

2019-06

$\beta \ddot{y} \neq \hat{A} \zeta \gg \zeta^{31} \tilde{A} \ddot{A}^{10} \hat{A} \tilde{A} \zeta \mu^{-1} \pm \tilde{A} \frac{1}{4} \hat{A} : .$
 $\beta \ddot{y} \mu \hat{A}^{-1} \hat{A} \pm \tilde{A} . \ddot{A} \acute{E} \frac{1}{2} \grave{E} . \mathcal{A} \acute{E}^{1 \pm 0} \hat{I} \frac{1}{2} \mu \hat{A}^3 \pm \gg$
 $\beta \ddot{y} \tilde{A} \ddot{A} . \frac{1}{2} ' \hat{A} \zeta^1 \ddot{A} \mu^0 \ddot{A} \zeta \frac{1}{2}^{10} \textcircled{R}$

$\beta \ddot{y} \sim \mu \zeta \mathcal{A} \neg \frac{1}{2} \zeta \hat{A} \hat{A} , \gg \neg \mathbb{I} \pm \hat{A} \zeta \hat{A}$

$\beta \ddot{y} \hat{A} \hat{I}^3 \hat{A} \pm \frac{1}{4} \frac{1}{4} \pm \tilde{A} \ddot{A} . \frac{1}{2} ' \hat{A} \zeta^1 \ddot{A} \mu^0 \ddot{A} \zeta \frac{1}{2}^{10} \textcircled{R} , \mathcal{E} \zeta \zeta \gg \textcircled{R} ' \hat{A} \zeta^1 \ddot{A} \mu^0 \ddot{A} \zeta \frac{1}{2}^{10} \textcircled{R} \hat{A} , \mathcal{O} \cdot \zeta \pm \frac{1}{2}^{10} \textcircled{R} \hat{A}^0 \pm$
 $\beta \ddot{y} " \mu \acute{E} \hat{A} \mu \hat{A}^{12 \pm} \gg \gg \zeta \frac{1}{2} \ddot{A}^{10} \hat{I} \frac{1}{2} \cdot \hat{A}^1 \tilde{A} \ddot{A} \cdot \frac{1}{4} \hat{I} \frac{1}{2} , \pm \frac{1}{2} \mu \hat{A}^1 \tilde{A} \ddot{A} \textcircled{R} \frac{1}{4}^1 \zeta \cdot \mu \neg \hat{A} \zeta \gg^1 \hat{A} \neg \mathcal{A} \zeta \hat{A}$

<http://hdl.handle.net/11728/11435>

Downloaded from HEPHAESTUS Repository, Neapolis University institutional repository



ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Η επίδραση των ψηφιακών εργαλείων
στην Αρχιτεκτονική

Θεοφάνους Λάζαρος
Ιούνιος 2019

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΝΕΑΠΟΛΙΣ ΠΑΦΟΥ
Σχολή Αρχιτεκτονικής, Μηχανικής & Γεωπεριβαλλοντικών Επιστημών

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Η επίδραση των ψηφιακών εργαλείων στην Αρχιτεκτονική

[ARCH Dis] Dissertation

ΘΕΟΦΑΝΟΥΣ ΛΑΖΑΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ:

ΔΡ. Ε. ΔΟΒΑ, Δ. ΑΝΤΩΝΙΟΥ

ΠΑΦΟΣ, Ιούλιος 2019

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή.	
I.Γενικά.	3-4
II.Ποιος ο ρόλος της τεχνολογίας στην αρχιτεκτονική σύνθεση;	4-6
III.Μεθοδολογία έρευνας.	6
2. Αρχιτεκτονική σύνθεση & τεχνολογία: ποιος ο ρόλος του εργαλείου;	
I.Η προϊστορία των ψηφιακών εργαλείων.	9-13
II.Τα ψηφιακά εργαλεία σήμερα.	14-19
III.Σύγχρονες εφαρμογές και παραδείγματα.	19-26
3. Αρχιτεκτονική Εκπαίδευση: το εργαλείο γίνεται ο δάσκαλος;	
I.Η θέση των ψηφιακών εργαλείων στην εκπαίδευση.	29-32
II.Οι μέθοδοι διδασκαλίας σε διάφορες σχολές.	32-36
4. Κριτική ματιά: το εργαλείο γίνεται ο σχεδιαστής;	
I.Θετικές και αρνητικές επιδράσεις.	39
II.Εισηγήσεις και μελλοντικές εφαρμογές.	40-41
5. Βιβλιογραφία	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 01

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

I. Γενικά

Τα τελευταία είκοσι χρόνια περίπου η ψηφιακή τεχνολογία έχει κάνει άλματα μπροστά. Έχει αναπτυχθεί τόσο πολύ που έχει πλέον φτάσει στο σημείο να εισβάλλει στη ζωή κάθε ανθρώπου και να προκαλέσει τεράστιες αλλαγές τόσο στην προσωπική του ζωή και σχέσεις όσο και στην επαγγελματική του δραστηριότητα. Στην εποχή μας δεν υπάρχει άνθρωπος στον λεγόμενο «πολιτισμένο» κόσμο που να μη χρησιμοποιεί κάποιο ψηφιακό μέσο καθιστώντας τα έτσι ως αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής του. Σήμερα η καθημερινότητα μας ορίζεται μέσα από τις δραστηριότητές μας στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, τα κινητά τηλέφωνα και τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Στις μέρες μας κάθε ζωντανός οργανισμός και φυσικό ή ανθρωπογενές αντικείμενο μπορεί να αναλυθεί με αλγόριθμους σε ψηφιακά δεδομένα που μπορούν να ενταχθούν σε μια διαδικασία επεξεργασίας. Πέραν των μεμονωμένων οργανισμών πλέον αναλύονται και ολόκληρες κοινωνίες όπως κυψέλες, βακτηριδιακές αποικίες, δάση και ανθρώπινες πόλεις ως ενιαία συστήματα δεδομένων (Harari, 2017). Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε τον άνθρωπο σε μια νέα εποχή, την ψηφιακή εποχή, όπου οι προβληματισμοί είναι πολλαπλοί και κάθε ένας αντιμετωπίζεται όχι ως ένα μεμονωμένο και ανεξάρτητο πρόβλημα αλλά ως ένα σύνολο προβλημάτων που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους. Για αυτό τον λόγο η συμμετοχική και διεπιστημονική προσέγγιση πλέον είναι αναγκαία.

Με την βοήθεια της τεχνολογίας όλοι οι επιστημονικοί κλάδοι έχουν εξελιχθεί. Πλέον με την ανάπτυξη του διαδικτύου οι πληροφορίες και οι τεχνοτροπίες είναι άμεσα προσβάσιμες ακόμα και από ερασιτέχνες μετασχηματίζοντας τον κόσμο μας και επηρεάζοντας τομείς όπως την υγειονομική περίθαλψη, την εκπαίδευση, την επιστήμη, το εμπόριο, την ψυχαγωγία και άλλους πολλούς. Το μεγάλο δίκτυο ψηφιακών πληροφοριών που είναι πλέον προσβάσιμο σε όλους οδήγησε σε μια νέα εποχή που η διεπιστημονικότητα, δηλαδή ο συνδυασμός διαφόρων επιστημών για την σύλληψη μιας μέσης ή βελτιστοποιημένης λύσης σε ένα πρόβλημα, έχει πάρει νέα τροπή και συνεχώς βρίσκονται νέες λύσεις και νέα δεδομένα που εμπλουτίζουν τις διάφορες θεωρίες αλλά και τα πρακτικά επαγγέλματα οδηγώντας την τεχνολογία στο σημείο να κατέχει τον πρωταρχικό ρόλο σχεδόν σε όλους τους τομείς της ζωής μας προσωπικής και επαγγελματικής.

Παρά τις δυνατότητες της όμως η τεχνολογία δεν έχει απαραίτητα μόνο θετική επίδραση και η ανεξέλεγκτη χρήση της στην καθημερινότητα μας καθώς και ο ρόλος που διαδραματίζει σε τομείς όπως η εκπαίδευση και οι διαπροσωπικές ανθρώπινες σχέσεις είναι ένας από τους σύγχρονους προβληματισμούς. Αναμφισβήτητο όμως είναι το γεγονός πως, παρά

τα οποιαδήποτε αρνητικά, η συνεισφορά της έχει εξελίξει την ανθρώπινη αντίληψη για πολλά θέματα που προβληματίζουν τη σημερινή κοινωνία και η χρήση της έχει βελτιώσει τη ποιότητα ζωής του ανθρώπου.

