Μιχαηλίδου, Α., **Οικονομίδης, Α.Α.** & Γεωργιάδου, Ε.: **Συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα και χρήση τους στην εκπαιδευτική διαδικασία- ενδεικτικές αναλύσεις και συγκρίσεις.** *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση και στην Εκπαίδευση από Απόσταση*, σελ, 130-147, Πανεπιστήμιο Κρήτης 2001.

Συνεργατικά Εικονικά Περιβάλλοντα και χρήση τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ενδεικτικές αναλύσεις και συγκρίσεις.

Μιχαηλίδου Άννα,
εκπαιδευτικός δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Πληροφορική, Μεταπτυχιακή φοιτήτρια στο Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στα Πληροφοριακά Συστήματα του Πανεπιστημίου Μακεδονίας, Γρ. Λαμπράκη 25, Θεσσαλονίκη 54638, τηλ.: 031-947272, email: michan@uom.gr
Δρ. Οικονομίδης Αναστάσιος,
Επίκουρος καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Εγνατίας 146, Θεσσαλονίκη 54006, τηλ: 031-891799, Fax: 031-891750, email: economid@uom.gr
Δρ. Γεωργιάδου Ελισάβετ,
εκπαιδευτικός δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ερευνήτρια στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Παπακυριαζή 12, Θεσσαλονίκη 54645, τηλ: 031-863716, e-mail: elisag@otenet.gr

Λέξεις κλειδιά: συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα, εκπαιδευτική διαδικασία, εικονική πραγματικότητα

Περίληψη: *Η αλματώδης ανάπτυξη που παρατηρείται στις δικτυακές και επικοινωνιακές τεχνολογίες οδηγεί στην ολοένα αυξανόμενη χρήση τους σε πολλούς και διαφορετικούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Μια από τις τεχνολογίες που παρουσιάζει ενδιαφέρον είναι τα Συνεργατικά Εικονικά Περιβάλλοντα (Collaborative Virtual Environments) που χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια σε διάφορους τομείς, όπως τηλε εργασία, τηλε εκπαίδευση, για στρατιωτικούς σκοπούς, κ.τ.λ. Στην παρακάτω ανάλυση γίνεται προσπάθεια αναφοράς των βασικών, καθώς και κάποιων συγκριτικών στοιχείων που αφορούν εικονικά συνεργατικά περιβάλλοντα. Επίσης, παρουσιάζεται και ένα μοντέλο αξιολόγησής τους, που δημιουργήθηκε με κοινό άξονα τη χρήση τους για εκπαιδευτικούς σκοπούς.*
Abstract: *The evolving growth that occurs in network and communication technologies leads to their enhanced usage in many and different aspects of human activity. One of the technologies that show great interest is Collaborative Virtual Environments. It is being used in various aspects, such as teleworking, tele-education, for military purposes, e.t.c. In the following analysis, there has been an effort to analyze some of the basic and also some comparative elements concerning virtual learning environments. Additionally, we present an evaluation model that is based in their educational usage.*

1. Εισαγωγή

Στην εποχή μας οι τεχνολογίες της πληροφορίας και επικοινωνίας (Information Communication Technologies - ICT) έχουν γίνει θεμελιώδεις όσον αφορά την εκπαιδευτική διαδικασία. Τα συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα αποτελούν μια νέα τεχνολογία που μπορεί να αποδειχτεί εξαιρετικά χρήσιμη στον τομέα της εκπαίδευσης, αφού συνδυάζει τόσο τους νέους τρόπους παρουσίασης των μαθημάτων (πολυμέσα, Internet, προγράμματα προσομοίωσης κ.τ.λ.) σε ένα εικονικό περιβάλλον τάξης ή σχολείου, όσο και τη δυνατότητα σύγχρονης ή ασύγχρονης επικοινωνίας μεταξύ των συμμετεχόντων, δασκάλων - μαθητών ή και των μαθητών μεταξύ τους.

2. Βασικά στοιχεία που αφορούν τα Συνεργατικά Εικονικά Περιβάλλοντα

Το COVEN [1] είναι ένα πρόγραμμα, που χρηματοδοτείται από την EC ACTS και επικεντρώνεται στην ανάπτυξη εικονικών περιβαλλόντων (π.χ. για τηλε εργασία, τηλε εκπαίδευση κ.τ.λ.). Το πρόγραμμα συνενώνει τεχνικές επικοινωνιών, συνεργατική εργασία υποστηριζόμενη από υπολογιστή, εικονική πραγματικότητα και animation για την υποστήριξη κατανεμημένων εικονικών περιβαλλόντων (wide distributed virtual environments). Τέτοιου είδους εικονικά περιβάλλοντα επιτρέπουν σε ομάδες που βρίσκονται σε γεωγραφικά απομονωμένες περιοχές να συνεργαστούν, συνυπάρχοντας σε κοινούς εικονικούς χώρους. Τα συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν όπως παρακάτω:

I. Εικονικά περιβάλλοντα προβολής (Projection - based virtual environments) (Εικόνα 1).
Το περιβάλλον CAVE έχει σχεδιαστεί στο Πανεπιστήμιο του Illinois. Το CAVE προβάλει στερεοσκοπικές εικόνες, τέτοιες ώστε να μπορούν αρκετοί άνθρωποι να εμφανίζονται μέσα.

<u>Εικόνα 1. :</u> Άποψη του περιβάλλοντος CAVE.
(*Πηγή*: http://www.evl.uic.edu/pape/CAVE/)

II. Εικονικά περιβάλλοντα οθόνης (Screen based virtual environments)
3D στερεοσκοπικές εικόνες μπορεί να δημιουργηθούν και σε μια συνηθισμένη οθόνη σταθμού εργασίας. Το αποτέλεσμα της τρισδιάστατης παρουσίασης μπορεί να πραγματοποιηθεί με πολλούς τρόπους. Μια αρκετά συνηθισμένη μέθοδος είναι η χρήση ειδικών γυαλιών (CrystalEyes LCD shutter glasses), τα οποία επιτρέπουν στο μάτι να βλέπει απόψεις που δίνουν μια τρισδιάστατη εντύπωση. Αυτό μπορεί να συνδυαστεί με τη δυνατότητα να βλέπει κάποιος γύρω από αντικείμενα.

III. Εικονικά περιβάλλοντα για πολλούς θεατές (multi-spectator virtual environments)
Πολλοί άνθρωποι μπορούν να έχουν αίσθηση του περιβάλλοντος, αλλά μόνο ένα άτομο μπορεί να αλληλεπιδρά με αυτό.

IV. Εικονικά περιβάλλοντα για πολλούς χρήστες (multi-user virtual environments)
Πολλοί χρήστες μπορούν ταυτόχρονα να είναι παρόντες και να αλληλεπιδρούν με το εικονικό περιβάλλον.

V. Εικονικά περιβάλλοντα σε δίκτυο (networked virtual environments)
Πολλοί χρήστες που κατανέμονται σε ένα δίκτυο μπορούν να συμμετέχουν σε ένα κοινό εικονικό περιβάλλον. [1]

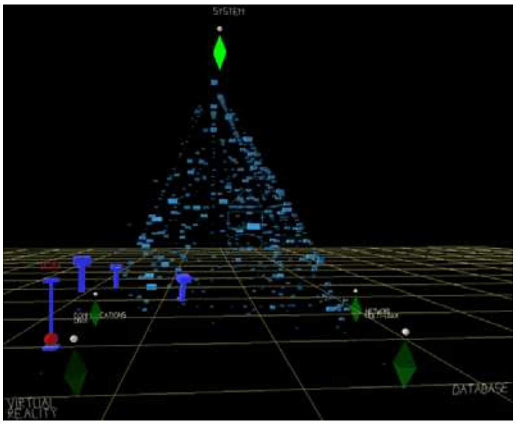
⇒ DIVE ⇒ BrickNet
⇒ MASSIVE ⇒ SPLINE
⇒ NPSNET ⇒ VLNET
⇒ VEOS ⇒ VISTEL

Αυτό που προσφέρεται από τα περιβάλλοντα που υποστηρίζουν συνεργατικότητα (Computer-Supported Cooperative Work (CSCW)) είναι :

- η δυνατότητα να παρουσιαστεί μεγάλη ποσότητα πληροφορίας
- ο φυσικός τρόπος αλληλεπίδρασης πολλών χρηστών
- ο φυσικός τρόπος δημιουργίας δραστηριοτήτων

Άλλη μια εφαρμογή που αφορά συνεργατικά περιβάλλοντα είναι οι λεγόμενοι κατοικημένοι χώροι [2] (Polulated Information Terrains - PITs). Πρόκειται για εφαρμογές (Εικόνα 2) στις οποίες οι χρήστες ενημερώνονται ο ένας για την παρουσία και τις δραστηριότητες του άλλου. Οι συμμετέχοντες μπορεί να μη βλέπουν το εικονικό περιβάλλον με τον ίδιο τρόπο. Στο πρόγραμμα Greenspace χρησιμοποιήθηκε τηλεσυνδιάσκεψη, ανάμεσα σε ένα Ινστιτούτο στο Seattle και ένα ερευνητικό κέντρο στο Τόκιο (Εικ. 3).

