομηχανικού συγκροτήματος της ΓΕΜΛ. Οι τοπικές αρχές, διοικήσεις επιχειρήσεων και ακαδημαϊκοί στον τομέα της μεταλλευτικής και της μεταλλουργικής μηχανικής μετείχαν στις σχετικές εκτενείς συζητήσεις, στις οποίες η ιστορική αξία του συνόλου και των επιμέρους τμημάτων των εγκαταστάσεων αναγνωριζόταν απόλυτα και η ανάγκη για διάσωση των ιστορικών, αρχιτεκτονικών και τεχνολογικών χαρακτηριστικών υποστηρίχθηκε θερμά.

Στις συζητήσεις αυτές αναγνωρίζονταν δύο επιλογές:

(α) Η πρώτη υποστήριξε την αποκατάσταση και επανάχρηση των βιομηχανικών εγκαταστάσεων και του περιβάλλοντα χώρο για ποικίλους κοινωνικούς και πολιτιστικούς σκοπούς, όπως θέατρα, μουσεία, εκθεσιακά κέντρα, υποδομές αναψυχής, άθλησης και εκπαίδευσης, κλπ. Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογής της ιδέας αυτής στην Αττική είναι το παλιό εργοστάσιο Γκαζιού της Αθήνας, το οποίο αποκαταστάθηκε και μετατράπηκε σε πολλαπλό πολιτιστικό κέντρο,

(β) Η δεύτερη πρόταση, πιο ευαισθητοποιημένη ως προς το ιστορικό φορτίο που φέρουν οι εγκαταστάσεις και η περιοχή, επέτεινε τη σημασία της διάσωσης της τεχνολογικής φυσιογνωμίας του συγκροτήματος μέσω μίας καινοτόμου πρωτοβουλίας με στόχο την αποκατάσταση – αναγέννηση του παλαιού βιομηχανικού συγκροτήματος και την επανάχρησή του ως τεχνολογικού και πολιτιστικού πάρκου.

Σε επίπεδο συμβολισμών, το πάρκο θα αναβίωνε την ιστορική ταυτότητα και τη συλλογική μνήμη ως τόπου παραγωγής από τους αρχαίους χρόνους. Σε πραγματιστικό επίπεδο, το πάρκο θα συνέβαλε στην τεχνολογική αναβάθμιση της αθηναϊκής βιομηχανίας μέσω της μεταφοράς τεχνολογίας, της ίδρυσης spin-off εταιριών, τη δημιουργία νέου επιχειρηματικού περιβάλλοντος και υποδομών, καθώς και της ανάπτυξης νέων εφαρμογών και καινοτομιών παραγωγής ή προϊόντων. Έτσι, γεννήθηκε η ιδέα του Τεχνολογικού και Πολιτιστικού Πάρκου Λαυρίου.

Το Τεχνολογικό Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου (ΤΠΠΛ)

Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο υιοθέτησε το εγχείρημα με μεγάλο ενθουσιασμό. Επενδύοντας στην επιστημονική του εμπειρία, αλλά και στην τοπική λαϊκή υποστήριξη, το ΕΜΠ ανταποκρίθηκε στην πρόκληση και εκπόνησε ένα νέο μοντέλο τοπικής κοινωνικο-οικονομικής και πολιτιστικής ανάπτυξης βασισμένο στην τεχνολογία, το οποίο ήταν σύμφωνο με τις ανάγκες που δημιουργήθηκαν από την αναδυόμενη παγκόσμια «οικονομία της γνώσης», στην οποία η Ελλάδα και η περιοχή της Αττικής αναζητούν τη θέση τους.

Το μοντέλο αυτό αντικατόπτριζε τον ειδικό χαρακτήρα του ΕΜΠ: Ως εκπαιδευτικό ίδρυμα ούτε αντιμετωπίζει ούτε κυοφορεί την τεχνολογία με τον τρόπο που την αντιμετωπίζει η αγορά. Ένα τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα, γενικά, αντιλαμβάνεται την τεχνολογία περισσότερο ως ιδιαίτερο τρόπο σκέψης που συνθέτει τις δεξιότητες, την οξυδέρκεια, τη διορατικότητα και την παραγωγική φαντασία παρά ως καθαρά εμπορικά εκμεταλλεύσιμο δεδομένο προς εισαγωγή στις παραγωγικές διαδικασίες.

Υπ' αυτή τη θεώρηση, το ΤΠΠΛ δεν γεννήθηκε απλά ως κερδοφόρος πόλος τοπικής μακροοικονομικής ανάπτυξης, αλλά ως ένα κοινωνικά δομημένο μέσο προαγωγής και βελτίωσης της διανοητικής και πολιτιστικής δράσης που αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της νέας οικονομίας. Με άλλα λόγια, ένα μέσο μεταμόρφωσης ενός κρυμμένου αλλά εκμεταλλεύσιμου συστήματος δυνατοτήτων σε ένα πρακτικό μοντέλο αυτοσυντήρητης αναπτυξιακής διαδικασίας προσανατολισμένης στο μέλλον. Στο πλαίσιο αυτό, η ζωτική διαφορά ανάμεσα στο ΤΠΠΛ και σε οποιοδήποτε άλλο ελληνικό επιστημονικό και τεχνολογικό πάρκο έγκειται στο γεγονός ότι οι εγκατεστημένες στο Πάρκο επιχειρήσεις θεωρούν τις προοπτικές τους ως οργανικό μέρος ενός ολοκληρωμένου, κοινωνικοτεχνολογικού, επιχειρηματικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος; ένα περιβάλλον που συνθέτεται όχι μόνο από τη διαδραστική

μεταφορά της τεχνολογίας και της τεχνογνωσίας, τον επιχειρηματικό ανταγωνισμό και τη συμπεριφορά μεγιστοποίησης του κέρδους, αλλά, επίσης, από τις κοινωνικές και πολιτισμικές αξίες και δομές που είναι άρρηκτα συνδεδεμένες στην αναδυόμενη νέα οικονομία της γνώσης. Από το καλοκαίρι του 1995 ολοκληρώθηκαν οι διοικητικές - διαχειριστικές κινήσεις για τη θεσμική συγκρότηση του Πάρκου και τις μελέτες αποκατάστασης του βιομηχανικού συγκροτήματος. Η σχετική χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση και εθνικούς πόρους ανέρχεται συνολικά σε 5,19 δισεκατομμύρια δραχμές (15,23 εκατομμύρια Ευρώ).



Εικόνα_2.4: Το Τεχνολογικό και Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου

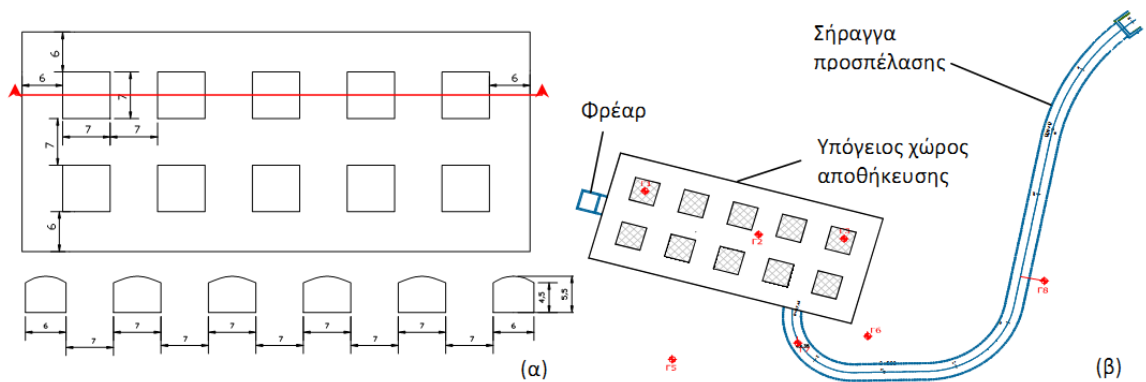
ΠΗΓΗ: http://www.ltp.ntua.gr/lavrion_park/photogallery

ΚΕΦΑΛΑΙΟ_3: ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ - ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΧΩΡΟΣ ΛΑΥΡΙΟΥ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΧΩΡΟΥ_3.1

Το έργο έχει κατασκευαστεί στο βορειοδυτικό τμήμα του Τ.Π.Π.Λ., εντός της λοφώδους δομής που αναπτύσσεται εκεί με μέγιστο απόλυτο υψόμετρο που φτάνει τα +54m. Το έργο έχει κατασκευαστεί εντός του σχηματισμού του Ανώτερου Μαρμάρου, με δάπεδο που αναπτύσσεται στο επίπεδο των +12m και με μέγιστο ύψος που φτάνει τα 5,5m. Το ύψος των υπερκειμένων κυμαίνεται από 20m έως 35m περίπου. Ο υπόγειος χώρος έχει διαστάσεις 75m x 33m, καταλαμβάνοντας μια συνολική έκταση 2.475 m². Η εκσκαφή του πετρώματος έγινε με τη δημιουργία παράλληλων και κάθετων στοών (θαλάμων), οι άξονες των οποίων ισαπέχουν μεταξύ τους, δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό τους στύλους του πετρώματος. Έχουν δημιουργηθεί στύλοι τετραγωνικής διατομής με πλάτος WP=7m και θάλαμοι με πλάτος WR=7 m επίσης (ΠΑΝΓΑΙΑ, 2007). Οι στύλοι δομούνται σε δύο σειρές, ενώ οι αποστάσεις τους από τις παρειές του χώρου (περιμετρικοί θάλαμοι) είναι 6m (Εικόνα_3.1α). Με βάση τα παραπάνω γεωμετρικά χαρακτηριστικά, το ωφέλιμο εμβαδόν του υπόγειου έργου είναι 1.900 m² περίπου. Καθώς ο ασβεστολιθικός σχηματισμός είναι διαπερατός, η υδραυλική απομόνωση των αποβλήτων εξαρτάται απ' την δημιουργία τεχνητών φραγμών (engineering barriers). Αυτά συνίστανται στη εισαγωγή ειδικών προσμίκτων στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα για την μείωση της υδροπερατότητάς του, την κατασκευή αδιαπέρατου βιομηχανικού δαπέδου, καθώς επίσης και τη χρήση ειδικών δοχείων (drums) για την αποθήκευση των επικίνδυνων αποβλήτων. Επίσης, έχει τοποθετηθεί σύστημα συλλογής και επεξεργασίας των αποβλήτων, σε περίπτωση που υπάρξει εισροή υδάτων και ανάμιξή τους με τα απόβλητα. Η πρόσβαση στο χώρο αποθήκευσης γίνεται μέσω δύο έργων προσπέλασης, μιας σήραγγας και ενός φρέατος (Εικόνα_3.1β). Η σήραγγα έχει μήκος περί τα 175m. Ξεκινάει από τα βορειοανατολικά, από το υψόμετρο των +34m και με κλίση περίπου 11% φτάνει στο νοτιοανατολικό τμήμα του υπόγειου χώρου στο επίπεδο των +12m.

Η σήραγγα προσπέλασης έχει πεταλοειδή διατομή, ελευθέρου ύψους 5,5m και ανοίγματος 4,5 m. Το φρέαρ, βάθους 30 m, έχει ορυχθεί πλησίον της δυτικής παρειάς του έργου. Η διατομή του είναι ορθογωνική, με διαστάσεις 5,0 m x 5,6 m. (Μπενάρδος et al., 2010)



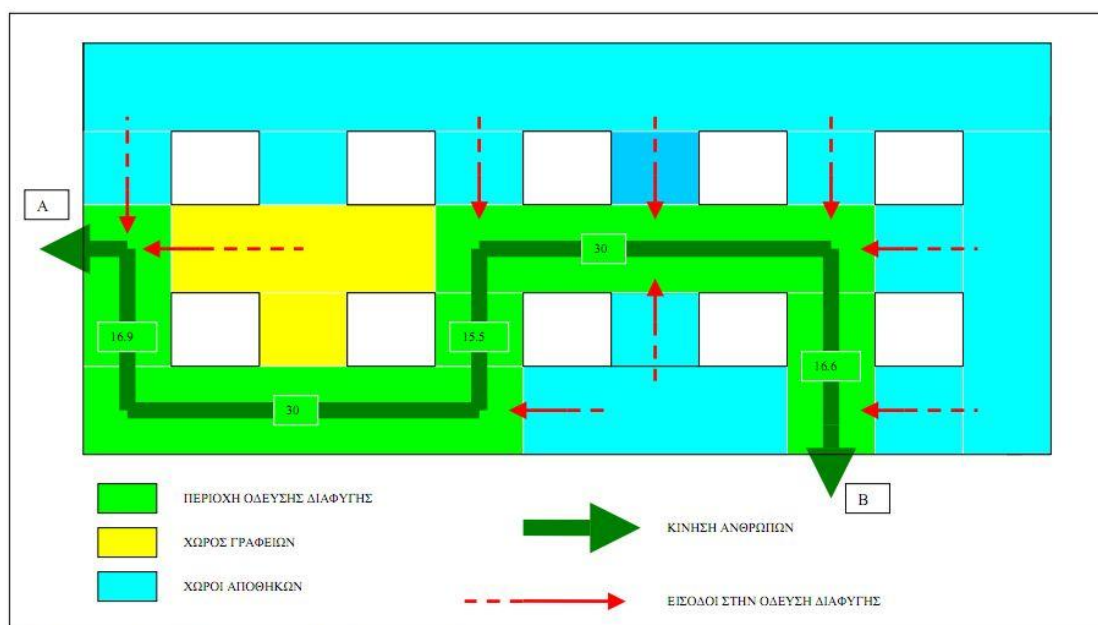
Εικόνα_3.1 (α) Βασικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά του υπόγειου θαλάμου
(β) Γενική άποψη του υπόγειου έργου αποθήκευσης στο Τ.Π.Π.Λ.

ΠΗΓΗ: Μπενάρδος et al., 2010

ΜΕΛΕΤΗ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΛΑΥΡΙΟΥ_3.2

Ο υπόγειος χώρος του τεχνολογικού πάρκου Λαυρίου έχει κατασκευαστεί με τη μέθοδο θαλάμων και στύλων και προβλέπει χώρους αποθήκευσης τοξικών και χώρων γραφείων και εξυπηρέτησης.

Σύμφωνα με την κάτοψη του χώρου διαχωρίζονται και διακριτοποιούνται οι διάφοροι χώροι. Το αποθηκευτικό τμήμα (δηλαδή εκεί που θα αποθηκεύονται τα επικίνδυνα απόβλητα), διαχωρίζεται από τον διάδρομο με πόρτες, το ίδιο ισχύει και για τους γραφειακούς χώρους. Οι έξοδοι κινδύνου είναι δύο: το κλιμακοστάσιο (φρέαρ) με πόρτα πλάτους 1.20m και η ράμπα πρόσβασης (στοά) με πόρτα πλάτους 3.00m. Όλοι οι χώροι μέσω θυρών καταλήγουν στον κεντρικό διάδρομο. Η χωροθέτηση της όδευσης διαφυγής γίνεται μέσα στον κεντρικό διάδρομο από έξοδο κινδύνου σε έξοδο κινδύνου και κατάληξη σε αυτόν όλων των ανθρώπων από τους υπόλοιπους χώρους. Όλα αυτά φαίνονται συνοπτικά στην Εικόνα_3.2.



Εικόνα_3.2: Υπολογιστικό σχεδιάγραμμα υπογείου χώρου Λαυρίου

ΠΗΓΗ: http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/3616/3/kyritsisf_evacuationplans.pdf

Το μήκος όδευσης διαφυγής από έξοδο κινδύνου Α σε έξοδο κινδύνου Β είναι: $S = 16.9 + 30 + 15.5 + 30 + 16.6 = 109\text{m}$.

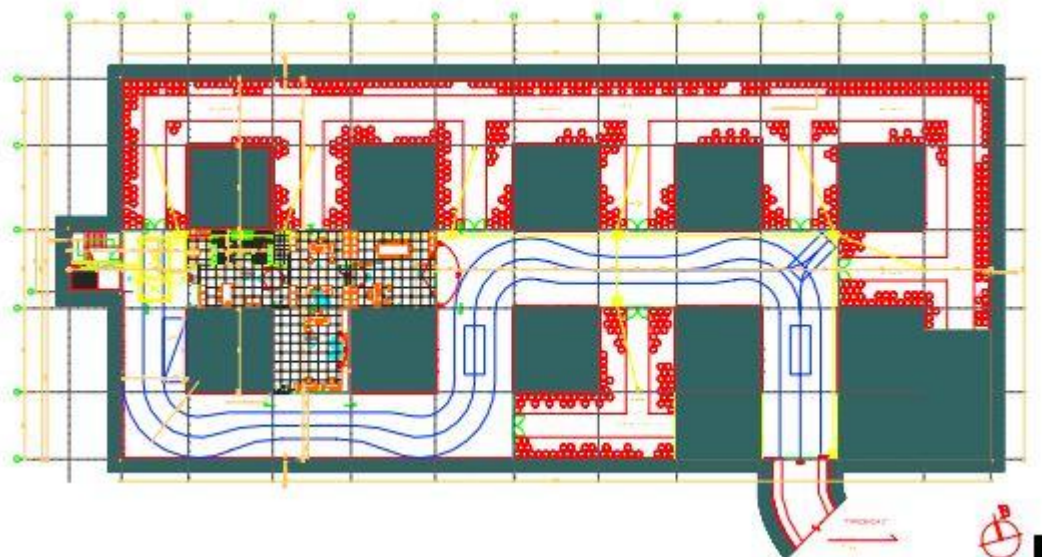
Τα βέλη με κόκκινο χρώμα υποδηλώνουν την έξοδο των ανθρώπων από τους διάφορους χώρους στον κεντρικό διάδρομο όπου θεωρείται η όδευση διαφυγής πλάτους $W = 2.0\text{m}$.

Ο χώρος με χρώμα κυανό είναι ο αποθηκευτικός και έχει υπολογιστεί ότι έχει πυκνότητα θεωρητικού πληθυσμού $0.17\text{pp}/\text{m}^2$. Η επιφάνεια των αποθηκευτικών χώρων μετρημένη από το σχέδιο κάτοψης του υπογείου χώρου είναι 438m^2 . Και άρα ο θεωρητικός πληθυσμός για την συγκεκριμένη κατηγορία χώρου θα προκύψει: $0.17 \% 438 = 75$ άτομα.

Ο χώρος με χρώμα κίτρινο είναι ο λειτουργικός χώρος (δηλαδή τα γραφεία), και έχει υπολογιστεί η πυκνότητα θεωρητικού πληθυσμού $0.20\text{pp}/\text{m}^2$ και η επιφάνεια του προκύπτει από το σχέδιο κάτοψης 192m^2 . Οπότε ο θεωρητικός πληθυσμός του γραφειακού χώρου θα είναι $0.20 \times 192 = 38$ άτομα.

Το σύνολο του θεωρητικού πληθυσμού ανέρχεται σε: $75 + 38 = 113$ άτομα.

Τα πιθανότερα επικίνδυνα ατυχήματα θεωρούνται η φωτιά ή διαρροή από τα βαρέλια τοξικών που θα είναι αποθηκευμένα. Ο διαθέσιμος χρόνος $X\%$ εκτιμάται σε 30 λεπτά για να γίνει η εκκένωση μέχρι το τέλος των εξόδων κινδύνου.



Εικόνα_3.3: Γενική Κάτοψη υπογείου χώρου Λαυρίου

ΠΗΓΗ: http://dSPACE.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/3616/3/kyritsisf_evacuationplans.pdf

ΣΧΕΔΙΟ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ_3.3

Το σχέδιο εκκένωσης πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπ' όψη τις ιδιαιτερότητες του υπογείου χώρου. Για το λόγο αυτό δεν συνιστάται η χρήση εμπειρικών κανονισμών όπως είναι και ο ελληνικός κανονισμός που χρησιμοποιείται για όσον αφορά την παθητική πυροπροστασία.

Βασικό στοιχείο όπως δείχθηκε για τον σχεδιασμό των σχεδίων εκκένωσης είναι τα γεωμετρικά στοιχεία που προκύπτουν από την εύστοχη επιλογή οδεύσεων διαφυγής. Η επιλογή οδεύσεων ιδιαίτερα σε μεγάλους χώρους είναι κρίσιμης σημασίας και υπαγορεύονται από τις χρήσεις τμημάτων του υπογείου χώρου και χαρακτηριστικά των ανθρώπων που θα τον χρησιμοποιήσουν (μόνιμοι, περιστασιακοί, επισκέπτες). Οι έλεγχοι της επάρκειας των στοιχείων του σχεδίου εκκένωσης γίνεται μέσω των διαθέσιμων και απαιτούμενων χρόνων.

Όλη η διαδικασία εκπόνησης τέτοιων σχεδίων πρέπει να καταλήγει σε πληροφορίες που απευθύνονται σε κοινό του οποίου πρέπει να σωθεί η ζωή κάτω από έκτακτες συνθήκες. Έτσι το τελικό προϊόν είναι ένα κατανοητό σχέδιο ενημέρωσης, αντιληπτή σήμανση σε ευδιάκριτα σημεία και εύκολες οδηγίες στην εφαρμογής τους.

Εδώ στον υπόγειο χώρο του Τεχνολογικού και Πολιτιστικού Πάρκου του Λαυρίου υπάρχουν 2 σημεία εισόδου και εξόδου προς την επιφάνεια: η στοά ή ράμπα πρόσβασης, η οποία βρίσκεται, όπως βλέπουμε στην κάτοψη, στην νοτιοανατολική πλευρά της εγκατάστασης και το φρεάτιο του κλιμακοστασίου, το οποίο βρίσκεται στην δυτική. (Εικόνα_3.4)

Είναι απαραίτητο στον σχεδιασμό των συστημάτων ασφαλείας να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαίτερες ψυχολογικές συνθήκες που επικρατούν σε μια πραγματική κατάσταση κινδύνου, όπως η αίσθηση πανικού και η έλλειψη προσανατολισμού, με αποτέλεσμα την αδυναμία επιλογής της σωστής εξόδου. Έτσι, προβλέπεται η εγκατάσταση συστήματος φωτεινών ενδείξεων, τόσο στους στύλους όσο και στο πάτωμα του χώρου, η οποία θα ενημερώνει άμεσα για την καταλληλότερη δίοδο διαφυγής.

Πιο συγκεκριμένα, σε περίπτωση που η πρόσβαση στο φρέαρ δεν είναι δυνατή, οι πράσινες φωτεινές ενδείξεις ανάβουν σε όλα τα σημεία του χώρου υποδεικνύοντας την διαδρομή που ο εργαζόμενος ή ο επισκέπτης πρέπει να ακολουθήσει για την ασφαλή έξοδό του από την στοά στα νοτιοανατολικά του χώρου. Αντίστοιχα, αν για οποιοδήποτε λόγο δεν είναι δυνατή η προσέγγιση της στοάς, οι μπλε φωτεινές ενδείξεις σηματοδοτούν την διαδρομή προς το φρέαρ.

Τέλος, αν και οι δύο επιλογές εξόδου είναι προσβάσιμες, σε κάθε σημείο του χώρου εμφανίζεται πράσινη ή μπλε σήμανση ανάλογα με το ποιο είναι το πλησιέστερο σημείο εκκένωσης.

Η σήμανση είναι απαραίτητη για την όδευση διαφυγής και τις εξόδους κινδύνου. Είναι πράσινου χρώματος, συνήθως , μπαίνουν σε θέσεις ώστε να είναι άμεσα ορατά λόγω υπογείου έργου έχουν και αυτόνομο φως. Τα ενδεικνυόμενα σήματα φαίνονται στα παρακάτω σχήματα.



Εικόνα_3.5: Σήμανση εκτάκτου ανάγκης

ΠΗΓΗ:http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/3616/3/kyritsisf_evacuationplans.pdf

ΚΕΦΑΛΑΙΟ_4: ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ-VIRTUAL REALITY (VR)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ_4.1

Ο σύγχρονος άνθρωπος, μετά την έκρηξη της πληροφορίας έχει συνηθίσει να διαμορφώνει την άποψη του στα λίγα λεπτά της διάρκειας κάποιου βίντεο. Κατά συνέπεια, η ανάπτυξη δίαυλων επικοινωνίας οι οποίοι θα βασίζονται στην δύναμη της εικόνας, αποτελεί, για τον μηχανικό του σήμερα, μονόδρομο, σε οποιαδήποτε κατάρτισης κοινό και αν απευθύνεται, ενώ παράλληλα, θα πρέπει να διατηρηθεί η ακρίβεια που πρέπει να χαρακτηρίζει οποιαδήποτε παρουσίαση τεχνικού έργου. Πάνω στο πλαίσιο αυτό, αναπτύχθηκε η τεχνολογία της τρισδιάστατης οπτικοποίησης.