II. Ποιος ο ρόλος της τεχνολογίας στην αρχιτεκτονική σύνθεση:

Μέσα σε αυτό τον καταϊγισμό των εξελίξεων και των μετατροπών της σημερινής εποχής δεν θα μπορούσε με την σειρά της η αρχιτεκτονική θεωρία και πρακτική να μην επηρεάζεται από την τεχνολογία. Νέα μέσα αναπαράστασης, νέες μέθοδοι κατασκευής, καθώς και άλλα δεδομένα εμπλουτίζουν την αρχιτεκτονική σύνθεση σήμερα. Στην εποχή μας η τεχνολογία και ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός είναι άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους δίνοντας στο σχεδιαστή τη δυνατότητα να αναπαραστήσει την σύνθεση του γρηγορότερα και πιο αποτελεσματικά. Επίσης μέσω της τεχνολογίας γίνεται εφικτή η πολύπλευρη ανάλυση και η επίλυση διαφόρων προβλημάτων με την συνεργασία διάφορων επιστημών, πράγμα που οδήγησε την αρχιτεκτονική σε μια νέα εποχή.

Η λειτουργικότητα, η αισθητική, το περιβάλλον, η οικονομία αλλά και άλλες πολλές παράμετροι πλέον έχουν ενσωματωθεί στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και η τεχνολογία επιτρέπει την καλύτερη επικοινωνία μεταξύ των αρμόδιων επιστημών που εμπλέκονται, με αποτέλεσμα την εύρεση μιας βελτιστοποιημένης λύσης στις σύγχρονες αρχιτεκτονικές προκλήσεις. Παρόλα αυτά πρέπει να εξεταστεί ο ρόλος που διαδραματίζουν τα ψηφιακά εργαλεία στην αρχιτεκτονική σύνθεση και τεχνολογία έτσι ώστε να γίνεται η πλήρης αξιοποίησή τους και να αποφεύγονται οι οποιοσδήποτε αρνητικές επιδράσεις τους.

Ο αγγλικός όρος "computational design", σε μια προσπάθεια ελεύθερης μετάφρασης στα ελληνικά θα ονομαζόταν "υπολογιστικός σχεδιασμός" (Ρουμπάνη & Ταρουδάκη, 2013). Ο ορισμός δηλώνει τον ψηφιακό σχεδιασμό που χρησιμοποιεί τον ηλεκτρονικό υπολογιστή ως μέσο επικοινωνίας μεταξύ όχι μόνο του σχεδιαστή και άλλων προσώπων στα οποία το παρουσιάζει αλλά επίσης και του σχεδιαστή με το έργο, αφού η τοποθέτηση της σύνθεσης σε πραγματικές συνθήκες και η προσομοίωση της σε αυτές επιτρέπει μια πιο πολύπλευρη ανάλυση κατά την διάρκεια του νέου σχεδιασμού. Αυτή η διαδικασία σχεδιασμού αποτελεί ένα σύγχρονο μέσο που χρησιμοποιεί την αρχή της εφαρμογής υπολογιστικών προσεγγίσεων σε σχεδιαστικά ή κατασκευαστικά προβλήματα ή ακόμα και προβλήματα που προκύπτουν στην παρουσίαση της σύνθεσης, είτε αυτή είναι στο επίπεδο της εκπαίδευσης, είτε κατά την διάρκεια της επαγγελματικής πορείας του σχεδιαστή. Τα ψηφιακά εργαλεία που μπορεί να χρησιμοποιήσει κανείς πλέον είναι πολυάριθμα και διακρίνονται από ποικίλες ομοιότητες, αφού έχουν εξελιχθεί βάσει κοινών χαρακτηριστικών.

Τα εργαλεία στα οποία αναφέρεται η εργασία διακρίνονται στα εξής τρία: τα Computer-aided design (CAD), τα Building Information Modeling (BIM) και τα λογισμικά παραμετρικού σχεδιασμού. Με τις νέες σχεδιαστικές δυνατότητες τους όμως δεν έχουν εξαλειφθεί πλήρως τα προβλήματα στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, αφού οι νέες περίπλοκες μορφές που ξεφεύγουν από τα όρια της Ευκλείδειας γεωμετρίας παρουσιάζουν νέα κατασκευαστικά προβλήματα. Λύση στο πρόβλημα είναι η τεχνολογία του Digital Fabrication (Kolarevic, 2001). Η Digital Fabrication ή η τεχνολογία “ψηφιακής παραγωγής” όπως θα την αποκαλούσε κάποιος στα ελληνικά είναι μια κατασκευαστική διαδικασία όπου μέσω του υπολογιστή γίνεται ο έλεγχος μηχανημάτων για την υλοποίηση μιας κατασκευής. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει μηχανήματα όπως τα Laser cutter, CNC Router, 3D printers, Fused deposition modeling, Stereolithography, Selective laser sintering, Powder printer, κτλ τα οποία ελέγχονται μέσω του υπολογιστή για την ακριβή επεξεργασία του υλικού μέσω των ψηφιακών μοντέλων τόσο δισδιάστατων όσο και τρισδιάστατων ανάλογα. Η τεχνολογία αυτή αποτελεί την γέφυρα μεταξύ του ψηφιακού και του πραγματικού, η οποία επιτυγχάνεται με την ανάλυση των ψηφιακών μοντέλων και με την βοήθεια άλλων τεχνολογικών επιτευγμάτων γίνεται η ακριβής κατασκευή τους. Η μετατροπή αυτή του ψηφιακού σε υλικό αποτελεί ένα μεγάλο κεφάλαιο στην ψηφιακή τεχνολογία, το οποίο λόγω του μεγέθους και της σημαντικότητας του δεν έχει συμπεριληφθεί στα πλαίσια της έρευνας.

Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός είναι η ερμηνεία, ο προσδιορισμός και η τεκμηρίωση των εννοιολογικών, λειτουργικών, στιλιστικών, δομικών και κατασκευαστικών χαρακτηριστικών του έργου και όλων των στοιχείων του, καθώς και του περιβάλλοντος χώρου γύρω από αυτό, τα οποία θα βασίζονται και θα εκπληρώνουν τις λειτουργικές ανάγκες που έχουν καθοριστεί για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις τους (Izgi, 1999). Ο σχεδιασμός είναι μια διαδικασία λήψης αποφάσεων που φέρει μεγάλες ευθύνες στους σχεδιαστές αφού η σχεδιαστική ευθύνη συνεχίζεται μέχρι και τη διαδικασία κατασκευής. Βασικό χαρακτηριστικό είναι ο σχεδιαστής να μπορεί να φανταστεί και να αναπαραστήσει το έργο του σε τρισδιάστατη μορφή, η οποία θα περιλαμβάνει τον περιβάλλοντα χώρο, επομένως τη θέση, το μέγεθος του έργου κτλ. Η δημιουργία ενός εικονικού χώρου που δίνει ζωή στο έργο αλλά και την έννοια του χρόνου ενεργεί ως μια οπτική απεικόνιση της πραγματικότητας που επιτρέπει στον σχεδιαστή να κατανοεί εύκολα τις σκέψεις του. Με τα ψηφιακά εργαλεία σήμερα η αναπαράσταση πλέον δεν αποτελεί μόνο ένα μέσο επικοινωνίας και αναμετάδοσης του έργου σε τρίτα πρόσωπα, αλλά συνιστά ένα πραγματικά σημαντικό μέρος της σύνθεσης αφού επιτρέπει στον σχεδιαστή να παράγει ένα ρεαλιστικό μοντέλο με διάφορες παραμέτρους ενός πραγματικού περιβάλλοντος με πραγματικές συνθήκες και μια ρεαλιστική εικόνα του έργου.

Σήμερα ο υπολογιστικός σχεδιασμός έχει προ πολλού ξεπεράσει την περίοδο δοκιμής και πλέον μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά και με περισσότερη ευελιξία σε σχέση με το παρελθόν. Η χρήση του είναι πλέον απαραίτητη αφού το προβάδισμα που δίνει στο σχεδιαστή είναι σαφές· τα ψηφιακά εργαλεία προσφέρουν εξοικονόμηση χρόνου, ακρίβεια και ευελιξία κατά την διάρκεια του σχεδιασμού έναντι του παραδοσιακού τρόπου σχεδιασμού με το χαρτί. Αυτό όμως δεν σημαίνει πως πρέπει να απορρίψει κάποιος την παραδοσιακή μέθοδο σχεδιασμού, η οποία μέχρι και σήμερα έχει την θέση της στην διαδικασία σχεδιασμού και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται.