[1] (Περισσότερες πληροφορίες για τα δικτυακά εικονικά περιβάλλοντα που αναφέρονται παραπάνω μπορούν να ληφθούν στις αναφορές [2] - [8]).



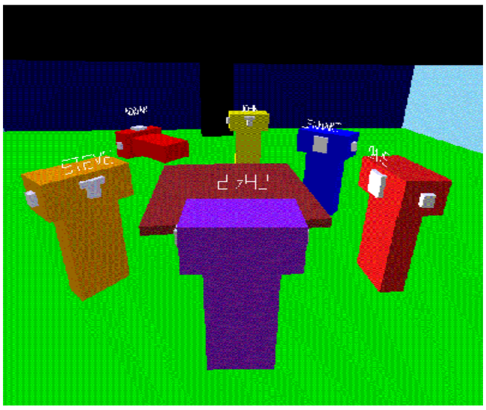
Εικόνα 2. : Μια παράσταση 1500 βιβλιογραφικών αναφορών που παρουσιάζονται στο χώρο με βάση κάποιες λέξεις κλειδιά.
(*Πηγή*: http://www.crg.cs.nott.ac.uk/research/applications/pits/)

Στα εικονικά περιβάλλοντα, ο ρεαλισμός είναι βασικός [2]. Οι περισσότερες εφαρμογές εικονικών περιβαλλόντων βασίζονται σε βασικές αρχές αντίληψης, όπως η προοπτική, οι διαφοροποιήσεις στο χρώμα και στο σχήμα, η αντίληψη του ήχου στο χώρο, κ.τ.λ. Σε ένα συνεργατικό εικονικό περιβάλλον (Collaborative Virtual Environment CVE) η αντίληψη (awareness) είναι πολύ σημαντικός παράγοντας. Η αντίληψη, σύμφωνα με τον Greenhalgh, [2] είναι η σχέση που υπάρχει ανάμεσα στον παρατηρητή και σε ένα αντικείμενο.

Σε ένα συνεργατικό εικονικό περιβάλλον, ένας χρήστης πρέπει να είναι ενήμερος για τις ενέργειες των άλλων χρηστών (οι αναπαραστάσεις τους γίνονται με avatars) καθώς και για άλλα ¨αυτόνομα¨ αντικείμενα που βρίσκονται στον εικονικό κόσμο. Μια τέτοια κατάσταση, ονομάζεται επαυξημένη αντίληψη (enchanted awareness), αφού στην πραγματικότητα, οι άνθρωποι έχουν πλήρη έλεγχο της θέσης τους στο χώρο και της άποψης του κόσμου μέσα στον οποίο βρίσκονται.

Εικόνα 3. : Συνεργατικά περιβάλλοντα: αριστερά παριστάνεται η άποψη στο Seattle και δεξιά αυτή στο Τόκιο.
(*Πηγή*: http://www.hitl.washington.edu/projects/greenspace/)

Η κατηγορία Εικονικών Εργαστηρίων και Δωματίων (Virtual Labs and Rooms) [4] περιλαμβάνει εργαλεία που επιτρέπουν στους χρήστες να συμμετέχουν σε εικονικούς κόσμους και να διαχειρίζονται αντικείμενα με άλλους χρήστες παρόντες στον ίδιο χώρο. Τυπικά, οι χρήστες αναπαριστάνονται στο περιβάλλον με ανθρώπινες μορφές. Ένα ακόμη παράδειγμα εικονικού περιβάλλοντος για πολλούς χρήστες αποτελεί το DIVE όπου οι χρήστες χρησιμοποιούν ένα τρισδιάστατο χώρο για να κινούνται, να βλέπουν και να αλληλεπιδρούν με άλλους χρήστες. Σχετικά με το σύστημα MASSIVE, προσφέρεται αλληλεπίδραση παρέχοντας τρισδιάστατα γραφικά, κείμενο, επικοινωνία πραγματικού χρόνου με ήχο κ.τ.λ.. Η εικόνα 4 δείχνει ένα περιβάλλον που πραγματοποιήθηκε στο MASSIVE όπου συμβαίνει συνδιάσκεψη μεταξύ έξι μελών. Οι αναπαραστάσεις με ¨αυτιά¨ δηλώνουν χρήστες που μπορούν να ακούνε και διαφοροποιούνται από αυτούς που χρησιμοποιούν μόνο κείμενο.



Εικόνα 4. : Συνεργατικό περιβάλλον που αναπτύχθηκε στο MASSIVE.
(*Πηγή*: http://www.crg.cs.nott.ac.uk/research/systems/MASSIVE/)

Έχει αναφερθεί ότι τα τρέχοντα CVEs περιβάλλοντα υποστηρίζουν το αξίωμα What-You-See-Is-What-I-See (WYSIWIS) [6]. Παρόλα αυτά, το περιβάλλον επικοινωνίας του χρήστη και η πολιτική WYSIWIS δεν συνεργάζονται σωστά πάντοτε. Γίνεται προσπάθεια για τη δημιουργία μοντέλων που θέτουν τέτοιες ρυθμίσεις ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί το περιβάλλον επικοινωνίας κάθε χρήστη, με σκοπό να μεταφέρει τα δεδομένα σωστά σε αυτό το χρήστη. Μια τρισδιάστατη άποψη αυτού του εγχειρήματος ονομάζεται SOLVEN (SOL Virtual Environment ExtensioN). Ένα παράδειγμα όπου χρειάζεται πολλοί χρήστες να ¨βλέπουν¨ το ίδιο μοντέλο του 3D κόσμου, αλλά με μικρές διαφορές είναι η εικονική πόλη (Shared virtual city), όπου πολλοί χρήστες χρειάζεται να μοιραστούν το ίδιο μοντέλο μιας εικονικής πόλης για διάφορους σκοπούς. Για παράδειγμα, μερικοί, μπορεί να θέλουν να κάνουν μια εικονική ξενάγηση στην πόλη. Για την περίπτωση αυτή, κατά τη διάρκεια της ξενάγησης μπορεί να εμφανίζονται κάποια σημεία ενδιαφέροντος τα οποία αφορούν μόνο αυτούς τους χρήστες που κάνουν την ξενάγηση. Οι άλλοι χρήστες δεν θα μπορούν να τα βλέπουν.

3. Χρήση των συνεργατικών εικονικών περιβαλλόντων για εκπαιδευτικούς σκοπούς

Η τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας έχει προταθεί σα σπουδαίο τεχνολογικό πλεονέκτημα που μπορεί να προσφέρει σημαντική υποστήριξη στην εκπαίδευση. [9] Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους η εικονική πραγματικότητα και ειδικότερα τα συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να βοηθήσουν στην εκπαίδευση ή στη μάθηση. Μια από τις μοναδικές δυνατότητες που προσφέρονται είναι η οπτικοποίηση ιδεών, η παρακολούθηση γεγονότων σε διαστάσεις ατόμου ή πλανητικές (κάτι που δεν είναι εύκολο να παρασταθεί με διαφορετική τεχνολογία) και η αλληλεπίδραση σε ένα εικονικό περιβάλλον.

Η δυνατότητα της VR τεχνολογίας για την υποστήριξη εκπαιδευτικών σκοπών είναι ευρέως αναγνωρισμένη. Υπάρχουν πολλά προγράμματα που σχεδιάστηκαν για τη μύηση τόσο των καθηγητών όσο και των σπουδαστών στις νέες δυνατότητες της τεχνολογίας. Ένα ερώτημα που προκύπτει, αφορά το πώς μπορεί να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα και χρηστικότητα της νέας τεχνολογίας στα συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα μάθησης. Η ανάπτυξη εικονικών κόσμων μπορεί να είναι αποδοτική σε θέματα εκπαίδευσης. Η έρευνα έχει δείξει ότι οι σπουδαστές που χρησιμοποιούν τη VR τεχνολογία έχουν τουλάχιστον ίση ή και καλύτερη απόδοση σε σχέση με αυτούς που χρησιμοποιούν τους παραδοσιακούς τρόπους μάθησης. Άλλες μελέτες έδειξαν ότι οι εφαρμογές που ενσωματώνουν το συμμετέχοντα (immersion) έχουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα από αυτές που δεν υποστηρίζουν ενσωμάτωση (ένας από τους παράγοντες κλειδιά είναι η αλληλεπίδραση).