Αναλυτικότερα, τα εικονικά τρισδιάστατα μοντέλα είναι το μόνο μέσο που προσφέρει την δυνατότητα στους ειδικούς επιστήμονες και τους μη ειδικούς φορείς να αντιληφθούν και να επιδράσουν σε όλα τα στάδια του έργου και φυσικά να δουν το τελικό αποτέλεσμα, πολύ πριν την έναρξη των εργασιών. Όσον αφορά την εργασία του μηχανικού, η χρήση τεχνολογιών οπτικοποίησης προσφέρει ένα μοναδικό εργαλείο ανάλυσης. Ο συνδυασμός των διαφορετικών τεχνικών κλάδων, καθώς και των διαφορετικών οπτικών γωνιών που αυτοί πρεσβεύουν, προσφέρει μια βαθύτερη δυνατότητα έρευνας σε θέματα ποιότητας, ασφάλειας, εναλλακτικών και φυσικά περιβαλλοντικής ενσωμάτωσης της κατασκευής στο υπάρχον τοπίο οποιαδήποτε χρονική στιγμή, ειδικά σε περιπτώσεις που η κατασκευή αυτή προϋποθέτει έντονες αλλαγές στη γεωμορφολογία. Τέλος, οι δυνατότητες εύκολης διανομής και δημοσίευσης σε μέσα όπως το internet συμβάλλει άμεσα στην ουσιαστική πληροφόρηση και την ανάπτυξη σχέσεων εμπιστοσύνης με το ευρύ κοινό.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι και πολλές εφαρμογές για την απεικόνιση των κατασκευών που πραγματοποιούνται από τους μηχανικούς. Τα

προηγούμενα χρόνια, αλλά και πολλές φορές ακόμα και σήμερα, γινόταν ευρεία χρήση της γνωστής «μακέτας». Η μακέτα στηρίζεται στην κατασκευή τρισδιάστατων μοντέλων.

Ο διάδοχος της μακέτας στη σύγχρονη ψηφιακή εποχή είναι οι εφαρμογές τρισδιάστατης απεικόνισης σε περιβάλλον υπολογιστή. Η διπλωματική αυτή βασίστηκε στην χρήση τέτοιων προγραμμάτων, ώστε η οπτικοποίηση αυτή να αποτελέσει ένα μέσο προώθησης του έργου στον κοινό.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ _4.2

Με τον όρο Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality – VR) εννοείται "Ένα αλληλεπιδραστικό, τρισδιάστατο περιβάλλον, φτιαγμένο από υπολογιστή, στο οποίο μπορεί κάποιος να εμβυθιστεί.", σύμφωνα με τον ορισμό που έδωσε για πρώτη φορά το 1989 ο Jaron Lanier.

Αργότερα πολλοί ειδικοί του τομέα έδωσαν τους δικούς τους ορισμούς για την Εικονική Πραγματικότητα. Κατά τη γνώμη μου, ο αντιπροσωπευτικότερος ορισμός έχει δοθεί από τον Cruz-Neira το 1993 που περιγράφει την Εικονική Πραγματικότητα ως το μέσο που αναφέρεται σε αλληλεπιδραστικά, πολύ-αισθητικά, βασισμένα στη όραση, τρισδιάστατα, περιβάλλοντα εμβύθισης, δημιουργημένα από υπολογιστή, καθώς και ο συνδυασμός των τεχνολογιών που απαιτούνται για την ανάπτυξη τέτοιων περιβαλλόντων.

Ένα εικονικό περιβάλλον μπορεί να αναλυθεί ότι αποτελείται από έναν υπολογιστή, μια διεπαφή ανθρώπου-υπολογιστή και από έναν ή περισσότερους χειριστές που αντιλαμβάνονται και αντιδρούν με έναν εικονικό κόσμο. Ο υπολογιστής και οι συναφείς συσκευές εισόδου και εξόδου, έχουν ρυθμιστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να προκαλούν την αίσθηση ότι ο χρήστης

εμπλέκεται σε ένα συνθετικό περιβάλλον που περιέχει τρισδιάστατα αντικείμενα, με χωρικός προσδιορισμένες θέσεις και προσανατολισμούς και συνήθως μια συμπεριφορά ή αυτόνομη δραστηριότητα. Ένας εικονικός κόσμος μπορεί να αντανakλά τα χαρακτηριστικά ενός πραγματικού κόσμου με διάφορους τρόπους, κάπως αφηρημένο, εξαρτώμενο από τον τύπο της εφαρμογής.

Το βασικό αντικείμενο της εικονικής πραγματικότητας, είναι να δώσει στον χρήστη μια συνθετική εμπειρία που προτίθεται να μεταβιβάσει φυσικές και αφηρημένες έννοιες ενός δεδομένου περιβάλλοντος. Χρησιμοποιώντας συστήματα εικονικής πραγματικότητας, ο χρήστης εμπλέκεται σε ένα διαδραστικό περιβάλλον, που διατίθεται από τεχνητά ηλεκτρονικά και ηλεκτρομηχανικά βοηθήματα. Συνεπώς, η απόδοση της υποκειμενικής αίσθησης της παρουσίας, εξαρτάται από την διεπαφή ανθρώπου-υπολογιστή και στην πίστη της εικονικής αλληλεπίδρασης που διατίθεται.

Η τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας αναπτύσσεται σε περιοχές όπως την επιστήμη των υπολογιστών, την ηλεκτρονική και την ψυχολογία. Η Εικονική Πραγματικότητα χρησιμοποιεί ηλεκτρονικούς υπολογιστές, για να δημιουργήσει και να προσομοιώσει υπαρκτά ή μη περιβάλλοντα, από τα οποία ο χρήστης έχει την ψευδαίσθηση ότι περιβάλλεται και στα οποία μπορεί να κινηθεί ελεύθερα, αλληλεπιδρώντας παράλληλα με τα αντικείμενα που περιλαμβάνουν, όπως θα έκανε και στον πραγματικό κόσμο.

Από το ξεκίνημά της, η εικονική πραγματικότητα έχει χρησιμοποιηθεί για προσομοιώσεις και εκπαίδευση, κυρίως στην στρατιωτική αρένα. Συνεπώς, η χρήση αυτής της τεχνολογίας ήταν δικαιολογημένη, όχι λόγω της προστιθέμενης αξίας ως ένα εκπαιδευτικό εργαλείο, αλλά κυρίως επειδή στρατιωτικοί προσομοιωτές εικονικής πραγματικότητας, επιτρέπουν να εξετάσεις διαφορετικές καταστάσεις χωρίς να χρησιμοποιήσεις κάποιο

εξαιρετικά ακριβό υλικό και να βρεθεί κανείς σε υψηλού κινδύνου κατάσταση. Λόγω του κόστους, η χρήση αυτής της τεχνολογίας ήταν συνδεδεμένη με την επιστημονική στρατιωτική οπτικοποίηση και διασκέδαση. Τα τελευταία χρόνια, άλλες εφαρμογές ήταν δυνατό να πραγματοποιηθούν μονάχα με την μείωση του κόστους του εξοπλισμού. Μια από αυτές τις καινούριες περιοχές των εφαρμογών της εικονικής πραγματικότητας είναι η εκπαίδευση, επικεντρωμένη κυρίως στην συγχώνευση της εκπαίδευσης με την διασκέδαση.

Για να είναι όσο πιο πετυχημένη γίνεται η εμπύθιση ενός χρήστη σε ένα περιβάλλον Εικονικής Πραγματικότητας, είναι σημαντικό να απομονωθεί ο χρήστης και οι αισθήσεις του από το πραγματικό κόσμο, επικαλύπτοντας τα ερεθίσματα του πραγματικού κόσμου με αντίστοιχα εικονικά, φτιαγμένα από το σύστημα της Εικονικής Πραγματικότητας. Από τις πέντε αισθήσεις, οι πιο σημαντικές κατά φθίνουσα σειρά είναι η όραση, η ακοή και η αφή. Έτσι είναι πρωταρχικής σημασίας ένα σύστημα Εικονικής Πραγματικότητας να παρέχει στερεοσκοπική εικόνα, δηλαδή δύο εικόνες από διαφορετική οπτική γωνία, μία για κάθε μάτι του χρήστη, έτσι ώστε να δημιουργηθεί η αίσθηση του βάθους στο χώρο. Παράλληλα η ύπαρξη στερεοσκοπικού ήχου βοηθάει το χρήστη να κατανοεί τι γίνεται γύρω του στον εικονικό χώρο που τον περιβάλλει με πολύ φυσικό τρόπο, ενώ ταυτόχρονα αποκλείει τον χρήστη από τους ήχους του πραγματικού κόσμου, οι οποίοι θα μπορούσαν να καταστρέψουν την εικονική του εμπειρία. Τέλος η αφή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με κατάλληλες συσκευές είτε για να μπορεί ο χρήστης να νιώθει τον κόσμο, π.χ. να ακουμπά ένα αντικείμενο και να νιώθει αντίσταση, είτε για να καθοδηγήσουμε το χρήστη διευκολύνοντάς τον στην εκτέλεση κάποιων συγκεκριμένων ενεργειών, π.χ. μοντελοποίηση τρισδιάστατων αντικειμένων. Αν όλα τα παραπάνω συνδυαστούν και με την ανίχνευση των κινήσεων του χρήστη με κατάλληλες συσκευές ανίχνευσης, έτσι ώστε το εικονικό περιβάλλον να συμπεριφέρεται όπως και το πραγματικό, τότε η όλη εμπειρία που θα αποκτήσει ο χρήστης μπορεί να είναι άκρως ρεαλιστική.

Υπάρχουν διάφοροι χώροι κατάλληλα διαμορφωμένοι, όπου βρίσκουν εφαρμογή οι προβολές εικονικής πραγματικότητας.

Τα πιο διαδεδομένα είναι τα: Reality Theater και Cave. Ένα Θέατρο Πραγματικότητας (Reality Theater), είναι ένα δωμάτιο στο οποίο το κοινό βλέπει μία κυρτή οθόνη πάνω στην οποία προβάλλονται εικόνες από ένα SGI υπέρ-υπολογιστή. Το Reality Theater παρέχει ένα διαδραστικό και σε πραγματικό χρόνο περιβάλλον μέσα στο οποίο μεγάλες ή μικρές ομάδες ατόμων μπορούν να βρεθούν μαζί σε ένα εικονικό κόσμο. Το Σπήλαιο (CAVE) από την άλλη, είναι ένας δωμάτιο σε σχήμα κύβου (συνήθως 2,5 x 2,5 x 2,5 m³ σε μέγεθος ή και μεγαλύτερο), όπου πάνω στους τοίχους του, την οροφή του και το δάπεδο ο υπολογιστής προβάλλει τις εικόνες σε πραγματικό χρόνο. Το πρώτο Σπήλαιο χρησιμοποιήθηκε για την επιστημονική οπτικοποίηση μιας ποικιλίας από αστροφυσικά φαινόμενα.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ_4.3

Ο όρος Εικονική Πραγματικότητα χρησιμοποιήθηκε όπως είπαμε για πρώτη φορά από τον Jaron Lanier (Τζάρον Λέινιερ) το 1989. Ο Lanier είναι ένας από τους πρωτοπόρους της Εικονικής Πραγματικότητας και ιδρυτής της εταιρείας VPL Research (από τη φράση Virtual Programming Languages) η οποία ανέπτυξε μερικά από τα πρώτα συστήματα τη δεκαετία του 1980.

Η ιστορία της Εικονικής Πραγματικότητας, ξεκινά από τις πρώτες στιγμές που ο άνθρωπος θέλησε να εκφραστεί, περίπου 15000 χρόνια π.Χ., με τις προϊστορικές ζωγραφιές σε σπηλιές, όπως το σπήλαιο Λασκώ στη νότια Γαλλία αλλά και με τα διάφορα θρησκευτικά τελετουργικά, που προσπαθούσαν να αγκαλιάσουν όλες τις ανθρώπινες αισθήσεις και να

προκαλέσουν δέος και θαυμασμό. Τέτοια παραδείγματα εμπύθισης στην ιστορία της τέχνης υπάρχουν πάρα πολλά.

Επίσης κατά τον 5ο αιώνα π.Χ., όπου γίνονται οι πρώτες ιστορικές αναφορές στην τέχνη από τον Πλάτωνα και τους σύγχρονούς του, δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη δραματική χρήση της προοπτικής στα σκηνικά των έργων του Αισχύλου και του Σοφοκλή. Μάλιστα ένας από τους πιο καινοτόμους σκηνογράφους, ο Αγάθαρχος, έγραψε σημειώσεις για το πώς χρησιμοποιούσε ο ίδιος την προοπτική σύγκλιση, οι οποίες ενέπνευσαν πολλούς Έλληνες γεωμέτρους εκείνης της εποχής να αναλύσουν μαθηματικά το μετασχηματισμό προβολής. Δυστυχώς δεν έχουν διασωθεί αρχαία ελληνικά σκίτσα ή ζωγραφιές που χρησιμοποιούν την προοπτική. Οι Έλληνες και Ρωμαίοι ζωγράφοι έφταναν σε ένα πολύ υψηλό επίπεδο τρισδιάστατου ρεαλισμού στα έργα τους χρησιμοποιώντας τη διαίσθησή τους, παρά σχεδιάζοντας τα πάντα από την αρχή με ακρίβεια.

Στη Φλωρεντία, τον 14^ο αιώνα, ο Giotto di Bondone ανακάλυψε εντελώς ξαφνικά ένα διαισθητικό τρόπο για την προβολή 3D προοπτικής σε μια 2D επιφάνεια, όπως είναι ο καμβάς. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην οργάνωση των αντικειμένων και των σχέσεων τους σαν να υπάρχει ένα και μοναδικό σημείο θέασης, πράγμα που δημιουργεί μια αίσθηση βάθους.

Η επόμενη εξέλιξη στον τομέα της Εικονικής Πραγματικότητας, έρχεται το 1778, όταν ο Σκωτζέζος ζωγράφος Robert Barker ζωγράφισε μια άποψη της πόλης του Εδιμβούργου 360 μοιρών. Ο καμβάς ύψους περίπου 3 μέτρων τοποθετήθηκε σε ένα κυκλικό δωμάτιο με διάμετρο περίπου 18 μέτρα. Οι θεατές εισέρχονταν στο κέντρο του δωματίου και βρίσκονταν περικυκλωμένοι από τη σκηνή. Ο Barker αρχικά ονόμασε την εφεύρεσή του 'la nature á coup d' oeil', αλλά σε διαφημίσεις του 1791 για μια αντίστοιχη ζωγραφιά για το

Λονδίνο, χρησιμοποίησε τον όρο 'Πανόραμα', από τις ελληνικές λέξεις παν και όραμα.

Στα μέσα του 18ου αιώνα, η νέα τεχνολογία της φωτογραφίας γίνεται δημοφιλής, δίνοντας τη δυνατότητα στον άνθρωπο για πρώτη φορά στην ιστορία του να παίρνει και να ξαναδημιουργεί πιστά αντίγραφα εικόνων, γεωγραφικών τόπων, ανθρώπων ή γεγονότων. Το 1833 ο Wheatstone, επινόησε τη στερεοσκοπική οθόνη, η οποία επέτρεπε τη θέαση στερεοσκοπικών εικόνων, δίνοντας έτσι στο θεατή μια αίσθηση του βάθους. Ο David Brewster επεξεργάστηκε ακόμα περισσότερο την εφεύρεση αυτή το 1844, πράγμα που έκανε δυνατή την δημιουργία ενός προϊόντος ευρείας κατανάλωσης με το όνομα Viewmaster στα μέσα του 19ου αιώνα.

Το 1929 ο Edward Link κατασκευάζει τον πρώτο απλό μηχανικό εξομοιωτή πτήσης, για την εκπαίδευση πιλότων σε εσωτερικούς χώρους και μακριά από πραγματικά αεροπλάνα. Το 1946 κατασκευάζεται ο πρώτος ηλεκτρονικός υπολογιστής, με την ονομασία ENIAC, από το πανεπιστήμιο της Πενσυλβάνια, για τον αμερικάνικο στρατό. Στη δεκαετία του 1950 ο Αμερικανός κινηματογραφιστής Morton Heilig προτείνει "το σινεμά του μέλλοντος", το οποίο θα περικυκλώνει το θεατή με αισθήσεις φτιαγμένες από μηχανήματα και θα μεταφέρει τους θεατές σε μια άλλη διάσταση. Το Sensorama που κατασκευάζεται από τον ίδιο το 1956, προσφέρει μια βόλτα με μοτοσικλέτα στους δρόμους του Μανχάταν. Χρησιμοποιούνται 3D γραφικά, στερεοσκοπικός ήχος και δονητές. Ο χρήστης του μπορεί επίσης να νοιώσει τον αέρα να τον χτυπάει στο πρόσωπο και να μυρίσει αρώματα της πόλης, όπως γιασεμί και ιβίσκο. Τελικά όμως το Sensorama αποδεικνύεται πολύ επαναστατικό για την εποχή του και αποτυγχάνει.

Το 1961 οι μηχανικοί της εταιρίας Philco Comeau και Bryan δημιουργούν ένα HMD (Head Mounted Display) με την ονομασία *Headsight TV Surveillance*

System απομακρυσμένης παρακολούθησης, με ανίχνευση της κίνησης του κεφαλιού. Για να το επιτύχουν αυτό χρησιμοποιούν ένα ειδικά κατασκευασμένο ηλεκτρομαγνητικό σύστημα. Το HMD αυτό χρησιμοποιήθηκε για την απομακρυσμένη παρακολούθηση επικίνδυνων καταστάσεων. Το 1963 ο διδακτορικός φοιτητής του MIT Ivan Sutherland εισάγει τα αλληλεπιδραστικά γραφικά μέσω υπολογιστή με την εφαρμογή του Sketchpad. Η συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιεί ένα ελαφρύ στυλό για την επιλογή αντικειμένων, παράλληλα με τη χρήση του πληκτρολογίου. Ο ίδιος το 1965 κάνει τα πρώτα βήματα στο να συνδυάσει τους υπολογιστές και τη δημιουργία Εικονικών Κόσμων με την εργασία του "*The ultimate display*". Στην εργασία αυτή ουσιαστικά περιγράφει ένα δωμάτιο, όπου τα πάντα ελέγχονται από τον υπολογιστή και όλες οι ενέργειες του χρήστη μέσα σε αυτό έχουν τον ίδιο αντίκτυπο που θα είχαν και στον πραγματικό κόσμο.

Το 1967, ο Fred Brooks επηρεασμένος από την εργασία του Sutherland, ξεκινάει το project GROPE, που έχει σαν στόχο να εξερευνήσει τη χρήση οπτικής αλληλεπίδρασης για να βοηθήσει τους βιοχημικούς να "αισθανθούν" τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ μορίων πρωτεΐνης. Το 1968, ο Sutherland κατασκευάζει το *Sword of Damocles* (Σπαθί του Δαμοκλή), ένα HDM το οποίο πήρε το όνομα του από το γεγονός ότι κρεμόταν από το ταβάνι. Χρησιμοποιούσε καθοδικές λυχνίες, είχε μηχανική ανίχνευση της κίνησης του κεφαλιού και πρόβαλλε εικόνες πάνω στον πραγματικό κόσμο. Το εύρος πεδίου του ήταν 40 μοίρες και ο χρήστης μπορούσε να δει σε πραγματικό χρόνο, αντικείμενα σε wireframe μορφή να προβάλλονται πάνω στον πραγματικό κόσμο. Την ίδια χρονιά ο ίδιος και ο David Evans ιδρύουν την εταιρία Evans and Sutherland Computer Corp. (E&S), η οποία ασχολείται με συστήματα οπτικοποίησης τα οποία χρησιμοποιούνται στο στρατό, σε εμπορικούς εξομοιωτές καθώς και σε πλανητάρια και αλληλεπιδραστικά θέατρα. Η εταιρία αυτή εξακολουθεί να υπάρχει.

Το 1972, η εταιρεία Atari προσφέρει στο ευρύ κοινό αλληλεπιδραστικά γραφικά πραγματικού χρόνου, με το παιχνίδι Pong. Η ίδια εταιρία στη συνέχεια θα συγκεντρώσει στους κόλπους της πολλούς μελλοντικούς πρωτοπόρους της Εικονικής Πραγματικότητας, όπως είναι οι Alan Kay, Fisher, Bricken, Foster, Laurel, Walser, Robinett και Zimmerman. Το 1974 ο Myron Krueger δημιουργεί τα πρωτοποριακά του έργα, *Metaplay* και *Videoplase*, όπου εξερευνά τις δυνατότητες της αλληλεπίδρασης με τη βοήθεια υπολογιστή. Δημιουργούνται έτσι αλληλεπιδραστικά καλλιτεχνικά περιβάλλοντα, σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να δίνουν στους χρήστες τους τη δυνατότητα ελευθερίας επιλογής και προσωπικής έκφρασης. Το 1976 κατασκευάζεται το *GROPE II*, από τους P. J. Kilpatrick και Fred Brooks, το οποίο παρείχε force feedback (ανάδραση δύναμης) και χρησιμοποιούσε μηχανικούς βραχίονες, για να μεταφερθούν οι κινήσεις των χεριών των χημικών που χρησιμοποιούσαν το σύστημα, στα άτομα φαρμάκων και να μεταβάλλουν τη συμπεριφορά τους.

Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΑ ΠΟΛΥΜΕΣΑ_4.4

Οι ειδικοί διαφωνούν στις απόψεις τους σχετικά με την πραγματική αξία της εικονικής πραγματικότητας. Η εικονική πραγματικότητα γρήγορα αναδείχθηκε σαν μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία, που πιθανών να συνδυαστεί με την καινοτομία των τεχνολογιών όπως είναι τα πολυμέσα.

Μπορούμε να ορίσουμε τα πολυμέσα είτε ως την "συνδυασμένη εφαρμογή οπτικών και ακουστικών μέσων", είτε ως το "εκπαιδευτικό σύστημα στο οποίο χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα", είτε τέλος ως την "συγχρονισμένη χρήση πολλών διαφορετικών μέσων".

Βασικά συστατικά ενός συστήματος πολυμέσων είναι:

- ❑ ο υπολογιστής, διότι ο συντονισμός υλικού (video, CD-Player και συστήματος προβολής projector), φωνής, δεδομένων και ανταπόκρισης στην αντίδραση του χρήστη, σωστά και γρήγορα, απαιτεί την παρουσία του υπολογιστή,
- ❑ η διαλογικότητα (interactivity), διότι οι σύγχρονοι υπολογιστές αντιδρούν στις επιλογές του χρήστη και προσφέρουν πολλές δυνατότητες απαιτώντας την αντίδραση του. Οι σύγχρονες πολυμεσικές εφαρμογές βασίζονται στη δύναμη των πολυαισθητικών παρουσιάσεων και στην έμφυτη περιέργεια του ανθρώπου να πληροφορηθεί.

Υπάρχουν πάρα πολλά πεδία εφαρμογών των πολυμέσων. Οι κυριότερες εφαρμογές είναι τα συστήματα πληροφοριών, που έχουν σαν σκοπό την πληροφόρηση των χρηστών και βρίσκονται σε πολυσύχναστα σημεία (εισόδους πολυκαταστημάτων, σταθμούς, αεροδρόμια, τράπεζες, ξενοδοχεία, εκθέσεις και μουσεία).

Οι εφαρμογές αυτές προσφέρονται και για διαφήμιση, η οποία εμφανίζεται στις οθόνες στα διάκενα της παρουσίασης. Κλασικός τομέας εφαρμογών των πολυμέσων είναι η εκπαίδευση. Ένα πολυμεσικό σύστημα μπορεί να υποβοηθήσει τα παραδοσιακά μέσα διδασκαλίας, όπως είναι ο πίνακας, το προβολικό, οι διαφάνειες ή το video. Οι εκπαιδευόμενοι, με την χρήση των πολυμέσων έχουν στη διάθεση τους απείρως περισσότερο υλικό και πηγές και μπορούν να ρυθμίσουν μόνοι τους τον ρυθμό εκμάθησης.