III. Μεθοδολογία και έρευνα

Το κείμενο που ακολουθεί διακρίνεται σε δύο τμήματα τα οποία εστιάζουν το κάθε ένα σε δύο διαδοχικά στάδια της πορείας ενός αρχιτέκτονα, που είναι τα στάδια της εκπαίδευσης και της επαγγελματικής του δράσης, και εξετάζουν πως αυτά επηρεάστηκαν από την ανάπτυξη της τεχνολογίας και την εφαρμογή των ψηφιακών εργαλείων. Αρχικά, θα εξεταστούν οι πρώτες εφαρμογές των ψηφιακών εργαλείων στην αρχιτεκτονική πρακτική χρησιμοποιώντας έργα αρχιτεκτόνων, όπως η Zaha Hadid, ο Frank Gehry και ο Peter Eisenman και πώς χρησιμοποιήθηκαν αυτά τα ψηφιακά εργαλεία, ως μέσο για σύνθεση ή απλά μέσο για την επίλυση κατασκευαστικών προβλημάτων. Ο λόγος που γίνεται αρχικά η επεξήγηση της πρακτικής και όχι της εκπαίδευσης είναι για την κατανόηση της σταδιακής ένταξης των εργαλείων στην αρχιτεκτονική και πώς η πρακτική εκφράζει την αναγκαιότητα της χρήσης των εργαλείων σε κατασκευαστικό επίπεδο, αφού η αρχιτεκτονική γλώσσα ξεφεύγει από την ευκλείδεια γεωμετρία. Στην συνέχεια θα εξεταστεί η αρχιτεκτονική εκπαίδευση σε διάφορες σχολές και η θέση των ψηφιακών εργαλείων στο εκπαιδευτικό τους πρόγραμμα αναλύοντας τις διάφορες μεθόδους διδασκαλίας τους.

Η μελέτη γίνεται μέσω βιβλιογραφίας όπου εξετάζονται διάφορες απόψεις ενός μεγάλου αριθμού συγγραφέων μέσω μιας ανάλυσης των αντιπαραθέσεων και των απόψεων τους για την ψηφιακή τεχνολογία και τις επιδράσεις της στην Αρχιτεκτονική σύνθεση και εκπαίδευση. Στόχος της εργασίας είναι να εντοπιστούν οι θετικές και οι αρνητικές επιδράσεις της εισαγωγής των ψηφιακών εργαλείων στην αρχιτεκτονική σύνθεση και να αναγνωρίσει ποια είναι η επίδραση τους στη αρχιτεκτονική εκπαίδευση και την αρχιτεκτονική πρακτική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 02

ΙΣΤΟΡΙΑ

I. Η προϊστορία των ψηφιακών εργαλείων στην αρχιτεκτονική.

Παρά την τεράστια ανάπτυξη της η τεχνολογία δεν διαμορφώνει αυτόνομα το μέλλον, αλλά μπορεί να συμβάλει στην βελτίωση του. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας δεν πρέπει να γίνεται για χάρη της ίδιας αλλά για να προσθέτει αξία στην κοινωνία και να απλοποιεί την ανθρώπινη ζωή. Με μια γρήγορη ματιά στην ιστορία του κόσμου τις τελευταίες δεκαετίες μπορεί κάποιος να δει πόσο ριζικά έχει επηρεάσει η τεχνολογία όλες τις επιστήμες και την ανθρώπινη ζωή. Πράγματα που πριν από μερικά χρόνια φαινόταν σαν μελλοντικά και απόμακρα έγιναν πραγματικότητα. Μια από τις επιστήμες που έχει επηρεάσει η τεχνολογία είναι και η αρχιτεκτονική αλλάζοντας ριζικά την σχεδιαστική προσέγγιση και την κατασκευαστική εφαρμογή, δημιουργώντας μια νέα γλώσσα αρχιτεκτονικής.

Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός: μια σύντομη περιγραφή

Πριν κάποιος καταλάβει όμως πώς η εισαγωγή της τεχνολογίας επηρέασε τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό πρέπει πρώτα να κατανοήσει την σημασία του ίδιου του σχεδιασμού. Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός ορίζεται από ένα μεγάλο αριθμό ατόμων ως μια δημιουργική διαδικασία παρόμοια με την γλυπτική, την ζωγραφική και την μουσική. Αυτή την άποψη ενισχύει ο Lawson (1997) αναφέροντας πως ο σχεδιασμός δεν είναι μια μουσική τέχνη που λίγοι κατέχουν, αλλά μια δεξιότητα που εξελίσσεται με την δουλειά και την εμπειρία. Ο Bijl (1989) αντίστοιχα παρομοιάζει την διαδικασία σχεδιασμού με μια δραστηριότητα που βρίσκεται μεταξύ της λογικής και της μαγείας. Ένας εναλλακτικός ορισμός είναι πως ο σωστός σχεδιασμός προέρχεται από την εξέλιξη μιας αρχικής έμπνευσης του σχεδιαστή όπως αναφέρει ο Cohen (1993), ο οποίος υιοθετεί την διατύπωση του Thomas Edison ότι ο καλός σχεδιασμός είναι ένα τοις εκατό έμπνευση και ενενήντα εννέα τοις εκατό σκληρή δουλειά και προσπάθεια, έτσι ο σχεδιαστής πρέπει να εξελίξει την αρχική του έμπνευση διατηρώντας φυσικά τον χαρακτήρα της αρχικής του σύνθεσης.

Μπορεί να ειπωθεί με ασφάλεια ότι ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός έχει υποβληθεί σε εκτεταμένες εκτιμήσεις και επαναπροσδιορισμούς, τουλάχιστον από τα τέλη του 19ου αιώνα, από πολλούς αρχιτέκτονες και θεωρητικούς σε γραπτά τους έργα. Ο ορισμός του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού όμως δεν απασχολεί μόνο τις τελευταίες δεκαετίες αλλά είναι κάτι που άρχισε να απασχολεί από πολύ παλιά. Για παράδειγμα ο Βιτρούβιος στον καιρό της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας ορίζει τον σχεδιασμό με τρία κεντρικά θέματα στα οποία πρέπει να επικεντρώνεται ο αρχιτέκτονας, τα οποία είναι *firmitas* (δύναμη), *utilitas* (λειτουργικότητα) και *venustas* (ομορφιά) (Kouider & Castle, 2006). Κάνοντας μια σύντομη έρευνα κάποιος μπορεί να δει ότι ο ορισμός αυτός έγινε ακόμα πιο θολός με την εισαγωγή της τεχνολογίας τις τελευταίες δεκαετίες αφού η διαδικασία

του σχεδιασμού έχει πάρει νέες διαστάσεις και οι απόψεις διαφέρουν τόσο σε επαγγελματικό όσο και σε εκπαιδευτικό επίπεδο.

Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός και η τεχνολογική εξέλιξη

Καθ' όλη τη διάρκεια της ιστορίας ο σχεδιασμός των κτηρίων γινόταν για λόγους στεγαστικής ανάγκης κάποιας χρήσης και συνοδευόταν από συγκεκριμένα πρότυπα τα οποία διαμορφώνονταν ανάλογα με τις κοινωνικές ανησυχίες της εποχής αλλά και την τεχνολογία τόσο της κατασκευής όσο και των υλικών. Τα εργαλεία και οι μεθοδολογίες προσεγγίσεις του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού έχουν αλλάξει σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Πριν από τους αρχιτέκτονες, υπήρχε η αρχιτεκτονική αλλά ήταν μια μορφή τέχνης που μετέδιδε ο τέκτων/τεχνίτης σε κάποιων μαθητευόμενο του χωρίς να υπάρχουν προσχέδια της κατασκευής. Με την πάροδο του χρόνου άρχισαν να χρησιμοποιούν σχέδια και τρισδιάστατα φυσικά μοντέλα για την εξερεύνηση των γεωμετρικών σχέσεων με αποτέλεσμα να "γεννηθεί" ο αρχιτεκτονός σχεδιασμός. Μετά την βιομηχανική επανάσταση στις αρχές του 19ου αιώνα και την σταδιακή εξέλιξη των ψηφιακών εργαλείων μετά τα μέσα του 20ου αιώνα η αρχιτεκτονική μελέτη και ο σχεδιασμός καθώς και η κατασκευαστική διαδικασία εξειδικευμένων τύπων κτιρίων με πολύπλοκα σχήματα έγινε πλέον πολύ πιο απλή.

