

## **Εικονικά Αστικά Μοντέλα και οι Πολεοδομικές Εφαρμογές τους**

### **Βασίλης Μπουρδάκης**

Επίκουρος καθηγητής  
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας  
και Περιφερειακής Ανάπτυξης,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας,  
Πεδίον Άρεως, Βόλος

e-mail: [V.Bourdakis@uth.gr](mailto:V.Bourdakis@uth.gr)

URL : <http://www.prd.uth.gr/staff/vbourdakis/>

### **Περίληψη**

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζεται η πορεία / εξέλιξη της ερευνητικής μου δραστηριότητας κατά την ενασχόλησή μου με τα εικονικά αστικά μοντέλα από το 1994 στο Μπάθ της Μεγάλης Βρετανίας έως σήμερα στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Αρχικά αναλύονται οι όροι εικονικά περιβάλλοντα και ψηφιακά αστικά μοντέλα θέτοντας ένα σημείο αναφοράς για τα παραδείγματα που ακολουθούν. Στη συνέχεια παρουσιάζονται μελέτες περίπτωσης από το κέντρο του Λονδίνου, τη Γεωργιανή πόλη του Μπάθ (σύγχρονη και μεσαιωνική μορφή) και εφαρμογές από το σύγχρονο Ελληνικό χώρο την Αγ. Βαρβάρα, Αθήνα και το Βόλο (παλαιά πόλη, ανάλυση του σύγχρονου πολεοδομικού ιστού). Μέσα από τα παραδείγματα αυτά αναλύονται οι δυνατότητες ενσωμάτωσης εικονικών αστικών μοντέλων στη σύγχρονη καθημερινότητα με έμφαση στις πολεοδομικές εφαρμογές τους.

### **Λέξεις κλειδιά**

Δυνητική πραγματικότητα, ψηφιακά αστικά μοντέλα, 3D modeling, χωρικές αναπαραστάσεις, ψηφιακές πολεοδομικές εφαρμογές

### **Abstract**

This paper is a retrospect of my research work carried out over the last decade, starting at Bath University, UK in 1994 up to now at the University of Thessaly, Greece. It tackles the issues of digital urban models and virtual environments including a review of existing literature. The main focus of the paper is the demonstration and analysis of case studies in London's West End, Georgian Bath (current and mediaeval form) in the UK and Agia Varvara (Athens) and Volos (old town and an analysis of the contemporary town). The paper concludes with a discussion of the possibilities of integrating digital urban models in current planning applications.

### **Keywords**

Virtual Reality, digital city models, 3D modeling, spatial representations

## Εισαγωγή

Για την καλύτερη κατανόηση της ερευνητικής μου ενασχόλησης με τα ψηφιακά αστικά μοντέλα και τις πολεοδομικές εφαρμογές τους, προϋπόθεση είναι ο ακριβής ορισμός των πλαισίων που έχει κινηθεί η έρευνα αυτή. Στις επόμενες ενότητες ορίζονται τα εικονικά περιβάλλοντα, τα συνθετικά / ψηφιακά αστικά μοντέλα, αναλύεται η τυπολογία τους και τέλος τίθεται το θέμα της επικοινωνίας στον σχεδιασμό με έμφαση στον αστικό σχεδιασμό.

### **VR, VEs, Εικονικά Περιβάλλοντα**

Οι εξελίξεις στον τομέα της Εικονικής (ή κατά άλλους Δυνητικής) Πραγματικότητας (Virtual Reality - VR, στη συνέχεια του άρθρου αυτού απλά ΕΠ) και το Διαδίκτυο έχουν προκαλέσει μια σειρά από ερευνητικά προγράμματα που μελετούν θέματα αλληλεπίδρασης, δομής και οργάνωσης μεγάλων πολεοδομικών βάσεων δεδομένων καλύπτοντας δύο από τις τρεις κύριες παραμέτρους της ΕΠ όπως ορίζονται από τον Heim (1998): *αλληλεπίδραση* και *ένταση (πυκνότητα) πληροφοριών*. Λόγω των ιδιοτήτων των συγκεκριμένων θεμάτων, των περιορισμένων ικανοτήτων του υπάρχοντος λογισμικού, της υπολογιστικής ισχύος που απαιτείται και κυρίως του ιδιαίτερα μεγάλου μεγέθους των ψηφιακών μοντέλων, δεν μελετάται η τρίτη παράμετρος της *εμβύθισης* (immersion). Συνεπώς, οι υλοποιήσεις στηρίζονται στο λεγόμενο *desktop VR*—μεγάλου μεγέθους οθόνες η οθόνες προβολής, μεθόδους εισαγωγής και πλοήγησης καλύτερες από απλά πληκτρολόγια (τρισεδιάστατα mouse, joysticks, κλπ) και ρυθμό ανανέωσης εικόνας που να αγγίζει τα δέκα καρέ το δευτερόλεπτο. Τέτοια συστήματα υπολογιστών παρουσίασης και μελέτης βοηθούν στην εμβάθυνση (αλλά όχι εμβύθιση - immersion όπως ορίζεται από τον Slater et al, 1995) από τον χρήστη χωρίς τις περιπλοκές των Head Mounted Displays (HMDs), συστημάτων ανάγνωσης θέσης και κατεύθυνσης, και υψηλούς ρυθμούς ανανέωσης της εικόνας. Καθώς το λογισμικό και κυριότερα το υλισμικό βελτιώνεται, οι ρυθμοί ανανέωσης εικόνας αυξάνονται κάνοντας δυνατή την ενσωμάτωση τεχνολογιών HMDs.

Όπως εξηγεί ο Heim (1998) "Η Εικονική Πραγματικότητα είναι ένας αναπτυσσόμενος τομέας εφαρμοσμένης έρευνας" αν και στην καθημερινή ζωή χρησιμοποιείται κυρίως για να περιγράψει μη ρεαλιστικούς χώρους και πνευματικές καταστάσεις που είναι δυνατόν να σχεδιαστούν / περιγραφούν και παρουσιαστούν σε συστήματα ολικής εμβύθισης. Όσον αφορά ρεαλιστικές προσομοιώσεις και ειδικότερα πολεοδομικής κλίμακας εφαρμογές και λαμβάνοντας υπόψη την έλλειψη εμβύθισης, στο κείμενο αυτό ο όρος Εικονικά Περιβάλλοντα (Virtual Environments) ακολουθεί τη θεώρηση των Media Labs (MIT) και του Πανεπιστημίου North Carolina.