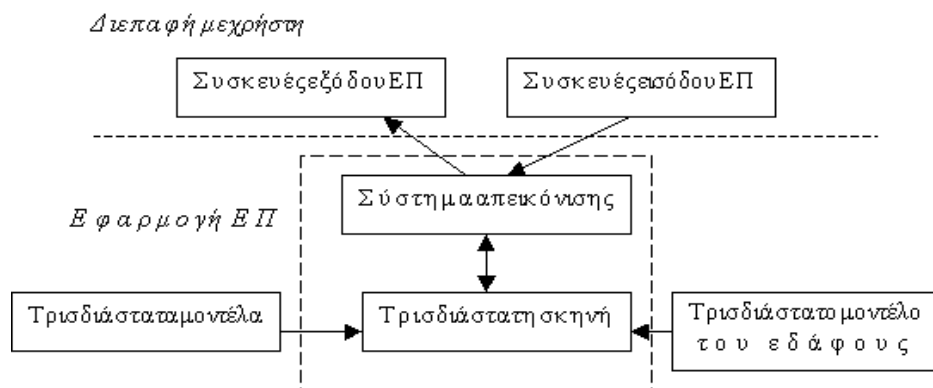
Για να δημιουργηθεί μια εφαρμογή στον κόσμο των Πολυμέσων χρειάζεται ικανότητα χειρισμού γραφικών, κίνησης, χειρισμού video και ήχου. Αυτό βέβαια προϋποθέτει και την ύπαρξη του ανάλογου εξοπλισμού. Τα Πολυμέσα

συνδυάζουν κείμενο, ήχο, εικόνα, προσομοίωση κίνησης και video σε μία διαλογική με το χρήστη μορφή.

Τελειώνοντας μπορεί να ειπωθεί ότι τα πολυμέσα θα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στη ζωή μας για πληροφόρηση, διασκέδαση, εκπαίδευση, έρευνα κλπ. Το πεδίο εφαρμογής των πολυμέσων περιορίζεται πρακτικά μόνο από τη φαντασία των δημιουργών και αν σκεφτεί κανείς το πού μπορεί να φτάσει η φαντασία του ανθρώπου, γίνεται αμέσως κατανοητό ποιο είναι το μέλλον των πολυμέσων.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ, ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ VR_4.5

Ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας (VR) αποτελείται από τα συστατικά που φαίνονται στην Εικόνα_4.1.



Εικόνα_4.1:Συστατικά στοιχεία ενός συστήματος εικονικής πραγματικότητας

ΠΗΓΗ: Traill et al: 1997

- ❑ Σύστημα απεικόνισης (viewer) / τρισδιάστατη σκηνή: Αυτά τα δυο στοιχεία συνδέονται στενά αφού η επιλογή του τρισδιάστατου περιβάλλοντος απεικόνισης ως 3D viewer υποδηλώνει μια

τρισδιάστατη υλοποίηση του σκηνικού (3D scene). Η τρισδιάστατη σκηνή λαμβάνει συνεισφορές από ένα τρισδιάστατο μοντέλο του εδάφους και τρισδιάστατες απεικονίσεις των αντικειμένων του πραγματικού κόσμου. Και τα δυο μαζί αποτελούν την τρισδιάστατη μηχανή απεικόνισης (3D player engine).

- ❑ Μοντέλο εδάφους: μια γεωγραφική βάση δεδομένων του εδάφους σε τρισδιάστατη μορφή
- ❑ Τρισδιάστατα μοντέλα του πραγματικού κόσμου,
- ❑ Συσκευές εισόδου VR,
- ❑ Συσκευές εξόδου ή απεικόνισης VR,

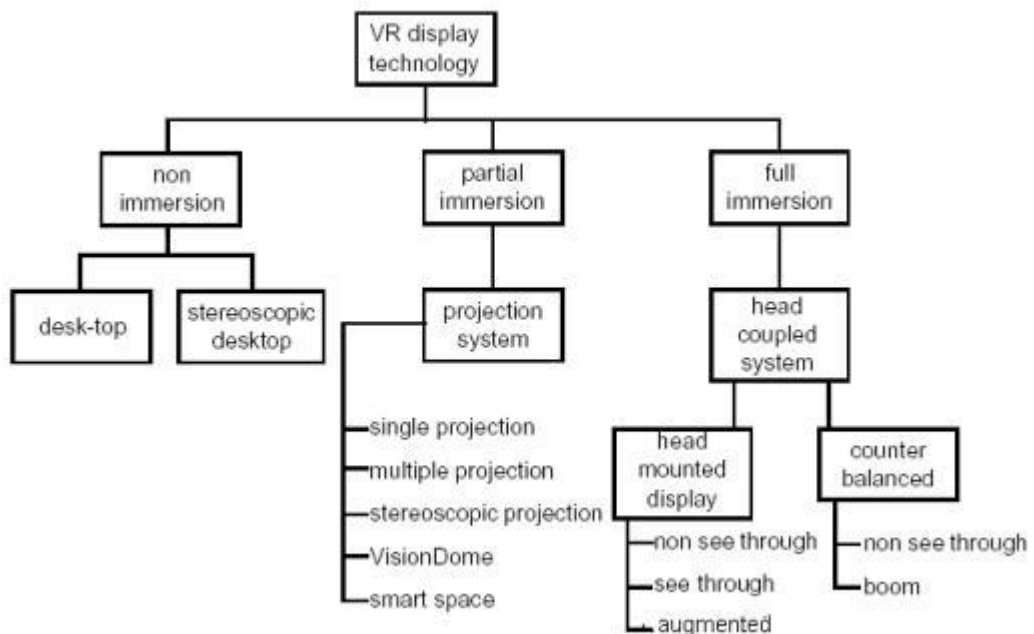
Οι χρήστες βλέπουν έναν τρισδιάστατο εικονικό κόσμο στις συσκευές εξόδου εικονικής πραγματικότητας και μπορούν ν' αλληλεπιδράσουν μ' αυτόν μέσω συσκευών εισόδου εικονικής πραγματικότητας. Ένα σύστημα απεικόνισης (viewer) περιέχει μια τρισδιάστατη σκηνή η οποία αποτελείται από τρισδιάστατα μοντέλα και (πιθανώς) από ένα μοντέλο του περιβάλλοντος που καθοδηγεί τις συσκευές εισόδου και εξόδου. Η τρισδιάστατη σκηνή είναι μια δυναμική δομή δεδομένων η οποία περιέχει όλη την πληροφορία που η εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας πρόκειται να δείξει στο χρήστη. Τα τρισδιάστατα μοντέλα περιγράφουν τις κλάσεις των ορατών αντικειμένων της τρισδιάστατης σκηνής. Το μοντέλο του περιβάλλοντος περιγράφει το τοπίο σε τρισδιάστατη μορφή και η μηχανή απεικόνισης το απεικονίζει.

Ανάλογα με τη συσκευή οπτικής απεικόνισης που χρησιμοποιείται, μπορούμε να κατατάξουμε τις εικονικές πραγματικότητες στις ακόλουθες κατηγορίες (Χαρίτος & Μαρτάκος, 1999):

- ❑ Εμβυθισμένη VR, όταν ο χρήστης εμβυθίζεται στο περιβάλλον μέσω ενός ειδικού κράνους (Head Mounted Display - HMD ή BOOM)

- ❑ Επιτραπέζια VR, όταν χρησιμοποιείται απλά μια μονοσκοπική ή στερεοσκοπική οθόνη και η τρισδιάστατη απεικόνιση επιτυγχάνεται μέσω ειδικών γυαλιών
- ❑ Προβολική VR, όταν η απεικόνιση γίνεται μέσω μονοσκοπικής ή στερεοσκοπικής προβολής από πολλαπλές οθόνες που κυκλώνουν το χρήστη, και τέλος
- ❑ Κατοπτρικοί κόσμοι, όπου ο χρήστης βλέπει κάποια απεικόνιση του εαυτού του μέσα στο εικονικό περιβάλλον, με την οποία αλληλεπιδρά σε πραγματικό χρόνο.

Η παραπάνω κατηγοριοποίηση αντιστοιχίζεται στην ταξινόμηση που φαίνεται στην Εικόνα_4.2. Η εμβυθισμένη VR αντιστοιχεί στην πλήρη εμβύθιση (full immersion), η επιτραπέζια VR στην μη εμβύθιση (non immersion) και η προβολική VR στη μερική εμβύθιση (partial immersion).



Εικόνα_4.2:Κατηγοριοποίηση των συσκευών απεικόνισης εξόδου

ΠΗΓΗ: Traill et al: 1997

Τα μοναδικά χαρακτηριστικά της εμπυθισμένης VR περιγράφονται περιληπτικά ακολούθως (Beier, 2001):

- ❑ Θέαση, η οποία γίνεται με την κίνηση του κεφαλιού, παρέχει μια φυσική διεπαφή για πλοήγηση στον τρισδιάστατο χώρο και επιτρέπει δυνατότητες όπως κοίταγμα τριγύρω, περίπατος, ακόμα και αεροπορική πορεία (fly-through) στα εικονικά περιβάλλοντα.
- ❑ Στερεοσκοπική θέαση αυξάνει την αίσθηση του βάθους και του χώρου.
- ❑ Ο εικονικός κόσμος αναπαρίσταται σε πλήρη αναλογία και συσχετίζεται με τις ανθρώπινες αναλογίες.
- ❑ Ρεαλιστικές αλληλεπιδράσεις με εικονικά αντικείμενα μέσω γαντιών και παρόμοιων συσκευών επιτρέπουν στον χειρισμό και τον έλεγχο των εικονικών κόσμων.
- ❑ Η πειστική αυταπάτη της πλήρους εμπύθισης στον εικονικό κόσμο μπορεί να αυξηθεί με ακουστικές, απτικές και άλλες μη οπτικές τεχνολογίες.
- ❑ Δικτυακές εφαρμογές επιτρέπουν διαμοιραζόμενα εικονικά περιβάλλοντα.

Την αίσθηση αυτή δίνουν ειδικές συσκευές hardware εικονικής πραγματικότητας όπως:

Συσκευές εξόδου VR

- ❑ Κράνη VR (Head Mounted Displays), τα οποία διαθέτουν δυο μικροσκοπικές στερεοσκοπικές οθόνες (μια για κάθε μάτι), που προβάλλουν τις κινούμενες εικόνες του εικονικού περιβάλλοντος. Ο χρήστης αισθάνεται να «εμπυθίζεται» στο εικονικό περιβάλλον. Η παραίσθηση αυτή λέγεται «τηλεπαρουσία» και επηρεάζεται από

πολλούς αισθητήρες κίνησης (motion trackers) που συλλέγουν τις κινήσεις του χρήστη και ανάλογα προσαρμόζουν την απεικόνιση των οθονών σε πραγματικό χρόνο. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να εξερευνήσει τον κόσμο εικονικής πραγματικότητας, αλλάζοντας οπτικές γωνίες, βασισμένος στην περιστροφή του κεφαλιού (Εικόνα_4.3).



Εικόνα_4.3: Κράνος εικονικής πραγματικότητας

ΠΗΓΗ: <http://www.cosmo.gr/Health/273259.html>

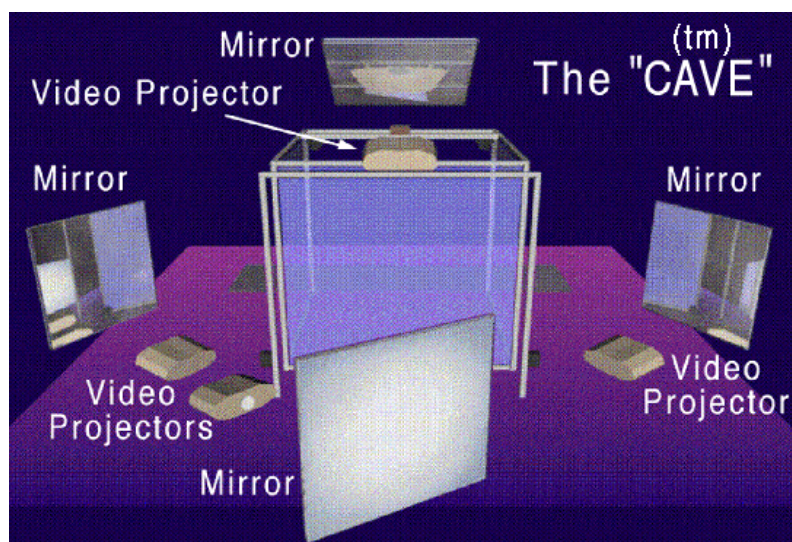
- Η πανκατευθυντική διοπτρική οθόνη (Binocular Omni-directional monitor - BOOM) όπου οι οθόνες και το οπτικό σύστημα τοποθετούνται σ' ένα κουτί το οποίο τοποθετείται σ' ένα βραχίονα πολλαπλών συνδέσμων. Ο χρήστης βλέπει τον εικονικό κόσμο κοιτώντας μέσα στο κουτί και μπορεί να καθοδηγήσει το κουτί σε οποιαδήποτε θέση μέσα στον όγκο λειτουργίας της συσκευής. Οι αισθητήρες κίνησης βρίσκονται στους συνδέσμους του βραχίονα που κρατάει το κουτί (Εικόνα_4.4).



Εικόνα_4.4: BOOM

ΠΗΓΗ: <http://www.oocities.org/jkostaras/vr.html>

- Το Σύστημα Αυτόματου Εικονικού Περιβάλλοντος Σπηλαιίου (Cave Automatic Virtual Environment - CAVE), όπως αναφέραμε νωρίτερα, παρέχει την ψευδαίσθηση της εμπύθισης με το να προβάλλει στερεοσκοπικές εικόνες στους τοίχους και το δάπεδο ενός κυβικού δωματίου. Μια ομάδα ατόμων η οποία φοράει τρισδιάστατα γυαλιά μπορεί να μετακινηθεί ελεύθερα στο CAVE ενώ αισθητήρες κίνησης συνεχώς αναπροσαρμόζουν τη στερεοσκοπική προβολή του διευθύνοντος ατόμου (Εικόνα_4.5).



Εικόνα_4.5: Η αρχή της λειτουργίας του CAVE

ΠΗΓΗ: <http://www.sv.vt.edu/future/vt-cave/whatis/>

- ❑ Τρισδιάστατα γυαλιά (LCD shutter glasses), τα οποία χρησιμοποιούνται συνήθως με μονοσκοπικές αλλά και στερεοσκοπικές οθόνες και παρέχουν την αίσθηση του βάθους στις δισδιάστατες οθόνες(Εικόνα_4.6).



Εικόνα_4.6: Τρισδιάστατα Γυαλιά

ΠΗΓΗ: <http://www.hitechreview.com/tv/viewsonic-pgd-150-active-stereographic-3d-shutter-glasses/23740/>

Συσκευές εισόδου VR

- Γάντια που είναι εξοπλισμένα με συσκευές αφής ή/και "force-feedback", που δίνουν την αίσθηση της αφής στον χρήστη, ώστε να μπορεί να σηκώσει και να μετακινήσει αντικείμενα στο εικονικό περιβάλλον (Εικόνα_4.7).



Εικόνα_4.7: Γάντι εικονικής πραγματικότητας

ΠΗΓΗ: <http://www.schools.ac.cy/gym-sol-nic/ergasies/2004/virtualreality.htm>

- Συσκευές που χρησιμοποιούνται για την πλοήγησή μας στον τρισδιάστατο χώρο και την επιλογή 3-σδιάστατων αντικειμένων περιλαμβάνουν: Τρισδιάστατο ποντίκι (spacemouse), μπίλια (spaceball), ραβδί, χειριστήριο (joystick) κ.ά. κέντρο) και τρισδιάστατη μπίλια - spaceball (δεξιά) (Εικόνα_4.8).

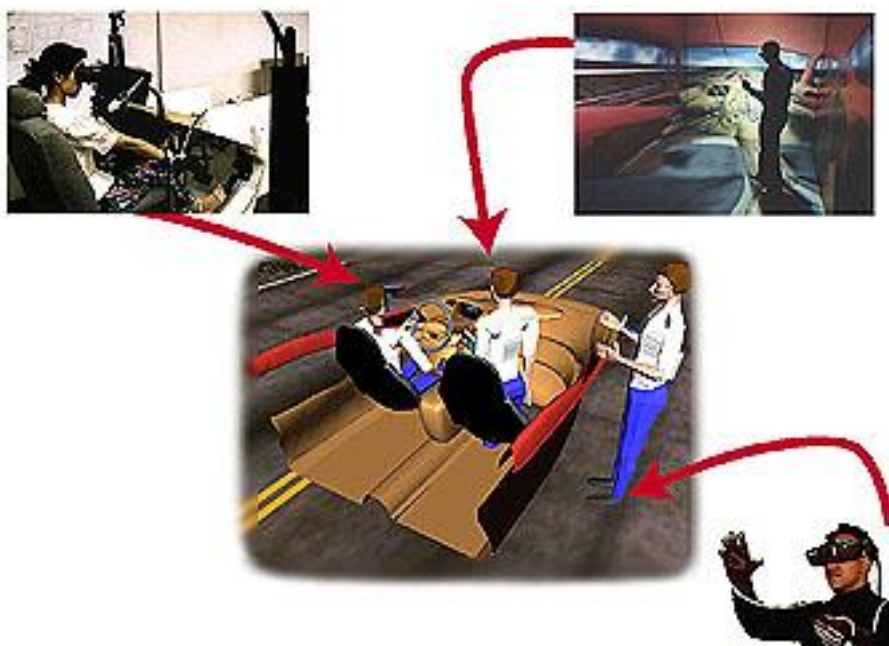


Εικόνα_4.8: Τρισδιάστατο ποντίκι – spacemouse (αριστερά) και τρισδιάστατη μπίλια – spaceball (δεξιά)

ΠΗΓΗ: <http://www.vrealities.com/spacemouse.html>

Συνεργασιακά ή διαμοιραζόμενα εικονικά περιβάλλοντα

Στην Εικόνα_4.9, τρεις δικτυωμένοι χρήστες που βρίσκονται σε διαφορετικές τοποθεσίες συναντιούνται στον εικονικό κόσμο χρησιμοποιώντας μια συσκευή BOOM, ένα σύστημα CAVE, και ένα HMD. Και οι τρεις χρήστες βλέπουν τον ίδιο εικονικό κόσμο από τη δική τους οπτική γωνία. Κάθε χρήστης αναπαρίσταται στους άλλους συμμετέχοντες ως ένας εικονικός άνθρωπος (ενσάρκωση - avatar). Όλοι οι χρήστες μπορούν να δουν και να αλληλεπιδράσουν με τους άλλους χρήστες και με τον εικονικό κόσμο σαν ομάδα (Εικόνα_4.9).



Εικόνα_4.9: Παράδειγμα διαμοιραζόμενου εικονικού περιβάλλοντος

ΠΗΓΗ: <http://www.schools.ac.cy/gym-sol-nic/ergasies/2004/virtualreality.htm>

Εικονική πραγματικότητα και Internet - Η γλώσσα VRML

Η εικονική πραγματικότητα είναι δυνατή και μέσω του Internet μέσω της γλώσσας VRML που μας δίνει τη δυνατότητα να παρακολουθήσουμε εικονικούς κόσμους μέσα από τον φυλλομετρητή μας. Η γλώσσα VRML επιτρέπει την απεικόνιση τρισδιάστατων κόσμων από τον φυλλομετρητή μας.

Αποτελεί προσθήκη στη γλώσσα HTML (τη γλώσσα στην οποία γράφονται οι ιστοσελίδες) και επιτρέπει την απεικόνιση τρισδιάστατων κόσμων με ενσωματωμένους υπερδεσμούς (hyperlinks) στο Διαδίκτυο. Οι ιστοσελίδες μετατρέπονται σε ιστό-χώρους (home spaces). Η αλληλεπίδραση με μια σελίδα VRML γίνεται με τη χρήση ενός ποντικιού σε μια οθόνη και επομένως είναι μη εμβυθισμένη (Εικόνα_4.10).



Εικόνα_4.10: Παράδειγμα ιστοσελίδας VRML του Escher Penrose

ΠΗΓΗ: <http://www-vrl.umich.edu/intro/>

Εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας

Οι εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας μεταφέρουν το χρήστη σε ένα εικονικό περιβάλλον, που έχει κατασκευαστεί εξ' ολοκλήρου από ηλεκτρονικό υπολογιστή και που μπορεί να εξομοιώσει την πραγματικότητα μέσα από τη χρήση ειδικών συσκευών. Η Εικονική Πραγματικότητα αναμένεται να επαναδιαμορφώσει τη διεπαφή ανθρώπου και πληροφορικής τεχνολογίας προσφέροντας νέους τρόπους επικοινωνίας και πληροφόρησης, απεικόνισης, και τη δημιουργική έκφραση ιδεών. Εκτός από το χώρο του θεάματος και των βιντεοπαιχνιδιών, η εικονική πραγματικότητα βρίσκει εφαρμογές σε πολλούς κλάδους της επιστήμης (CHIP):

- ❑ Στη Χημεία, προσφέρει τρισδιάστατη απεικόνιση των χημικών ενώσεων και αντιδράσεων προσφέροντας μια αίσθηση ασφαλείας στους χημικούς,

- ❑ Στην Ιατρική, όπου η εικονική πραγματικότητα έχει κάνει θαύματα, με αποτέλεσμα πολλές κακώσεις και αρρώστιες να αντιμετωπίζονται άμεσα και αποτελεσματικά. Οι εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας στην ιατρική εντοπίζονται σε τρεις τομείς: εγχείρηση ανοικτής καρδιάς, ενδοσκοπισμός και ραδιοχειρουργική. Σε συνδυασμό με την τηλεϊατρική είναι δυνατή η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ ιατρών που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση μεταξύ τους.
- ❑ Στην Αρχαιολογία, όπου η εικονική πραγματικότητα και η ενισχυμένη-επαυξημένη (augmented) πραγματικότητα δίνει τη δυνατότητα αναπαράστασης ολόκληρων μνημείων και πόλεων της ιστορίας.
- ❑ Τέλος, η εικονική πραγματικότητα εισάγεται σιγά-σιγά και σε στρατιωτικές εφαρμογές, για εκπαίδευση, για εκτίμηση σχεδίασης (virtual prototyping), αρχιτεκτονική προεπισκόπηση, εργονομικές μελέτες, εξομοίωση συναρμολογημένων ακολουθιών και εργασιών συντήρησης, βοήθεια για τους ανάπηρους, διασκέδαση και πολλά άλλα.

Η VR είναι μια νέα τεχνολογία με άπειρες εφαρμογές και μεγάλες δυνατότητες εξέλιξης που δεν βρίσκεται παρά μόνο στην αρχή μιας νέας συναρπαστικής εποχής αλληλεπίδρασής του χρήστη με τον Η/Υ η οποία θα μοιάζει με αυτή του πραγματικού κόσμου.

Η ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ_4.6

Τα τελευταία χρόνια έχουμε αρχίσει να βλέπουμε ποικίλες απόψεις όσον αφορά τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας, για την ενίσχυση της εκμάθησης και της γνωστικής λειτουργίας.

Ο καλύτερος τρόπος για να μάθει ο άνθρωπος, είναι μέσα από υλικό που θα καταφέρει να του προκαλέσει όσο το δυνατό περισσότερες αισθήσεις και ειδικά την αίσθηση της όρασης, μέσω της δύναμης της εικόνας. Η Εικονική Πραγματικότητα – VR, λοιπόν, εκτός από το ότι είναι ένα πολύ ενδιαφέρον μέσο να το παρακολουθήσει κανείς, θα μπορούσε ενδεχομένως να μορφώσει ανθρώπους διαφορετικής ηλικίας. Επίσης, σε διάφορους τομείς της επιστήμης που είναι χρήσιμοι αλλά κάπως δυσνόητοι για τον κόσμο που δεν είναι ειδικός, οι εφαρμογές της VR βρίσκουν την καλύτερη και χρησιμότερη ανταπόκριση. Για παράδειγμα, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε την Ιστορία μας, αλλά παρόλα αυτά είναι δύσκολο να κατανοήσουμε την πραγματικότητα μιας άλλης εποχής, ειδικά όταν αυτή βρίσκεται χιλιάδες χρόνια πριν. Έτσι, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η VR είναι ένα χρήσιμο εργαλείο στον τομέα της εκπαίδευσης.

Όπως όμως κάθε τεχνολογικό επίτευγμα, έτσι και τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας έχουν θετικές αλλά και αρνητικές εφαρμογές. Εξαρτάται από το πώς επιλέγουν οι ειδικοί να κάνουν χρήση.