Η εργασία σε έναν εικονικό κόσμο αποτελεί διασκέδαση για τους σπουδαστές και αυτή η εμπειρία μπορεί να προσδώσει ισχυρό κίνητρο για μάθηση. Ο ρόλος των καθηγητών στην αίθουσα αλλάζει. Από το μοντέλο του καθηγητή που έχει όλες τις απαντήσεις γίνεται μετάβαση στο ρόλο αυτού που βοηθά τους μαθητές στην εξερεύνηση των νέων κόσμων και στο κτίσιμο των ιδεών που προκύπτουν από αυτή την εξερεύνηση. Οι πολυχρηστικοί κατανεμημένοι εικονικοί κόσμοι αποτελούν μια από τις πιο ενδιαφέρουσες δυνατότητες, σχετικά με τη χρήση διαμοιραζόμενων εικονικών χώρων για εκπαίδευση από απόσταση και συνεργατική μάθηση. Ένα πολυχρηστικό και κατανεμημένο ή δικτυακό εικονικό περιβάλλον (multi-user and Distributed or Networked Virtual Environment-mDVE or NVE) επιτρέπει σε ένα σύνολο από γεωγραφικά απομακρυσμένους χρήστες να αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο. Τέτοιες εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία συνεργασίας και εκπαίδευσης, αφού επιτρέπουν σε μαθητές και καθηγητές να λαμβάνουν μέρος σε εικονικές συναντήσεις, σεμινάρια και διαλέξεις σε πραγματικό χρόνο.

4. Συγκρίσεις που αφορούν συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα. Δημιουργία ενός μοντέλου αξιολόγησης

Ο παρακάτω πίνακας είναι συγκριτικός για συστήματα NVEs [11].

NVE	User representation	Audio comm.	Text comm.	Gestural comm.	Facial comm.	Network topology	Space structure	Origin
NPSNET	articulated rigid segment body	Yes	Yes	predefined gestures/ behaviours	No	multicast	uniform	Naval Postgraduate School, Monterey CA, USA
DIVE	articulated rigid segment body	Yes	Yes	predefined gestures	No	multicast	dynamic	Swedish Institute of Computer Science, Stockholm, Sweden
BrickNet	none	N/A	N/A	No	No	multiple servers	separate servers	National University of Singapore
MASSIVE	simple block like structure	Yes	Yes	No	No	multicast	dynamic	University of Nottingham, UK
SPLINE	articulated rigid segment body	Yes	N/A	No	No	malticast	free	Mitsubishi Electric Research Labs, Cambridge MA, USA
VLNET	fully virtual humans (avatars and autonomous)	Yes	Yes	Yes	Yes	client server portals (multiple servers developed)	portals	MIRALab, U. of Geneva, and EPFL Computer Graphics Lab, Switzerland
VISTEL	articulated rigid segment body	Yes	No	User wears magnetic trackers	User wears markers on the face	peer to peer	none	ATR Research Labs, Kyoto, Japan

Πίνακας 1. : Συγκρίσεις μεταξύ εικονικών περιβαλλόντων (*Πηγή*: [11])

Ο παραπάνω πίνακας περιλαμβάνει μερικά συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα (πρώτη στήλη) και παρουσιάζει συγκριτικά στοιχεία ανάλογα με τον τρόπο που παριστάνεται ο χρήστης (user representation), τα είδη της επικοινωνίας που υποστηρίζονται (audio - ήχος, text - κείμενο, με νοήματα - gestural, με κινήσεις του προσώπου - facial), την τοπολογία του δικτύου (network topology), τη δομή του χώρου (space structure) και την προέλευση (origin). Ο πίνακας 2 περιλαμβάνει στοιχεία για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν ενδεικτικά ορισμένα συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα. Μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση που αφορά τα συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα είναι αυτή που περιλαμβάνει μια συγκριτική ανάλυση σχετική με την αξιολόγηση των εκπαιδευτικών στόχων που εξυπηρετούνται. Φυσικά, για να μπορέσει να υλοποιηθεί μια τέτοια σύγκριση θα πρέπει να δομηθεί ένα πλαίσιο αξιολόγησης και να υπάρχουν συγκεκριμένες εφαρμογές που χρησιμοποιούνται για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το κονστρακτιβιστικό (constructivist) και διαλογικό (conversational) μοντέλο μάθησης [10].

Όνομα	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
NPSNET	• Το NPSNET πετυχαίνει να παρέχει αποτελεσματικά περιβάλλοντα NVE μεγάλης κλίμακας. • Χρησιμοποιεί αρχιτεκτονικές πολυεπεξεργασίας. • Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μια ομάδα από τεχνολογίες για αλληλεπίδραση με το VE.	• Δεν υποστηρίζεται η γενικότητα (generality) και η διαθεσιμότητα (portability) (μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε SGI υπολογιστές). • Δεν μπορούν να αναπτυχθούν εύκολα νέες εφαρμογές. • Υπάρχει πολυπλοκότητα και απαιτεί περισσότερη υπολογιστική ισχύ.
DIVE	• Παρέχει ένα γενικό και εύκολο στη χρήση περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών. • Απλοποιεί πολλές εφαρμογές VE μέσω του Tcl/DIVE toolkit.	• Απαιτεί καλή γνώση του toolkit για τον προγραμματισμό νέων συμπεριφορών για τις εφαρμογές. • Δεν παρέχει αποτελεσματική παρουσίαση αναπαραστάσεων των χρηστών και μηχανισμών επικοινωνίας μεταξύ των hosts.
MASSIVE	• Οι συμμετέχοντες που χρησιμοποιούν διάφορων τύπων εξοπλισμού (από απαιτητικά γραφικά μέχρι περιβάλλοντα επικοινωνίας κειμένου), μπορεί να είναι παρόντες στο ίδιο περιβάλλον και να επικοινωνούν μεταξύ τους. • Το χωρικό μοντέλο αλληλεπίδρασης (spatial model of interaction) επιτρέπει τη χαρτογράφηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των συμμετεχόντων.	• Δεν ευνοεί τη γρήγορη ανάπτυξη νέων προσομοιώσεων ή περιβαλλόντων. Επιπλέον, δεν μπορούν να παρασταθούν λεπτομέρειες στον τρόπο παρουσίασης των χρηστών.
SPLINE	• Το σύστημα αποδείχτηκε ότι έχει αποτελεσματικότητα σε εφαρμογές προσομοίωσης πτήσης. • Τα προβλήματα που παρουσιάζονται στην ολοκλήρωση της εφαρμογής μπορούν να αντιμετωπιστούν σχετικά εύκολα.	• Η αναπαράσταση των χρηστών παρουσιάζει απλή συμπεριφορά. • Οι συμμετέχοντες μπορούν να πλοηγηθούν και να αλληλεπιδράσουν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας ήχο (audio). • Η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον είναι ελάχιστη.
BrickNet	• Ελαττώνει τη δικτυακή επικοινωνία στη φάση της προσομοίωσης.	• Υπάρχει ανάγκη συγχρονισμού. • Θα πρέπει να χρησιμοποιείται η ειδική γλώσσα Starship, κάτι που μειώνει τη γενικότητα του συστήματος.

Πίνακας 2: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που αφορούν ορισμένα συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα. (*Πηγές:* [3], [4])

Μερικά από τα βασικά στοιχεία τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπόψη προκειμένου να δομηθεί η φόρμα σύγκρισης είναι τα παρακάτω:

Η δυνατότητα διαλόγου (Discursive)

- Οι απόψεις του μαθητή πρέπει να γίνονται σεβαστές από τον καθηγητή και αντίστροφα.
- Ο καθηγητής και οι μαθητές θα πρέπει να συμφωνήσουν στο ποιοι είναι οι εκπαιδευτικοί στόχοι που αφορούν ένα συγκεκριμένο θέμα

και ποια είναι τα καθήκοντα που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν.

- Ο καθηγητής θα πρέπει να προσφέρει ένα περιβάλλον στο οποίο οι σπουδαστές θα μπορούν να ενεργούν, να παράγουν ή να δέχονται ανάδραση (feedback) και γενικά να συμμετέχουν στην επίτευξη του σκοπού της μάθησης.

Η δυνατότητα προσαρμοστικότητας (Adaptive)

- Ο καθηγητής θα πρέπει να είναι σε θέση να προσαρμόζει το μάθημα σύμφωνα με τις ανάγκες που παρουσιάζει ο κάθε μαθητής και να διατηρεί ένα διάλογο με αυτόν.