Με την έναρξη της βιομηχανικής επανάστασης στο τέλος του 19ου αιώνα και στις αρχές του εικοστού αιώνα, η τεχνολογία πήρε μια νέα ώθηση και η μηχανή έγινε το νέο σύμβολο της εποχής, πράγμα που επηρέασε όλους του κλάδους και επιστήμες. Παράγωγο της εποχής της μηχανής ήταν και ο ηλεκτρονικός υπολογιστής μαζί με όλα τα ψηφιακά εργαλεία που έφερε μαζί του, οδηγώντας την αρχιτεκτονική στην νέα εποχή του υπολογιστικού σχεδιασμού. Οι νέες ψηφιακές προσεγγίσεις, που προκύπτουν στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό μέσα από την εισαγωγή της τεχνολογίας, βασίζονται στον σχεδιασμό μέσα από υπολογιστικές μεθόδους και αρχιτεκτονικές έννοιες. Η διαδικασία αυτή γίνεται με κύριο εργαλείο τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, ο οποίος αποτελεί σύνδεσμο μεταξύ του χρήστη και των ψηφιακών εργαλείων. Ο υπολογιστικός σχεδιασμός ανοίγει στον σχεδιαστή νέα όρια και δυνατότητες μέσω των διάφορων αλγορίθμων και λογισμικών, όπου μπορούν να κατασκευαστούν διαδραστικοί φυσικοί μηχανισμοί που ανταποκρίνονται στο περιβάλλον τους, προσαρμόζονται και εξελίσσονται όπως είναι απαραίτητο. Η αποδοχή του ηλεκτρονικού υπολογιστή και των ψηφιακών εργαλείων ως μέσα σχεδιασμού και σύνθεσης ήταν δύσκολη λόγω των ανησυχιών περι του θέματος, ιδικά στην ακαδημαϊκή κοινότητα, αλλά και του κόστους των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Από το δωμάτιο στο σακίδιο πλάτης: η είσοδος του Η/Υ στην καθημερινή πρακτική

Την δεκαετία του 1960 οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές ήταν σε μορφή δωματίου, κόστιζαν εκατομμύρια δολάρια και απαιτούσαν ένα μεγάλο αριθμό χειριστών για την ομαλή τους λειτουργία (Hennessy & Patterson, 2007), έτσι οι αρχιτέκτονες της εποχής που έκαναν χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή για το σχεδιασμό ήταν λίγοι όπως όπως ο John Frazer και ο Robert Aish (Frumar, 2011). Επίσης λόγω του κόστους και της δυσκολίας στην λειτουργία τους οι λογισμικές εφαρμογές ή αλλιώς ψηφιακά εργαλεία που περιλάμβαναν ήταν για την επεξεργασία επιχειρηματικών δεδομένων, έτσι το κόστος ήταν αποτρεπτικό στην αρχιτεκτονική σχεδίαση. Αποτέλεσμα του ψηλού κόστους των ψηφιακών εργαλείων (CAAD) ήταν να παραμένουν εκτός του προϋπολογισμού και το πεδίο εφαρμογής των περισσότερων αρχιτεκτονικών γραφείων της εποχής μέχρι και το τέλος της δεκαετίας του 1970, όταν η τεχνολογία των υπολογιστών και τα ψηφιακά εργαλεία άρχισαν να χρησιμοποιούνται ευρύτερα.



Εικόνα 1: Ο πρώτος εμπορικά διαθέσιμος Η/Υ UNIVAC.

Με το πέρας της δεκαετίας του 1970 εμφανίστηκε ο μικροεπεξεργαστής, ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής μικρότερου μεγέθους που αρχικά επικεντρώθηκε στις εφαρμογές σε επιστημονικά εργαστήρια, αλλά γρήγορα η χρήση του επεκτάθηκε και σε άλλους επιστημονικούς τομείς (Hennessy & Patterson, 2007). Έτσι το 1981 η IBM παρουσίασε τον πρώτο προσωπικό υπολογιστή (PC) μια εναλλακτική λύση χαμηλού κόστους σε αντίθεση του μεγάλου υπολογιστή που επικρατούσε εκείνη την εποχή (Frumar, 2011).

Στην αρχή τα ψηφιακά εργαλεία που αναπτύχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν για την αεροδιαστημική βιομηχανία και τις αυτοκινητοβιομηχανίες, έπειτα για τον κινηματογράφο και την ψυχαγωγία, αλλά δεν άργησαν να ενσωματωθούν και στην αρχιτεκτονική λόγω των δυνατοτήτων τους. Η εταιρία Autodesk κυκλοφόρησε επίσημα το πρώτο σύστημα ψηφιακών εργαλείων ειδικά για την αρχιτεκτονική σχεδιαστική χρήση τον Νοέμβριο του 1982. Το σύστημα αναπαριστούσε τον παραδοσιακό τρόπο σχεδίασης με τον σχεδιαστικό πίνακα προσπαθώντας να δημιουργήσει στους αρχιτέκτονες σχεδιαστές ένα οικείο περιβάλλον σχεδίασης με χαμηλό κόστος. Αυτή η ενσωμάτωση των ψηφιακών εργαλείων στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό δεν άφησε αδιάφορους τους αρχιτέκτονες αφού ήταν ένα μέσο παραγωγής και παρουσίασης των έργων τους που επέτρεπε την καλύτερη επικοινωνία με τον πελάτη.



Εικόνα 2: Το πρώτο λογισμικό της Autodesk, 1982.

Στη δεκαετία του 80 έγινε η εμφάνιση των υπέρ-υπολογιστών, οι οποίοι ήταν υπολογιστές υψηλών επιδόσεων για επιστημονική χρήση. Παρά την τεχνολογική τους ανωτερότητα, δεν έγινε κατορθωτή η διάδοση τους, όμως με τις καινοτομίες στην τεχνολογία τους πρωτοστάτησαν στην ραγδαία ανάπτυξη μιας νέας γενιάς ηλεκτρονικών υπολογιστών με χαμηλό κόστος αγοράς. Η μείωση αυτή στο κόστος επέτρεψε την διάδοση του ηλεκτρονικού υπολογιστή και ταυτόχρονα την εξέλιξη νέων ψηφιακών εργαλείων φτάνοντας σήμερα να υπάρχει μια πληθώρα επιλογών (Καλαϊ, 2004).

Η πρόοδος των γραφικών αναπαραστάσεων και της τρισδιάστατης μοντελοποίησης στον υπολογιστή οδήγησε στην παραγωγή μιας πληθώρας λογισμικών, το κάθε ένα με τα δικά του χαρακτηριστικά και δυνατότητες. Μέχρι και σήμερα αυτή η πρόοδος συνεχίζεται με την διαρκή εξέλιξη αυτών των εργαλείων. Με την διάδοση του ηλεκτρονικού υπολογιστή και συγκεκριμένα των ψηφιακών εργαλείων πραγματοποιήθηκε το πρώτο συνέδριο του Αρχιτεκτονικού Κέντρου της Βοστώνης τον Δεκέμβριο του (Greenwald-Katz, 1976). Το συνέδριο έγινε ως ανταπόκριση των νέων εξελίξεων που έγιναν με επίκεντρο τις νέες σχεδιαστικές δυνατότητες και είχε ως θέμα την “Αρχιτεκτονική και τον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή”. Μετά την λήξη του άρχισαν να εμφανίζονται στα αρχιτεκτονικά περιοδικά και σε περιοδικά του εμπορίου προβλέψεις που κυρίως έδειχναν την νέα επαγγελματική δραστηριότητα ενός αρχιτέκτονα με την χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή ως κύριου εργαλείου, που θα τον απάλλαζε από όλα τα χρονοβόρα και κουραστικά καθήκοντα του, αφήνοντας τον ελεύθερο να δημιουργήσει και να επικεντρωθεί στις λεπτομέρειες.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990 τα ψηφιακά εργαλεία και η ψηφιακή μοντελοποίηση επηρέασαν σημαντικά την αρχιτεκτονική σκέψη και την πρακτική επιτρέποντας στους αρχιτέκτονες να προχωρήσουν πέρα από την περιορισμένη χρήση του υπολογιστή ως μέσου σχεδίασης να τον χρησιμοποιήσουν και ως μέσο σύνθεσης. Η αλλαγή αυτή έγινε με βάση την νέα ικανότητα ενσωμάτωσης του χρόνου στο τρισδιάστατο μοντέλο, επηρεάζοντας σημαντικά την αρχιτεκτονική σκέψη, αφού πλέον οι κινούμενες εικόνες προσφέρουν μια ρεαλιστική απεικόνιση του μοντέλου επιτρέποντας στον σχεδιαστή να κατανοήσει καλύτερα το τι σχεδιάζει αλλά και να το μελετήσει ακόμα περισσότερο σε ένα πραγματικό περιβάλλον. Με τα νέα εφέ κινούμενης εικόνας και την δημιουργία ρεαλιστικού περιβάλλοντος χώρου επιτρέπουν τόσο στον σχεδιαστή όσο και στον πελάτη να έχουν μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα του έργου.