Η ανάλυση της ορολογίας ολοκληρώνεται με τον ορισμό του Jaron Lanier ο οποίος πρώτος περιέγραψε το φαινόμενο αυτό: «η Εικονική Πραγματικότητα είναι μία μέθοδος για να οπτικοποιούμε και επεξεργαζόμαστε περίπλοκα δεδομένα καθώς και να αλληλεπιδρούμε με ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Είναι μια μεθοδολογία διασύνδεσης και επικοινωνίας με Η/Υ, από τις πλέον πρόσφατες και ενδιαφέρουσες» (1989).

### **Ψηφιακά Αστικά Μοντέλα**

Σε παγκόσμια κλίμακα, υπάρχουν πολλές προσεγγίσεις όσον αφορά στην οργάνωση / κατασκευή τρισδιάστατων μοντέλων πόλεων. Το ερευνητικό πρόγραμμα Virtual World Data Server Project από το Πανεπιστήμιο του UCLA είναι ένα από τα πρώτα (και μεγαλύτερα) προγράμματα, με απώτερο σκοπό την μελέτη των δυνατοτήτων των υπολογιστών γενικότερα και λογισμικού βάσεων δεδομένων σχετιζόμενων με την πόλη ειδικότερα (Jerpson et al, 1996). Στο Βερολίνο, πριν από οκτώ περίπου χρόνια, ομάδα μελετητών του ART+COM δημιούργησε το CyberCity Berlin και το Planwerk Berlin (ένα πολεοδομικό χάρτη - master plan - της πόλης) χρησιμοποιώντας τεχνικές πολυμέσων βασισμένες σε πρότερη έρευνά τους στην πολεοδομία και επικοινωνία (URL <http://www.artcom.de/contacts/city-and-architecture/welcome.en.old.shtml>: May, 2001). Στο Λονδίνο, ένα μεγάλης κλίμακας έργο που ερευνά την κατασκευή, οργάνωση και εξέλιξη αστικών ΕΠ ξεκίνησε το 1997 στο University College of London (UCL), συνδυάζοντας εμπειρογνώμονες και ερευνητές από τα τμήματα Γεωγραφίας και Επιστήμης Υπολογιστών. Στο CASA του Πανεπιστημίου Bath, μελετήθηκε το κέντρο του Λονδίνου (1995-6) καθώς και ολόκληρη η πόλη του Bath (1992-1997).

Μελετώντας την εξέλιξη των πόλεων από το μεσαίωνα έως τη σημερινή εποχή, το ερευνητικό κέντρο του Πανεπιστημίου του Strathclyde ABACUS, κατασκεύασε ένα ψηφιακό μοντέλο της παλιάς πόλης του Εδιμβούργου (Grand, 1993) και στην CASA κατασκευάστηκε το μοντέλο της μεσαιωνικής πόλης του Bath (1993).

Μελετώντας ιστορικά δεδομένα και στηριζόμενοι σε αρχαιολογικές ανασκαφές, αναλύσεις κειμένων και άλλες μη χωρικής φύσης πηγές, ιδιαίτερη σημασία και ενδιαφέρον έχουν οι αναπαραστάσεις πόλεων της Μικράς Ασίας που επιχειρείται με ιδιαίτερη επιτυχία στο Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού από το 1998 έως σήμερα. Εκτός Ελλάδας ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μεμονωμένες προσπάθειες της ART+COM, με το Virtual Troy, Ancient valley of the Nile και Tutanchamun. (URL <http://www.artcom.de/>: Φεβ, 2005)

Ολοκληρώνοντας, αριθμός από επιχειρηματικά σχήματα έχουν αναγνωρίσει και ασχοληθεί με το πρόβλημα τρισδιάστατου αστικού σχεδιασμού για εμπορικές εφαρμογές, τουρισμό και διασκέδαση (Virtual Soma - η πρώτη 'πόλη' εικονικής πραγματικότητας στο Διαδίκτυο τον Αύγουστο του 1995, Bigbook, Virtual Derby και την τελευταία πενταετία Virtual Helsinki, Manchester, Copenhagen, Toronto, κλπ) (Virtual City Resource Centre: URL <http://www.casa.ucl.ac.uk/vc/cities.htm>: Φεβρ. 2005).

### **Τυπολογία Ψηφιακών Αστικών Μοντέλων**

Η αναλυτική μελέτη των «υλοποιημένων» ψηφιακών αστικών μοντέλων, οδηγεί σε μια κατηγοριοποίηση με βάση την έμφαση και στόχο τους σε αστικά μοντέλα με έμφαση στο σχεδιασμό, στην εκπαίδευση και έρευνα γενικότερα και τελικά σε αναψυχή και εμπορική εκμετάλλευση. Αξίζει να σημειωθεί ότι μέθοδοι παρουσίασης και επεξεργασίας πολεοδομικών δεδομένων διαφέρουν σημαντικά ανά κατηγορία εφαρμογής. Για συγκεκριμένες κατευθύνσεις προτείνεται η χρήση άλλων μεθόδων καθώς η ΕΠ δεν είναι πανάκια στην πολεοδομική έρευνα.

### Σχεδιασμός

Τα ουσιαστικά υλοποιημένα παραδείγματα είναι συγκριτικά με άλλες κατηγορίες εφαρμογών λίγα: Virtual Helsinki στη Φιλανδία, Ijburg στην Ολλανδία, Virtual Berlin των ART+COM στην Γερμανία, η πόλη του Μπάθ στην Μ. Βρετανία. Η διαδικασία κατασκευής, το μέγεθος των μοντέλων, η έλλειψη οργανωμένης πληροφόρησης (best practice guides), είναι μερικοί από τους λόγους για την έλλειψη περισσότερων παραδειγμάτων. Σε αυτά πρέπει να προστεθεί το θέμα του κόστους παραγωγής και της χρηματοδότησης. Το συνολικό κόστος είναι ιδιαίτερα βαρύ για να το επωμιστεί η δημόσια διοίκηση η οποία θα ήταν και αναμενόμενα ο βασικός χορηγός, διαχειριστής, συντηρητής, φορέας ενημέρωσης και ελέγχου μίας τέτοιας βάσης δεδομένων.

Οι πρόσφατες οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για ψηφιοποίηση αρχείων, διάθεσή τους μέσω του διαδικτύου κοκ, δημιουργούν ελπίδες ότι τα αστικά ψηφιακά μοντέλα θα έχουν σημαντική εφαρμογή σαν χωρικές βάσεις δεδομένων—το υπόβαθρο για τη δημιουργία του e-governance στο οποίο εστιάζει το 3ο Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης καθώς και το 5ο Framework.