Υπάρχουν λοιπόν τα επικίνδυνα συστήματα που χρησιμοποιούνται για στρατιωτικές εφαρμογές, βομβαρδιστικές επιχειρήσεις, κατασκευή όπλων κτλ. αλλά και οι εφαρμογές σε ερευνητικά εργαστήρια που συντελούν στην εξέλιξη της επιστήμης. Η ως τώρα πρακτική εφαρμογή γινόταν στα

εργαστήρια, στις βιομηχανίες, στις στρατιωτικές εγκαταστάσεις και δεν ήταν ανοιχτή στο κοινό, εκτός από τα μουσεία σύγχρονης τέχνης ακόμα και τις ταινίες του κινηματογράφου.

Ένας επιστήμονας χρησιμοποιεί τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας για να κάνει την έρευνά του πιο αποτελεσματική άρα και τη ζωή πιο εύκολη όπως για παράδειγμα στην Ιατρική. Τις πλέον θετικές εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας μπορεί να τις εντοπίσει κανείς στα προγράμματα εκπαίδευσης ενηλίκων αλλά και παιδιών, παρά το γεγονός ότι δεν είναι ακόμα ευρέως εφαρμοσμένα.

Τα χαρακτηριστικά που αφορούν στη δυναμική της εικονικής πραγματικότητας, συνιστούν ταυτόχρονα μέρος του προβλήματος της ένταξης της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση:

- ❑ Απαιτείται τεράστιο κόστος για την προμήθεια του κατάλληλου τεχνικού εξοπλισμού και κυρίως του ανάλογου λογισμικού.

Πρέπει να σταθμιστούν τα είδη των εφαρμογών και οι συνέπειες τους στην εκπαιδευτική διαδικασία και την ψυχολογία των εμπλεκομένων. Κάποιοι λόγοι που αιτιολογούν τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση είναι οι παρακάτω:

- ❑ Η εικονική πραγματικότητα ενεργοποιεί πρωτόγνωρες εμπειρίες στο άτομο, που είναι φυσικές, παράγοντας ευθεία, υποκειμενική και προσωπική γνώση.
- ❑ Η εικονική πραγματικότητα παρέχει μια λιγότερο συμβολική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Κάθε περιγραφή μιας εμπειρίας ή δράσης διαβιβάζεται συνήθως μέσα από λέξεις και σύμβολα, ενώ με τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας δεν απαιτείται μια προηγμένη γνώση συμβολογίας.

Ακόμα και αν υπάρχουν κάποιες ενδιαφέρουσες θεωρητικές απόψεις γύρω από το πώς μπορεί να συνδυαστεί η εικονική πραγματικότητα και η εκμάθηση, η εμπειρία της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση δεν έχει δώσει ξεκάθαρη εικόνα και γενικά συμπεράσματα.

Συνεπώς, υπάρχει μια αντιπαράθεση σχετικά με τα πραγματικά αποτελέσματα της εικονικής πραγματικότητας στην εκμάθηση και την γνωστική λειτουργία. Γενικότερα η χρήση της εικονικής πραγματικότητας μπορεί:

- ❑ Να βοηθήσει στον τρόπο εκμάθησης, καθώς υπάρχει μια σημαντική αύξηση στην επίδοση των χρηστών όσον αφορά την κατανόηση των αφηρημένων προβλημάτων όταν εξερευνούν τους τρισδιάστατους κόσμους (3D worlds) με αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν αφηρημένες οντότητες.
- ❑ Να διευκολύνει την χρηστικότητα μέσω πρόσθετων εφαρμογών και βοηθημάτων που δίνουν στον χρήστη την εντύπωση πως αλληλεπιδρά με εικονικά περιβάλλοντα (π.χ. γυαλιά, γάντια κ.λ.π.)
- ❑ Να αναβιώσει μη προσεγγίσιμες εμπειρίες εκμάθησης, για παράδειγμα όταν σε μια προβολή ο χρήστης αναγνωρίσει το πραγματικό μέρος μέσω της εικονικού περιβάλλοντος, τότε αναβιώνει την αυθεντική εμπειρία με πλήρη ευαισθητοποίηση.
- ❑ Να παρέχουν εμπειρίες που ενεργοποιούν πολλές αισθήσεις παράλληλα για καλύτερη κατανόηση αφηρημένων εννοιών.
- ❑ Βοηθούν στην ανακατασκευή και πλοήγηση μέσα από μη υπάρχοντα περιβάλλοντα. Υπάρχουν πολλές συνεχιζόμενες προσπάθειες να ανακατασκευαστούν ιστορικά μέρη για την μετέπειτα εξερεύνηση και μελέτη τους μέσω της εικονικής πραγματικότητας όπως για παράδειγμα η εικονική ανακατασκευή των αρχαίων ερείπων της Αιγύπτου που έγιναν από τον Littman το 1996.

Να προωθήσει την εκμάθηση σε άτομα με αδυναμία. Μέσω της εικονικής πραγματικότητας περιγράφονται αφηρημένα φαινόμενα σε αναπαραστάσεις που γίνονται αισθητές από κάθε είδους μέσο, ώστε να αποζημιώσει την έλλειψη οποιασδήποτε αίσθησης του χρήστη.

Η επιλογή του κατάλληλου θέματος ενδεχομένως αξιοποιεί ή περιορίζει τις δυνατότητες ενός προγράμματος VR. Εξακολουθεί να υπάρχει επίσης, η απορία για το αν το πρόγραμμα της εικονικής πραγματικότητας είναι ένα προσάρτημα που μπορεί να αποπροσανατολίσει από το γνωστικό στόχο ή αποτελεί ένα επιπλέον δέλεαρ που θα οδηγήσει τους μαθητές στη διαδοχική μελέτη των ιστοσελίδων, ώστε να επιτευχθούν οι μαθησιακοί στόχοι. Μέχρι τώρα όμως, η αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον έχει δράσει ενισχυτικά.

Οι ενδοιασμοί που έχουν προκύψει από τα αποτελέσματα της χρήσης της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση αφορούν, το αν η ένταξη της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση (εκτός από τα αναμφισβήτητα πλεονεκτήματα στην κατανόηση φαινομένων του μικρόκοσμου και του μακρόκοσμου) οδηγεί τελικά σε συνταγές έτοιμων λύσεων για το μαθητή, απώλεια της αίσθησης της πραγματικότητας, ανάλογης με αυτήν των εξελιγμένων βίντεο-παιχνιδιών και γενικότερα για το αν τελικά αδρανοποιούν τη σκέψη, υποκαθιστούν τη φαντασία, γίνονται καταφύγιο ανεκπλήρωτων επιθυμιών, ανθρώπων πρόθυμων να αποδράσουν από τα πραγματικά τους προβλήματα και τις ευθύνες τους.

Τα κύρια ζητήματα που αφορούν την εικονική πραγματικότητα και την εκμάθηση είναι:

- ❑ Η αντικοινωνικότητα του μαθητή, αφού η πιθανή χρήση εικονικής πραγματικότητας επιτρέπει στον χρήστη να χάσει την κοινωνική του παρουσία.
- ❑ Η διαταραχή της εργο-κεντρικής εκμάθησης. Σε αυτόν τον τομέα είναι πολύ πιθανό να συσχετιστεί το αυξημένο ενδιαφέρον του μαθητή για το μέσο και όχι για το περιεχόμενο, καθώς η εικονική πραγματικότητα από μόνη της δεν παρέχει τη γνώση.
- ❑ Η αξιολόγηση των εμπειριών από την εικονική πραγματικότητα.
- ❑ Οι πιθανές βλάβες από την μακρόχρονη έκθεση σε αυτές τις προβολές.
- ❑ Η ποιότητα και η πιστότητα της αποτύπωσης του εικονικού περιβάλλοντος.
- ❑ Η έλλειψη μακροπρόθεσμων ερευνητικών αποτελεσμάτων.

Προφανώς, ξοδεύοντας υπερβολικά πολύ χρόνο στην εικονική πραγματικότητα, θα μπορούσε να είναι επιβλαβές για εκείνους που πρέπει να αντιμετωπίσουν την πραγματικότητα και όχι να την αποφύγουν και θα μπορούσε να γίνει ιδιαίτερα καταστροφικό για τα παιδιά και τους εφήβους. Αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις, «ζώντας» σε μια εικονική πραγματικότητα θα μπορούσε να είναι θεραπευτικό. Ορισμένα είδη θεραπείας ενθαρρύνουν τους ασθενείς να εγκαταλείψουν αντιπαραγωγικές εικόνες και να τις υποκαταστήσουν με πιο αποτελεσματικές εικόνες της πραγματικότητας. Στα χέρια, δηλαδή, ενός εξειδικευμένου θεραπευτή η εικονική πραγματικότητα μπορεί να βοηθήσει τέτοιες διαδικασίες.

Δεν θα ήταν σωστό κατά την γνώμη μου, να καταμετρήσουμε ποια είναι τα πλεονεκτήματα και ποια τα πλεονεκτήματα της VR, ώστε να κρίνουμε μέσω αυτών την καταλληλότητα της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση. Η εικονική πραγματικότητα είναι το εργαλείο, που όπως κάθε εργαλείο αν χρησιμοποιηθεί με κατάλληλο τρόπο από κατάλληλα άτομα, θα έχει ευεργετικά αποτελέσματα στον τομέα της εκπαίδευσης.

Για παράδειγμα, παλιότερα, στο Πανεπιστήμιο του Ιλινόι έγινε αξιολόγηση εβδομήντα περίπου παιδιών επτά ετών, τα οποία παρακολουθούσαν ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα για τη δημιουργία μέσω της εικονικής πραγματικότητας ενός μικρού οικοσυστήματος, ενός κήπου. Επειδή τα παιδιά ήταν μικρά, δεν τηρήθηκαν κατά γράμμα οι νόμοι της φυσικής. Εξάλλου στόχος του προγράμματος ήταν ένας εναλλακτικός τρόπος εκπαίδευσης που τα παιδιά θα απολάμβαναν περισσότερο. Υπήρχε μια βροχή, ένας ήλιος και σπόροι. Αφού λοιπόν τα παιδιά φύτευαν τους σπόρους, καλούσαν τον ήλιο ή τη βροχή για να αρχίσουν τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και έβλεπαν τα αποτελέσματα, αν άφηναν το νερό πολύ καιρό μακριά ή τον ήλιο. Υπήρχε επίσης η δυνατότητα τα παιδιά να επιταχύνουν ή να επιβραδύνουν, να βιώσουν, δηλαδή, τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, είτε σε μια ώρα είτε στον πραγματικό της χρόνο και με εμπειρική εκπαίδευση.

Πάντως, μέχρι τώρα πολλές εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας και τρισδιάστατα μοντέλα έχουν χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση ,σε αίθουσες διδασκαλίας και σε μουσεία με θετικά αποτελέσματα.

Η ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ_4.7

Μελέτες του *imagemaking* στην επιστήμη, παραθέτουν μεγάλη ποικιλία πρακτικών σε αναπαραστάσεις και απεικονίσεις. Κάθε στυλ της αναπαράστασης, των οργάνων ή της επιχειρηματολογίας ορίζει ένα ξεχωριστό πολιτισμό. Οι ιστορικοί έχουν δείξει πώς η σύγχρονη επιστήμη προέκυψε από τη δημιουργία μιας νέας ταυτότητας ως μια πολιτιστική δραστηριότητα διαφορετική από τις εικαστικές τέχνες και την τεχνολογία (Jones & Galison 1998).

Η οπτική χειραγώγηση είναι αναπόσπαστο μέρος της επιστημονικής ανακάλυψης και της επικοινωνίας. Με βάση τις λεπτομέρειες παλαιότερων περιπτώσεων, φαίνεται ότι η οπτικές στρατηγικές που έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές επιστήμες είναι υπό έρευνα και σε άλλες δραστηριότητες επίσης. Οι ανθρώπινες γνωστικές δυνάμεις και αδυναμίες, συνδέονται με την ποικιλία και τον πλούτο της απεικόνισης των πρακτικών στις επιστήμες. Τα χαρακτηριστικά αυτά εμφανίζονται οπουδήποτε οι άνθρωποι κάνουν χρήση εικόνες για να ανακαλύψουν και να καταλάβουν κρυφές δομές και διαδικασίες.

Οι εικόνες προσφέρουν άνετα περάσματα σε δραστηριότητες που είναι προσωπικές και φανταστικές, καθώς και τους πιο συμβατικούς τρόπους επικοινωνίας του κοινού. Αυτές οι μέθοδοι βασίζονται στην τεχνική και την καλλιτεχνία -όπως και στις γραφικές τέχνες - και οι διαδικασίες εφαρμογής τους είναι συχνά ενσωματωμένες σε νέες τεχνολογίες.

Φυσικά η αλλαγή του ρόλου των αντικειμένων και των εικόνων ακολουθεί το δικό της ρυθμό. Ωστόσο, όταν ψάχνουμε για κοινά χαρακτηριστικά σε αυτά τα μοντέλα μπορούμε να δούμε πώς φαινομενικά ετερόκλητα στοιχεία της επιστημονικής πρακτικής (λόγια, σκίτσα, φωτογραφίες, μοντέλα, μέσα, και άλλα προϊόντα της επιστημονικής δραστηριότητας) συνεργάζονται για την κατάκτηση νέων γνώσεων. Αυτή η προσέγγιση μας οδηγεί πέρα από την επιφανειακή ιστορία της εικόνας στην επιστήμη, επιτρέποντας στον επιστήμονα να μας δείξει πώς η δημιουργικότητά του είναι σαν άλλων ατόμων, καθώς επίσης και πώς διαφέρει. Ο άνθρωπος μπορεί να κάνει κάποια πράγματα γρήγορα και αυτόματα. Ωστόσο, σε άλλες εργασίες, όπως είναι το να φανταστεί πώς το σχήμα ενός αντικειμένου θα αλλάξει καθώς κινείται, απαιτεί σημαντική και συνειδητή διανοητική προσπάθεια.

Η γνωστική ανάγκη να ποικίλλει η πολυπλοκότητα των εικόνων εξηγεί, επίσης, μια σημαντική ομάδα τεχνολογιών. Οι σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες 3D είναι η τελευταία προσθήκη σε αυτή την ομάδα των τεχνολογιών που οργανώνει πληροφορίες σε ένα οπτικό προϊόν. Οι πληροφορίες που περιέχονται σε μια αναπαράσταση σε γενικές γραμμές, σχετίζονται με τον αριθμό των διαστάσεων που έχει η αναπαράσταση και στο αν αυτή συνδυάζει διάφορους τρόπους παρουσίασης(π.χ. εικόνα, κείμενο, τα σύμβολα, κίνηση, ήχος).

Ένα μοτίβο απαιτεί αναπαραστάσεις έχοντας μόνο δύο διαστάσεις ενώ τα συμπεράσματα απαιτούν αναπαραστάσεις που είναι πολυδιάστατες και πολυτροπικές. Με την προσθήκη διαστάσεων και λεπτομερειών, αυξάνεται η ικανότητα μιας αναπαράστασης να μεταφέρει χρήσιμες πληροφορίες. Ωστόσο, αυτό, αυξάνει και την πολυπλοκότητα ενώ μειώνει την διαφάνεια λόγω της μεγαλύτερης πνευματικής ή υπολογιστικής προσπάθειας που απαιτείται για τη χειραγώγηση της μεταδιδόμενης πληροφορίας σταθερά και να κατανοήσουμε τι σημαίνει.

Οι γραφικές τέχνες οφείλουν πολλά στις απεικονιστικές τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί. Οι εικονικοί κόσμοι που συναντούν οι άνθρωποι στα ηλεκτρονικά παιχνίδια που παίζουν και στους δικτυακούς τόπους που έχουν επισκεφθεί, είναι οι ψηφιακές δημιουργίες των ανώνυμων καλλιτεχνών γραφικών τεχνών. Μετά από λίγα χρόνια, εκατοντάδες εκατομμύρια θαυμαστές του προσωπικού υπολογιστή θα αλληλεπιδρούν με εκατοντάδες χιλιάδες εικονικούς κόσμους σε μια ποικιλία συσκευών στα σπίτια τους, στα σχολεία, και στα γραφεία.

Η ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ_4.8

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ_4.8.1

Οπτικοποίηση (Visualization) είναι η δραστηριότητα με την οποία φτιάχνονται εικόνες που μεταφέρουν νέα φαινόμενα, ιδέες και έννοιες. Είναι καίριας σημασίας για όλους σχεδόν τους τομείς της επιστήμης. Είναι, επομένως, έκπληξη το γεγονός ότι εξακολουθούμε να στερούμαστε μια κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της οπτικής σκέψης. Παραδείγματα από διαφορετικές επιστήμες δείχνουν πώς οι επιστήμονες ερμηνεύουν και εξηγούν νέα φαινόμενα, χειραγωγώντας δυσδιάστατα χαρακτηριστικά του κόσμου που προσφέρονται για τρισδιάστατη διαρθρωτική αναπαράσταση και αντιστρόφως. Είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος οπτικής που σχετίζει τις ανθρώπινες γνωστικές ικανότητες με την απεικόνιση πρακτικών και τεχνολογιών που συμμερίζονται οι επιστήμες και οι τέχνες.

Ακριβώς όπως ο Leonardo da Vinci επιχείρησε να αποτυπώσει το παραχώδες νερό σε μια φημισμένη σειρά από πρόχειρα σχέδια, έτσι επιστήμονες και οι εικονογράφοι τους εργάστηκαν για να αποτυπώσουν εικόνες.

Έντυπες εικόνες δεν μπορούν να προκαλέσουν άμεσα όλες τις αισθήσεις μας όπως συμβαίνει με τα κινούμενα σχέδια και τις προσομοιώσεις.

Σύμφωνα με πληροφορίες, ο επιστήμονας Colin Ware, ισχυρίζεται ότι μια οπτικοποίηση μπορεί να προωθήσει την κατανόηση με τους ακόλουθους πέντε τρόπους:

- ❑ Μπορεί να διευκολύνει την γνωστική λειτουργία των μεγάλων ποσών των δεδομένων
- ❑ Μπορεί να προωθήσει την αντίληψη των απρόβλεπτων αναδυόμενων ιδιοτήτων
- ❑ Μερικές φορές αναδεικνύει τα προβλήματα στην ποιότητα των δεδομένων
- ❑ Διευκρινίζεται η σχέση των χαρακτηριστικών ως προς το μέγεθός τους
- ❑ Μας βοηθά να διατυπώσουμε υποθέσεις

Ο κινηματογράφος, η φωτογραφία, τα πολυμέσα, και τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας (virtual reality – VR) απευθύνονται κατευθείαν στον πολυτροπικό χαρακτήρα της ποπ κουλτούρας και μετατοπίζουν την παραδοσιακή αφήγηση και διάλογο.

Η ηλεκτρονική επανάσταση αλλάζει τη δυτική κουλτούρα, έτσι ώστε τα οπτικά μέσα (που παραδοσιακά χρησιμοποιούνται για να εικονογραφήσουν τα κείμενα), να έχουν γίνει το κυρίαρχο μέσο της σκέψης (Barry, 1997). Υπάρχει μια τάση δηλαδή απομάκρυνσης από τις αφηγηματικές μορφές, το επιχείρημα και την πνευματική κατανόηση, προς λιγότερο δομημένους και βιωματικούς τρόπους αντίληψης και κατανόησης.

Οι αισθητηριακές τεχνολογίες, έχουν αντλήσει από τα χαρακτηριστικά της ανθρώπινης εμπειρίας, στοιχεία του λαϊκού πολιτισμού που πάντοτε για τις επιστήμες ήταν αντικείμενο εκμετάλλευσης. Αυτές περιλαμβάνουν τις ικανότητές μας να αναγνωρίζουμε σχήματα, να μεταφράζουμε αυτές τις

εμπειρίες σε λέξεις και εικόνες και να ενσωματώσουμε σε αυτές τις υποθέσεις, τα πρότυπα και τις θεωρίες σχετικά με διαδικασίες κρυμμένες από την άμεση εμπειρία.

Τονώνοντας λοιπόν τις ανθρώπινες βιωματικές ικανότητες έχουν καταλήξει να είναι οι ταινίες, τα πολυμέσα και οι τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας πιο δελεαστικές από τις διηγήσεις και τις στατικές εικόνες του βιβλίου.

Ένα από τα κύρια κίνητρα της επιστημονικής έρευνας είναι η δημιουργία μιας γενικής, πνευματικής κατανόησης των διαδικασιών που παράγουν την εμπειρία μας. Η οπτικοποίηση είναι στο επίκεντρο αυτού του πνευματικού στόχου, σε κάθε σχεδόν τομέα της επιστήμης.

Γι' αυτό το λόγο, από τον 16ο αιώνα, οι επιστήμονες έχουν κάνει χρήση των τελευταίων οπτικών τεχνολογιών. Από τα μέσα του 20ου αιώνα, έχουν αναπτύξει και αξιοποιήσει προσομοιώσεις σε υπολογιστή και 3D τεχνικές μοντελοποίησης. Αυτές είναι οι τελευταίες εξελίξεις σε μια διαρκή και γόνιμη αλληλεπίδραση μεταξύ των τεχνολογιών της τέχνης και των δημιουργικών αναγκών των επιστημών.

Από τα τέλη της δεκαετίας του 90', διάφορες χρήσεις οπτικοποίησης ήταν συνηθισμένες στους κλάδους των φυσικών και κοινωνικών επιστημών. Μερικές από τις δυνατότητες αυτού του τομέα είναι ότι μπορεί να διευρύνει και να εμπλουτίσει την αντίληψη ενός υπό μελέτη υλικού και να προσφέρει την πιο πιστή αναπαράσταση ενός αρχαίου κόσμου, άκρως ρεαλιστική σε πληροφορίες και με υψηλό επιστημονικό περιεχόμενο.

Η εφαρμογή των δυσδιάστατων (2D) και τρισδιάστατων (3D) ψηφιακών εργαλείων στην αρχαιολογία δεν αποτελούν έκπληξη. Τα δυσδιάστατα (2D) και τρισδιάστατα (3D) μοντέλα των πολιτιστικών μνημείων, μας επιτρέπουν να οπτικοποιήσουμε τη χρήση και την εξέλιξη τους, από την αρχική μέχρι την τελική τους φάση.

Σύμφωνα με τον νευροβιολόγο Semir Zeki, «το όραμα σπάνια περιλαμβάνει απλή αίσθηση, συνήθως οδηγεί αυθόρμητα και στην γνωστική λειτουργία. Πρώτα εξετάζουμε, τότε βλέπουμε και ύστερα κατανοούμε».

Η ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ_4.8.2

Σε επιστήμες όπως η ιστορία, η αρχαιολογία και η παλαιοντολογία, ο τρόπος ζωής και η φυσιολογία δεν μπορούν να εμφανιστούν απευθείας στο μυαλό και το μάτι. Έτσι έχουν ανακατασκευαστεί προφορικά και με εικόνες, αναπαραστάσεις που έχουν βασιστεί στην φαντασία και στις πληροφορίες που υπάρχουν.

Η πολιτιστική εικονική πραγματικότητα (cultural virtual reality – CVR) είναι η χρήση εικονικής πραγματικότητας και εικόνων που έχουν δημιουργηθεί στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, στα πλαίσια που αφορούν τον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Δεν μπορεί να αμφισβητηθεί ότι, οι εικόνες που δημιουργούνται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή (computer generated images –CGI), έχουν γίνει μέρος του σύγχρονου κόσμου μας, από τις ταινίες, την τηλεόραση, τα

παιχνίδια στον υπολογιστή και το διαδίκτυο, μέχρι το αρχιτεκτονικό σχέδιο, το σχεδιασμό προϊόντων και την ανακατασκευή της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Παρόλο που η τεχνολογία εξελίσσεται, και τα μοντέλα γίνονται διαρκώς όλο και πιο ρεαλιστικά, είναι ακόμα σχετικά καινούριο (μόνο μια δεκαετία) και οι εφαρμογές του (με αντικείμενο την ψυχαγωγία) στις βιομηχανίες του εξωτερικού, βρίσκονται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο. Ο ρόλος των τρισδιάστατων μοντέλων μπορεί πραγματικά να βοηθήσει, στην οπτικοποίηση (visualization) όλων των δεδομένων ενός λογισμικού πακέτου, για να δημιουργήσει μια ρεαλιστική ανακατασκευή.