Σήμερα ο υπολογιστικός σχεδιασμός γίνεται όλο και πιο σημαντικός στα πλαίσια του αρχιτεκτονικού επαγγέλματος αλλά και της ακαδημαϊκής εκπαίδευσης. Τα λογισμικά CAD και η τρισδιάστατη μοντελοποίηση που είχαν διαδοθεί τον 20ο αιώνα δεν αρκούν πλέον για να καλύψουν την ανάγκη για τα οικονομικά και οικολογικά βιώσιμα κτίρια που απαιτούνται σήμερα. Τα ψηφιακά εργαλεία όμως εξελίσσονται και πλέον παράγουν παραμετρικά μοντέλα και προσομοιώσεις μιας ψηφιακής κατασκευής που βοηθούν στο σχεδιασμό και την κατασκευή κτιρίων που δεν είναι μόνο αισθητικά καινοτόμα, αλλά και ευαισθητοποιημένα στις διάφορες ανάγκες που θέτει ο σχεδιαστής ως παραμέτρους σχεδίασης. (Kalay, 2004).

II. Τα ψηφιακά εργαλεία σήμερα.

Ο υπολογιστής δεν αποτελεί ένα μονολιθικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για ένα συγκεκριμένο πράγμα, αλλά μια πλατφόρμα στην οποία είναι διαθέσιμη μια ποικιλία εργαλείων. Η ψηφιακή τεχνολογία σήμερα έχει πάρει τεράστιες διαστάσεις και επιτρέπει στους σχεδιαστές να εξερευνήσουν νέες διαδικασίες αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, δεδομένης της γρήγορης ανάπτυξης και της διαθεσιμότητάς τους. Δεν υπάρχει αμφιβολία πώς η ένταξη των ψηφιακών εργαλείων στην σχεδιαστική και κατασκευαστική διαδικασία έχει προβληματίσει πολλούς τις τελευταίες δεκαετίες. Προκειμένου όμως κάποιος να κατανοήσει και να κρίνει τα εργαλεία αυτά πρέπει να κάνει μια σύντομη αναδρομή στο χρόνο βλέποντας τους λόγους αλλά και τους τρόπους χρήσης τους στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.

Τα λογισμικά τρισδιάστατης μοντελοποίησης πλέον είναι ένα βασικό εργαλείο που χρειάζεται ο αρχιτέκτονας για την απεικόνιση των έργων του για τους πελάτες του. Η χρήση υλικών και υφών αποδίδουν ένα φωτορεαλιστικό αποτέλεσμα που πλησιάζει στην πραγματικότητα, αν και φυσικά το αποτέλεσμα διαφέρει ανάλογα με την δεξιότητα του εκάστοτε σχεδιαστή. Μια από τις μεγαλύτερες όμως δυνατότητες του λογισμικού αυτού είναι η συμμετοχική σχεδίαση από όλους τους αρμόδιους σε κάθε σχεδιαστική φάση όπως είναι τα ηλεκτρομηχανολογικά, η στατική μελέτη, κτλ. επιτρέποντας την καλύτερη συνεργασία των εμπλεκομένων αλλά και την επίβλεψη των σχεδίων.

Computer-aided design

Τα λογισμικά Computer-aided design ή αλλιώς CAD χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά σε αρχιτεκτονικά γραφεία την δεκαετία του 1960 με στόχο να βοηθήσουν τους αρχιτέκτονες να εξοικονομήσουν χρόνο και την περεταίρω βελτίωση των σχεδίων τους, αφού ο σχεδιασμός με την χρήση χαρτιού ήταν χρονοβόρος. Κύριο ρόλο στην ανάπτυξη των εργαλείων αυτών διαδραμάτισαν ο Patrick Hanratty όταν το 1961 έγινε μέλος της General Motors Research Laboratories και βοήθησε στην ανάπτυξη του DAC (Design Automated by Computer), το πρώτο σύστημα CAD που χρησιμοποιεί δια-δραστικά γραφικά και ο Ivan Sutherland που εξέλιξε τα ψηφιακά τρισδιάστατα μοντέλα και την οπτική προσομοίωση τους (Digital School Faculty).

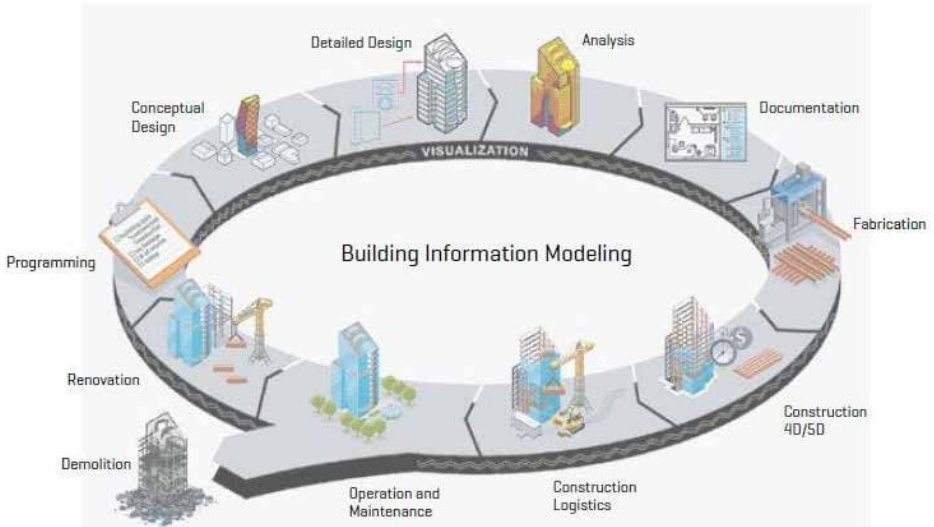
Όταν πρωτοεμφανίστηκαν, τα λογισμικά συστήματα CAD χρησιμοποιούνταν ως αντικαταστάτες για τους σχεδιαστικούς πίνακες με αποκλειστικό στόχο την δημιουργία τεχνικών σχεδίων αυξάνοντας την παραγωγικότητα. Όμως παρά τις δυνατότητες και την ταχύτητα στην αποτύπωση των τεχνικών σχεδίων πολλοί εναντιώνονταν στην χρήση

τους αφού οι αρχιτέκτονες τις εποχής δεν είχαν εκπαιδευτεί στην χρήση τους και ούτε είχαν γενικότερες γνώσεις για την χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών με αποτέλεσμα η εξοικείωση τους να είναι χρονοβόρα. Ωστόσο η τεχνολογική εξέλιξη, η διάδοση του ηλεκτρονικού υπολογιστή και η εξέλιξη του λογισμικού οδήγησαν στη χρήση των προγραμμάτων CAD σε πολλά αρχιτεκτονικά και σχεδιαστικά γραφεία.