### Εκπαίδευση και έρευνα

Την τελευταία δεκαετία οι δυνατότητες της ΕΠ σαν ένα εκπαιδευτικό εργαλείο έχουν μελετηθεί σε βάθος με αποτέλεσμα τη δημιουργία και αξιολόγηση μίας σειράς εκπαιδευτικού υλικού. Η έμφαση της υπάρχουσας έρευνας είναι σε πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση και συνεπώς εφαρμογές αστικής κλίμακας δεν έχουν μελετηθεί ευρέως με εξαίρεση την ιστορικού χαρακτήρα εκτενή έρευνα και παραγωγή του Ίδρυματος Μείζονος Ελληνισμού. Τα κοντινότερα σε αστικής κλίμακας εργαλεία που έχουν σχεδιαστεί, είναι έρευνες στην χωρική αντίληψη μαθητών μέσω 'είσαι εδώ' τύπου χάρτες για προ-έφηβους (Phileo, 1997) και το πρόγραμμα CitySpace που χρησιμοποιεί ένα περιβάλλον ΕΠ στη δημιουργία μιας πόλης χτισμένης σε συνεργασία παιδιών, δασκάλων, καλλιτεχνών μέσω του Διαδικτύου (URL <http://www.exploratorium.edu/MMP95/CitySpace.html>: Ιαν. 2005). Νέοι άνθρωποι καλούνται να μοιραστούν ιστορίες, εικόνες, ήχους και τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα δικής τους κατασκευής με σκοπό τη συναρμολόγησή τους σε ένα ψηφιακό τρισδιάστατο μοντέλο πόλης που μπορούν να περιπλανηθούν, εξετάσουν, μάθουν από αυτό. Η έμφαση είναι σαφώς στη δημιουργία μίας «εικονικής κοινότητας» που δομείται γύρω από την ιδέα μίας αναπαράστασης πόλης και όχι σε απεικόνιση υπαρκτής δομής.

### Αναψυχή και εμπορική εκμετάλλευση

Η εφαρμογή αστικών ΕΠ σε εμπορικούς τομείς είναι διαφορετική από αυτή των εκπαιδευτικών / ερευνητικών καθώς το κόστος της επένδυσης και οι πιθανότητες απόσβεσης και κερδοφορίας είναι δύσκολο να εκτιμηθούν, να δελεάσουν και εν τέλει να πείσουν τους ενδιαφερόμενους. Το επίπεδο τεχνολογικής κατάρτισης που απαιτείται τόσο από τον χορηγό, τον δημιουργό αλλά ακόμη και από τον χρήστη και η ασυμβατότητα των διαφόρων συστημάτων που έχουν εξελιχθεί μέσω και λόγω του Διαδικτύου, δημιουργούν επιπλέον προβλήματα. Συνεπώς, καταλήγει κανείς στον εντυπωσιασμό και στο hi-tech θέμα του απαιτούμενου μέσου σαν το κύριο κριτήριο αποδοχής των ΕΠ. Αυτό διαφαίνεται καθαρά στα διάφορα αστικά ΕΠ συστήματα (με την ευρύτερη σημασία του όρου) που έχουν δημιουργηθεί για να 'βελτιώσουν' και 'αναβαθμίσουν' φέρνοντας σε ένα νέο επίπεδο το τηλε-εμπόριο με εικονικά εμπορικά καταστήματα που

φαίνονται να αναπτύσσονται μέσω του Διαδικτύου με ρυθμό παρόμοιο αυτών των ιδιωτικών τηλεοπτικών εμπορικών καναλιών στις αρχές της προηγούμενης δεκαετίας στις ΗΠΑ. Τυπικά παραδείγματα είναι τα αστικά μοντέλα μιας σειράς κέντρων πόλεων των ΗΠΑ κατασκευασμένα από το Planet9 (URL <http://www.planet9.com/>: Φεβ.2005) τα οποία εστιάζουν την προσοχή τους σε χαρακτηριστικά τοπόσημα (κυρίως ουρανοξύστες, μεγάλα κτιριακά συγκροτήματα, διακριτές πορείες, κλπ.) που τοποθετούνται σε επίπεδους δισδιάστατους χάρτες της ευρύτερης περιοχής. Η λεπτομέρεια σπανίζει, η ακρίβεια και πιστότητα απόδοσης είναι αμφισβητήσιμη, η ποιότητα της οπτικοποίησης είναι ιδιαίτερα χαμηλή και μη ελκυστική, θέτοντας ερωτήματα για την οικονομική και εμπορική τους βιωσιμότητα.

Όσον αφορά στις εμπορικές εφαρμογές, η τεχνική των πανοραμάτων έχει χρησιμοποιηθεί, με αρκετή επιτυχία κυρίως σε εφαρμογές τουριστικές και αναψυχής. Στο ίδιο επίπεδο ενασχόλησης και περιπλοκότητας ανήκουν και οι παρουσιάσεις ιστορικών κέντρων πόλεων με τη χρήση πολυμέσων. Στο ανώτερο επίπεδο ενασχόλησης, συναντώνται οι εικονικές κοινωνίες, κατοικημένα συνθετικά περιβάλλοντα (τις περισσότερες φορές δημιουργήματα των ίδιων των χρηστών) που αναπτύσσονται και επεκτείνονται χρησιμοποιώντας μεθόδους συχνά παρόμοιες με πραγματικές πόλεις. Οι πιο ελκυστικές μορφές αυτών στηρίζονται βασικά σε κειμενοστραφή φόρουμ επικοινωνίας (Internet Relay Chat, worldchat) τα οποία υστερούν στη δυνατότητα οπτικοποίησης του χώρου. Παράλληλα με την κειμενοστραφή επικοινωνία, οι χρήστες λειτουργούν σε ένα δεύτερο επίπεδο σε τρισδιάστατα περιβάλλοντα - εικονικούς χώρους συνεύρεσης όπως το Oddessey, Cybertown, Icity, ColonyCity της Black Sun Interactive (URL <http://www.blaxxun.com/en/applications/communitybuilding.html>: Φεβ.2005).