Πολλοί έχουν συνδυάσει την αρχαιολογία με την εικονική πραγματικότητα και υπάρχουν πια πολλές ανακατασκευές τέτοιου είδους από ειδικούς , είτε αυτές έχουν αποδοθεί εντελώς ρεαλιστικά και όμορφα είτε όχι. Είναι φυσικό βέβαια ότι με την πάροδο του χρόνου και την διαρκή προβολή αυτών των μέσων, όλα αυτά να φαίνονται όλο και λιγότερο εντυπωσιακά και συνηθισμένα στον κόσμο. Πλέον δεν είναι τόσο εντυπωσιακό ένα μοντέλο τόσο ρεαλιστικά κατασκευασμένο, όσο η χρησιμότητα και ο ρόλος αυτού του μοντέλου σε έναν χώρο. Έτσι λοιπόν πολλοί αρχαιολόγοι έχουν αναλάβει κατά καιρούς εικονογραφήσεις και εικονικές ανακατασκευές, αντί των ειδικών χειριστών-καλλιτεχνών. Με τη δουλειά τους κατάφεραν να δώσουν μια ακριβή εικόνα του παρελθόντος, αφήνοντας μια εντύπωση πιο εκπληκτική σε σχέση με την τεχνική ικανότητα του χειριστή-καλλιτέχνη. Αυτό οφείλεται εν μέρει, στο γεγονός ότι οι αρχαιολόγοι έχουν μεγαλύτερο έλεγχο για τα τελικά αποτελέσματα και μια τάση να απεικονίσουν κυρίως την αρχαιολογία παραμερίζοντας τον καλλιτεχνικό ανταγωνισμό. Οπότε φυσικό είναι τέτοιοι καλλιτέχνες να συνεργάζονται με αρχαιολόγους, αν και τα τελευταία χρόνια, με τη μείωση του κόστους δημιουργίας μοντέλων στον υπολογιστή, πολλοί από τους τελευταίους διαθέτουν πια τις απαραίτητες ικανότητες, για να δημιουργήσουν τις δικές τους εικονογραφήσεις.

Αυτό το είδος εργασίας υπερβαίνει την εικονογράφηση ενός αρχαιολογικού μνημείου, αφού είναι κατανοητό πως τα δυσδιάστατα και τρισδιάστατα μοντέλα έχουν βοηθήσει πολύ στη διδασκαλία. Επίσης μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε αυτά τα μοντέλα σαν εργαλεία έρευνας για να παράγουμε νέα γνώση.

Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ_4.9

Σε σύγκριση με τα τελευταία δέκα χρόνια, πολλοί περισσότεροι από τους νέους εικονικούς κόσμους που περιμένουν να γεννηθούν εντός των επόμενων ετών θα είναι επιστημονικοί, δηλαδή ακριβείς απεικονίσεις του ψηφιακού αντικειμένου που αποσκοπούν σε ένα μοντέλο πιστοποιημένο από εμπειρογνώμονες.

Οι ακαδημαϊκοί που δραστηριοποιούνται στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς (δηλαδή CVR) ενδιαφέρονται για φυσικά μοντέλα μέσω του υπολογιστή. Ψηφιακές αναπαραστάσεις των αρχαιολογικών χώρων, ψηφιακές αποκαταστάσεις των υφιστάμενων κτιρίων παρουσιάζοντας τους σε πρώτη φάση, αναδημιουργίες ολόκληρων πόλεων στον υπολογιστή, όπως φάνηκε σε προηγούμενα στάδια στην ιστορία τους: όλα αυτά δείχνουν εικονικούς κόσμους που έχουν δημιουργηθεί κατά την τελευταία δεκαετία και θα δημιουργηθούν σε ακόμη μεγαλύτερο αριθμό στα επόμενα χρόνια.

Χρειάστηκε πολύς χρόνος για την πληροφορική, τα μηχανήματα και τις εφαρμογές να φτάσουν σε εκείνο το σημείο, ώστε η γνησιότητα και τα φωτορεαλιστικά μοντέλα στο χώρο της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς να είναι δυνατά για πολλούς και οικονομικότερα.

Όπως είναι γνωστό, η πρόοδος της πληροφορικής από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμος έχει βασιστεί σε μια σειρά από ευνοϊκές και συναφείς εξελίξεις:

- ❑ τη σταθερή μείωση του κόστους της δύναμης, της μνήμης και άλλων βασικών στοιχείων του υπολογιστή
- ❑ τη σταδιακή αύξηση του αριθμού των εξαρτημάτων που μπορούν να τοποθετηθούν πάνω σε ένα μόνο ολοκληρωμένο κύκλωμα
- ❑ τη διαρκή επιτάχυνση της ταχύτητας του υπολογιστή των κεντρικών μονάδων επεξεργασίας κ.λ.π.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, ο όρος "εικονική πραγματικότητα" είχε γίνει παγκοσμίως γνωστός και εκείνη ήταν η περίοδος που εμφανίστηκαν για πρώτη φορά έργα Πολιτιστικής Εικονικής Πραγματικότητας (CVR). Ήταν φυσικό, μάλιστα, οι πρώτες απόπειρες να μην δώσουν εντυπωσιακά αποτελέσματα και όπως γίνεται με κάθε καινοτομία, οι πρώτες αποτυχίες ήταν χρήσιμες και διδακτικές για τις μετέπειτα επιτυχίες.

Δεδομένου ότι η ορολογία "εικονική πραγματικότητα" εκτόπισε όρους όπως "υποκατάστατο ταξιδιού" (surrogate travel), "τεχνητή πραγματικότητα" (artificial reality), και "προσομοίωση" (simulation), δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι υπάρχει κάποια σύγχυση σχετικά με το τι σημαίνει πραγματικά εικονική πραγματικότητα. Κατανοούμε την "εικονική πραγματικότητα", σαν την χρήση τρισδιάστατων γραφικών σε υπολογιστή σε ένα σύστημα που δρα σε πραγματικό χρόνο. Η «Πολιτιστική Εικονική Πραγματικότητα» CVR είναι η χρήση συστημάτων εικονικής πραγματικότητας ειδικά για την παρουσίαση χώρων της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς.

Επίσης πρέπει να γίνεται διάκριση μεταξύ “εικονικής πραγματικότητας” (Virtual Reality - VR) και “γραφικών υπολογιστή” (Computer Graphics – CG), τα οποία πολλές φορές συγχέονται.

Σε ένα αληθινό σύστημα εικονικής πραγματικότητας, ο υπολογιστής αναπαράγει εικόνες-καρέ(frames), σε ένα ρυθμό ίσο ή μεγαλύτερο από τα κινηματογραφικά video (περίπου 24 εικόνες ανά δευτερόλεπτο), που χρησιμοποιούνται σε ειδικά εφέ σε ταινίες και τα οποία απαιτούν μέση απόδοση στη δημιουργία των καρέ-frames περίπου δέκα ώρες ανά frame.

Με το πέρασμα των χρόνων, ανιχνεύτηκε μια άλλη σημαντική εξέλιξη: ο διαχωρισμός των VR προγραμματιστών, μεταξύ στο ποιος θα μπορούσε να ονομάζεται "καλλιτέχνης" και "επιστήμονας".

Επίσης υπάρχει συχνά μια απόκλιση μεταξύ των περιγραφών των αρχαιολογικών τοποθεσιών και των υπολογιστικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται για να τα δείχνουν. Σπάνια όμως, υπάρχει η απορία για το ποιος έκανε το μοντέλο, ή αν υπήρχε καμία συνεννόηση μεταξύ του κατασκευαστή και του αρχαιολόγου ή ποια είναι εκείνα τα στοιχεία του μοντέλου που είναι γνωστά με βεβαιότητα και ποια υποθετικά.

Ανυποψίαστοι χρήστες θα μπορούσαν να επιστήσουν την προσοχή τους στην ποιότητα του αρχαιολογικού δεδομένου στο οποίο στηρίχθηκε το μοντέλο. Φαίνεται ότι πολλοί άνθρωποι λαμβάνουν σοβαρά την "πραγματική" φύση των εικονικών κόσμων. Τα οπτικά μοντέλα είναι το ισοδύναμο των αισθητηριακών αναπαραστάσεων στον εγκέφαλο, δηλαδή η μετάφραση εμπειρικών φαινομένων σε γεωμετρική γλώσσα. Έτσι τα μοντέλα, είναι το αποτέλεσμα μια μετατροπής από δεδομένα εισαγωγής σε μια γεωμετρική εξήγηση, με φως και υφές.

Η γεωμετρία, λοιπόν, χρησιμοποιείται ως μια οπτική γλώσσα που αντιπροσωπεύει ένα θεωρητικό μοντέλο του τρόπου που διεξάγεται η αντίθεση και η φωτεινότητα και τα οποία είναι το αυστηρό ισοδύναμο μοντέλων που γίνονται αντιληπτά από τις αισθήσεις και τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Αυτό σημαίνει ότι «οπτικοποιώντας» τον πραγματικό κόσμο δεν είναι το ίδιο όπως «φωτογραφίζοντας» ή «ζωγραφίζοντας» τον, επειδή το μοντέλο και το γραφικό μέσο για τη δημιουργία και οπτικοποίηση του κόσμου, είναι δύο ξεχωριστά πράγματα.

Στην Ευρώπη, οι περισσότερες εφαρμογές CVR έχουν αναπτυχθεί ως ένας απόγονος της έρευνας των μηχανικών, πάνω στα γραφικά του υπολογιστή. Με λίγες αξιοσημείωτες εξαιρέσεις, οι περισσότερες ομάδες δεν έχουν συμπεριλάβει ιστορικούς, αρχαιολόγους ή ανθρωπιστές, αλλά μόνο εμπειρογνώμονες στους υπολογιστές.

Μόλις πρόσφατα έχουν αρχίσει τα μουσεία να συμμετέχουν σε τέτοια έργα, αλλά αυτό ίσως είναι ανησυχητικό για τις εκπαιδευτικές εφαρμογές πολυμέσων, οι οποίες είναι μόνο η κορυφή του CVR παγόβουνου. Υπό αυτές τις συνθήκες, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η "Ιστορική μέθοδος" δεν είναι η πρωταρχική ανησυχία της Πολιτιστικής Εικονικής Πραγματικότητας στην Ευρώπη.

Κάποιοι αρχαιολόγοι έχουν αντιληφθεί τις δυνατότητες της 3D απεικόνισης για επιστημονική έρευνα και επιστημονική επικοινωνία. Αντιλαμβάνονται ότι, εκτός του ότι είναι ένα ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο για την παρουσίαση της αρχαιολογίας στον μη ειδικό, η CVR θέτει ερωτήματα που βάζουν σε δοκιμασία την επινοητικότητα των αρχαιολόγων και είναι χρήσιμο να μελετηθούν περισσότερο.

Αλλά η παρεξήγηση και η έλλειψη επικοινωνίας και συνεργασίας μεταξύ των δύο ομάδων, εξακολουθούν να κυριαρχούν. Υπάρχουν όμως και μηχανικοί που έχουν αναλάβει τέτοιου είδους εργασίες, οι οποίες συνήθως εγκρίνονται επίσημα και χρηματοδοτούνται, πράγμα στο οποίο οι αρχαιολόγοι αντιδρούν και νιώθουν αποκλεισμένοι, όπως μπορεί να συμβαίνει κατά καιρούς με τους ιστορικούς και τις ιστορικές ταινίες.

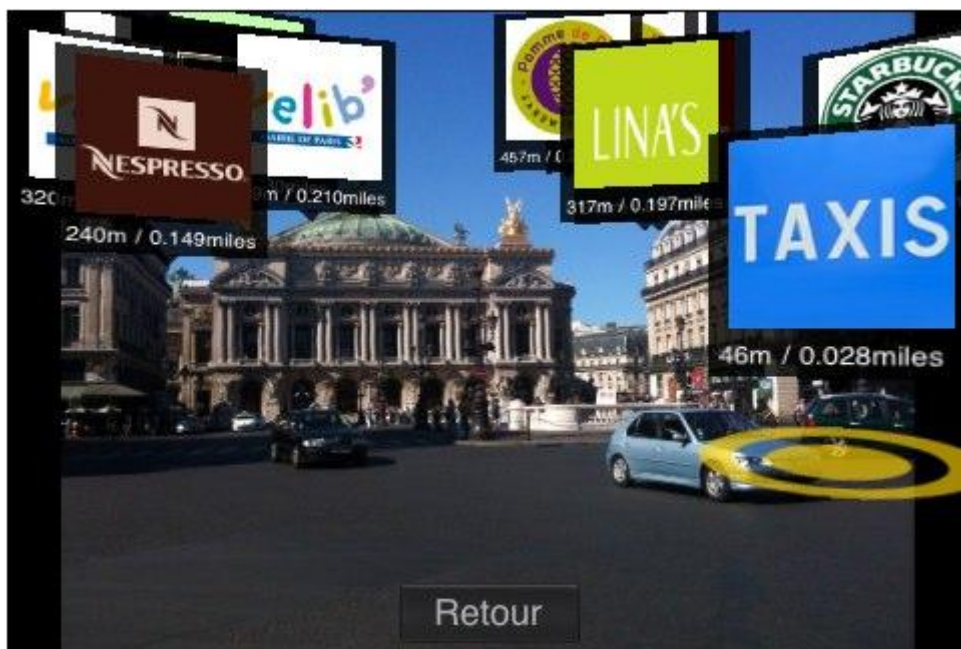
Η εικονική πραγματικότητα είναι η σύγχρονη εκδοχή του καλλιτέχνη που έδωσε μια «πιθανή» ανακατασκευή χρησιμοποιώντας υδατογραφίες.

Πέρα από φιλολογία, οι CVR προγραμματιστές έχουν ένα ενδιαφέρον, το οποίο μοιράζονται με τους ομολόγους τους, τους μηχανικούς και τους τεχνικούς, ώστε να ορίσουν όλοι μαζί τα κοινά τεχνικά και αισθητικά πρότυπα για τα μοντέλα τους.

Στον κόσμο της CVR, υπάρχουν πολλές ανταγωνιστικές μορφές αρχείων και πακέτων λογισμικού που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μοντέλων CVR. Όσο οι προγραμματιστές CVR χρησιμοποιούν διάφορες λύσεις, η αγορά για CVR θα είναι αρκετά περιορισμένη. Όπως οι αγοραστές των νέων τηλεοράσεων, έτσι και οι αγοραστές νέων CVR μοντέλων θέλουν να είναι σε θέση να τα συνδέσουν και να τα χειριστούν αυτόματα, χωρίς να ανησυχούν για την υποδομή του υπολογιστή. Θέλουν το μοντέλο ενός κτιρίου σε ένα μέρος μιας πόλης, να λειτουργεί ομαλά με ένα άλλο μοντέλο μιας διαφορετικής τοποθεσίας στην ίδια πόλη.

Για πληροφορίες που αφορούν περίπλοκα 3D αντικείμενα, η Επαυξημένη Εικονική Πραγματικότητα (Augmented Reality) είναι ένα αποτελεσματικό μέσο για τη χρησιμοποίηση και την αξιοποίηση των δυνατοτήτων των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Σε ένα βελτιωμένο πραγματικό σύστημα, ο

υπολογιστής παρέχει πρόσθετες πληροφορίες, που θα ενισχύσουν τον πραγματικό κόσμο, αντί να τον αντικαταστήσουν με ένα εντελώς μη υπάρχον περιβάλλον (Εικόνα_4.11).



Εικόνα_4.11: Augmented Reality

ΠΗΓΗ: <http://www.slashgear.com/augmented-reality-app-for-iphone-3gs-makes-it-to-app-store-video-2653808/>

Οι τεχνικές της εικονικής πραγματικότητας στην επιστημονική οπτικοποίηση, συνήθως απευθύνονται σε παρουσιάσεις και περιγραφές τεχνικών και εργαλείων όπως και σε εκφράσεις όλων των επεξηγηματικών διαδικασιών. Ένας εικονικός κόσμος είναι, λοιπόν, ένα μοντέλο, ένα σύνολο εννοιών, νόμων, δοκιμασμένων υποθέσεων και εκείνων των υποθέσεων που είναι έτοιμα για δοκιμή.

Το Δίκτυο Εικονικής Κληρονομιάς (Virtual Heritage Network - VHN), είναι μια νέα διεθνή οργάνωση που σχεδιάστηκε για την προώθηση της χρησιμότητας των τεχνολογίας για την εκπαίδευση, την ερμηνεία, τη διατήρηση και τη

διαφύλαξη της φυσικής, πολιτιστικής και Παγκόσμιας Κληρονομιάς. Το δίκτυο είναι ένα φυσικό και ηλεκτρονικό δίκτυο από ανθρώπους και πηγές σε πολλές χώρες που σήμερα εργάζονται στην κοινότητα της εικονικής κληρονομιάς. Η οργάνωση αυτή έχει διαμορφωθεί μέσα από τις πολλές ιδέες των ανθρώπων που εργάζονται στον τομέα της κληρονομιάς και της τεχνολογικής βιομηχανίας, που αναγνωρίζουν ότι έχει κατακερματιστεί και ότι είναι δύσκολο να βρουν άλλους ερευνητές και πληροφορίες.

ΦΟΡΕΙΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΑΣΧΟΛΗΘΕΙ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ CVR_4.10

Μερικά παραδείγματα ορισμένων ερευνητικών ομάδων και κάποιων μεγάλων φορέων που έχουν ασχοληθεί με την Πολιτιστική Εικονική Πραγματικότητα και έχουν αναπαραστήσει εικονικά περιβάλλοντα παρατίθενται παρακάτω:

- Στην Ιαπωνία μια ομάδα πανεπιστημίου από το τμήμα της Γεωγραφίας αναπαρέστησε την πόλη του Κιότο μέσα από μια ιστορική διαδρομή μέχρι σήμερα. Σκοπός τους ήταν η ξενάγηση του Κιότο και η εκμάθηση της ιστορίας της πόλης σε οποιονδήποτε χρήστη μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή (Εικόνα_4.12).

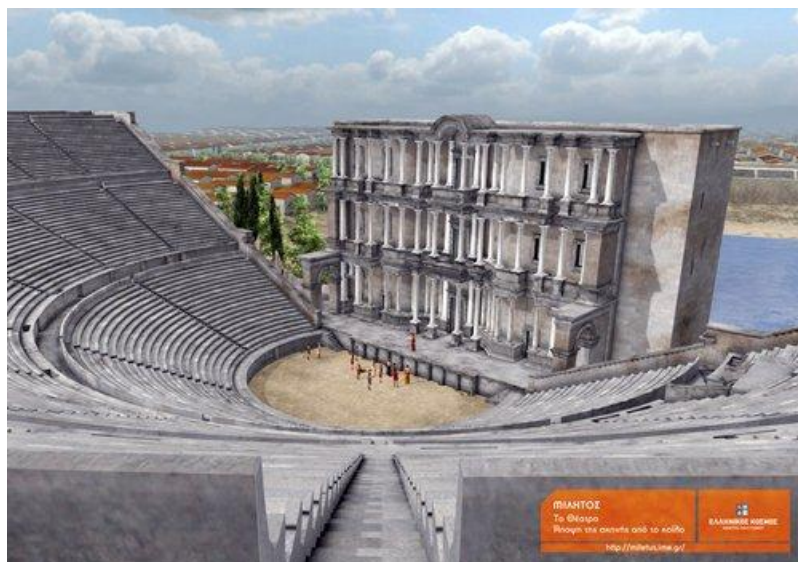


Εικόνα_4.12: Κιότο – Εικονική Πραγματικότητα

ΠΗΓΗ: <http://www.ritsumei.ac.jp/eng/html/research/areas/feat-projects/human/06-02-virtual.html/>

- ❑ Το Πολιτιστικό Κέντρο Ελληνικός Κόσμος στην Αθήνα, που ανήκει στο Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού, είναι ένα ίδρυμα που έχει ως στόχο τη διατήρηση και τη διάδοση του Ελληνικού Πολιτισμού και της Ελληνικής Ιστορίας. Το κέντρο από το 1998 χρησιμοποιεί εξελιγμένες τεχνολογίες που εξυπηρετούν στην αναπαράσταση τρισδιάστατων εικονικών χώρων με αντικείμενο κυρίως την Αρχαία Ελλάδα. Η υπηρεσία διαθέτει το γνωστό «CAVE» όπου ο επισκέπτης μπορεί να περιοδεύσει στην αρχαία πόλη της Μιλήτου.

- ❑ Το Nu.M.E. (Nuovo Museo ELETTRÓNICO) στην Ιταλία, είναι το πρώτο μουσείο του είδους του και αυτοαποκαλείται "νέο ηλεκτρονικό μουσείο». Το VRML είναι ένα μοντέλο που δείχνει την αρχιτεκτονική ανάπτυξη της πόλης της Μπολόνια, μέσα από το παρελθόν 800 χρόνων. Το πρόγραμμα λειτουργεί με ένα ισχυρό υπολογιστή όπου επισκέπτες μπορούν να πλοηγηθούν στο δρόμους της πόλης εξετάζοντας την σε διαφορετικές χρονικές στιγμές της ιστορίας. Όταν εισάγεται ο χρήστης σε ένα διαφορετικό χρόνο, το τοπίο αλλάζει σύμφωνα με τη χρονολογία που επιλέγεται. Καθετί που είναι οπτική απεικόνιση σε αυτό το μοντέλο τεσσάρων διαστάσεων είναι αποκλειστικά με βάση την ιστορική τεκμηρίωση (Εικόνα_4.13).



Εικόνα_4.13: Περιήγηση στην Αρχαία Μίλητο

ΠΗΓΗ: <http://www.hellenic-cosmos.gr/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ_5: Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ VIDEO

ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ VIDEO_5.1

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία μίας «εκπαιδευτικής ταινίας» - Animation με σκοπό την ενημέρωση του ειδικού και γενικού κοινού για τη λειτουργία και τις διαδικασίες ασφάλειας στο υπόγειο χώρο αποθήκευσης ειδικών αποβλήτων στο Τεχνολογικό και Πολιτιστικό πάρκο του Λαυρίου. Αυτό αποδόθηκε με μοντέλα και αναπαραστάσεις εικονικής πραγματικότητας, που κατασκευάστηκαν βασισμένα σε πηγές που περιγράφουν τον χώρο.

Γενικότερα, η ταινία ντοκιμαντέρ δεν είναι ένα είδος αλλά μια ευρεία οικογένεια με πολλαπλές διακλαδώσεις, που συνδέονται με την ποικιλία των θεμάτων του (πληροφορία, διαπαιδαγώγηση, εκμάθηση, προώθηση, προπαγάνδα), των μορφών του (επίκαιρα, ταινία ρεπορτάζ, ταινία-έρευνα, άμεσος κινηματογράφος, ταινία μοντάζ, διαφημιστική ταινία), των σχολών και των κινημάτων του (κινηματογράφος - μάτι, βρετανική σχολή ντοκιμαντέρ, ομάδα των Τριάντα κλπ) και τέλος των ιδιαίτερων ειδών του (το ιστορικό ντοκουμέντο, το βιογραφικό ντοκουμέντο, η ταινία για την τέχνη, η γεωγραφική ταινία, η τουριστική ταινία, η ταξιδιωτική ταινία, η ταινία εκστρατείας ή εξερεύνησης, η αθλητική ταινία, η ταινία επιτηδευμάτων, η τεχνική ταινία, η επιχειρηματική ταινία, η βιομηχανική ταινία, η γεωργική ταινία, η ταινία φυσικών επιστημών, η ζωολογική ταινία, η ιατρική ταινία, η επιστημονική ταινία, η εθνογραφική ταινία, η κοινωνιολογική ταινία, η ταινία προπαγάνδας, η στρατευμένη ταινία και η ταινία κοινωνικής παρέμβασης). Το βασικό αντικείμενο της μεγάλης αυτής κινηματογραφικής οικογένειας είναι να παρέχει στοιχεία στο θεατή με βάση ένα υλικό περιεχόμενο από την πραγματικότητα ή από αρχεία.