Το ψηφιακό αυτό εργαλείο σήμερα χρησιμοποιείται από αρχιτέκτονες, πολιτικούς μηχανικούς, καλλιτέχνες και άλλους σχεδιαστές για την αποτύπωση των σχεδίων τους με ακρίβεια σε ένα ψηφιακό αρχείο. Το λογισμικό CAD μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία δισδιάστατων (2-D) σχεδίων ή τρισδιάστατων (3-D) μοντέλων. Πλέον η χρήση τέτοιων λογισμικών είναι ευρέως διαδεδομένη στην εκπαιδευτική και επαγγελματική πορεία ενός αρχιτέκτονα ώστε να θεωρούνται πλέον ως απαραίτητο εργαλείο και κομμάτι της σχεδιαστικής διαδικασίας. Παρά την χρήση των εργαλείων αυτών από πολλά αρχιτεκτονικά γραφεία κατά την διάρκεια της δεκαετίας του 1980 δεν υπήρξε καμία αλλαγή στην διαδικασία σχεδιασμού και την αρχιτεκτονική γλώσσα της εποχής. Οι μεταρρυθμίσεις στην διαδικασία σχεδιασμού που έφεραν τα ψηφιακά εργαλεία άρχισε να φαίνεται από την δεκαετία του 1990 όπου πλέον άρχισαν να χρησιμοποιούν τα λογισμικά ως σημαντικό εργαλείο σχεδίασης.

Building Information Modeling

Μια άλλη ομάδα λογισμικών που χρησιμοποιείται στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό είναι τα Building Information Modeling ή BIM. Τα εργαλεία αυτά χρησιμοποιούν μια μεθοδολογία που επιτρέπει στον σχεδιαστή να δημιουργήσει προσομοιώσεις του έργου του σε ένα ψηφιακό τρισδιάστατο μοντέλο που διαχειρίζεται όλες τις πληροφορίες που σχετίζονται με ένα αρχιτεκτονικό έργο διαχωρίζοντας και αναγνωρίζοντας όλα τα αρχιτεκτονικά στοιχεία της κατασκευής. Η διαφορά δηλαδή με τα αντίστοιχα τρισδιάστατα και δισδιάστατα σχέδια που παράγουν τα λογισμικά CAD βρίσκεται στο διαχωρισμό των στοιχείων καθώς και την δυνατότητα των BIM να ενσωματώνουν δύο άλλες διαστάσεις στο σχεδιασμό: τον χρόνο και το κόστος. Τα προγράμματα BIM, νοουμένου ότι γίνεται η σωστή τους χρήση, δίνουν την δυνατότητα στο σχεδιαστή να διαχειρίζεται εύκολα όλη την διαδικασία σχεδιασμού και όλες τις κατασκευαστικές φάσεις αυτοματοποιώντας διαδικασίες όπως προγραμματισμό κατασκευής, λειτουργία και συντήρηση, ανακαίνιση, κατεδάφιση, κόστος και άλλα που απαιτούσαν πολύ χρόνο και προσπάθεια από τους σχεδιαστές (Quirk, 2012).



Εικόνα 3: *Building Information Modeling (BIM).*

Μια άλλη δυνατότητα των λογισμικών BIM είναι οι ιστότοποι που φιλοξενούν μεγάλες βιβλιοθήκες προϊόντων επιτρέποντας στον σχεδιαστή να τα χρησιμοποιήσει για εξοικονόμηση χρόνου. Με όλες αυτές τις πληροφορίες που φορτώνονται, το σύστημα όχι μόνο βελτιώνει την ποιότητα της εργασίας, αλλά περιορίζει επίσης τη λήψη αποφάσεων και τις αλλαγές της τελευταίας στιγμής κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κατασκευής, αντιμετωπίζοντας ουσιαστικά προβλήματα και μειώνοντας το συνολικό κόστος ενός έργου. Αυτή η διαδικασία χρήσης έτοιμων προϊόντων έχει πάρει νέες διαστάσεις τα τελευταία χρόνια αφού μεγάλες εταιρίες προσφέρουν βιβλιοθήκες με ακριβή αντίγραφα των προϊόντων τους έτσι ώστε ο σχεδιαστής να μπορεί να αποτυπώσει ρεαλιστικά ακόμα και το εσωτερικό των κτηρίων του μέχρι και την τελευταία λεπτομέρεια με όλα τα στοιχεία που θα χρησιμοποιούσε στην αντίστοιχη πραγματική κατασκευή.

Παραμετρικός Σχεδιασμός

Μια άλλη κατηγορία εργαλείων, που άρχισε να γίνεται ιδιαίτερα δημοφιλής τα τελευταία χρόνια, είναι τα λογισμικά του παραμετρικού σχεδιασμού. Ο παραμετρικός σχεδιασμός αποτελεί μια σχετικά νέα προσέγγιση στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και βασίζεται στην δημιουργία μιας συνθετικής μορφής που πηγάζει μέσα από παραμέτρους που θέτει ο ίδιος ο σχεδιαστής. Οι παράμετροι χρησιμοποιούνται για να ορίσουν τις σχέσεις

μεταξύ των στοιχείων και παρέχουν μια πληθώρα εναλλακτικών λύσεων, έτσι ο παραμετρικός σχεδιασμός παρέχει μια μεγάλη σχεδιαστική ευελιξία στους αρχιτέκτονες επιλύοντας πολλά προβλήματα. Όμως παρά τις δυνατότητες του, για να γίνει ένας σωστός σχεδιασμός πρέπει να υπάρχει ένα μεγάλο υπόβαθρο γνώσεων από τον χρήστη ή χρήστες.

“Το σημερινό στάδιο προόδου στο πλαίσιο του παραμετρισμού σχετίζεται τόσο με τη συνεχή εξέλιξη των εργαλείων του υπολογιστικού σχεδιασμού, όσο και με την αντίληψη του σχεδιαστή ως προς τις μοναδικές τυπικές και οργανωτικές ευκαιρίες που του προσφέρει. Ο παραμετρισμός μπορεί να υπάρξει μόνο μέσω εξελιγμένων παραμετρικών τεχνικών.” - Patrick Schumacher

Ο παραμετρικός σχεδιασμός αρχικά αντιμετωπιζόταν καθαρά ως ένα εργαλείο που βοηθούσε στην επίλυση διάφορων στατικών και κατασκευαστικών προβλημάτων και όχι μια μέθοδος που δημιουργεί μια σειρά εναλλακτικών λύσεων σχεδιασμού και δοκιμής, μέσω μιας πληθώρας παραμέτρων που ορίζει ο ίδιος ο σχεδιαστής. Η θεωρία των εργαλείων αυτών συγκλίνει σε δύο τομείς έρευνας, με τον ένα να σχετίζεται με τον ψηφιακό τομέα που απορρέει από την τεχνολογική πρόοδο και τον άλλο να πηγάζει μέσα από την μεθοδολογία σχετικά με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Ο Woodbury (2010) αναφέρει πώς ο παραμετρικός σχεδιασμός μπορεί να χαρακτηριστεί από την αφαιρετική σχέση, την μαθηματική σκέψη και τους αλγόριθμους.

Με την εισαγωγή και την έρευνα του παραμετρικού σχεδιασμού στην σχεδιαστική διαδικασία μπορεί κάποιος να την ορίσει με βάση τρία χαρακτηριστικά σημεία. Πρώτο σημείο είναι η δημιουργία του μοντέλου που είναι παράγωγο του καθορισμού κάποιων μεταβλητών παραμέτρων από τον σχεδιαστή για την επεξεργασία του, έτσι η επιλογή των παραμέτρων είναι σημαντική στην διαμόρφωση της ίδιας της σύνθεσης. Δεύτερο είναι η δυνατότητα επεξεργασίας των παραμέτρων κατ' όλη την διάρκεια του σχεδιασμού με μια απλή διαδικασία χωρίς ο σχεδιαστής να αναγκάζεται να καταναλώσει πολλές ώρες για αλλαγή του τρισδιάστατου μοντέλου. Τελευταίο χαρακτηριστικό σημείο είναι η ανάπτυξη παράλληλων εναλλακτικών λύσεων, δηλαδή η προσθήκη νέων παραμέτρων, σε οποιοδήποτε στάδιο του σχεδιασμού.