### **Επικοινωνώντας Αστικά Μοντέλα**

Ο πολεοδομικός σχεδιασμός είναι μία περίπλοκη διαδικασία που περιλαμβάνει σαφείς κοινωνικές, οικονομικές και χωρικές διαστάσεις. Οι διαστάσεις αυτές δεν είναι ανεξάρτητες αλλά εμπλέκονται και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους στα πλαίσια του πολεοδομικού συστήματος (Perraton, 1978) με συνέπεια την εξάρτηση της τελικής κρίσης σε μία διαλεκτική συσχέτιση όλων αυτών. Η επικοινωνία κατέχει έναν ιδιαίτερα κεντρικό ρόλο που διαφάνεται και από την ύπαρξη τουλάχιστον τεσσάρων διακριτών ομάδων με διαφορετικές, συχνά αντικρουόμενες, προσδοκίες και απαιτήσεις. Ειδικότερα, οι πολεοδόμοι που εργάζονται για λογαριασμό των τοπικών αρχών, οι αρχιτέκτονες/πολεοδόμοι που λειτουργούν για λογαριασμό πελατών, οι ίδιοι οι πελάτες και το ευρύτερο κοινό (Hall, 1996). Επιπλέον, τα διάφορα στάδια σχεδιασμού και διαδικασίας αξιολόγησης απαιτούν διαφορετικού βαθμού δεξιότητες και ικανότητες κάνοντας τον πολεοδομικό σχεδιασμό μια ακόμη πιο περίπλοκη και δύσκολη διαδικασία.

Ο Hall (1996) αναλύοντας την κατάσταση στην Μ. Βρετανία, τονίζει τα προβλήματα επικοινωνίας μεταξύ πολεοδομικών αρχών και σχεδιαστών καθώς και τα βαθύτερα αίτια των προβλημάτων πολιτικής τα οποία και τελικά ευθύνονται για την γενικότερη αβεβαιότητα και έλλειψη συνέπειας στον υλοποιούμενο σχεδιασμό. Αυτό είναι μια αναπόφευκτη έκβαση μίας πολεοδομικής κουλτούρας που διστάζει απύπως αντί να θέτει

προσεκτικά και σαφώς θεσπισμένες πολιτικές και πλαίσια. Επιπλέον, υπάρχει μια έλλειψη συνέπειας στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται από τις πολεοδομικές υπηρεσίες για την παρουσίαση και τεκμηρίωση των πολιτικών και των στρατηγικών τους στους επαγγελματίες και στο κοινό. Υπάρχει μια σαφής σειρά προβλημάτων επικοινωνίας σε αυτόν τον τομέα και έχει υποστηριχτεί ότι οι υπολογιστές μπορούν να προσφέρουν ικανοποιητικές λύσεις (Day et al, 1995 και Hall, 1996).

Η έμφαση του ερευνητικού μου έργου είναι ακριβώς σε αυτή τη διαδικασία επικοινωνίας μεταξύ των διαφόρων ομάδων, με τη δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών, εκπαίδευσης, επικοινωνίας και σχεδιασμού μέσα από συμμετοχικές διαδικασίες όπου η τεχνολογία της Εικονικής Πραγματικότητας είναι ένα από τα εργαλεία του σχεδιαστή αλλά το κύριο εργαλείο για τον χρήστη.

### **Παρουσίαση Ερευνητικού Έργου**

Από το 1993, μια σειρά από τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα πόλεων δημιουργήθηκαν στο εργαστήριο CASA της Αρχιτεκτονικής Σχολής του Πανεπιστημίου του Bath. Το σημαντικότερο αυτών καλύπτει το ιστορικό κέντρο της πόλης του Bath και δημιουργήθηκε με την υποστήριξη του τοπικού δημοτικού συμβουλίου με απώτερο σκοπό να χρησιμοποιηθεί ως ένα προωθημένο εργαλείο πολεοδομικού σχεδιασμού. Το μοντέλο του ιστορικού κέντρου της πόλης του Gloucester κατασκευάστηκε με παρόμοιο τρόπο και για αντίστοιχη χρήση. Το μοντέλο του κέντρου του Λονδίνου σχεδιάστηκε και μελετήθηκε από μια διαφορετική οπτική γωνία όπως αναλύεται επόμενα.

Αξιζει να σημειωθεί, ότι όλες οι εφαρμογές που υλοποιήθηκαν στο εργαστήριο CASA χρησιμοποίησαν υπάρχοντα τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα που είχαν δημιουργηθεί στα πλαίσια άλλων, συνήθως συναφών, ερευνητικών προγραμμάτων. Αντίθετα, οι ελληνικές εφαρμογές είναι εξ' αρχής ψηφιακές υλοποιήσεις για χρήση σε ΕΠ και όχι αναδιαμόρφωση ή ανακύκλωση υπάρχοντων τρισδιάστατων βάσεων δεδομένων. Οι διαφορές καθώς και η οικονομία χρόνου και κόστους είναι σημαντική.

### **Μεθοδολογία Κατασκευής Ψηφιακών Μοντέλων**

Η κύρια πηγή πληροφοριών για τα ψηφιακά μοντέλα που κατασκευάστηκαν στη Μ. Βρετανία ήταν αεροφωτογραφίες υψηλής ανάλυσης (κλίμακας τουλάχιστον 1:2000, με ακρίβεια υψηλότερη από μισό μέτρο). Η διαδικασία και μέθοδοι παραγωγής τους, τα προβλήματα υλοποίησης και οι τελικές επιλογές αναλύονται σε σειρά παλαιότερων δημοσιεύσεων (Bourdakis 1996, Bourdakis 2001).

Τα ψηφιακά μοντέλα που δημιουργήθηκαν στην Ελλάδα, είναι βασισμένα σε πολεοδομικούς χάρτες (συχνά αναλογικούς) και σειρά επίγειων φωτογραφιών. Τα περισσότερα από τα ψηφιακά αυτά μοντέλα κατασκευάστηκαν με σκοπό να χρησιμοποιηθούν σαν εποπτικά εργαλεία στην διαδικασία πολεοδομικών ερευνών και μελετών ανάπτυξης

επιτρέποντας την οπτικοποίηση προτεινόμενων μελετών και την εύκολη σύγκριση και αξιολόγηση εναλλακτικών προτάσεων.

Η μεθοδολογία κατασκευής των ψηφιακών αστικών μοντέλων έχει εξελιχθεί με βάση την εμπειρία, την διαθεσιμότητα, την ποιότητα και κόστος των πρωτογενών δεδομένων. Συμπερασματικά, η διαδικασία παραγωγής αστικών ψηφιακών μοντέλων έχει απλοποιηθεί και προσαρμοστεί στα ιδιότυπα Ελληνικά δεδομένα. Η επιθυμία να κρατηθεί το άρθρο αυτό μακριά από αναλύσεις περίπλοκων τεχνικών σχεδιασμού και υλοποίησης εικονικών περιβαλλόντων, οδηγεί σε συνοπτική περιγραφή των όρων που αφορούν στη δομή των δεδομένων και τις γεωμετρικές τους ιδιότητες.