Ο όρος ταινία μικρού μήκους αποτελεί μία μορφή περιγραφής η οποία επινοήθηκε αρχικά από την αμερικάνικη βιομηχανία ταινιών τις πρώτες εποχές του κινηματογράφου. Παρόλο που στη Βόρειο Αμερική ο όρος χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει ταινίες μεταξύ 20 και 40 λεπτών, στην Ευρώπη, Λατινική Αμερική, Ωκεανία και Ασία μπορεί να αναφέρεται σε πολύ μικρότερες χρονικά ταινίες. Στη Νέα Ζηλανδία για παράδειγμα, ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει ταινίες με μήκος μεγαλύτερο του ενός λεπτού και μικρότερο των δεκαπέντε λεπτών. Μία ταινία μικρού μήκους μπορεί να επικεντρώνεται στους χαρακτήρες ή να βασίζεται περισσότερο σε οπτικά δρώμενα και στην πλοκή. Στη Βόρειο Αμερική μία ταινία μικρού μήκους συνήθως χρησιμεύει ως πλατφόρμα για υποψηφίους σκηνοθέτες του Hollywood. Αλλού μπορεί να χρησιμεύσει ως υπόδειγμα για κινηματογραφιστές και σκηνοθέτες διαφημίσεων.

Από τη δεκαετία του '80 μέχρι σήμερα ο ακαδημαϊκός όρος χρησιμοποιείται διεθνώς αναφερόμενος σε μία μη εμπορική ταινία που είναι εμφανώς μικρότερη από τη μέση εμπορική ταινία. Ως ανώτατη χρονική διάρκεια μίας τέτοιας ταινίας έχουν καθιερωθεί τα 40 λεπτά. Στη σύγχρονη εποχή οι ταινίες μικρού μήκους καταπιάνονται με δύσκολα θέματα που συνήθως αποφεύγονται από τις μεγάλες εμπορικές ταινίες. Οι δημιουργοί των ταινιών αυτών έτσι μπορούν να επωφεληθούν από τις μεγαλύτερες ελευθερίες που έχουν και να λαμβάνουν μεγάλο ρίσκο, πρέπει όμως να βασίζονται σε φεστιβάλ και εκθέσεις τέχνης για να επιτύχουν δημόσια προβολή. Πολλές φορές ταινίες μικρού μήκους βρίσκονται ως επιπλέον στοιχείο σε DVD εμπορικών ταινιών. Οι ταινίες αυτές λοιπόν αποτελούν μια εναλλακτική μορφή έκφρασης.

Οι ταινίες μικρού μήκους είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς ως πρώτα βήματα νέων δημιουργών ταινιών ή ακόμη και μεταξύ ερασιτεχνών δημιουργών, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι και επαγγελματίες ηθοποιοί, σκηνοθέτες και συνεργεία

δεν επιλέγουν να εκφραστούν με αυτόν τον τρόπο. Η δημιουργία μιας τέτοιας ταινίας είναι φθηνότερη και ευκολότερη, συνήθως η παραγωγή της δεν απαιτεί πολύ χρόνο και ακριβώς αυτή η «συντομία» της καθιστά πιο πιθανό το γεγονός να τη δουν οικονομικοί υποστηρικτές και άνθρωποι που θέλουν μια μικρή επίδειξη της ικανότητας του δημιουργού. Σε άλλες περιπτώσεις η μορφή αυτή της ταινίας επιτρέπει στο δημιουργό να πειραματιστεί περισσότερο, καθώς αυτή δε θα απευθυνθεί σε μεγάλο κοινό εν τέλει.

Αξιζει να αναφέρουμε ότι η δημιουργία ταινιών μικρού μήκους έχει μεγάλη απήχηση σε ερασιτέχνες που πλέον μπορούν να επωφεληθούν από τις χαμηλές τιμές των εξοπλισμών. Οι ημιεπαγγελματικές κάμερες έχουν αρκετά μικρό κόστος στις μέρες μας και δωρεάν λογισμικό είναι ευρέως διαθέσιμο, ικανό για εργασίες όπως επεξεργασία βίντεο, μοντάζ, χρήση εφέ, στάδιο μετά την παραγωγή κλπ. Πλέον επίσης το Internet βοηθά πολύ στη διανομή και δημόσια προβολή τέτοιων ταινιών. Ιστοσελίδες όπως οι YouTube, BritFilms και Newgrounds ενθαρρύνουν τη δημιουργία και προώθηση ταινιών μικρού μήκους. Τέλος ένας αναπτυσσόμενος κλάδος των ταινιών μικρού μήκους είναι αυτή των κινουμένων σχεδίων ή 3d animation από ερασιτέχνες δημιουργούς λόγω της εύκολης πρόσβασης στην εκμάθηση και χρήση ανάλογων προγραμμάτων υπολογιστή, όπως το 3ds max της Autodesk και το Poser.

Το video για την συγκεκριμένη εργασία για να πληρεί τις προϋποθέσεις μιας «εκπαιδευτικής ταινίας» και μάλιστα όταν αυτό είναι animation, πρέπει περιέχει βασικά συστατικά όπως:

Σενάριο, αφήγηση

Σκηνοθεσία

Κατασκευή σκηνών και πλάνων

Κατασκευή μοντέλων και εικονικού περιβάλλοντος – Animation

Δημιουργία πραγματικού video και η ενσωμάτωση του σε τρισδιάστατο φωτορεαλιστικό περιβάλλον (Εικόνα_5.1)

Μοντάζ

Επεξεργασία ήχου



Εικόνα_5.1: Πραγματικού video και η ενσωμάτωση του σε αρχείο του 3D Studio Max

Στα πλάνα και τις σκηνές του video, όλα όσα προβάλλονται δεν είναι ρεαλιστικοί χώροι και αντικείμενα, αλλά τρισδιάστατα μοντέλα και εικονικά περιβάλλοντα κατασκευασμένα στον υπολογιστή. Κάθε πλάνο αποτελείται από διαφορετικό εικονικό περιβάλλον και μοντέλα, δηλαδή αντιστοιχεί σε ένα ξεχωριστό και μοναδικό αρχείο. Αυτό σημαίνει ότι, όσα πλάνα περιέχει το video, άλλα τόσα αρχεία χρησιμοποιήθηκαν για να κατασκευαστούν. Τα αρχεία αυτά ανήκουν στα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για να διαμορφωθούν αυτοί οι χώροι. Στην παρούσα εργασία το βασικό πρόγραμμα είναι το 3D Studio Max 10.

Τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία των 3D μοντέλων και των εικονικού περιβάλλοντος είναι τα :

- ❑ 3D Studio Max 10
- ❑ Poser 6

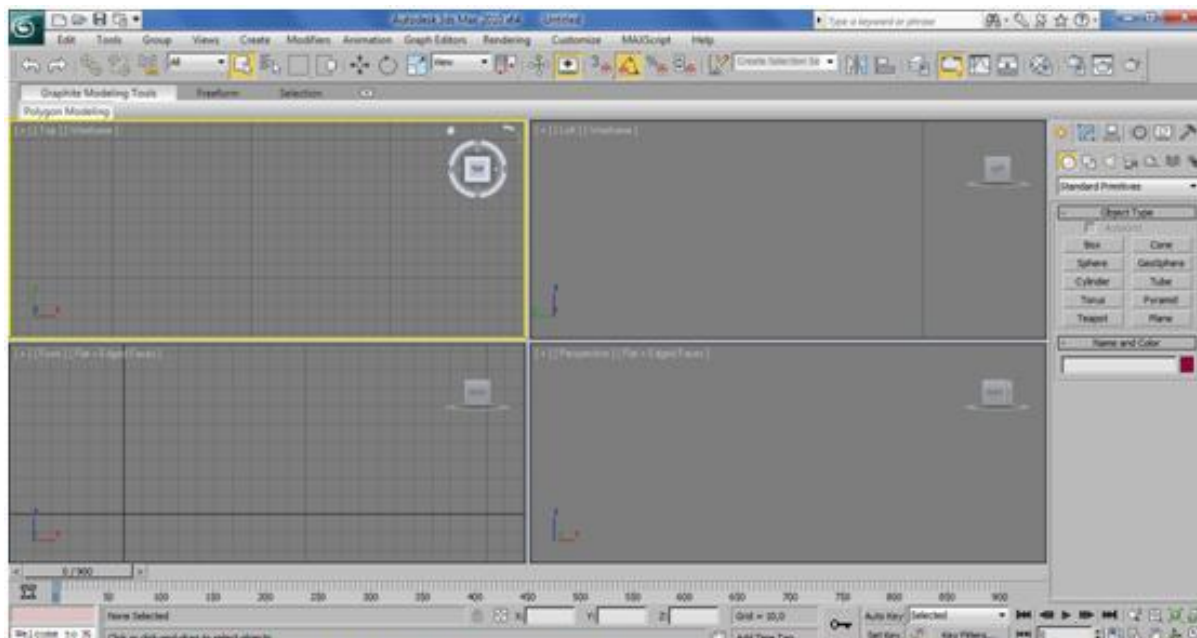
Για τον ήχο χρησιμοποιήθηκαν “sounds effects” και ηχογραφημένο speakage, όπως γίνεται και στις κινηματογραφικές ταινίες, ενώ το μοντάζ έγινε με το “Premiere” για την επεξεργασία και την τελική διαμόρφωση του Video.

Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ 3D ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ_5.2

Τα 3D μοντέλα και το εικονικό περιβάλλον, είναι τα απαραίτητα και αναπόσπαστα στοιχεία ενός τελικά διαμορφωμένου τρισδιάστατου χώρου. Στην συγκεκριμένη εργασία κάποια προγράμματα κρίθηκαν καταλληλότερα για την κατασκευή των μοντέλων και κάποια άλλα για τη δημιουργία του περιβάλλοντος. Σε όλα, όμως, τα προγράμματα ανεξαρτήτως υπάρχει η δυνατότητα να προσαρμοστεί κίνηση-Animation. Αξίζει να σημειωθεί ότι, το κάθε πρόγραμμα μπορεί να λειτουργήσει ανεξάρτητα αλλά και να συνδυαστούν μεταξύ τους μέσω μεταφοράς στοιχείων από το ένα πρόγραμμα στο άλλο.

3D STUDIO MAX_5.2.1

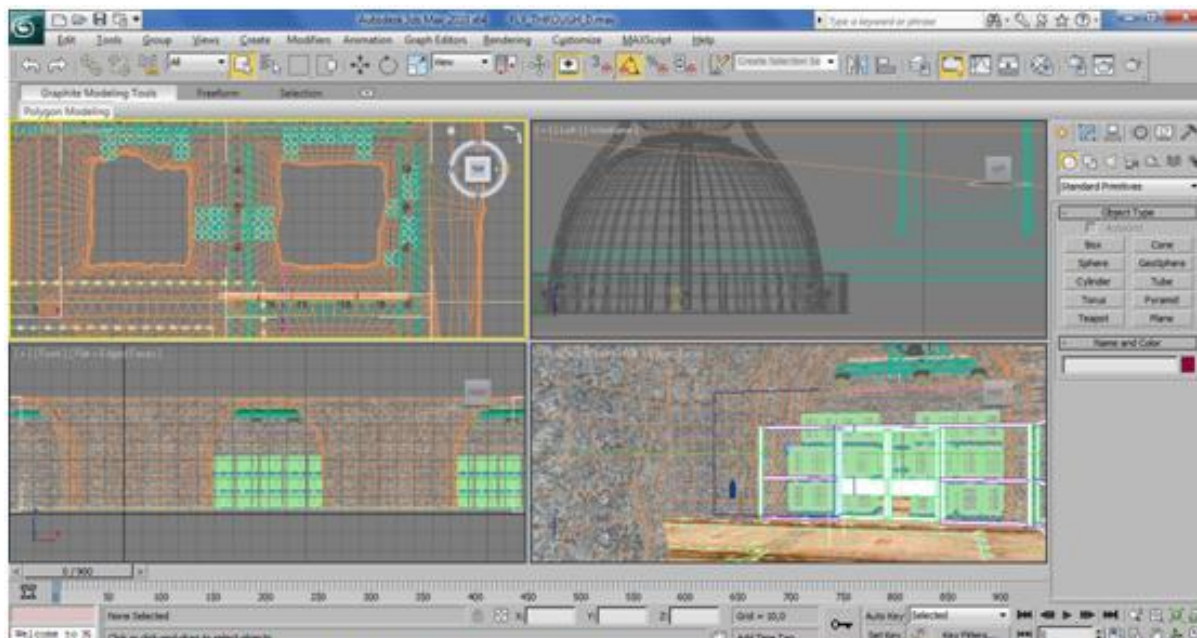
Το 3ds Max (3D Studio MAX) είναι ένα πρόγραμμα που αναπτύχθηκε από Autodesk Media και Entertainment και που έχει τη δυνατότητα να κατασκευάσει τρισδιάστατα μοντέλα, να τους προσδώσει κίνηση (animation) και τέλος να τα μετατρέψει σε εικόνες ή video.



Εικόνα_5.2: Επιφάνεια εργασίας του 3D Studio Max

Το πρόγραμμα αυτό έχει επίσης τη δυνατότητα να δημιουργήσει εικονικά περιβάλλοντα, με δικό του φωτισμό και εφέ για τα μοντέλα, όμως για αυτή την εργασία θεωρήθηκε καταλληλότερο να γίνει η χρήση του 3D Studio Max μονάχα για την μοντελοποίηση.

Αξιζει να σημειωθεί ότι, ο φωτισμός, το περιβάλλον, η κίνηση ακόμα και η μετατροπή σε εικόνα (rendering) έγινε από άλλα προγράμματα. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι το πρόγραμμα δεν είναι το καταλληλότερο αντικειμενικά, κάθε άλλο μάλιστα, καθώς έχει αποδειχθεί ότι είναι το καλύτερο στον τομέα της εικονικής πραγματικότητας. Η χρήση και άλλων προγραμμάτων έγινε για να διευρυνθεί η γνώση στο αντικείμενο και ενδεχομένως να δοθούν λύσεις σε προβλήματα που είχαν αντιμετωπιστεί στο παρελθόν με κυρίαρχο το θέμα του χρόνου σε συνδυασμό με την ποιότητα.



Εικόνα_5.3: Αρχείο του 3D Studio Max

Για να κατασκευαστεί ένα οποιοδήποτε μοντέλο χρειάζονται κατ' αρχήν, βασικά γεωμετρικά σχήματα τα οποία επεξεργάζονται με ειδικά εργαλεία του προγράμματος για να τους δοθεί η ακριβής μορφή τους.

Στην παραπάνω (Εικόνα_5.3) φαίνεται η αρχική επιφάνεια εργασίας του προγράμματος. Σε αυτήν διακρίνονται οι τέσσερις όψεις (viewports) που αποτελούνται από την κάτοψη (Top), την πρόσοψη (Front), την πλάγια όψη (Left) και την προοπτική όψη (Perspective) καθώς και πολλά από τα εργαλεία που χρησιμοποιούμε.

Στη ρύθμιση του Create (Εικόνα_5.4) επιλέγουμε από τα Standard Primitives τα σχήματα που θα αποδώσουν το τελικό μας αντικείμενο. Αυτόματα το πρόγραμμα δίνει εικονικά τρεις διαστάσεις σε ό,τι θέλουμε να δημιουργήσουμε.



Εικόνα_5.4: To Create Panel

Στη συνέχεια δημιουργούμε και προσθέτουμε την κατάλληλη υφή προσπαθώντας να δώσουμε όσο το δυνατό πιο ρεαλιστική εικόνα στην τρισδιάστατη απεικόνιση. Αυτό γίνεται με το Material Editor (Εικόνα_5.5), ένα εργαλείο για να δώσουμε χρώμα και υφή στην επιφάνεια που έχουμε επιλέξει.

Το Material Editor έχει ήδη μια βιβλιοθήκη εικόνων αλλά παράλληλα επιτρέπει και την επεξεργασία πραγματικών φωτογραφιών.

Για να δώσουμε στα αντικείμενά μας περαιτέρω ιδιότητες, χρησιμοποιούμε από το Command Panel την ρύθμιση Modify (Modifier List). Έτσι μπορούμε π.χ. να κόψουμε, να λιώσουμε, να αφαιρέσουμε μέρος από τα αντικείμενά μας κ.λ.π.



Εικόνα_5.5: Το Material Editor αντίστοιχα



Εικόνα_5.6: Σκηνή στο 3D Studio Max

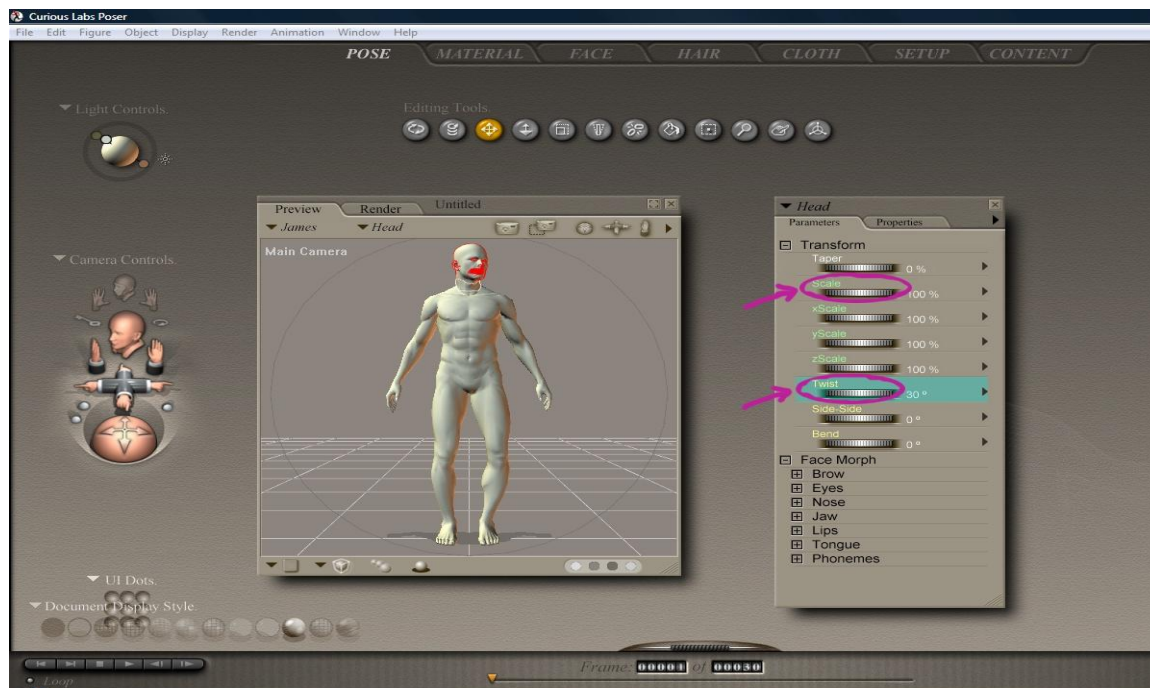
Η δημιουργία πιστευτών τρισδιάστατων σκηνών, είναι μια μεγάλη πρόκληση. Παρ' όλα αυτά για να αποτυπωθεί πλήρως η φυσικότητα και η ζωή στο video, είναι αναγκαίο να συμπληρωθεί από ανθρώπους. Η παρουσία ρεαλιστικών μοντέλων ανθρώπων δίνει ζωντάνια και ενδιαφέρον στην εικόνα, καθώς επίσης βοηθάει τον θεατή να καταλάβει καλύτερα τα μεγέθη, τα αντικείμενα ή ακόμη περισσότερο λειτουργίες και συμπεριφορές.

Δυστυχώς η μοντελοποίηση και εμπύχωση ανθρώπινων μορφών είναι ένα από τα δυσκολότερα μέρη της δημιουργίας του video. Το Poser είναι ένα πρόγραμμα λογισμικού που διαθέτει, χρησιμοποιεί και διαμορφώνει μοντέλα που απεικονίζουν την ανθρώπινη μορφή σε τρεις διαστάσεις.

Το Poser 6, λοιπόν, είναι το πρόγραμμα που επιλέχθηκε για την κατασκευή των μοντέλων των ανθρώπων.

Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε το Poser, διότι εξειδικεύεται στην κατασκευή ανθρώπινων μοντέλων και περιέχει εντολές για κάθε λεπτομέρεια του ανθρώπινου σώματος.

Αρχικά, γίνεται η εμφάνιση ενός γυμνού σώματος, το οποίο υπάρχει ως προεπιλογή στο πρόγραμμα. Στη συνέχεια, ακολουθεί η επεξεργασία κάθε μέρους του σώματος, έτσι ώστε να παραχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Με την επιλογή ενός μέρους του σώματος εμφανίζεται ένας πίνακας παραμέτρων που επηρεάζει τη μορφή του. Για την εργασία αυτή, χρειάστηκαν μεταβολές μόνο στις επιλογές "Scale" και "Twist". Η πρώτη επιλογή επηρεάζει το μέγεθος (το κανονικό είναι στο 100%), ενώ η δεύτερη επιλογή επηρεάζει την κλίση του αντίστοιχου μέρους του σώματος.



Εικόνα_5.7: Η επιφάνεια εργασίας του Poser 6

Το “Twist” χρησιμοποιήθηκε κυρίως για τη μέση, το λαιμό και τους μηρούς του ομοιώματος, ενώ το “Scale” χρησιμοποιήθηκε παντού. Παράλληλα μπορεί να δοθεί και η απαραίτητη κίνηση στο μοντέλο, μετακινώντας το «slider-δείκτη» στη «γραμμή» του χρόνου, στο κάτω μέρος της οθόνης, ούτως ώστε να μετατοπιστούν τα μέλη του σώματος την κατάλληλη στιγμή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να κινηθεί το μοντέλο σύμφωνα με τον τρόπο και τη διάρκεια που είναι απαραίτητη για τις ανάγκες του Video.



Εικόνα_5.8: Ανθρώπινα μοντέλα μέσα σε αρχείο 3DS Max

ΜΕΘΟΔΟΙ RENDERING_5.2.3

Κύριος σκοπός των προγραμμάτων αυτών είναι η δημιουργία τρισδιάστατων γραφικών και η μετατροπή τους σε φωτορεαλιστικές εικόνες. Το rendering είναι αυτή η διαδικασία δημιουργίας της τελικής 3D εικόνας από την αρχική σκηνή, δηλαδή η αυτόματη μετατροπή από 3D wire frame models σε εικόνες δύο διαστάσεων (2D) με 3D φωτορεαλιστικά εφέ σε υπολογιστή.

Η γρήγορη εμφάνιση μιας σειράς εικόνων σε διαφορετικά σημεία μιας τροχιάς δημιουργεί την αυταπάτη της κίνησης. Για την προσομοίωση της κίνησης χρησιμοποιείται η μέθοδος των καρτέ (key frames), συμφωνά με την οποία τα μοντέλα τοποθετούνται σε σημεία της τροχιάς τους, όπου γίνεται αλλαγή της κατεύθυνσης της κίνησης και το πρόγραμμα δημιουργεί τα

ενδιάμεσα στάδια. Υπάρχουν τεχνικές που επιτρέπουν τη μεταβολή της επιτάχυνσης της κίνησης, την προσομοίωση διαφόρων εφέ και γενικά τη βελτίωση της ομαλότητας της κίνησης. Επίσης υπάρχουν τεχνικές για την αλλαγή του μεγέθους των αντικειμένων, για την στροφή των μοντέλων, για την αλλαγή της υφής και του χρώματος της επιφάνειας.

Η "κινούμενη" εικόνα είναι γραφικά δημιουργημένη στον υπολογιστή, με ένα πρόγραμμα δυσδιάστατης ή τρισδιάστατης μοντελοποίησης. Μετά την δημιουργία του αντικειμένου ακολουθεί η φωτορεαλιστική απεικόνιση (rendering). Με την απόδοση φωτορεαλιστικών χαρακτηριστικών ολοκληρώνονται όλες οι επιλογές που έχουν γίνει, δηλαδή ο προσδιορισμός των επιφανειών και της υφής τους, των χρωμάτων, του φωτισμού και των διαφόρων εφέ. Η φωτοσκίαση πάνω στα διάφορα αντικείμενα, είναι από τις περισσότερο απαιτητικές σε υπολογιστική ισχύ εργασίες που πρέπει να γίνουν. Τέλος ακολουθεί η κίνηση. Ο υπολογιστής πρέπει να υπολογίσει όλες τις διαδοχικές θέσεις από τις οποίες θα περάσει το αντικείμενο. Για κάθε μία θέση υπολογίζονται όλα τα φωτορεαλιστικά χαρακτηριστικά του. Για την εργασία επιλέχθηκε για 1 δευτερόλεπτο να αντιστοιχούν 30 εικόνες - frames. Δηλαδή, για μία κίνηση 3 δευτερολέπτων πρέπει να υπολογιστούν 72 διαφορετικές εικόνες, οι οποίες όταν παιχτούν στην οθόνη μας θα μας δώσουν την εικόνα του κινούμενου αντικειμένου. Είναι λοιπόν σαφές ότι χρειάζονται ισχυρός εξοπλισμός και μεγάλοι αποθηκευτικοί χώροι. Το μέγεθος της render εικόνας είναι (video) (800 x 600).