Η δυνατότητα αλληλεπίδρασης (Interactive)

- Οι μαθητές θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδρούν με την εφαρμογή.
- Επίσης, θα πρέπει να υπάρχει προσεκτικά σχεδιασμένη ανάδραση που σχετίζεται με τις ενέργειες των μαθητών και εξυπηρετεί τους γενικούς σκοπούς της μάθησης.
- Οι μαθητές θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να επαναδομούν το παρουσιαζόμενο υλικό, να προσθέτουν δικές τους πηγές κ.τ.λ.. Εν συντομία, ο μαθητής δεν πρέπει να είναι παθητικός παρατηρητής του ¨μικρόκοσμου¨ που κατασκευάστηκε από τον καθηγητή αλλά θα πρέπει να λαμβάνει ενεργά μέρος στη δόμηση του κόσμου αυτού.

Η δυνατότητα ανάκλασης (Reflective)

- Ο καθηγητής θα πρέπει να υποστηρίζει εκείνη τη διαδικασία με την οποία οι σπουδαστές συνδέουν την ανάδραση των πράξεών τους με το στόχο που πρέπει να επιτευχθεί σε κάθε επίπεδο της μαθησιακής δομής.

Οι βασικές δραστηριότητες που αφορούν το αλληλεπιδραστικό μέσο είναι οι παρακάτω:

- Προσδιορισμός των στόχων- άποψη καθηγητή.
- Προσδιορισμός των στόχων- άποψη μαθητή.
- Καθορισμός των ενεργειών από τον καθηγητή.
- Αλληλεπίδραση με το μαθητή και λήψη ανάδρασης.
- Επαναπροσδιορισμός των δραστηριοτήτων του μαθητή ανάλογα με την ανάδραση που έχει λάβει.

Για την αξιολόγηση ενός συνεργατικού εικονικού περιβάλλοντος με τη χρήση του διαλογικού μοντέλου χρειάζεται να προσδιοριστεί ποια εργαλεία παρέχονται με το λογισμικό που χρησιμοποιείται ώστε να υποστηρίζεται ο διάλογος και η αλληλεπίδραση μεταξύ καθηγητή-μαθητών ή και των μαθητών μεταξύ τους. Γενικά, η αξιολόγηση των κατανεμημένων υπολογιστικών συστημάτων που υποστηρίζουν συνεργατική μάθηση (D-CSCL - Distributed Computer-Supported Cooperative Learning) αποτελεί μια από τις πιο δύσκολες περιπτώσεις αξιολόγησης λογισμικού. [12] Μερικοί από τους λόγους για τους οποίους συμβαίνει αυτό είναι: (α) προς το παρόν υπάρχουν λίγα συστήματα τα οποία αξίζει να αξιολογηθούν ή ήδη έχουν αξιολογηθεί, με αποτέλεσμα η εμπειρία που υπάρχει πάνω στο θέμα να είναι περιορισμένη, (β) η χρησιμότητα των D-CSCL συστημάτων είναι ένα θέμα αρκετά πολύπλοκο, λόγω της ποικιλότητας των χρηστών και της χρονικής και χωρικής κατανομής τους, (γ) κάθε σύστημα μάθησης, εφαρμόζεται σε συγκεκριμένο διδακτικό περιεχόμενο καθώς και σε ειδικό τεχνικό περιβάλλον. Αυτό καθιστά τη διαδικασία της αξιολόγησης αρκετά δύσκολη, επειδή δεν μπορούν να εντοπιστούν εύκολα κοινοί άξονες αξιολόγησης. Επιπρόσθετα, μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση θα πρέπει να καλύπτει τα επόμενα τέσσερα επίπεδα:

- Παιδαγωγικό-Ψυχολογικό

- Τεχνικό-Λειτουργικό
- Οργανωσιακό-Οικονομικό
- Κοινωνικό-Πολιτιστικό

Το παιδαγωγικό-ψυχολογικό επίπεδο περιλαμβάνει όλα τα κριτήρια που αναφέρονται στην ίδια την εκπαιδευτική διαδικασία. Για παράδειγμα, η υποστήριξη διαφορετικών διδακτικών μεθοδολογιών, ο τρόπος παρουσίασης της γνώσης, τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη των μαθησιακών σκοπών, η υποστήριξη των διαφορετικών ρόλων μαθητή - καθηγητή κ.τ.λ. Το τεχνικό-λειτουργικό επίπεδο περιλαμβάνει κριτήρια τα οποία αναφέρονται στον τεχνικό εξοπλισμό και τις δυνατότητές του και ασχολείται με θέματα όπως η σταθερότητα του συστήματος, το απαιτούμενο εύρος ζώνης, η σχεδίαση του interface κ.τ.λ. Το οργανωσικό-οικονομικό επίπεδο περιλαμβάνει θέματα όπως η αποτελεσματικότητα του συστήματος που σχεδιάστηκε καθώς και το πόσο συμφέρει η χρήση του κυρίως από πλευράς κόστους σε σύγκριση και με άλλους πιο ¨παραδοσιακούς¨ τρόπους διδασκαλίας. Τελικά το κοινωνικό-πολιτιστικό επίπεδο αξιολογεί το κατά πόσο η εφαρμογή που σχεδιάστηκε μπορεί να ενσωματωθεί στη συνολική πολιτιστική και κοινωνική ανάπτυξη των ατόμων στα οποία απευθύνεται.

Στην περίπτωση των συνεργατικών εικονικών περιβαλλόντων παρέχονται εργαλεία, ώστε ο καθηγητής να μπορεί να ¨κτίσει¨ το μάθημα και να προσδιορίσει τις δραστηριότητες μάθησης εμπλουτισμένες με πολυμεσικές εφαρμογές και προγράμματα προσομοίωσης. Ένα κρίσιμο σημείο είναι ότι ο καθηγητής θα πρέπει να οικοδομήσει τη διαδικασία της μάθησης χρησιμοποιώντας το διάλογο με το σπουδαστή ώστε να επιτευχθούν οι μαθησιακοί σκοποί. Έτσι, για κάθε περιβάλλον μάθησης θα πρέπει να ληφθούν υπ΄ όψη όχι μόνο τα εργαλεία που παρέχονται και η δομή του μαθήματος αλλά και πόσο υποστηρίζεται η διαλογικότητα και αλληλεπίδραση μεταξύ καθηγητών και σπουδαστών.

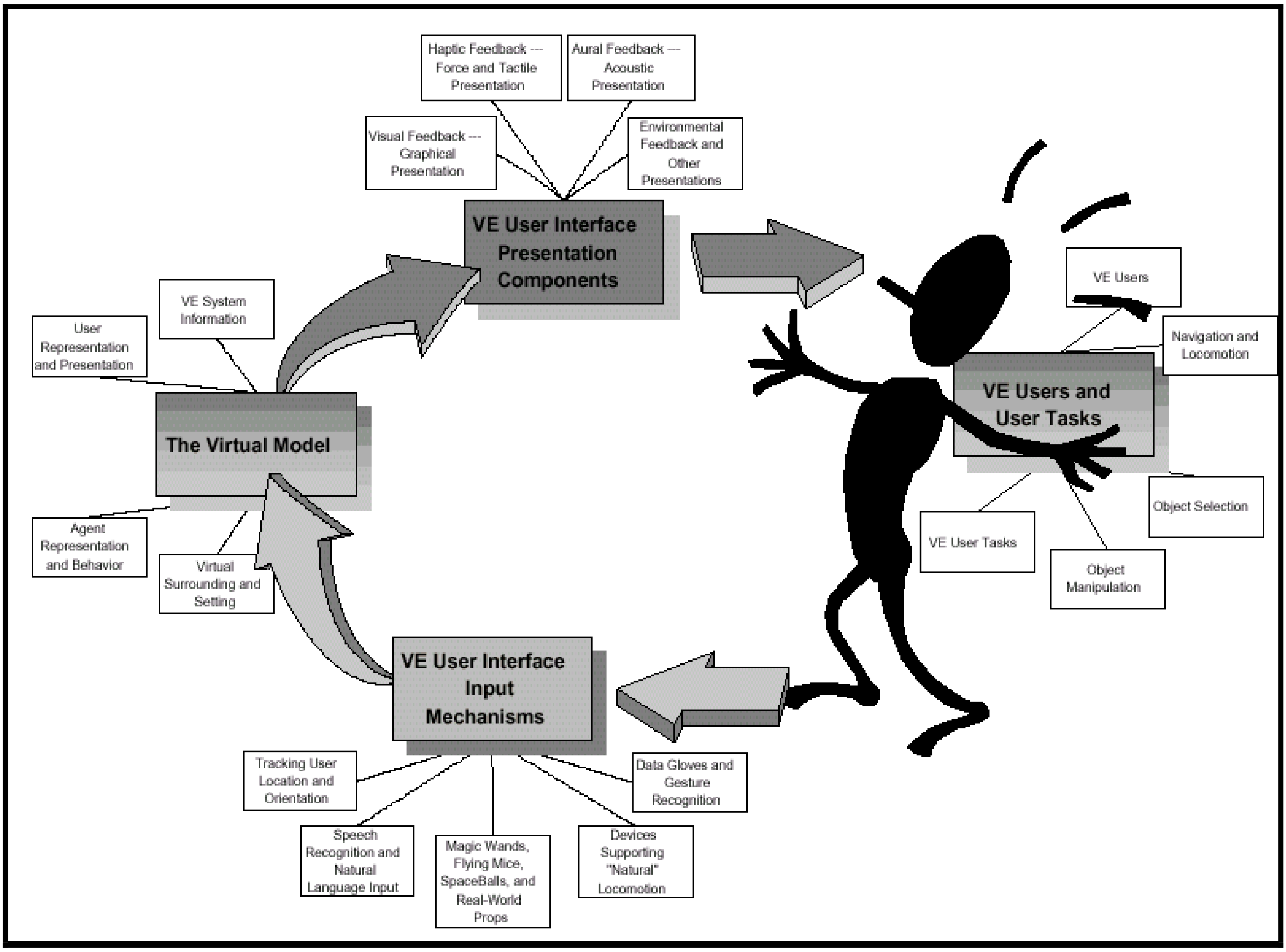
Σχετικά με την κονστρακτιβιστική θεωρία μάθησης (Constructivist Learning), θα πρέπει να ακολουθούνται οι παρακάτω αρχές:

- η κατανόηση προκύπτει από την αλληλεπίδραση του μαθητή με το περιβάλλον
- ο τρόπος παρουσίασης προκαλεί το ενδιαφέρον για μάθηση

η μάθηση θα πρέπει να υποστηρίζει τόσο τη συνεργατικότητα όσο και τις ιδιαιτερότητες του κάθε μαθητή ξεχωριστά.[13]
Το ιδεολογικό μοντέλο (Conceptual Model), το οποίο στηρίζεται σε κονστρακτιβιστικές αρχές μάθησης υποστηρίζει τη συνεργατική μάθηση και επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο θα μπορεί να συνδυαστεί η συνεργατικότητα με τις ιδιαίτερες ανάγκες και δεξιότητες του κάθε μαθητή ξεχωριστά.

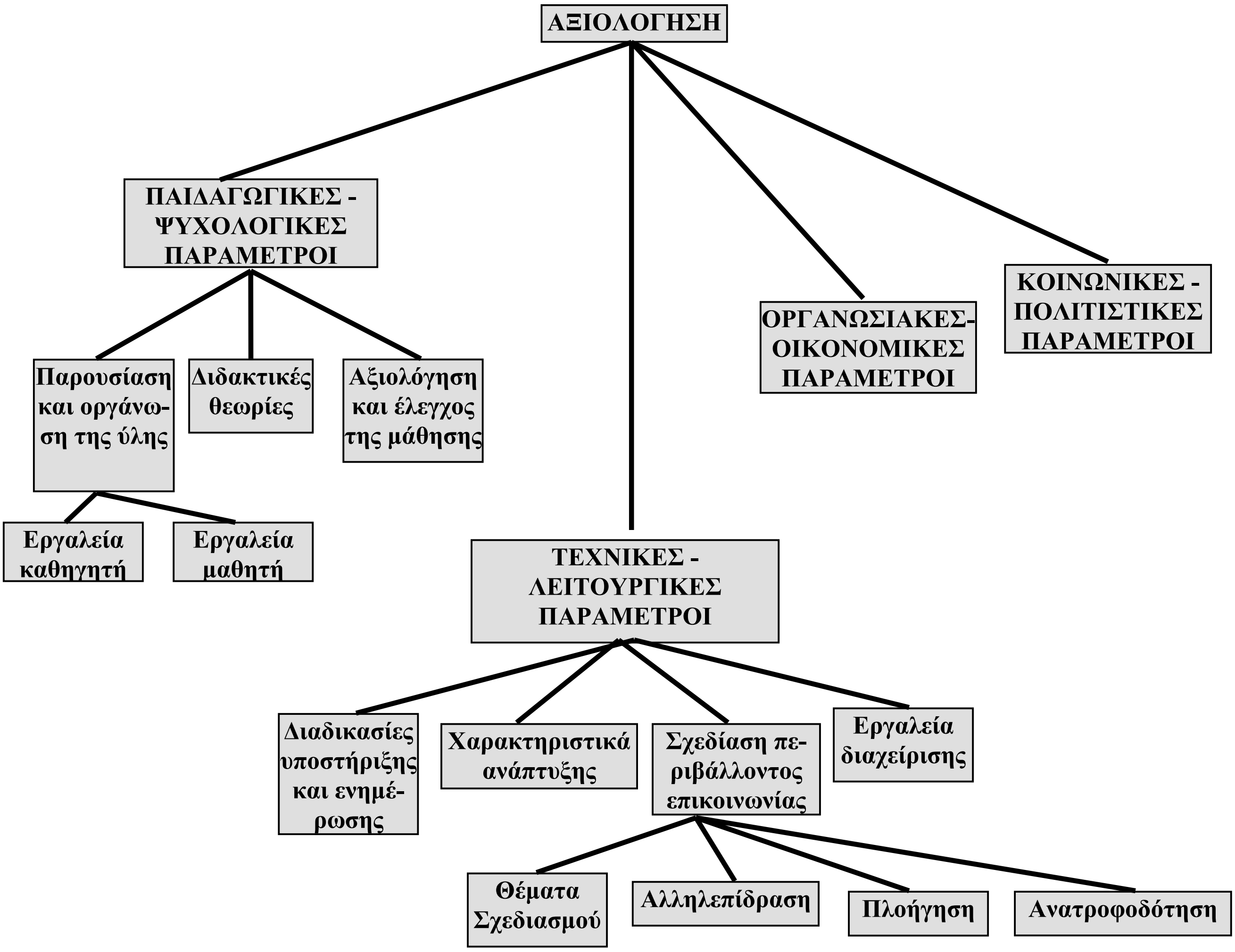
Σχετικά με την αξιολόγηση συνεργατικών εικονικών περιβαλλόντων μάθησης (collaborative virtual learning environments) σημαντικό ρόλο παίζει ο τρόπος με τον οποίο θα δομηθούν τα κριτήρια αξιολόγησης και οι μέθοδοι ανάλυσης. Επιπλέον, υπάρχει η ανάγκη ανάπτυξης των θεωρητικών μοντέλων που υποστηρίζουν τη συνεργατική μάθηση. Ακόμη, χρειάζεται να υπάρχουν ποικίλες μέθοδοι συλλογής των πληροφοριών και ανάλυσης των δεδομένων που προκύπτουν από τα ήδη υπάρχοντα συστήματα. [14] Το διάγραμμα που παρουσιάζεται στην εικόνα 5 εμφανίζει τα σημεία ενδιαφέροντος σε ένα εικονικό περιβάλλον, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για συνεργατική μάθηση. [15] Μερικά από τα στοιχεία που παρουσιάζονται στο διάγραμμα αυτό χρησιμοποιούνται στο μοντέλο αξιολόγησης που προτείνεται παρακάτω.