Μία από τις σημαντικότερες τεχνικές υλοποίησης περίπλοκων βάσεων δεδομένων είναι αυτή της *οργάνωσης σε επίπεδα λεπτομέρειας* (Levels of Detail ή LOD). Η λογική αυτή στηρίζεται στον τρόπο που αντιλαμβάνεται ο χρήστης την ποσότητα πληροφορίας, τις ικανότητες ανάλυσης των μέσων απεικόνισης (οθόνη Η/Υ, σύστημα προβολής, ή κράνος εικονικής πραγματικότητας) και φυσικά τις δυνατότητες του υπολογιστικού συστήματος να αποδώσει υψηλούς βαθμούς περιπλοκότητας. Ο συγγραφέας έχει εξελίξει ένα σύστημα τεσσάρων επιπέδων λεπτομέρειας για το μοντέλο της πόλης του Μπάθ, από το οποίο και ανάλογα με την περίπτωση χρησιμοποιούνται αριθμός αυτών (Bourdakis, 1996).

Ο *βαθμός περιπλοκότητας ενός αστικού μοντέλου* περιγράφεται από το μέγεθος της γεωμετρικής βάσης που υπολογίζεται σε τρίγωνα (ελάχιστο διακριτό στοιχείο επιφάνειας στο χώρο) από το σύνολο των οποίων δημιουργείται το μοντέλο. Η ικανότητα απόδοσης μεγάλων γεωμετρικών βάσεων εξαρτάται και πάλι από τις δυνατότητες του υπολογιστικού συστήματος με ιδιαίτερη έμφαση στο υποσύστημα γραφικών.

Τέλος η χρήση φωτογραφιών, οι λεγόμενες *υφές* (textures) σε όψεις κτιρίων, φόντο, στοιχεία περιβάλλοντος όπως δένδρα, βιτρίνες καταστημάτων κοκ, βοηθά στην απλούστευση της γεωμετρικής βάσης δεδομένων.

Ανάλογα με το μοντέλο, την προβλεπόμενη χρήση του και την ισχύ του υπολογιστικού συστήματος αναπαράστασης, ο δημιουργός πρέπει να βρίσκει την σωστή ισορροπία μεταξύ χρήσης γεωμετρίας και υφών για μία επιτυχή υλοποίηση του συστήματος.

## West End Λονδίνου, Μ. Βρετανία

Η ανάλυση των φυσικών ιδιοτήτων του αστικού χώρου είναι ένας τομέας όπου η ΕΠ είναι ιδιαίτερα χρήσιμη. Το μοντέλο του West End του Λονδίνου είναι τυπική περίπτωση ερευνητικά εστιασμένης κατασκευής ψηφιακού μοντέλου. Το επίπεδο λεπτομέρειας και η ποσότητα / ποιότητα πληροφοριών που περιλαμβάνει έχουν προσεκτικά οριστεί για την προβλεπόμενη χρήση του. Χρηματοδότης ήταν η British Telecom (BT) με σκοπό τη χρήση του ψηφιακού μοντέλου σε έρευνα για τη διασπορά σήματος κινητής τηλεφωνίας και συνεπώς ποιότητα κάλυψης του κέντρου της πόλης.

Οι ζητούμενες μεταβλητές ήταν: ακριβές ογκομετρικό, κυρίαρχο υλικό όψεων, γεωμετρία και υλικά στέγασης, μεγάλα διαφημιστικά ταμπλό, δένδρα και άλλα αντικείμενα που πιθανόν να παρενοχλήσουν ή να ανακλάσουν το σήμα.

Στη συνέχεια το μοντέλο αυτό χρησιμοποιήθηκε σαν πλατφόρμα δοκιμών για διάφορες μεθόδους οπτικοποίησης δεδομένων και συστήματος διασύνδεσης φυσικών δεδομένων για την πόλη με εικονικές αναπαραστάσεις τους.

Κατασκευή	1994-1995
Δομή δεδομένων	2 Επίπεδα λεπτομέρειας (LOD)
Γεωμετρικό Μέγεθος Βάσης	26.500 τρίγωνα
Ψηφιακό Μέγεθος Βάσης	45kb χωρίς υφές
Χρηματοδότηση	British Telecom



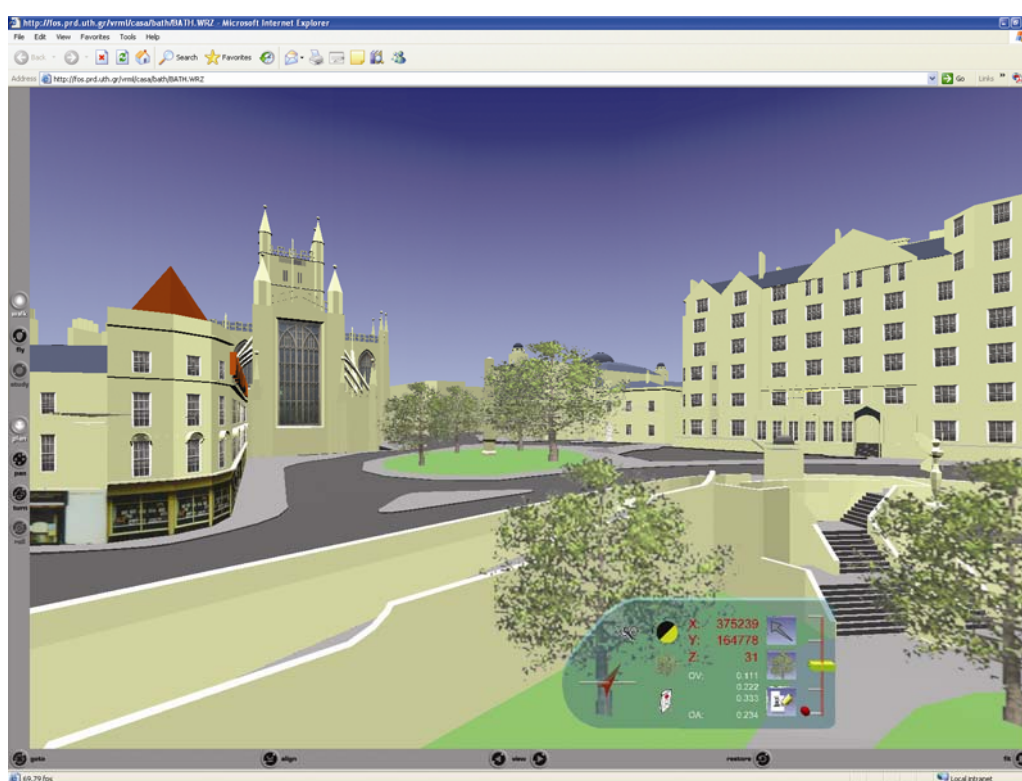
West-End Λονδίνο (<http://fos.prd.uth.gr/vrml/casa/london/>)