Αρκετοί διαφορετικοί, και συχνά ειδικευμένοι, τρόποι rendering έχουν αναπτυχθεί. Αυτοί κυμαίνονται από το distinctly μη ρεαλιστικό wireframe rendering, rendering βασισμένο σε πολύγωνα και σε ανώτερες τεχνικές όπως: scanline rendering, ray tracing, ή radiosity. Το rendering μπορεί να διαρκέσει από δευτερόλεπτα μέχρι μέρες για μία μοναδική εικόνα /frame.

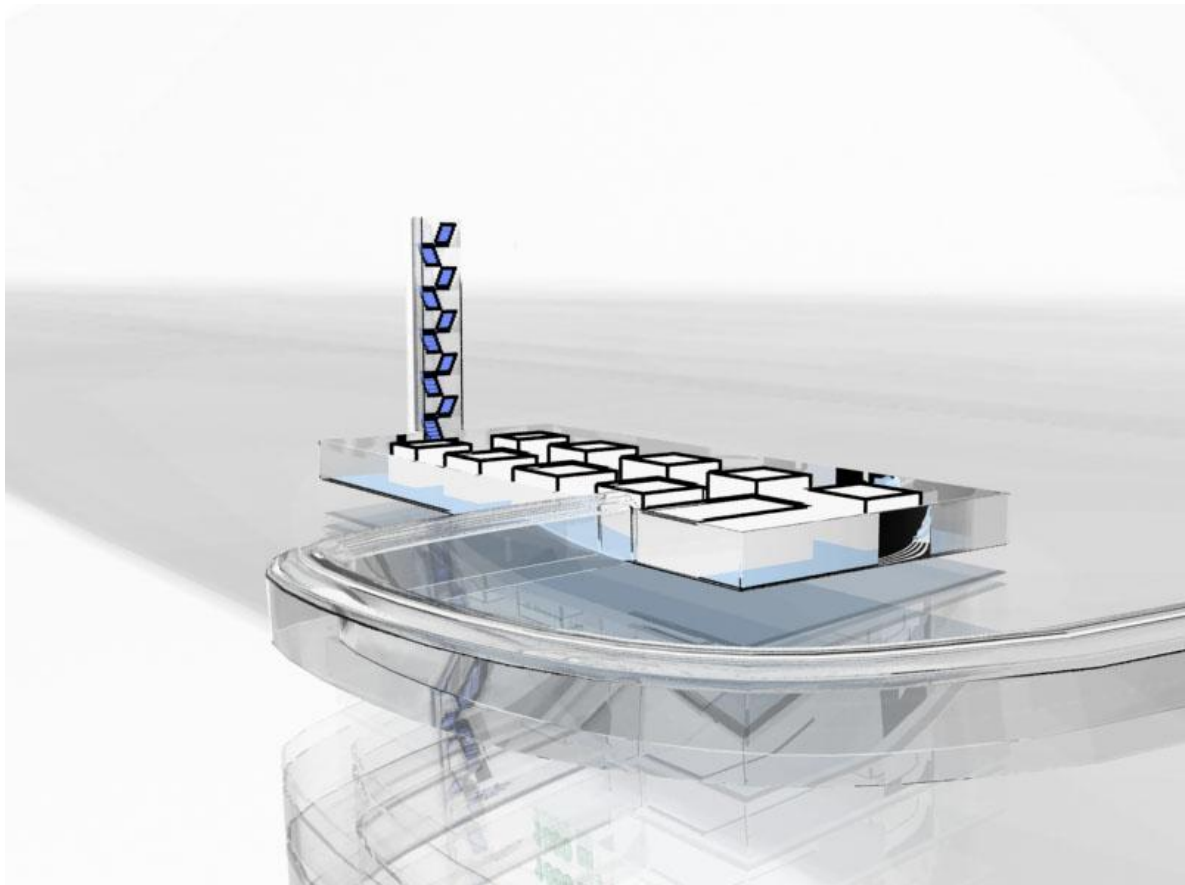
Γενικά διαφορετικές μέθοδοι ενδείκνυνται ανάλογα με το αν πρόκειται για φωτορεαλιστικό rendering ή για real-time rendering.

Στη συγκεκριμένη εργασία έγινε η χρήση του V-Ray ως καταλληλότερη μηχανή για την ολοκλήρωση της διαδικασίας του rendering.

Το V-Ray είναι μία μηχανή rendering που χρησιμοποιείται σαν επέκταση συγκεκριμένων software 3D γραφικών, όπως το 3Ds Max.

Η συγκεκριμένη μηχανή rendering χρησιμοποιεί ανώτερες τεχνικές, όπως global illumination ή αλγόριθμους, όπως Path tracing και photon mapping. Η χρήση των τεχνικών αυτών το κάνει προτιμητέο σε σχέση με τους κλασικούς renderers που παρέχονται ως στάνταρ στις 3D εφαρμογές, και γενικά οι renderers που χρησιμοποιούν αυτές τις τεχνικές εμφανίζονται περισσότερο φωτορεαλιστικοί στο ανθρώπινο μάτι, καθώς τα φυσικά φαινόμενα του φωτός αναπαρίστανται περισσότερο ρεαλιστικά. Η χρήση της μηχανής αυτής αυξάνει ωστόσο την απαραίτητη δύναμη από τον υπολογιστή αλλά και τους χρόνους του rendering λόγω της πολύπλοκης φύσης και δύναμης των υπολογισμών που απαιτούνται.

Η ανάγκη για την ακριβή αναπαράσταση του συνολικού χώρου και την αλληλεπίδραση των αντικειμένων μέσα σε αυτό, επιβάλλουν τη χρήση πιο εξελιγμένων software renderers από τον default scanline renderer του 3D Studio Max. Έτσι κρίθηκε επιβεβλημένη η χρησιμοποίηση του V-Ray Renderer, ο οποίος αποτελεί μία ευρύτατα αποδεκτή λύση, προκειμένου να γίνει ρεαλιστική η αναπαράσταση όλων των αντικειμένων (Εικόνα_5.9).



Εικόνα_5.9: Αρχείο έπαιτα από επεξεργασία με V-Ray Renderer

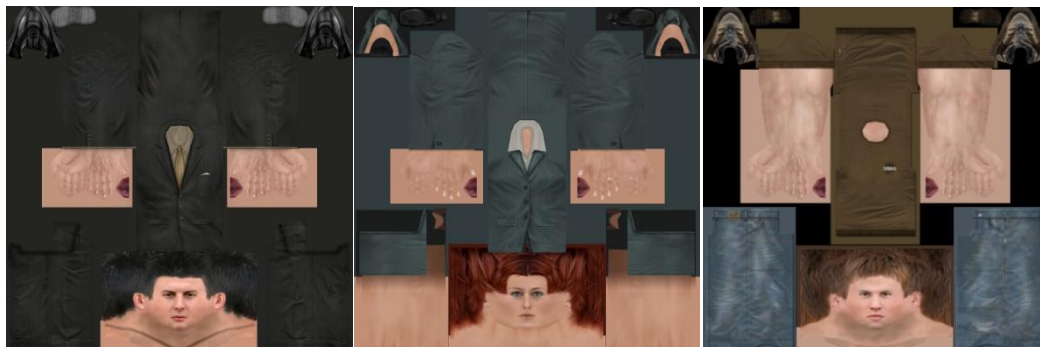
Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΗΧΟΥ_5.3

PHOTOSHOP_5.3.1

Το Photoshop χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των εικόνων. Στην παρούσα εργασία, οι εικόνες που χρειαστήκαν επεξεργασία ήταν εκείνες που χρησιμοποιήθηκαν για να αποδώσουν τις υφές στα αντικείμενα.

Οι υφές των αντικειμένων έχουν την δική τους ξεχωριστή σημασία. Δίνουν χρώματα και μια επιπλέον αίσθηση ρεαλισμού στο αντικείμενο που τη φέρει. Για παράδειγμα, το Photoshop έχει τη δυνατότητα να αλλάξει την απόχρωση μιας δεδομένης εικόνας-υφής. Στην εργασία το Photoshop, χρησιμοποιήθηκε

αποκλειστικά για την επεξεργασία των υφών των μοντέλων των ανθρώπων (Εικόνα_5.10).



Εικόνα_5.10: Υφές ανθρώπινων μοντέλων επεξεργασμένες στο Photoshop

SOUND EFFECTS ΚΑΙ SPEAKAGE_5.3.2

Ο ήχος είναι το συστατικό στοιχείο των εφαρμογών πολυμέσων που μπορεί να μεταδοθεί. Ακούγεται ευχάριστα ως μουσική φόρμα ή ως υπόκρουση και εντυπωσιάζει ως ηχητικό εφέ (sounds effects). Η προσεγμένη χρήση του ήχου μεταμορφώνει στην κυριολεξία μια εφαρμογή πολυμέσων.

Τα προγράμματα επεξεργασίας ήχου παρέχουν και υπηρεσίες για τη συρραφή ειδικών ηχητικών εφέ και για τη βελτιστοποίηση των ήχων.

Μια τρισδιάστατη αναπαράσταση ενός εικονικού περιβάλλοντος, για να είναι ρεαλιστική θα πρέπει να περιέχει αρκετά ηχητικά ερεθίσματα. Στον περιβάλλοντα χώρο, ακούγονται διάφοροι ήχοι σχετικοί με το περιβάλλον στο οποίο αναφέρεται η εργασία.

Εκτός από τα ηχητικά εφέ, χρησιμοποιήθηκε για την εργασία αφήγηση κειμένου ως ήχος (speakage). Το κείμενο αυτό θεωρήθηκε απαραίτητο για

την διεκπεραίωση του video, καθώς σε αυτό βασίστηκε η κατασκευή των πλάνων και των σκηνών και είναι λογικό η εικόνα συνδυασμένη με την αφήγηση, να κάνει το video περισσότερο ενδιαφέρον και κατανοητό για τον θεατή.

Ακολουθεί το κείμενο της αφήγησης (speakage):

«Βρισκόμαστε 30 μετρά κάτω απ' το ΤΠΠΛ στο σημείο που βρίσκεται ο υπόγειος χώρος αποθήκευσης απόβλητων που παράχθηκαν από τη μεταλλουργική δραστηριότητα κατά την εκμετάλλευση των μεταλλείων του Λαυρίου μέχρι το 1989 που σταμάτησε οριστικά η μεταλλουργία του αργυρούχου μόλυβδου. Ονομάζομαι Μυρτώ και θα είμαι η υπεύθυνη της επίσκεψης σας. Όπως είδαμε ο χώρος, κατασκευάστηκε με τη μέθοδο θαλάμων και στύλων. Το υλικό που αφαιρέθηκε δημιούργησε μεγάλους κενούς χώρους, οι οποίοι ορύσσονται ως στοές, που οι άξονες τους ισαπέχουν. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται στύλοι πετρώματος ύψους 6 μέτρων που συγκρατούν το υπερκείμενο έδαφος.

Η επένδυση των στύλων με ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, η αλλιώς gunita, δίνει στο χώρο την τελική του μορφή.

Οι στύλοι που δημιουργούνται, έχουν διαστάσεις 7,5m x 7,5m ενώ οι διάδρομοι έχουν πλάτος 6m.

Η διαμόρφωση του υπογείου χώρου μετά το πέρας των εργασιών διάνοιξης αποτελεί ένα βασικό στάδιο για την επιτυχή υλοποίηση του έργου και στοχεύει στην δημιουργία ενός ασφαλούς εργασιακού περιβάλλοντος. Περιλαμβάνει τις απαραίτητες εργασίες βασικής διαμόρφωσης του χώρου, όπως η κατασκευή συστήματος αερισμού, η στεγανοποίηση και η εγκατάσταση βιομηχανικού δαπέδου ή ασφαλοτάπητα.

Στη συνέχεια τοποθετούνται τα συστήματα που απορρέουν από τη μελλοντική χρήση του χώρου, δηλαδή: ηλεκτρικό δίκτυο, φωτισμός, ύδρευση, συστήματα ασφάλειας, πυροπροστασίας κλπ. Το μεγάλο ύψος του χώρου, επιβάλλει προσοχή στην τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων, ώστε να εξασφαλίζεται ο καλός φωτισμός, γεγονός που στοχεύει στη διαμόρφωση ενός κατάλληλου εργασιακού περιβάλλοντος, αλλά και στην δημιουργία συναισθήματος ασφάλειας και ευχάριστης εμπειρίας, στους εργαζομένους και στους επισκέπτες.

Στη συνέχεια ακολουθεί ένα ενεργητικό σύστημα πυροπροστασίας που αποτελείται από συστήματα πυρόσβεσης με πυροσβεστικές φωλιές και φορητούς πυροσβεστήρες, και από σύστημα προειδοποίησης και αναγγελίας κινδύνου.

Το ολοκληρωμένο σύστημα ασφαλείας εξασφαλίζει την ακεραιότητα και καλή λειτουργία των εγκαταστάσεων και δίνει την δυνατότητα έλεγχου και εποπτείας των διακινούμενων προσώπων και υλικών εντός του χώρου. Αποτελείται από μια κεντρική μονάδα η οποία συγκεντρώνει όλες τις λειτουργίες των επιμέρους συστημάτων.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των υπογείων εγκαταστάσεων, όσον αφορά την αποθήκευση επικίνδυνων υλικών, είναι η δυσκολία αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας τους με την επιφάνεια. Έτσι, οι άνθρωποι και οι κατασκευές της επιφάνειας παραμένουν ασφαλείς τόσο κατά την φυσιολογική λειτουργία της αποθήκευσης, όσο και σε περίπτωση ατυχήματος.

Τι γίνεται όμως με τους ανθρώπους που εργάζονται ή επισκέπτονται τον υπόγειο χώρο; Διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο από ένα π.χ. κτίριο γραφείων και πως θα πρέπει να διαχειριστούν την έλλειψη επαφής με την επιφάνεια;

Οι ειδικές συνθήκες που επικρατούν σε μια εγκατάσταση τέτοιου τύπου, οφείλονται στην έλλειψη φυσικού φωτός και αερισμού καθώς και στην αίσθηση αποπροσανατολισμού που είναι δυνατόν να δημιουργηθεί σε μια περίπτωση έντονου άγχους.

Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η αντιμετώπιση του χώρου σαν ένα κτίριο με αυξημένες απαιτήσεις στον τομέα της ασφάλειας. Έτσι, είναι ιδιαίτερη η προσοχή που έχει δοθεί τόσο στην λειτουργία των συστημάτων παρακολούθησης και ελέγχου όσο και στην κατάρτιση ενός αναλυτικού σχεδίου εκκένωσης.

Εκκένωση ονομάζουμε την εγκατάλειψη ενός χώρου ή μιας περιοχής για λόγους ασφάλειας και αποτελεί το πρώτο μέλημα σε οποιαδήποτε κατάσταση κινδύνου, καθώς προστατεύει το πολυτιμότερο αγαθό, την ανθρώπινη ζωή και επιτρέπει και την καλύτερη διαχείριση της κατάστασης από το εξειδικευμένο προσωπικό.

Έτσι, σε περίπτωση ανάγκης, οι άνθρωποι που επισκέπτονται τον υπόγειο χώρο αποθήκευσης ή δουλεύουν εκεί, θα πρέπει να εγκαταλείψουν τον χώρο αυτό και να βγουν στην επιφάνεια, σύμφωνα το αναλυτικό σχέδιο εκκένωσης.

Τι πρέπει να ξέρετε και τι πρέπει να κάνετε, λοιπόν, σε περίπτωση ανάγκης ή κινδύνου;

Εδώ στον υπόγειο χώρο του Τεχνολογικού και Πολιτιστικού Πάρκου του Λαυρίου υπάρχουν 2 σημεία εισόδου και εξόδου προς την επιφάνεια: η στοά ή ράμπα πρόσβασης, η οποία βρίσκεται, όπως είδαμε, στην νοτιοανατολική

πλευρά της εγκατάστασης και το φρεάτιο του κλιμακοστασίου, το οποίο βρίσκεται στην δυτική. Το μήκος όδευσης διαφυγής μεταξύ των 2 εξόδων είναι 109m.

Έτσι, η επιλογή της κατάλληλης εξόδου σχετίζεται άμεσα με τη θέση του κάθε ατόμου στο χώρο με την προϋπόθεση φυσικά ότι καμιά απ' τις 2 εξόδους δεν είναι μπλοκαρισμένη. Σε αντίθετη περίπτωση η εγκατάσταση εκκενώνεται, από την ελεύθερη έξοδο.

Σύμφωνα με υπολογισμούς, όπως αυτοί προκύπτουν από ανάλογες έρευνες, ο απαιτούμενος χρόνος για την εκκένωση, για μια μέση πυκνότητα περίπου 113 ατόμων, με μέση ταχύτητα βαδίσματος 1.40 m/sec είναι:

Για τη μεν στοά, συνυπολογίζοντας το χρόνο κίνησης στο χώρο και στη ράμπα, μέχρι την εξωτερική πύλη του υπογείου χώρου ο απαιτούμενος χρόνος υπολογίστηκε περίπου στα 11 min. Ενώ αντίστοιχα ο χρόνος για εκκένωση από το φρέαρ ανέρχεται στα 14 min.

Είναι απαραίτητο στον σχεδιασμό των συστημάτων ασφαλείας να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαίτερες ψυχολογικές συνθήκες που επικρατούν σε μια πραγματική κατάσταση κινδύνου, όπως η αίσθηση πανικού και η έλλειψη προσανατολισμού, με αποτέλεσμα την αδυναμία επιλογής της σωστής εξόδου. Έτσι, προβλέπεται η εγκατάσταση συστήματος φωτεινών ενδείξεων, τόσο στους στύλους όσο και στο πάτωμα του χώρου, η οποία θα ενημερώνει άμεσα για την καταλληλότερη δίοδο διαφυγής.

Πιο συγκεκριμένα, σε περίπτωση που η πρόσβαση στο φρέαρ δεν είναι δυνατή, οι πράσινες φωτεινές ενδείξεις ανάβουν σε όλα τα σημεία του χώρου

υποδεικνύοντας την διαδρομή που ο εργαζόμενος ή ο επισκέπτης πρέπει να ακολουθήσει για την ασφαλή έξοδό του από την στοά στα νοτιοανατολικά του χώρου.

Αντίστοιχα, αν για οποιοδήποτε λόγο δεν είναι δυνατή η προσέγγιση της στοάς, οι μπλε φωτεινές ενδείξεις σηματοδοτούν την διαδρομή προς το φρέαρ.

Τέλος, αν και οι δύο επιλογές εξόδου είναι προσβάσιμες, σε κάθε σημείο του χώρου εμφανίζεται πράσινη ή μπλε σήμανση ανάλογα με το ποιο είναι το πλησιέστερο σημείο εκκένωσης.

Στο σημείο αυτό, έχετε δει πως κατασκευάστηκε, πως λειτουργεί και πως θα κινηθείτε με ασφάλεια στον υπόγειο χώρο του Τεχνολογικού και Πολιτιστικού Πάρκου του Λαυρίου. Αυτό που μένει είναι να αφήσετε την εικονική περιήγηση και να επισκεφθείτε τον πραγματικό χώρο.

Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας.»

Η ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ VIDEO – PREMIERE_5.4

Η τελική διαμόρφωση του video έγινε με το πρόγραμμα Premiere της Adobe. Αφού επιλέχθηκε η σειρά των πλάνων και των εικόνων, αυτά τοποθετήθηκαν στο πρόγραμμα και από ένα σύνολο χιλιάδων εικόνων, έγινε η μετατροπή τους σε video. Επιπλέον, έγινε περεταίρω επεξεργασία ώστε να ενωθούν κάποια από τα πλάνα με τέτοιο τρόπο ώστε να φαίνονται πιο όμορφα και καλλιτεχνικά (το λεγόμενο editing).

Στο Premiere, έγινε και η προσθήκη του ήχου, δηλαδή η μουσική, τα sounds effects και η αφήγηση.

ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΚΟ 3D_5.5

Η στερεοσκοπία είναι μια τεχνική που δημιουργεί την ψευδαίσθηση του βάθους σε μια εικόνα. Αυτό γίνεται διότι η τεχνολογία 3D στηρίζεται στο γεγονός ότι βλέπεις δύο ελάχιστα διαφορετικές εικόνες ταυτόχρονα, με τη διαφορά αυτή να δημιουργεί την αίσθηση του βάθους. Στηρίζεται στο ότι η τρισδιάστατη φυσική όραση πραγματοποιείται, διότι κάθε μάτι βλέπει το ίδιο αντικείμενο από σχετικά μικρή, αλλά διαφορετική οπτική γωνία, με αποτέλεσμα την ίδια στιγμή ο εγκέφαλος να παραλαμβάνει δύο ελαφρά διαφοροποιημένες εικόνες του ίδιου αντικειμένου. Για το εφέ 3D, η οθόνη χρησιμοποιεί έναν υψηλό ρυθμό ανανέωσης για την προβολή εναλλασσόμενων εικόνων πλήρους οθόνης για το αριστερό και το δεξί μάτι. Στη συνέχεια, οι εικόνες αυτές συγχρονίζονται με τη βοήθεια των γυαλιών 3D προσφέροντας την εμπειρία 3D (Εικόνα_5.11).

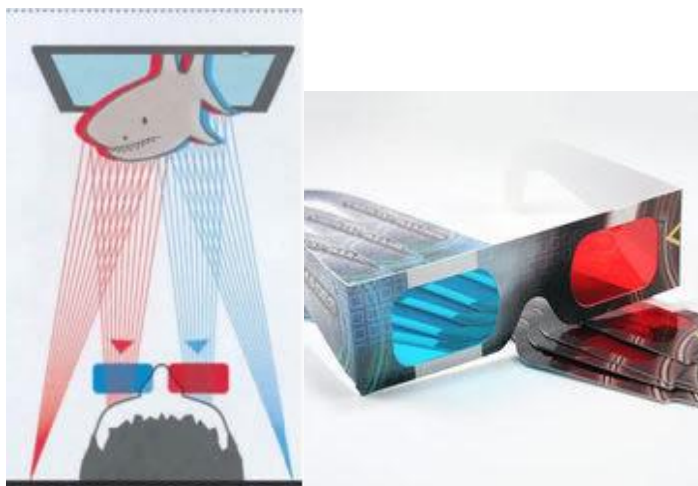


Εικόνα_5.11: Στερεοσκοπικό 3D

ΠΗΓΗ: <http://www.sdtv.gr/smf/archive.php?topic=20866.0>

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΟΛΗΣ_5.5.1**ΑΝΑΓΛΥΦΟΓΡΑΦΙΑ**

Αυτό το σύστημα προβάλλει δύο ελαφρά διαφορετικές όψεις της ίδιας σκηνής, με μικρή οριζόντια απόκλιση μεταξύ τους προσομοιάζοντας έτσι τις δύο όψεις που βλέπουν τα μάτια μας. Στα αναγλυφογράμματα και οι δύο εικόνες προβάλλονται ταυτόχρονα, η μία σε ερυθρή απόχρωση και η άλλη σε κυανή. Με την χρήση γυαλιών ερυθρού και κυανού φίλτρου κάθε οφθαλμός βλέπει μόνον την αντίστοιχη απόχρωση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τις ήδη υπάρχουσες συσκευές τηλεόρασης, DVD και Blu-ray. Ταυτόχρονα τα γυαλιά εγχρώμων φίλτρων (Κόκκινο/Κυανό ή Πράσινο/Ματζέντα) είναι χαμηλού κόστους κατασκευής (Εικόνα_5.12).



Εικόνα_5.12: Προβολή με αναγλυφογραφία και γυαλιά εγχρώμων φίλτρων

ΠΗΓΗ: <http://greekstars.co/greekstars/index.php?showtopic=22698>

ΠΟΛΩΤΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ

Με το σύστημα αυτό, οι δύο όψεις προβάλλονται ταυτόχρονα μέσα από πολωτικά φίλτρα που πολώνουν το φως, κάθε ένα προς την δική του

διεύθυνση. Έτσι απαιτούνται γυαλιά με πολωτικούς φακούς για να σχηματισθεί η εντύπωση της 3διάστατης εικόνας. Κάθε φακός επιτρέπει στο μάτι να δει μόνον την όψη που του αντιστοιχεί. Είναι η τεχνολογία 3D που χρησιμοποιείται παγκόσμια για κινηματογραφικές προβολές και έτσι είναι αρκετά διαδεδομένη. Έχει επίσης επιλεγεί από ορισμένους τηλεοπτικούς σταθμούς όπως το SKY Channel. Απαιτείται ειδικά πολωμένη συσκευή 3DTV (ή εξειδικευμένοι προβολείς & οθόνες). Τα πολωτικά γυαλιά μειώνουν την λαμπρότητα της εικόνας. Στην τηλεόραση αυτού του τύπου, κάθε μάτι βλέπει μόνον την μισή κατακόρυφη ανάλυση της εικόνας. Για σωστή απόδοση απαιτείται ο θεατής να κάθεται απ' ευθείας μπροστά στην συσκευή (Εικόνα_5.13).