Το μοντέλο αξιολόγησης για συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα, που προτείνεται, προέκυψε τόσο από την τρέχουσα βιβλιογραφία όσο και



<u>Εικόνα 5:</u> Στοιχεία που αφορούν την ανάπτυξη εικονικών περιβαλλόντων.
(Πηγή: [15])

από την εμπειρία των συγγραφέων σχετικά με την αξιολόγηση εκπαιδευτικού λογισμικού στα πλαίσια του προγράμματος "Οδύσσεια". Το πρόγραμμα "Οδύσ-σεια" στοχεύει στην εισαγωγή των τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην καθημερινή μαθησιακή διαδικασία, ειδικά στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Το πανεπιστήμιο Μακεδονίας εκτελεί το έργο 'ΕΠ.Ε.Ν.Δ.Υ.ΣΗ' το οποίο ανήκει στη δράση Ε42 'Μεταπτυχιακή Εκπαίδευση Επιμορφωτών'. Το έργο αυτό δεν στοχεύει μόνο στην επιμόρφωση των επιλεγμένων εκπαιδευτικών αλλά και στη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων η οποία περιέχει πληροφορίες πάνω σε εκπαιδευτικό λογισμικό σχεδόν για όλα τα θέματα διδασκαλίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το λογισμικό αυτό, είναι διαθέσιμο στην αγορά και έχει αξιολογηθεί από τους ερευνητές του έργου. Η αξιολόγηση του λογισμικού αποτελεί την αφετηρία της δημιουργίας της βάσης δεδομένων και πραγματοποιείται βάσει ενός πλαισίου αξιολόγησης που σχεδιάστηκε στο πανεπιστήμιο Μακεδονίας, στα πλαίσια του έργου ΕΠΕΝΔΥΣΗ, (http://www.ithaca.uom.gr) το οποίο εξετάζει ταυτόχρονα την κοινωνική και την πρακτική αποδοχή ενός εκπαιδευτικού λογισμικού. [17] Αρχικά, παρουσιάζεται το διάγραμμα με τους βασικούς άξονες αξιολόγησης, ενώ παρακάτω ο πίνακας με τα κριτήρια αξιολόγησης



Εικόνα 6: Διάγραμμα με τους βασικούς άξονες αξιολόγησης Συνεργατικών Εικονικών Περιβαλλόντων (Collaborative Virtual Environments –CVEs)

Το προτεινόμενο μοντέλο αξιολόγησης για CVEs παρουσιάζεται παρακάτω:

Α.	**Παιδαγωγικές-Ψυχολογικές παράμετροι**
Α.1.	**Διδακτικές Θεωρίες**
Α.1.1.	Υποστηρίζεται η συνεργατική μάθηση
Α.1.2.	Υποστηρίζεται η μάθηση ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του κάθε μαθητή σχετικά με την πολιτιστική και κοινωνική του ανάπτυξη
Α.1.3.	Υποστηρίζεται η μάθηση ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του κάθε μαθητή σχετικά με την προηγούμενη μαθησιακή του εμπειρία
Α.1.4.	Υποστηρίζεται η συνεργατικότητα μεταξύ των εκπαιδευτών για επικοινωνία και δημιουργία από κοινού (team building)
Α.1.5.	Υποστηρίζονται δυνατότητες βοήθειας για ενθάρρυνση και ανύψωση του ηθικού των σπουδαστών (building motivation)

Α.2.	**Παρουσίαση και οργάνωση της ύλης**
Α.2.1.	Η ύλη που παρουσιάζεται είναι έγκυρη και αξιόπιστη
Α.2.2.	Η ύλη που παρουσιάζεται είναι σύμφωνη κατά το μεγαλύτερο βαθμό με τα αναλυτικά προγράμματα
Α.2.3.	Η ύλη ανταποκρίνεται στην ηλικιακή ομάδα στην οποία απευθύνεται
Α.2.4.	Η ύλη εξυπηρετεί και ανταποκρίνεται στους σκοπούς της μάθησης
Α.2.5.	***Εργαλεία καθηγητή***
Α.2.5.1.	Μπορεί ο καθηγητής να συμμετέχει στη σχεδίαση και διαχείριση των μαθημάτων
Α.2.5.2.	Είναι εύκολος ο τρόπος παρακολούθησης και ανανέωσης των μαθημάτων
Α.2.5.3.	Υπάρχουν οδηγίες για τη διδασκαλία των μαθημάτων
Α.2.5.4.	Παρέχεται δυνατότητα on-line ελέγχου των μαθητών και on-line βαθμολογίας
Α.2.5.5.	Είναι αναγκαία η γνώση προγραμματισμού (html ή άλλων γλωσσών) και γενικά απαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις σε κάποιον τομέα
Α.2.5.6.	Υπάρχει η δυνατότητα αυτόματης βαθμολόγησης (automated grading) των μαθητών
Α.2.5.7.	Υπάρχει έλεγχος στη σχεδίαση του περιβάλλοντος από τον καθηγητή
Α.2.5.8.	Είναι εύκολη η παρακολούθηση μαθημάτων (course monitoring) από τον καθηγητή (όπως ο έλεγχος της χρήσης των πληροφοριών και των πηγών του μαθήματος από μεμονωμένους σπουδαστές ή ομάδες σπουδαστών)
Α.2.5.9.	Περιλαμβάνει δυνατότητες που βοηθούν τους εκπαιδευτές να δημιουργούν ακολουθίες μαθημάτων (learning sequences)
Α.2.5.10.	Περιλαμβάνει εργαλεία για τη δημιουργία ασκήσεων, quizzes, φύλλων εξέτασης κ.τ.λ. για τους μαθητές
Α.2.5.11.	Υπάρχουν εργαλεία που επιτρέπουν την από κοινού χρήση της γνώσης για τους εκπαιδευτές (π.χ. βάσεις δεδομένων που μπορεί να δημιουργηθούν με συμβουλές για τη διεξαγωγή των μαθημάτων, ασκήσεις κ.τ.λ.)
Α.2.6.	***Εργαλεία μαθητή***
Α.2.6.1.	Υπάρχει διαθέσιμη on-line βοήθεια για τους μαθητές
Α.2.6.2.	Υπάρχει η δυνατότητα παροχής e-mail για κάθε σπουδαστή (private e-mail)
Α.2.6.3.	Διατίθεται πίνακας ανακοινώσεων (bulletin board)
Α.2.6.4.	Διατίθεται λίστα συζήτησης (discussion list)
Α.2.6.5.	Υπάρχουν δυνατότητες ασύγχρονης επικοινωνίας (asynchronous communication) (BBS-(Bulletin Board Service)-file-exchange για την ανταλλαγή αρχείων μέσω Internet, newsgroups)
Α.2.6.6.	Υπάρχουν δυνατότητες σύγχρονης επικοινωνίας (synchronous communication) (chat- Internet Relay chat - IRC, voice chat το οποίο επιτρέπει σε δύο ή περισσότερους συμμετέχοντες να επικοινωνούν με τη βοήθεια μικροφώνου σε πραγματικό χρόνο, audio conferencing, video conferencing, whiteboard - ένα διαμοιραζόμενο παράθυρο για κείμενο ή σχεδίαση (drawing), κοινή χρήση εφαρμογών (application sharing), υποστήριξη συναντήσεων σε εικονικούς χώρους (virtual spaces))
Α.2.6.7.	Έχει πρόσβαση ο κάθε μαθητής στους βαθμούς του και γενικά στην κατάσταση της προόδου του
Α.2.6.8.	Διατίθεται γλωσσάριο του μαθήματος
Α.2.6.9.	Διατίθεται εργαλείο περιεχομένων
Α.2.6.10.	Υπάρχει η δυνατότητα αναζήτησης
Α.2.6.11.	Περιλαμβάνονται δυνατότητες που υποστηρίζουν το αποτελεσματικό διάβασμα, όπως μαθήματα για το πώς πρέπει να γίνεται η μελέτη μέχρι και εργαλεία επανάληψης (study-skill building)
Α.3.	**Αξιολόγηση και έλεγχος της μάθησης**
Α.3.1.	Το λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το μαθητή αυτόνομα χωρίς τη βοήθεια του καθηγητή ή άλλων διδακτικών βιβλίων
Α.3.2.	Ο μαθητής μπορεί να αλληλεπιδράσει ελεύθερα με το λογισμικό ή υπάρχουν περιορισμοί
Α.3.3.	Το σύστημα ευνοεί την εκμάθηση στην πράξη
Α.3.4.	Χρησιμοποιούνται ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής στην παρουσίαση των μαθημάτων
Α.3.5.	Χρησιμοποιούνται ερωτήσεις σωστού-λάθους
Α.3.6.	Χρησιμοποιούνται ερωτήσεις συμπλήρωσης κενών
Α.3.7.	Χρησιμοποιούνται ερωτήσεις σύντομων ή και πιο εκτεταμένων απαντήσεων
Α.3.8.	Χρησιμοποιούνται ερωτήσεις ή ασκήσεις με χρονικό περιορισμό
Α.3.9.	Περιλαμβάνονται ασκήσεις που μπορεί να γίνουν ομαδικά
Β.	**Τεχνικές-λειτουργικές παράμετροι**
Β.1.	**Χαρακτηριστικά ανάπτυξης**
Β.1.1.	Υποστηρίζονται πολυμεσικές δυνατότητες (εικόνες, ήχος, video, VRML αρχεία κ.τ.λ.)
Β.1.2.	Μπορεί το λογισμικό της εφαρμογής να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικές πλατφόρμες (Windows 95/98/NT, Macs με OS 7.5 ή πιο σύγχρονο)
Β.1.3.	Μπορεί το λογισμικό του server να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικές πλατφόρμες (Unix, Windows NT)