Ο σχεδιαστής πρέπει να κατανοεί και να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει μεθόδους προγραμματισμού για τις διάφορες παραμέτρους που χρειάζεται να ορίσει, αφού αποτελούν βάση στην θεωρία που διέπει τον παραμετρικό σχεδιασμό. Προκειμένου κάποιος να χρησιμοποιήσει τα εργαλεία του παραμετρικού σχεδιασμού είναι ανάγκη να αναλύσει την ροή των πληροφοριών και την λογική που ενσωματώνεται στα μοντέλα διεργασιών του σχεδιασμού, δηλαδή τις παραμέτρους, έτσι ώστε οι επικοινωνιακές προτάσεις του να καταστούν σαφείς επιλύοντας τους διαφαινόμενους προβληματισμούς της σχεδίασης. Για να επιτευχθεί το

επιθυμητό αποτέλεσμα κάποιος πρέπει να αντιμετωπίζει την διαδικασία ως μια γενική σχεδιαστική προσέγγιση για την παραγωγή πολλαπλών παράλληλων εναλλακτικών λύσεων με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η γνώση μαθηματικών εξισώσεων και της γλώσσας προγραμματισμού για την ευελιξία και την δεξιότητα στην χρήση του λογισμικού.

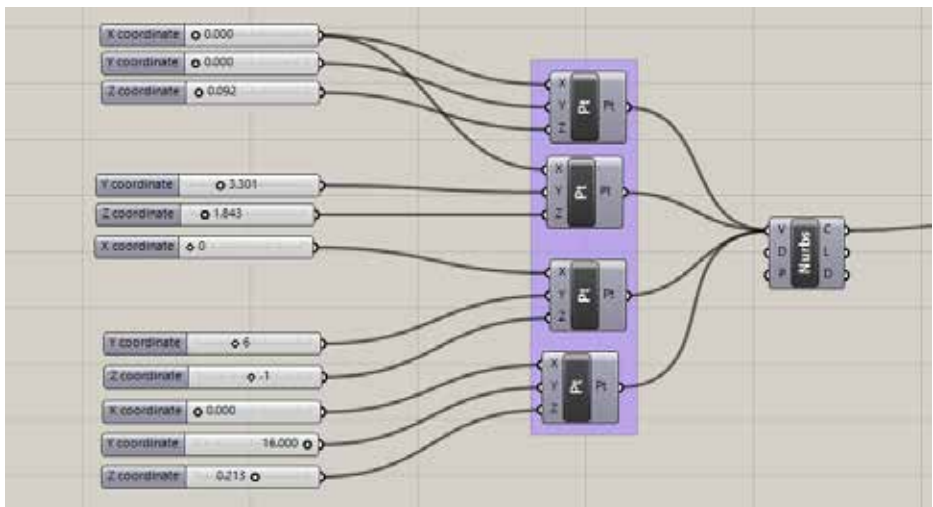
Τα παραμετρικά εργαλεία αν και παρέχουν μεγάλες ευκαιρίες και δυνατότητες στον σχεδιαστή, λόγω της δυσκολίας στην χρήση τους δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα στον επαγγελματικό τομέα. Η χρήση τους καθώς και η όλη διαδικασία απαιτεί ιδιαίτερες γνώσεις καθώς και ιδιαίτερη προσοχή έτσι ώστε η κατασκευή του αποτελέσματος να είναι εφικτή. Αντίθετα, στον ακαδημαϊκό τομέα η χρήση του παραμετρικού σχεδιασμού δεν είναι καθόλου ασυνήθιστη αφού πολλοί αρχιτέκτονες χρησιμοποιούν τα εργαλεία για την δημιουργία πολύπλοκων όγκων με μια σειρά παραμέτρων που μπορεί να σχετίζονται με πολλούς σχεδιαστικούς προβληματισμούς όπως είναι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, οι σχέσεις χώρων, η κατανομή φορτίων στα δομικά μέλη. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει στους σχεδιαστές να εξοικειωθούν με άλλες επιστήμες και να αποκτήσουν κάποιες γενικές γνώσεις που μπορούν να βοηθήσουν στην επικοινωνία μεταξύ τους. Η λανθασμένη προσέγγιση όμως μπορεί να οδηγήσει στην κατάχρηση και τον απερίσκεπτο σχεδιασμό που η μόνη παράμετρος είναι η αισθητική αντίληψη του σχεδιαστή αγνοώντας την λειτουργικότητα, την βιωσιμότητα και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά που πρέπει να περιλαμβάνονται στο σχεδιασμό.

Η χρήση των παραμετρικών εργαλείων στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό είναι πιο περίπλοκη από την χρήση των λογισμικών CAD που αποτελούν το πρότυπο από τη δεκαετία του 1980. Τα λογισμικά CAD ουσιαστικά αποτελούν ψηφιακές μιμήσεις των παραδοσιακών εργαλείων που είναι το μολύβι και το σχεδιαστήριο. Αντιθέτως τα παραμετρικά εργαλεία έχουν μοναδική απαίτηση από τον σχεδιαστή να καθορίσει τους κανόνες και τις παραμέτρους ενώ ο υπολογιστής τις σχεδιαστικές επαναλήψεις. Αυτό δίνει στους σχεδιαστές περισσότερη ευελιξία στη επεξεργασία των σχεδίων τους με αποτέλεσμα να τους καθιστά πιο πρόθυμους να κάνουν αλλαγές σε ένα έργο για την περεταίρω βελτίωση του.

Ο παραμετρικός σχεδιασμός γενικά υπονοεί πως όλα τα αρχιτεκτονικά στοιχεία και οι συνθέσεις είναι παραμετρικά εύπλαστα με μεταβλητές τιμές πράγμα που έρχεται σε αντίθεση με τα θεμελιώδη συστατικά στοιχεία του αρχιτέκτονα (Schumacher, 2015). Λόγω της καινοτομίας αυτής που έφερε στην αρχιτεκτονική αποτελεί το νέο ρεύμα σχεδιασμού που χαρακτηρίζει την ψηφιακή εποχή που ζούμε. Το νέο αυτό κίνημα με τον αγγλικό όρο Parametricism, που πηγάζει σαφώς από την χρήση των παραμετρικών εργαλείων στην σχεδιαστική διαδικασία, διαδέχεται τον Μοντέρνο κίνημα και τα επακόλουθα μικρότερα κινήματα της αποδόμησης, του μινιμαλισμού

κτλ. συστήνοντας μια νέα σχεδιαστική διαδικασία που ενσωματώνει τα παραμετρικά ψηφιακά εργαλεία και τις δυνατότητες τους για την δημιουργία μιας καινοτόμας αρχιτεκτονικής γλώσσας. Η πρωτοποριακή αυτή αρχιτεκτονική που παράγεται μέσα από μια διαδικασία παραμετρικού σχεδιασμού χαρακτηρίστηκε ως νέο στυλ αρχιτεκτονικής με τον αγγλικό όρο Parametricism και στόχος της είναι η έμφαση στην καινοτομία και στην οπτική ενίσχυση που διαφοροποιείται ανάλογα με το χρήστη. Η αισθητική, η κομψότητα, η πολυπλοκότητα και η αίσθηση μια ομαλής ρευστότητας των όγκων που θυμίζουν φυσικά συστήματα αποτελούν το σήμα κατατεθέν του Parametricism ή Παραμετρισμού (Carpo, 2013).

Γενικά η χρήση των ψηφιακών εργαλείων και γενικότερα της τεχνολογίας άλλαξε ριζικά την αρχιτεκτονική αντίληψη και έφερε την επανάσταση αναιρώντας πολλά παραδοσιακά πρότυπα και προσεγγίσεις στην σχεδιαστική διαδικασία. Οι αλλαγές αυτές παρουσιάστηκαν έντονα την δεκαετία του 1990, όταν οι αρχιτέκτονες με την βοήθεια της τεχνολογίας άρχισαν να παράγουν παραδείγματα πρωτόγνωρων μορφών σε όλο τον κόσμο ανοίγοντας νέους ορίζοντες στην αρχιτεκτονική ως πηγές έμπνευσης.



Εικόνα 4: Παράδειγμα παραμετρικού σχεδιασμού.