### **Γεωργιανή πόλη του Μπάθ, Μ. Βρετανία**

Το μοντέλο της πόλης του Bath έχει χρησιμοποιηθεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους από την αρχική κατασκευή του το 1992-4 έως σήμερα. Η κυριότερη εφαρμογή του είναι στον πολεοδομικό σχεδιασμό (σαν ένα στατικό ή διαδραστικό εργαλείο αξιολόγησης). Η Βρετανική πολεοδομική νομοθεσία ορίζει την τοπική αυτοδιοίκηση ως βασικό υπεύθυνο για την αξιολόγηση όλων των πολεοδομικών προτάσεων. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η συντριπτική πλειοψηφία των εργαζομένων στα κατά τόπους πολεοδομικά γραφεία δεν είναι αρχιτέκτονες-πολεοδόμοι και δεδομένου ότι ένας σημαντικός αριθμός πολιτών λαμβάνουν μέρος σε αυτές τις διαδικασίες αξιολόγησης, οι δυνατότητες οπτικοποίησης, επεξήγησης και κατανόησης προτεινόμενων λύσεων που δίνουν τα ΕΠ υπερτερούν έναντι των κλασικών στατικών προοπτικών και σχεδίων. Αρχικά το τρισδιάστατο μοντέλο της πόλης χρησιμοποιήθηκε για τη φωτορεαλιστική απεικόνιση προτεινόμενων λύσεων (στατική χρήση) και στη συνέχεια με κατάλληλες μετατροπές η ίδια βάση δεδομένων χρησιμοποιείται πλέον διαδραστικά για την αξιολόγηση προτάσεων.

<i>Κατασκευή</i>	1995-1997
<i>Δομή δεδομένων</i>	4 Επίπεδα λεπτομέρειας
<i>Γεωμετρικό Μέγεθος Βάσης</i>	220.000 τρίγωνα
<i>Ψηφιακό Μέγεθος Βάσης</i>	1,3MB με υφές
<i>Χρηματοδότηση</i>	Sainsbury's, EPSRC



Γεωργιανή πόλη του Μπάθ (<http://fos.prd.uth.gr/vrml/casa/bath/>)

### **Μεσαιωνική πόλη του Μπάθ, Μ. Βρετανία**

Στα πλαίσια έρευνας χρηματοδοτούμενης από το ίδιο το Πανεπιστήμιο, κατασκευάστηκε το τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο της μεσαιωνικής πόλης του Bath βασισμένο σε παλαιούς χάρτες, γκραβούρες και σχέδια της πόλης (Day, 1994). Η λεπτομέρεια του αποτελέσματος είναι χαμηλή, η έλλειψη ακρίβειας των υποβάθρων είναι ένας κρίσιμος παράγοντας, αλλά το τελικό αποτέλεσμα δεν παύει να έχει σημαντικό εκπαιδευτικό ενδιαφέρον. Ο τρόπος δημιουργίας αυτού του μοντέλου δεν επέτρεψε την μετατροπή του σε ΕΠ, η μόνη διαθέσιμη μορφή του είναι computer animation.

<i>Κατασκευή</i>	1992-1993
<i>Δομή δεδομένων</i>	Χωρίς επίπεδα λεπτομέρειας
<i>Γεωμετρικό Μέγεθος Βάσης</i>	
<i>Ψηφιακό Μέγεθος Βάσης</i>	
<i>Χρηματοδότηση</i>	Εσωτερική από CASA