B.1.4.	Υπάρχει η δυνατότητα διασύνδεσης με βάσεις δεδομένων
B.1.5.	Το λογισμικό υποστηρίζει κάποιον browser (Microsoft Inernet Explorer ή Netscape Navigator)
B.1.6.	Υπάρχει πρόβλεψη για άτομα με ειδικές ανάγκες
B.2.	**Σχεδίαση περιβάλλοντος επικοινωνίας**
B.2.1.	***Θέματα σχεδιασμού***
B.2.1.1.	Οι οθόνες σχεδιάζονται με σαφή και ενδιαφέροντα τρόπο ώστε να προκαλούν την προσοχή του μαθητή
B.2.1.2.	Το κείμενο επαυξάνει την πληροφορία, χωρίς όμως να καθιστά μονότονη την εφαρμογή
B.2.1.3.	Χρησιμοποιούνται γραφικά και εικόνες, χωρίς όμως να προκαλείται απόσπαση της προσοχής του μαθητή
B.2.1.4.	Χρησιμοποιείται ήχος που επαυξάνει την παρουσίαση της πληροφορίας
B.2.1.5.	Χρησιμοποιείται video που επαυξάνει την παρουσίαση της πληροφορίας
B.2.1.6.	Ο χρήστης παριστάνεται με avatar στο εικονικό περιβάλλον
B.2.1.7.	Η επιλογή και διαχείριση αντικειμένων γίνεται με ευκολία
B.2.1.8.	Υπάρχει δυνατότητα επιλογής πολλαπλών αντικειμένων
B.2.1.9.	Παρέχεται ακριβής περιγραφή της θέσης και του προσανατολισμού των αντικειμένων
B.2.1.10.	Υποστηρίζονται κινήσεις προσώπου, χεριών ή και σώματος σ΄ ένα avatar
B.2.1.11.	Υποστηρίζεται εμβύθιση (immersion) του συμμετέχοντα στο περιβάλλον με χρήση κατάλληλων συσκευών, όπως είναι τα ειδικά γάντια, το κράνος κ.τ.λ.
B.2.1.12.	Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να αλλάξει τις ιδιότητες ενός αντικειμένου στον εικονικό χώρο
B.2.1.13.	Ο χρήστης μπορεί να αλλάζει τη γωνία με την οποία βλέπει τα αντικείμενα ή και τους άλλους χρήστες
B.2.2.	***Αλληλεπίδραση***
B.2.2.1.	Η αλληλεπίδραση με το σύστημα γίνεται με εύκολο τρόπο και συμφωνεί με τις δυνατότητες της μαθησιακής ομάδας στην οποία απευθύνεται το λογισμικό
B.2.2.2.	Υποστηρίζεται αλληλεπίδραση τόσο μεταξύ των μαθητών όσο και μεταξύ μαθητών και καθηγητών
B.2.2.3.	Η αλληλεπίδραση μπορεί να συμβεί στο οπτικό, ακουστικό πεδίο ή και μέσω κινήσεων του σώματος ή και με συνδυασμό των παραπάνω
B.2.3.	***Πλοήγηση***
B.2.3.1.	Η πλοήγηση γίνεται με εύκολο τρόπο
B.2.3.2.	Υποστηρίζονται διάφοροι τύποι πλοήγησης (για αρχάριους, για πιο προχωρημένους κ.τ.λ.)
B.2.3.3.	Περιλαμβάνεται πίνακας περιεχομένων των μαθημάτων
B.2.3.4.	Περιέχονται τα βασικά πλήκτρα πλοήγησης (επόμενης, προηγούμενης σελίδας, επιστροφής στην αρχική σελίδα)
B.2.3.5.	Παρέχεται πλήκτρο για παροχή βοήθειας
B.2.3.6.	Παρέχεται πλήκτρο για αναζήτηση
B.2.3.7.	Περιλαμβάνεται agent ο οποίος μπορεί να καθοδηγήσει το χρήστη στην εφαρμογή
B.2.3.8.	Σε εκτεταμένα εικονικά περιβάλλοντα περιλαμβάνεται χάρτης πλοήγησης
B.2.3.9.	Μετά από εκτεταμένη χρήση του εικονικού περιβάλλοντος δημιουργούνται αισθήματα κόπωσης ή ναυτίας
B.2.4.	***Ανατροφοδότηση***
B.2.4.1.	Υπάρχει ανάδραση σχετική με τις απαντήσεις των σπουδαστών στα διάφορα test ή ερωτήσεις
B.2.4.2.	Υπάρχει ανάδραση σχετική με τη χρήση του λογισμικού
B.2.4.3.	Υποστηρίζεται ανάδραση με τη δημιουργία ήχων, ειδικών φωτισμών κ.τ.λ.
B.2.4.4.	Υπάρχουν ειδικές κινήσεις των avatar που είναι χαρακτηριστικές μετά από ορισμένες ενέργειες (π.χ. χειροκρότημα μετά από μια σωστή απάντηση κ.τ.λ.)
B.3.	**Διαδικασίες υποστήριξης και ενημέρωσης**
B.3.1.	Υπάρχει βιβλίο οδηγιών για τους καθηγητές και σπουδαστές σχετικά με τη χρήση του λογισμικού
B.3.2.	Παρέχεται τεχνική υποστήριξη από την εταιρία ανάπτυξης του λογισμικού
B.3.3.	Παρέχεται πρόσβαση σε βιβλιοθήκες, βιβλιογραφικές πηγές ή και σε βάσεις δεδομένων σχετικά με θέματα που αφορούν το λογισμικό και την ανάπτυξή του
B.3.4.	Η ενημέρωση του λογισμικού καθώς και η συντήρηση του site είναι συχνή
B.3.5.	Παρέχεται ικανοποιητική ασφάλεια όσον αφορά την ανταλλαγή αρχείων, email, βαθμολογιών κ.τ.λ. μέσω web
B.3.6.	Παρέχονται mirror sites ώστε να υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις σε περιπτώσεις που παρουσιαστούν προβλήματα στη χρήση του λογισμικού
B.3.7.	Υπάρχουν οδηγίες για την εγκατάσταση του λογισμικού
B.4.	**Εργαλεία διαχείρισης**
B.4.1.	Διατίθενται εργαλεία επαναφοράς του συστήματος μετά από την παρουσίαση κάποιου προβλήματος (crash recovery tools)
B.4.2.	Υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας αντιγράφων ασφάλειας (backup files)

Β.4.3.	Υπάρχουν εργαλεία που αποτρέπουν τη μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στο server
Β.4.4.	Υπάρχει η δυνατότητα εγγραφής on-line (καθώς και πληρωμών)
Β.4.5.	Υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας λογαριασμών για επισκέπτες (guest account creation)
Β.4.6.	Δίνεται η δυνατότητα διαχείρισης μαθημάτων (εισαγωγή, διαγραφή ή ενημέρωση μαθητών, καθηγητών)
Β.4.7.	Μπορεί ο διαχειριστής (administrator) να ορίσει δικαιώματα πρόσβασης σε καθηγητές ή και μαθητές
Β.4.8.	Υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης από μακριά (remote access)
Γ.	**Οργανωσιακές-Οικονομικές παράμετροι**
Γ.1.	Ο παροχέας (η εταιρία που ανέπτυξε το λογισμικό) μπορεί να ¨φιλοξενεί¨ τα μαθήματα σε κάποιον server
Γ.2.	Ο παροχέας μπορεί να παρέχει διαφήμιση των μαθημάτων
Γ.3.	Ο παροχέας θα είναι ιδιοκτήτης των περιεχομένων των μαθημάτων
Γ.4.	Η πολιτική χρέωσης (pricing policy) βασίζεται στον αριθμό των σπουδαστών που παρακολουθούν το μάθημα
Γ.5.	Η χρέωση εξαρτάται από το χρόνο που κάποιος μαθητής παρακολουθεί το μάθημα
Γ.6.	Η τεχνική υποστήριξη, αν υπάρχει, χρεώνεται επιπρόσθετα
Δ.	**Κοινωνικές-Πολιτιστικές παράμετροι**
Δ.1.	Υποστηρίζεται η επικοινωνία της ομάδας λαμβάνοντας υπ΄ όψη τις διαφορετικότητες στη θρησκεία ή στην πολιτιστική ανάπτυξη των συμμετεχόντων
Δ.2.	Υποστηρίζεται η επικοινωνία λαμβάνοντας υπ΄ όψη τη διαφορετικότητα στη γλώσσα
Δ.3.	Υποστηρίζεται η επικοινωνία λαμβάνοντας υπ΄ όψη τη διαφορετικότητα στο φύλο
Δ.4.	Υποστηρίζεται η επικοινωνία λαμβάνοντας υπ΄ όψη τη διαφορετικότητα στην ηλικία

Πίνακας 3: Προτεινόμενα κριτήρια αξιολόγησης για CVEs.