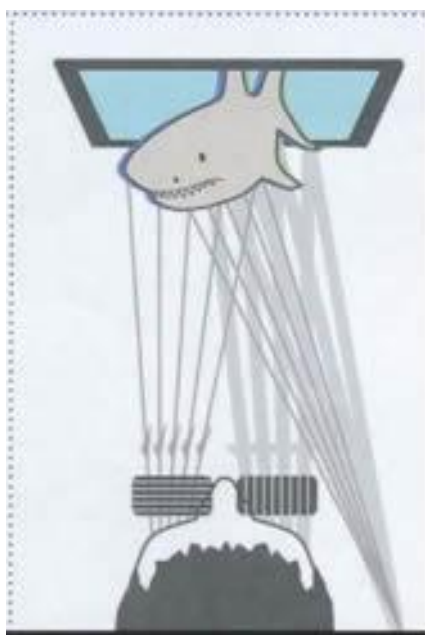


Εικόνα_5.13: Προβολή με πολωτικούς φακούς

ΠΗΓΗ: <http://greekstars.co/greekstars/index.php?showtopic=22698>

ΕΝΕΡΓΑ ΚΛΕΙΣΤΡΑ

Διαφορετικές εικόνες για το κάθε μάτι καταγράφονται σε ποιότητα πλήρους ανάλυσης 1080p και προβάλλονται εναλλάξ σε υψηλή ταχύτητα. Χρειάζονται ειδικά γυαλιά με μπαταρίες που τροφοδοτούν ενεργά κλείστρα LCD. Αυτά επιτρέπουν την εναλλασσόμενη προβολή της δεξιάς και της αριστερής εικόνας σε συγχρονισμό με την υπάρχουσα εγγραφή, έτσι ώστε κάθε μάτι να λαμβάνει την σωστή εικόνα που του αντιστοιχεί και με την σωστή σειρά. Έχει πραγματικά ρεαλιστικά αποτελέσματα δεδομένου ότι ο θεατής λαμβάνει ολόκληρη την πληροφορία σε υψηλή ανάλυση και σε συνεχή ροή. Τα ενεργά κλείστρα αντιλαμβάνονται και προσαρμόζονται ανάλογα με το σήμα της προβαλλόμενης εικόνας (2D ή 3D) και έτσι δεν απαιτούν την εμπλοκή του χρήστη. Το σύστημα αυτό απαιτεί προβολή σε υπερ-υψηλή συχνότητα ανανέωσης εικόνας (κατ'ελάχιστον 120Hz) και ανάλογη πηγή σήματος. Το εύρος κύματος που χρειάζεται για την εκπομπή του σήματος για την ώρα είναι ιδιαίτερων απαιτήσεων. Τα βοηθητικά γυαλιά είναι ακριβά και χρειάζονται επαναφόρτιση (Εικόνα_5.14).

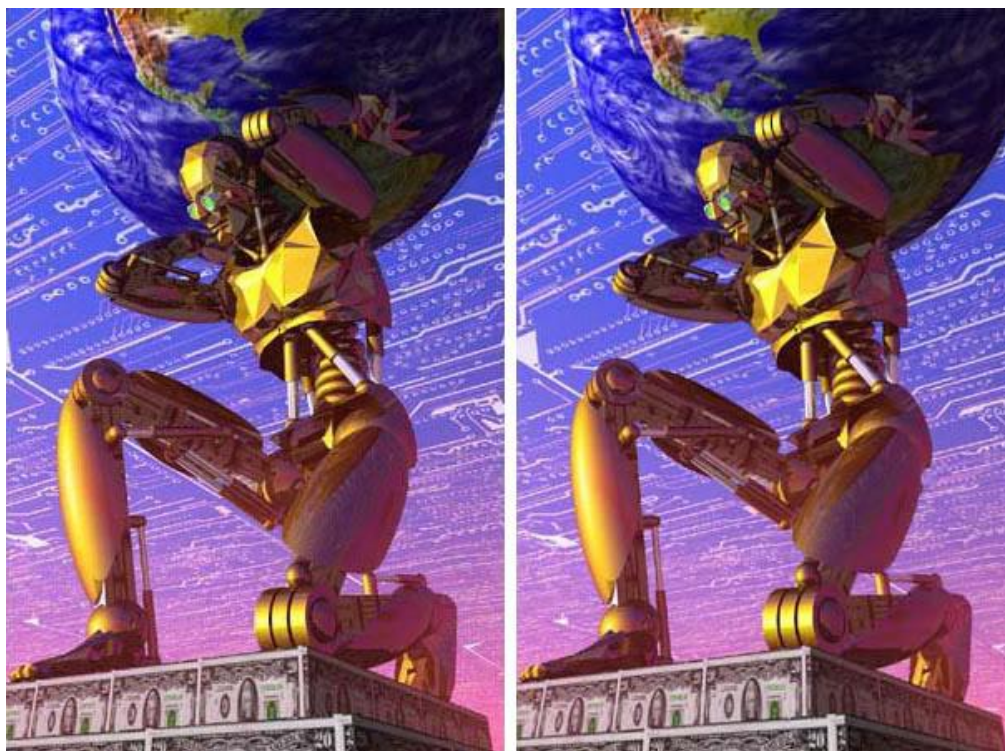


Εικόνα_5.14: Προβολή με ενεργά κλείστρα

ΠΗΓΗ: <http://greekstars.co/greekstars/index.php?showtopic=22698>

ΠΟΛΥΠΡΙΣΜΑΤΙΚΟΙ

Το σύστημα πολυπρισματικών φακών είναι επίσης γνωστό και σαν αυτοστερεοσκοπικό διότι δεν απαιτεί την χρήση βοηθητικών γυαλιών. Μακροπρόθεσμα θεωρείται από πολλούς ως η πλέον ενδεδειγμένη τεχνολογία 3διάστατης προβολής και χρησιμοποιείται ήδη σε ορισμένα πρωτότυπα μοντέλα. Το σύστημα αυτό δεν απαιτεί την χρήση βοηθητικών γυαλιών οποιουδήποτε τύπου. Έτσι δεν υπάρχουν απώλειες σε λαμπρότητα της εικόνας ούτε χρωματική υποβάθμιση. Κατά την αναπαραγωγή του αρχείου βίντεο η εικόνα εμφανίζεται δύο φορές στην οθόνη μας. Είτε η μία δίπλα στην άλλη (Side by Side ή Δίπλα-Δίπλα), είτε η μία κάτω από την άλλη (Up/Down ή Πάνω-Κάτω), όπως στην Εικόνα_5.15.



Εικόνα_5.15: Αυτοστερεοσκοπικό σύστημα

ΠΗΓΗ: <http://greekstars.co/greekstars/index.php?showtopic=22698>

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ_5.5.2.

Ο εξοπλισμός για να γίνει δυνατή η προβολή εικόνας σε στερεοσκοπικό 3D, είναι αρχικά μια τηλεόραση ή οθόνη Η/Υ η οποία θα υποστηρίζει την 3D τεχνολογία (3D TV) και Blu-ray player. Στην περίπτωση της οθόνης ηλεκτρονικού υπολογιστή μ' αυτή την τεχνολογία, θα πρέπει να τη συνοδεύει εξοπλισμός 3D VISION της NVidia το οποίο περιλαμβάνει τα γυαλιά 3D (Εικόνα_5.16), και μια καλή κάρτα γραφικών. Βέβαια υπάρχουν και οι έτοιμες λύσεις όπως φορητοί υπολογιστές με τεχνολογία 3D (Εικόνα_5.17).

Στη συνέχεια θα πρέπει οπωσδήποτε να είναι εγκατεστημένα στο λογισμικό του υπολογιστή τα Windows Vista ή 7, οι τελευταίοι οδηγοί (drivers) της NVidia κάρτας γραφικών σου, καθώς επίσης και το πρόγραμμα NVidia 3D Vision Video Player (που βρίσκεται δωρεάν στην ιστοσελίδα της nVidia) ή την τελευταία έκδοση του προγράμματος Cyberlink PowerDVD 10, και την τελευταία έκδοση του πακέτου K-Lite Codec Pack.

Χαρακτηριστικά NVIDIA 3D VISION*Γυαλιά*

- ❑ Σύνδεσιμότητα: Ασύρματος δέκτης υπερύθρων, με εμβέλεια απο 45 εκ. μέχρι 4,5 μέτρα.
- ❑ Τροφοδοσία: Επαναφορτιζόμενη μπαταρία μέσω USB, με αυτονομία 40 ωρών για κάθε πλήρη φόρτιση.
- ❑ Ενδείξεις: Πράσινο και κοκκίνο LED για ένδειξη επιπέδου μπαταρίας. Πορτοκαλί LED για ένδειξη φόρτισης μπαταρίας.
- ❑ Διαστάσεις: 20,3 x 16,6 x 8,2 εκ.
- ❑ Βάρος: 50 γρ.

Πομπός υπερύθρων

- ❑ Εμβέλεια: Απο 45 εκ. μέχρι 4,5 μέτρα.
- ❑ Πλήκτρα: Φωτιζόμενο πλήκτρο NVIDIA 3D Vision on/off, περιστροφικό πλήκτρο ρύθμισης βάθους.
- ❑ Συνδεσιμότητα: Μέσω USB 2.0 mini-B για την σύνδεση στον υπολογιστή, VESA Stereo Cable Port για σύνδεση με DLP HDTV.
- ❑ Διαστάσεις: 6,3 x 6,3 x 3,8 εκ.
- ❑ Βάρος: 47 γρ.

Πρόσθετα χαρακτηριστικά

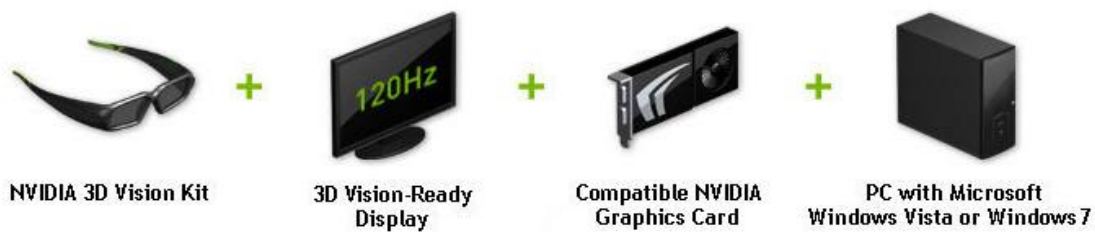
- ❑ Μετατρέπει αυτόματα πάνω απο 350 τίτλους παιχνιδιών σε στερεοσκοπικά 3D χωρίς να χρειαστεί να βάλετε ειδικά ratches.
- ❑ Υψηλής ποιότητας στερεοσκοπική 3D λύση.
- ❑ Σχεδιασμένα για λειτουργία με DLP 1080p HDTVs, 120Hz LCD οθόνες, και DepthQ HD 3D προβολείς.



Εικόνα_5.16: Γυαλιά της NVIDIA

ΠΗΓΗ: <http://www.nvidia.com/>

Οπότε συνοψίζοντας οι απαιτήσεις για την προβολή στερεοσκοπικής εικόνας και κατ' επέκταση βίντεο είναι: καταρχάς μία κάρτα γραφικών της NVIDIA, εγκατεστημένους τους νεότερους drivers της εταιρείας (τουλάχιστον την έκδοση 275), οθόνη, φορητό ή βιντεοπροβολέα που να υποστηρίζει την προβολή 3D βίντεο (3D Vision) αλλά και εγκατεστημένο τον internet explorer, Firefox 4 (που έχει την δυνατότητα για streaming HTML5). Με τις παραπάνω απαιτήσεις δεν έχετε παρά να αγοράσετε τα ειδικά γυαλιά και να “μπείτε” για τα καλά στον κόσμο του 3D.



Εικόνα_5.17: Εξοπλισμός της NVIDIA

ΠΗΓΗ: <http://www.nvidia.com/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ_6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η έκρηξη των εφαρμογών επιστημονικής οπτικοποίησης (scientific visualization), η οποία συντελείται παγκόσμια τα τελευταία χρόνια, έχει δημιουργήσει ένα ισχυρότατο εργαλείο για την μεταφορά γνώσεων από τον κάθε επιστημονικό κλάδο προς τα άλλα μέλη του κλάδου, αλλά και προς το ευρύ κοινό, με έναν τρόπο που συνδυάζει την ακρίβεια μηχανικού σχεδίου με την αμεσότητα της εικόνας, μέσω της οποίας ο σύγχρονος άνθρωπος έχει συνηθίσει να λαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος των καθημερινών πληροφοριών του.

Η έκρηξη αυτή, έχει, την δεδομένη χρονική στιγμή, παραγάγει μια σειρά εξειδικευμένων εφαρμογών software, ιδιαίτερα εξελιγμένων τεχνολογικά, οι οποίες, παρόλα αυτά, απαιτούν εκτεταμένη έρευνα τόσο για τον τρόπο με τον οποίο θα ενσωματώσουν και αναπαράξουν τις ιδέες και τις έννοιες που επικοινωνεί ο χρήστης τους, όσο και για τον συνδυασμό των διαφορετικών format σε ένα ενιαίο σύνολο, χωρίς να γίνονται συμβιβασμοί στην ακρίβεια ή την αμεσότητα του τελικού αποτελέσματος. Το γεγονός αυτό, ανάγει την έρευνα στο πεδίο της εικονικής πραγματικότητας σε ένα δυναμικό κλάδο κάθε τεχνολογικής κατεύθυνσης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η ανάπτυξη μιας εφαρμογής στερεοσκοπικού και τρισδιάστατου περιβάλλοντος, με στόχο την εισαγωγή του κοινού στις νέες μορφές υπόγειας ανάπτυξης, καθώς και της σωστής συμπεριφοράς ασφαλείας στους χώρους αυτούς, πρέπει να συνδυάζει αρμονικά τη συσσωρευμένη γνώση και εμπειρία της σχολής των Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, με τις τελευταίες τεχνολογίες στο χώρο των τρισδιάστατων γραφικών.

Έτσι, με σκοπό τη δημιουργία ενός τελικού αποτελέσματος το οποίο θα μπορέσει να χρησιμοποιηθεί ως βάση για το σύνολο της ενημέρωσης των επισκεπτών του Τεχνολογικού και Πολιτιστικού πάρκου του Λαυρίου, τόσο σε θέματα τεχνικά, λειτουργίας και πολύ περισσότερο ασφαλείας, επιχειρήθηκε

σε πρώτη φάση η αποτίμηση της σύγχρονης τεχνολογίας αιχμής και στη συνέχεια η ενσωμάτωση τους στην ήδη σημαντική εμπειρία του Εργαστηρίου Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής , σε θέματα τρισδιάστατων εφαρμογών και διαδραστικών περιβαλλόντων. Στην συνέχεια, μέσα από την έρευνα αυτή, γεννήθηκε η φιλοδοξία για την δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού, το οποίο θα προάγει και θα αναδεικνύει την υπόγεια ανάπτυξη μέσα από την ανάδειξη του ιδιαίτερου αυτού υπογείου χώρου.

Σήμερα η ανάπτυξη των τεχνολογιών που περιγράψαμε παραπάνω, βρίσκεται σε ένα ιδιαίτερο σημείο, καθώς οι πολλές καινούριες τεχνικές αλλάζουν τον τρόπο που το τεχνικό αλλά και το γενικό κοινό επικοινωνούν, ενώ παράλληλα προσφέρουν εύφορο έδαφος σε κάθε επιστημονικό κλάδο να αναπτύξει νέες εφαρμογές, οι οποίες θα εξυπηρετούν του σκοπούς και τους στόχους του. Στόχος της διπλωματικής αυτής, ήταν η αρχή μιας έρευνας για τις ωφέλειες που η υιοθέτηση των καινούριων μέσων μπορεί να φέρει στον κλάδο των υπογείων έργων. Καθώς η εκρηκτική ανάπτυξη στον τομέα της εικονικής πραγματικότητας αναμένεται να συνεχιστεί ή ακόμα και να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια, είναι σίγουρο ότι καινούρια στοιχεία και βελτιώσεις θα μπορέσουν να προστεθούν στο αποτέλεσμα της διπλωματικής αυτής.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ_

_Ζερβαδινός Μ., « Εξέταση των Δυνατοτήτων Επέκτασης του Υπογείου Χώρου Διάθεσης Επικίνδυνων Αποβλήτων στο Χώρο του Τεχνολογικού Πολιτιστικού Πάρκου Λαυρίου, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2011

_Καλιαμπάκος Δ., «Σημειώσεις Μαθήματος Υπόγεια Έργα», Αθήνα 2003

_Καλιαμπάκος Δ., «Ειδικά υπόγεια έργα: Ένα πεδίο δυναμικής ανάπτυξης της Μεταλλευτικής», Μάιος, 2003

_Καλιαμπάκος Δ., «Εισαγωγή στην Έννοια της Υπόγειας Ανάπτυξης. Σημειώσεις για το μάθημα Υπογείων Έργων», Αθήνα 2009

_Καλιαμπάκος Δ., Μπέναρδος Α., «Σχεδιασμός & Οικονομικοτεχνική Αξιολόγηση Ειδικών Υπογείων Έργων», Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2009

_Κουφόπουλος Ι., «Εικονική πραγματικότητα και εκπαίδευση», http://edumedia.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=11&Itemid=25, 2004

_Κυρίσης Φ., «Καθορισμός Διαδικασιών Εκπόνησης Σχεδίου Εκκένωσης σε Υπόγειο Χώρο με Εξέταση Ιδιαίτερων Χαρακτηριστικών. Παράδειγμα Εφαρμογής στον Υπόγειο Χώρο του Τεχνολογικού Πάρκου Λαυρίου», Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2010

_Κωστάρας Γ., «Εικονική Πραγματικότητα», 2001

_Μπενάρδος Α., Βαντόλας Β., Τσατσανίφου Χ., Ψαρρόπουλος Π., Παναγιώτου Μ., Καλιαμπάκος Δ., «Γεωλογικά και Γεωτεχνικά Προβλήματα κατά την Κατασκευή Πρώτου Υπόγειου Χώρου Αποθήκευσης Επικίνδυνων Αποβλήτων στην Ελλάδα, Ε.Μ.Π., Βόλος, 2010

_Σοφός Ν., «Εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας στα υπόγεια έργα», Αθήνα, 2003

_Τερεζόπουλος Ν., «Εκμετάλλευση Μεταλλείων ΙΙ», Τμήμα Μηχ. Μεταλλείων - Μεταλλουργών ΕΜΠ., 2000

_Χαρίτος Δ., Μαρτάκος Δ., Εικονική Πραγματικότητα, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών, Β' Εξάμηνο, Τμήμα Πληροφορικής Πανεπιστημίου Αθηνών, 1999

_Χελιουδάκη – Βαρδή Α., «Ανάπτυξη Περιβάλλοντος Εικονικής Πραγματικότητας στο Αρχαίο Λαύριο: Η Κατασκευή του Αττικού Τετράδραχμου», Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2008

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ_

_Kaliampakos, D.C., Sofos, N.I., Benardos, A.G., "3D Visualization in Underground Space Development", 10th ACUUS International Conference: "Underground Space: Economy and Environment", 24-28 January, Moscow, pp. 94-98, 2005

_Kaliampakos, D.C., Benardos, A.G., Mavrikos, A.A., "Underground oil storage perspectives in Greece", International Symposium on Geotechnological Issues of Underground Space Use, 26-29 June, Dnipropetrovsk, Ukrain, 2001

_Keiji YANO, Tomoki NAKAYA, Yuzuru ISODA Yutaka TAKASE, "Virtual Kyoto: restoring historical urban landscapes using VR technologie", Kyoto, Japan, 2004

_Lidunn Mosaker, "Visualising historical knowledge using virtual reality technology", 2001

_Marcelo Zuffo, Marcio Cabral, Leonardo Nomura, Mario Nagamura, Fernanda Andrade, Silvia Ghirotti, Olavo Belloc, "X3D Experiences on Historical Architectural Digital Reconstruction: A Case Study of S~ao Paulo city in 1911", 2007

_Norbert T. Rempe, "Deep Geologic Repositories", 2008

_Sandstrom G.E., "The History of Tunnelling", Barrie & Rockliff, London, 1963

_Traill.D., Bowskill.J., & Lawrence.P., "Interactive collaborative media environments", BT Technology Journal, Vol. 15, No. 4, pp.130-139, October 1997

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ_

_http://www.metal.ntua.gr/uploads/2547/Simeioseis_UnderWorks.pdf

_http://www.ltp.ntua.gr/

_http://en.wikipedia.org/wiki/Deep_geological_repository

_http://books.google.com/books?id=wAHdBDxJXrgC&pg=PA31&lpg=PA31&dq=zielitz+und+erground+waste+disposal+plant&source=bl&ots=CmwO5oMizR&sig=KrAlkUho9_9ZkVdUu9pBZyuOrE&hl=el&ei=1N9kS7HkJImK_Abi76SABA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=7&ved=0CCoQ6AEwBg#v=onepage&q=zielitz%20underground%20waste%20disposal%20plant&f=false

_http://www.huntmidwest.com/subtropolis/index.html

_http://en.wikipedia.org/wiki/File:Subtropolis

_http://www.eurotrib.com/story/2006/8/13/184016/739

[_http://www.itc-school.org/newsletters/newsletter_01/index.html](http://www.itc-school.org/newsletters/newsletter_01/index.html)
[_http://www.ltp.ntua.gr/lavrion_park/history/history2/](http://www.ltp.ntua.gr/lavrion_park/history/history2/)
[-http://www.ltp.ntua.gr/lavrion_park/photogallery](http://www.ltp.ntua.gr/lavrion_park/photogallery)
[_http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/3616/3/kyritsisf_evacuationplans.pdf](http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/3616/3/kyritsisf_evacuationplans.pdf)
[_http://www.cosmo.gr/Health/273259.html](http://www.cosmo.gr/Health/273259.html)
[_http://www.oocities.org/jkostaras/vr.html](http://www.oocities.org/jkostaras/vr.html)
[_http://www.sv.vt.edu/future/vt-cave/whatis/](http://www.sv.vt.edu/future/vt-cave/whatis/)
[_http://www.hitechreview.com/tv/viewsonic-pgd-150-active-stereographic-3d-shutter-glasses/23740/](http://www.hitechreview.com/tv/viewsonic-pgd-150-active-stereographic-3d-shutter-glasses/23740/)
[_http://www.schools.ac.cy/gym-sol-nic/ergasies/2004/virtualreality.htm](http://www.schools.ac.cy/gym-sol-nic/ergasies/2004/virtualreality.htm)
[_http://www.vrealities.com/spacemouse.html](http://www.vrealities.com/spacemouse.html)
[_http://www.schools.ac.cy/gym-sol-nic/ergasies/2004/virtualreality.htm](http://www.schools.ac.cy/gym-sol-nic/ergasies/2004/virtualreality.htm)
[_http://www-vrl.umich.edu/intro/](http://www-vrl.umich.edu/intro/)
[_http://www.slashgear.com/augmented-reality-app-for-iphone-3gs-makes-it-to-app-store-video-2653808/](http://www.slashgear.com/augmented-reality-app-for-iphone-3gs-makes-it-to-app-store-video-2653808/)
[_http://www.ritsumei.ac.jp/eng/html/research/areas/feat-projects/human/06-02-virtual.html/](http://www.ritsumei.ac.jp/eng/html/research/areas/feat-projects/human/06-02-virtual.html/)
[_http://www.hellenic-cosmos.gr](http://www.hellenic-cosmos.gr)
[_http://www.sdtv.gr/smf/archive.php?topic=20866.0](http://www.sdtv.gr/smf/archive.php?topic=20866.0)
[_http://greekstars.co/greekstars/index.php?showtopic=22698](http://greekstars.co/greekstars/index.php?showtopic=22698)
[_http://www.nvidia.com/](http://www.nvidia.com/)