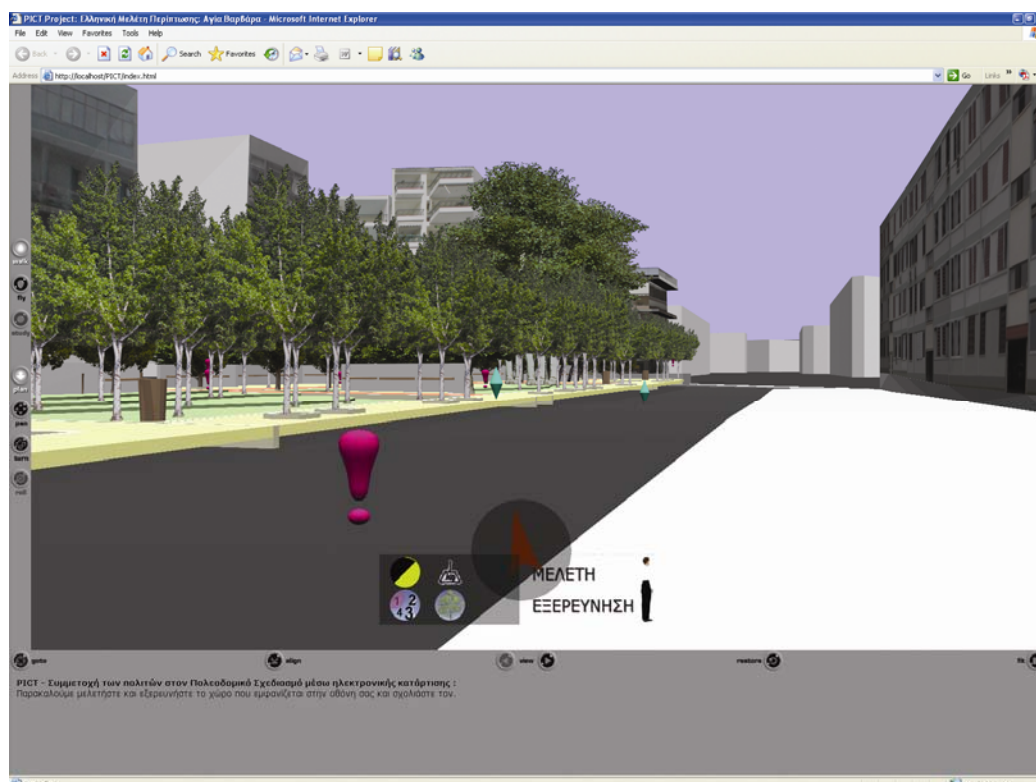


*Μεσαιωνική πόλη του Μπάθ*

### **Αγ. Βαρβάρα, Αθήνα**

Η κάτω Αγία Βαρβάρα είναι η περιοχή μελέτης περίπτωσης στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος PICT (Planning Inclusion of Clients through e-training). Το ενδιαφέρον στρέφεται στους κοινόχρηστους χώρους πλατείες, πεζοδρόμους και η έμφαση δίνεται στη δυνατότητα απεικόνισης τόσο της υπάρχουσας κατάστασης όσο και των προτεινόμενων επεμβάσεων και στο σχολιασμό από τους χρήστες των επιμέρους στοιχείων της πρότασης. Τα σχόλια των χρηστών / κατοίκων / επισκεπτών κατηγοριοποιούνται σαν θετικά και αρνητικά με διακριτό συμβολισμό (σχηματικό και χρωματικό) και είναι ορατά από όλους. Αυτό επιτρέπει την επικοινωνία όχι μόνο των χρηστών με τους μελετητές, αλλά και των χρηστών μεταξύ τους, δίνοντας μία σειρά από ιδιαίτερα γόνιμα σχόλια για τις προτεινόμενες αλλαγές και διαμορφώσεις. Η κειμενοστραφής και όχι σχεδιαστική συμμετοχή των χρηστών ευνοεί τη συμμετοχή όλων και όχι μόνο των χρηστών Η/Υ και των εξοικειωμένων με τα διαθέσιμα σχεδιαστικά εργαλεία (πειράματα σε τοπικό γυμνάσιο έδειξαν ότι μαθητές μετά από ημίωρη παρουσίαση συμμετάσχουν επιτυχώς στη διαδικασία αυτή). Το σύνολο των σχολίων μετά από μία πρώτη επεξεργασία και ομαδοποίηση από τους ερευνητές, θα ανατροφοδοτήσει το σχεδιασμό με νέα δεδομένα που θα λάβει υπόψη του ο μελετητής για την τελική πρότασή του.

<i>Κατασκευή</i>	2004-2005
<i>Δομή δεδομένων</i>	2 Επίπεδα λεπτομέρειας (LOD)
<i>Γεωμετρικό Μέγεθος Βάσης</i>	15.500 τρίγωνα
<i>Ψηφιακό Μέγεθος Βάσης</i>	4,5MB με υφές
<i>Χρηματοδότηση</i>	EU, Leonardo



Αγία Βαρβάρα, Πλατεία Μακρυγιάννη (<http://fos.prd.uth.gr/vrml/uth/PICT/>)

## **Παλαιά, Βόλος**

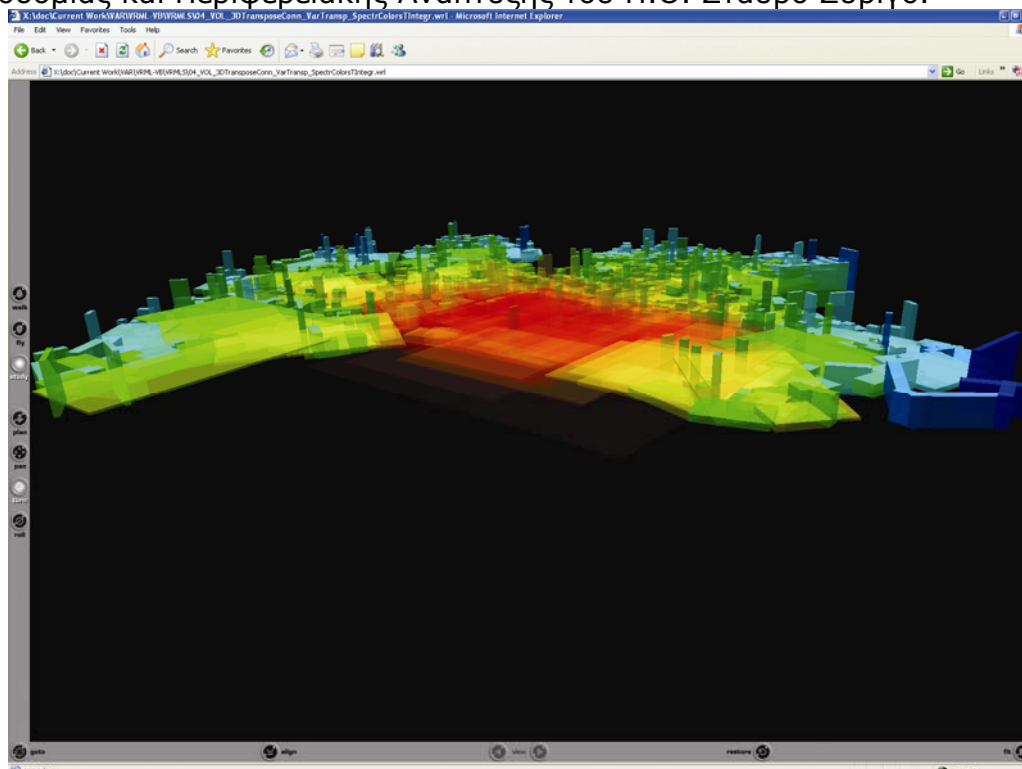
Η ψηφιακή τρισδιάστατη αποτύπωση του ιστορικού κέντρου της πόλης του Βόλου είναι ένα περίπλοκο και ιδιαίτερα ενδιαφέρον θέμα. Η τεκμηριωμένη αδιάλειπτη κατοίκηση της περιοχής από την 3<sup>η</sup> χιλιετηρίδα π.Χ. δίνει μια ενδιαφέρουσα διάσταση στην εξέλιξη της πόλης, της πολεοδομίας της, των ανασκαφών/ευρημάτων, έως την σύγχρονη εκδοχή της πόλης.

Το μοντέλο είναι σε εξέλιξη, στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος χρηματοδοτούμενου από το ΥΠΕΠΘ και προβλέπεται να ολοκληρωθεί η περιοχή του κάστρου μέχρι το τέλος του 2006.

## **Σύγχρονη Πόλη του Βόλου, Data spaces: Παρουσίαση των αποτελεσμάτων ανάλυσης με τη μεθοδολογία του Space Syntax**

Χρησιμοποιώντας υπάρχοντα ψηφιακά υπόβαθρα της σύγχρονης πόλης του Βόλου, δημιουργήθηκαν axial maps (αξονικοί χάρτες) του πολεοδομικού συγκροτήματος Βόλου ακολουθώντας της αρχές του Space Syntax Analysis (συντακτική ανάλυση του χώρου). Η διαστρωμάτωση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης αυτής μετατράπηκε σε εικονικό περιβάλλον με τη και των

Η έρευνα αυτή έγινε στα πλαίσια μεταπτυχιακού μαθήματος στο ΤΜΧΠΠΑ από τον υποψήφιο διδάκτορα του Τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης του Π.Θ. Σταύρο Συρίγο.



Data spaces στο σύγχρονο Βόλο (<http://fos.prd.uth.gr/vrml/uth/ssirigos/>)

## Συμπεράσματα

Στον υπόλοιπο κόσμο, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για την εκμετάλλευση των υπολογιστών γενικότερα και της ΕΠ ειδικότερα, σαν μεθοδολογία παρουσίασης σε διαδικασίες αξιολόγησης. Παραδείγματα καλύπτουν τομείς και τεχνικές που κυμαίνονται από φωτογραμμετρία και computer animations μέχρι περίπλοκες εφαρμογές πολυμέσων (Shiffer, 1995), ΕΠ και αλληλεπιδραστική τηλεόραση.