5. Συμπεράσματα - Μελλοντική εργασία

Όπως έγινε φανερό από την ανάλυση που προηγήθηκε, η ανάπτυξη λογισμικού που στηρίζεται σε συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα μπορεί να αποδειχτεί πολύ χρήσιμη στην εκπαιδευτική διαδικασία. Άλλωστε οι αρχές της μάθησης καθώς και οι τρόποι διδασκαλίας πρέπει να αντιμετωπιστούν με νεωτεριστική διάθεση ώστε η τεχνολογική ανάπτυξη που χαρακτηρίζει την εποχή μας να μπορέσει να προσφέρει τους καρπούς της και στον τομέα της εκπαίδευσης.

Όσον αφορά τις μελλοντικές εξελίξεις θα μπορούσε να αναφερθεί η διασύνδεση συνεργατικών εικονικών περιβαλλόντων με εφαρμογές βάσεων δεδομένων [11], οι οποίες θα μπορούν να εμπλουτίζονται συχνά με νέα στοιχεία ώστε η εφαρμογή να θεωρείται σύγχρονη. Στη συνεργατική εικονική πραγματικότητα σκοπός είναι να επιτευχθεί αλληλεπίδραση τόσο με το περιβάλλον όσο και μεταξύ των χρηστών. Ένα βήμα παραπέρα αποτελεί η εμβύθιση (teleimmersion) στο περιβάλλον, μια δυνατότητα που ολοκληρώνει την τεχνολογία για συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα με audio και video συνδιάσκεψη αλλά και άλλες τεχνικές απαιτητικές σε υπολογιστική ισχύ. Όταν οι συμμετέχοντες ¨βυθιστούν¨ στο περιβάλλον (με τη χρήση ειδικών συσκευών, όπως γάντια με ειδικούς αισθητήρες, κράνος, κ.τ.λ.), μπορούν να δουν και να αλληλεπιδράσουν με άλλους συμμετέχοντες. Όταν αποχωρήσουν από το περιβάλλον, αυτό θα συνεχίσει να εξελίσσεται. Οι συμμετέχοντες μπορούν να εισέλθουν στο περιβάλλον με τη μορφή avatar τα οποία μπορούν να επικοινωνούν με ομιλία και κινήσεις των χεριών, του σώματος ή του κεφαλιού. Έτσι, δεν είναι απλοί παρατηρητές των δρώμενων αλλά οι ίδιοι επηρεάζουν και διαμορφώνουν τις εξελίξεις. Με τις επαυξημένες αυτές δυνατότητες είναι δυνατό να υπάρξει συνεργασία που μοιάζει με αυτή που δημιουργείται όταν κάποιος αντιμετωπίζει κάποιον άλλον πρόσωπο με πρόσωπο. [16]

Τα συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να βοηθήσουν την εκπαιδευτική κοινότητα να προάγει τις εκπαιδευτικές διαδικασίες και να προσφέρει σύγχρονη και ενημερωμένη μάθηση. Η ολοκλήρωση των πληροφοριακών και επικοινωνιακών τεχνολογιών μπορεί να προσφέρει απεριόριστες δυνατότητες στις εκπαιδευτικές εφαρμογές. Η χρήση τέτοιων εκπαιδευτικών εφαρμογών δεν αποτελεί πλέον πολυτέλεια αλλά αναγκαιότητα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. V. Normand, C. Babski, S. Benford, A. Bullock, S. Carion, N. Farcet, E. Frecon, J.Harvey, N. Kuijpers, N. Magnenat-Thalmann, S. Raupp-Musse, T. Rodden, M. Slater, G. Smith, A. Steed, D. Thalmann, J. Tromp, M. Usoh, G. Van Liempd, N. Kladias, (1999) *The COVEN project: exploring applicative, technical and usage dimensions of collaborative virtual environments*, Presence: teleoperators and virtual environments, MIT Press, Vol.8, No2, 1999, pp.218-236.

2. Kessler, G. Drew, Doug A. Bowman, and Larry F. Hodges, (2000) *The Simple Virtual Environment Library, an Extensible Framework for Building VE Applications,* PRESENCE, 9 (2), Apr. 2000. pp 187-208.

3. *Networking and Collaborative Virtual Environments*
http://ligwww.epfl.ch/~thalmann/VRcourse/network.html

4. Nat Pryce (1997) *Group Management and Quality of Service Adaptation in Distributed Virtual Environments*
http://www.brunel.ac.uk/depts/mes/Research/Groups/vvr/vrsig97/proceed/007/group-qos.html

5. C. Greenhalgh and S. Benford. *MASSIVE: A collaborative virtual environment for teleconferencing*. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 2(3):239--261, 1995.

6. Dennis Brown (1997) *An Architecture for Collaborative Virtual Environments with Enhanced Awareness* http://www.cs.unc.edu/~munson/DARPA/brownde.html

7. T.K.Capin, I.S.Pandzic, N.Magnenat-Thalmann, D.Thalmann, (1998) *Realistic Avatars and Autonomous Virtual Humans in: VLNET Networked VirtualEnvironments*, Virtual Worlds in the Internet (R.Earnshaw and J. Vince, eds) IEEE Computer Society Press, 1998, pp.157-174.

8. Tolga K. Capin, Igor S. Pandzic, Nadia Magnenat - Thalmann, Daniel Thalmman (1999) *Avatars in Networked Virtual Environments*, Εκδόσεις John Wiley & Sons, LTD

9. C. Youngblut, (1998) *Educational Uses of Virtual Reality Technology,* Institute of Defense Analyses Document D-2128, January 1998.
http://www.hitl.washington.edu/scivw/youngblut-edvr/D2128.pdf

10. Sandy Britain, Oleg Liber (1999) *A Framework for Pedagogical Evaluation of Virtual Learning Environments,* University of Wales - Bangor http://www.jtap.ac.uk/reports/htm/jtap-041.html

11. Cristos Bouras, Agisilaos Konidaris, Afrodite Sevasti (1999) *Virtual environments in educational networks*, paper in Communications and Networking in Education, IFIP TC3 WG3.1/3.5 Open Conference on Communications and Networking in Education June 13-18, 1999, Aulanko, Finland, Kluwer Academic Puplisers.

12. Hans-Rüdiger Pfister, Martin Wessner, Torsten Holmer, Ralf Steinmetz, (1999), *Evaluating Distributed Computer-Supported Cooperative Learning (D-CSCL): A Framework and Some Data*. To appear in: Proceedings of the 2nd international conference on New Learning Technologies (NLT99). August 30-31 1999, University of Berne, Switzerland, pp. 234-241, Bern, Universität Bern, 1999

13. Yongwu Miao, Shirley Holst, Torsten Holmer, Jutta Fleschutz, Peter Zentel, (2000), *An Activity-Oriented Approach to Visually Structured Knowledge Representation for Problem-Based Learning in Virtual Learning Environments*, In: Designing Cooperative Systems. The Use of Theories and Models. Proceedings of the
5th International Conference on the Design of Cooperative Systems(COOP'2000). May 23-26,2000, Sophia Antipolis, France, pp. 303-318, Frontiers in Artificial

Intelligence and Applications. Vol. 58, ISSN 0922-6389, Amsterdam, the Netherlands, IOS Press, 2000, ISBN 1-58603-042-6
14. Shirley Holst, *Evaluation of Collaborative Virtual Learning Environments: The State of the Art*, (2000) In: Friedrich Scheuermann (Ed.): Campus 2000: Lernen in neuen Organisationsformen. Proceedings of GMW 2000. Fachtagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft. Innsbruck, 19.-21. September, 2000, pp. 199-212, Medien in der Wissenschaft, Bd. 10, Münster, New York, München, Berlin, Waxman, 2000, ISBN 3-89325-925-2
15. Joseph L. Gabbard, Deborah Hix, (1997), *A Taxonomy of Usability Characteristics in Virtual Environments,* Final Report to the Office of Naval Research (1997), Grant No. N00014-96-1-0385 November 1997
16. Jason Leigh, Andrew E. Johnson, Maxine Brown, Daniel J. Sandin, Thomas A. DeFanti (1999), *Visualization in Teleimmersive Environments,* IEEE Computer, Vol. 32, No. 12, pp 66-73
17. Georgiadou Elissavet and Anastasios A. Economides, *Evaluation Factors of Educational Software*, Proceedings IEEE,International Workshop on Advanced Learning Technologies, pp. 113-116, IEEE 2000.