Στην πραγματικότητα, η βιωσιμότητα των εικονικών αστικών μοντέλων είναι μία περίπλοκη διαδικασία που πρέπει να απασχολήσει κάθε εταιρεία/οργανισμό/δημόσια υπηρεσία επιθυμεί να ασχοληθεί με αστικές βάσεις δεδομένων. Συγκεκριμένα, δυσκολίες στην κατασκευή, υψηλό κόστος, περίπλοκη διαχείριση, μέγεθος των δημιουργούμενων βάσεων (δυσχέρεια στην επικοινωνία, διάχυση και χρήση των ψηφιακών μοντέλων), υψηλό λειτουργικό κόστος λόγω της ανάγκης για συνεχή ενημέρωση (νέες κατασκευές, επεμβάσεις σε ιδιωτικούς ή δημόσιους χώρους, αλλαγές χρήσεων, κοκ), έλλειψη οργανωμένων δευτερογενών βάσεων που μπορούν να συγχωνευθούν στο ψηφιακό αστικό μοντέλο, έλλειψη ασφάλειας δικαιωμάτων δημιουργού (copyright), οργάνωση των πολιτικών διαχείρισης (ιδιοκτησία, ουσιαστική ευθύνη, φορέας χρηματοδότησης κατασκευής αλλά κυρίως συντήρησης) είναι τα κυριότερα θέματα που πρέπει να διευθετηθούν για να μπορούν τα εικονικά αστικά μοντέλα να λειτουργήσουν παράλληλα με τις υπάρχουσες πολιτικές και κοινωνικές δομές. Μέχρι να βρεθούν λύσεις στα θέματα αυτά, τα εικονικά αστικά μοντέλα θα είναι αποτέλεσμα ανεξάρτητων προσπαθειών, άμεσα συνδεδεμένα με πρόσωπα και ερευνητικές δομές που κατά κανόνα στερούνται των απαραίτητων πόρων για μια μακροχρόνια και ουσιαστική υποστήριξη και εκμετάλλευση τους.

### Σημείωση

Το υλικό της παρουσίασης στο 2<sup>ο</sup> Συνέδριο Πολιτισμικής Σύγκλισης και Ψηφιακής Τεχνολογίας υπάρχει διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://fos.prd.uth.gr/vas/papers/IME2004/slides/>.

Τα άρθρα του συγγραφέα είναι διαθέσιμα στη σελίδα <http://www.prd.uth.gr/staff/vbourdakis/>

## Βιβλιογραφία

Bourdakis, V. (2004) 'Developing VR Tools for an Urban Planning Public Participation ICT Curriculum; The PICT Approach'. In: "Architecture in the Network Society: eCAADe2004 Proceedings" B.Rudiger, B.Tournay and H.Orbaek (eds) eCAADe, pp.601-607

Bourdakis, V. (2001) *'On Developing Standards for the Creation of VR City Models'*. In: "Architectural Information Management: eCAADe2001 Proceedings" H.Penttila (ed) eCAADe, pp.404-409

Μπουρδάκης Βασίλης (2000) 'Χρησιμοποιώντας Συνθετικά Περιβάλλοντα Πόλεων' στο «Δεκαεπτά Κείμενα για τον Σχεδιασμό, τις Πόλεις και την Ανάπτυξη» Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας

Bourdakis, V. (1997) *'Virtual Reality: A Communication Tool for Urban Planning'* In "CAAD-Towards New Design Conventions" A. Asanowicz and A. Jakimowitz (eds) Technical University of Bialystok, pp.45-59 ISBN 83-86272-63-5.

Bourdakis, V. (1996) *'From CAAD to VR; Building a VRML model of London's West End'* In The Third UK Virtual Reality Special Interest Group Conference; Full Paper Proceedings. De Montfort University, Leicester, pp.5-13.

Day, A.K., Bourdakīs, V. and Robson, J.M. (1996) *'Living with a virtual city'* In "Architectural Research Quarterly", Vol.2: Autumn 1996, pp.84-91.

Day, A. and Radford, A. (1995) *Imaging Change: The Computer City Model as a Laboratory for Urban Design Research* In: CAAD Futures 95, Papers received Volume 2. National University of Singapore.

Day, A. K., (1994) *From Map to Model: the Development of an Urban Information System*, Design Studies, Vol. 15, No.3, pp 366-384

Hall, A.C (1996) *Design Control; Towards a new approach* Butterworth Architecture, Oxford.

Heim, M. (1998) *Virtual Realism* Oxford University Press.

Jepson, W., Liggett, R. and Friedman, S. (1996), Virtual Modeling of Urban Environments in *Presence* 5,1.

Perraton, Jean (1978) *Evaluation as part of the planning process*. Land Use and Built Form Studies Working Paper No.33. University of Cambridge.

Philleo, (1997) *The Effect of Desktop VR on the Spatial Ability of Pre-Adolescents* In: VR in the School Vol.2, No.4, March 97

Shiffer, M.J. 1995 *Multimedia Representational Aids in Urban Planning Support Systems* In: Understanding Images; Finding Meaning in Digital Imagery F.T. Marchese (ed) Telos, Springer-Verlag, New York.

Slater, M. and Wilbur, S. (1995) *Through the Looking Glass World of Presence: A Framework for Immersive Virtual Environments* In:

Framework for Immersive Virtual Environments FIVE'95 Esprit Working Group 9122, QMW University London.

Smith, A. Dodge, M. and Doyle, S. 'Visual Communication in Urban Planning and Urban Design', CASA, UCL, Report.

Virtual City Resource Centre – Cities on the Web, CASA, UCL <URL <http://www.casa.ucl.ac.uk/vc/cities.htm>> (πρόσβαση Φεβ. 2005)

TechTV website, Big Thinkers, Dalton, J. (2002) "Blueprint for the Future", <http://www.techtv.com/bigthinkers/features/story/0,23008,3377979,00.html> (πρόσβαση Μάιος 2004)

Whyte, J. (2002) Virtual Reality and the Built Environment, Architectural Press, UK

Χαρίτος, Δ. (2005) 'Δυνητική πραγματικότητα: ένα νέο σύστημα διεπαφής ανθρώπου-υπολογιστή ή ένα νέο μέσο επικοινωνίας;' Στο «Ζητήματα Επικοινωνίας» Τεύχος 2, εκδ. Καστανιώτης.