III. Σύγχρονες εφαρμογές και παραδείγματα.

Η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών έχει γίνει πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της διαδικασίας του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Λόγω της διάδοσης της χρήσης των εργαλείων που παρέχει ο ηλεκτρονικός

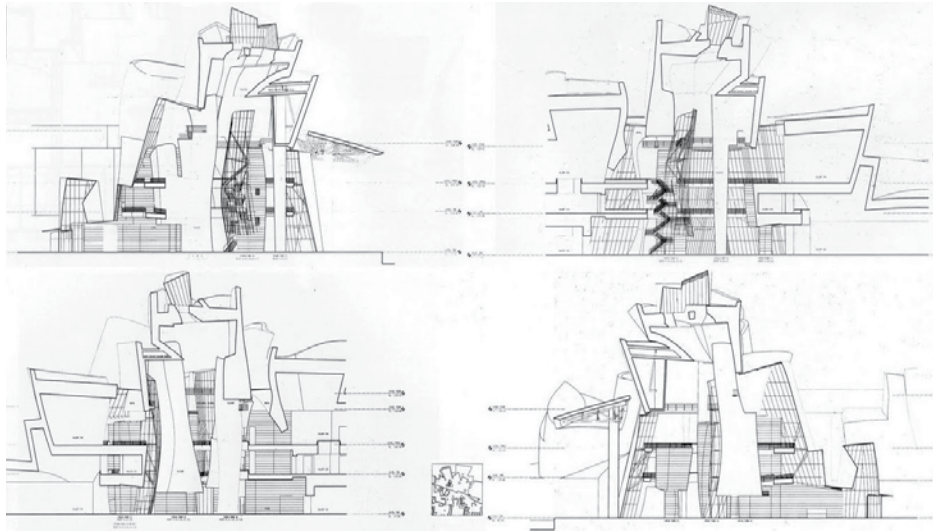
υπολογιστής πολλά αρχιτεκτονικά γραφεία ξοδεύουν αρκετό χρόνο στην ανάπτυξη δικών τους αλγορίθμων για να έχουν την δυνατότητα να εφαρμόσουν τα σχέδια που επιθυμούν δημιουργώντας έναν δικό τους μοναδικό σχεδιαστικό χαρακτήρα. Ο ρόλος που διαδραματίζει ο υπολογιστικός σχεδιασμός τα τελευταία χρόνια έχει σχηματιστεί γύρω από τις μορφές κτηρίων από μεγάλους αρχιτέκτονες όπως η Zaha Hadid, ο Frank Gehry και ο Peter Eisenman. Τα μεγάλα έργα τους και οι νέες περίπλοκες μορφές που δημιούργησαν ήταν ένας από τους λόγους πέρα από την τεχνολογική ανάπτυξη που οδήγησε στην ευρεία χρήση του υπολογιστή στην αρχιτεκτονική.

Ο Peter Eisenman χρησιμοποίησε ψηφιακά εργαλεία για να σχεδιάσει το Κέντρο Aronoff το 1988, δημιουργώντας μια σειρά κεκλιμένων κτηρίων και είναι ένας από τους αρχιτέκτονες που έχουν ανοίξει το δρόμο για μια νέα αρχιτεκτονική σχεδιαστική διαδικασία που γεννιέται ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ σχεδιαστή και των ψηφιακών εργαλείων (Jencks, 2002). Με την χρήση ψηφιακών εργαλείων, στην αρχή της διαδικασίας του σχεδιασμού, σχεδιάστηκε μια σειρά από τρισδιάστατα ορθογώνια τα οποία τοποθετήθηκαν το ένα δίπλα στο άλλο σχηματίζοντας ένα μακρύ ορθογώνιο που αποτελείται από άλλα πιο μικρά τα οποία είναι εμφανή με διαχωριστική γραμμή μεταξύ τους. Ακολουθώντας οι μεγάλες πλευρές του σχήματος μετασχηματίζονται σε καμπύλες για να αντιπαραβληθούν με τη αυστηρή ευθύγραμμη άκρη των τριών υφιστάμενων κτιρίων στην περιοχή. Προκειμένου να διατηρηθεί ο μη γραμμικός χαρακτήρας της σχέσης μεταξύ των ορθογώνιων, ο αλγόριθμος που παρήγαγε το σχήμα άλλαξε έτσι ώστε να μην επαναλαμβάνονται αλληλεπικαλύψεις.

Όπως φαίνεται και στα κτήρια και τα έργα του Frank Gehry, τα οποία θεωρούνται πρωτοπόρα της ψηφιακής αρχιτεκτονικής, ένα μοντέλο ψηφιακού σχεδιασμού δείχνει τις αρχιτεκτονικές σχεδιαστικές πρακτικές του παρελθόντος να είναι ανεπαρκείς. Μοντέλα σχεδιασμού ικανά για ακριβή, συνεχή και δυναμική σχεδίαση αντικαθιστούν τους στατικούς κανόνες των συμβατικών διαδικασιών. Οι προβλέψιμες απλές σχεδιαστικές αναπαραστάσεις του παρελθόντος εγκαταλείπονται για χάρη των νέων ψηφιακών πολύπλοκων σχεδιαστικών αναπαραστάσεων, μέσω των οποίων τοπολογίες και καμπυλόγραμμες γεωμετρίες παράγονται με την ίδια ευκολία όπως στην Ευκλείδεια γεωμετρία παράγονται τα επίπεδα και κυλινδρικά σχήματα, οι σφαιρικές ή οι κωνικές μορφές (Kolarevic, 2001).

Το μουσείο Guggenheim στο Μπιλμπάο (F. Gehry, 1997) είναι ένα από τα πρώτα παραδείγματα μιας σύνθετης και περίπλοκης γεωμετρίας. Το έργο αποτελείται από μια σύνθεση κυματιστών μορφών που συμβολίζει την περιοχή και το εντάσσει ομαλά στο βιομηχανικό αστικό περιβάλλον. Το μουσείο στεγάζει περισσότερες από εκατό εκθέσεις τις οποίες επισκέπτονται πάνω από δέκα εκατομμύρια άνθρωποι τον χρόνο ενισχύοντας την

οικονομία της περιοχής. Το φαινόμενο αυτό του μετασχηματισμού της πόλης λόγω ενός τοπίου ονομάστηκε “Bilbao Effect” (Pagnotta, 2013). Ο κριτικός Calvin Tomkins, στο “The New Yorker”, το χαρακτήρισε ως “ένα φανταστικό ονειρικό πλοίο κυματιστής μορφής σε ένα μανδύα πιτανίου” και πολλοί το χαρακτήρισαν ως ένα από τα μεγαλύτερα έργα του 20ου αιώνα που ενέπνευσε πολλά έργα ανά την υφήλιο (Tomkins, 1997).



Εικόνα 5: Μουσείο Guggenheim στο Μπιλμπάο σχέδια από Frank Gehry.

Λόγω της μαθηματικής πολυπλοκότητάς τους, οι στρεβλωμένες καμπύλες σχεδιάστηκαν χρησιμοποιώντας ένα λογισμικό τρισδιάστατου σχεδιασμού που ονομάζεται CATIA. Το CATIA επιτρέπει την ψηφιακή ανάλυση σύνθετων μορφών μέσα από μαθηματικούς υπολογισμούς κάτι που είναι αρκετά δύσκολο αν όχι αδύνατο χωρίς την χρήση του εργαλείου. Ουσιαστικά, το λογισμικό ψηφιοποιεί τα σημεία στις άκρες, τις επιφάνειες και τις διασταυρώσεις των χειροποίητων μοντέλων του Gehry για να ανακατασκευάσει ψηφιακά μοντέλα στην οθόνη τα οποία στη συνέχεια μπορεί κάποιος να επεξεργαστεί δια-δραστικά μέσω του λογισμικού. Για το εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου ο αρχιτέκτονας επέλεξε την χρήση του πιτανίου μελετώντας την συμπεριφορά ενός δείγματος πιτανίου καρφωμένου έξω από το γραφείο του. Η χρήση αυτή φαίνεται και σε άλλα έργα του Frank Gehry όπως το Disney Concert Hall (2003) στο Λος Άντζελες, ο Πύργος Beekman στην Νέα Υόρκη, καθώς και άλλα έργα που κατασκευάστηκαν σε όλο το κόσμο.



Εικόνα 6: Μουσείο MAXXI, Ρώμη για τέχνη του 21^{ου} αιώνα από την Zaha Hadid.

Ένα άλλο παράδειγμα είναι το μουσείο Maxxi στην Ρώμη από την Zaha Hadid το οποίο ανέλαβε μετά από έναν διαγωνισμό που κέρδισε το 1998. Η μορφολογία, αν και εμπνευσμένη από την περιοχή, δεν παύει να αποτελεί ένα παράδειγμα της αρχιτεκτονικής της διάσημης σχεδιάστριας. Το κτήριο έχει συνολικό μέγεθος 270.000 m² και αποτελείται από μια σύνθεση μακριών σωλήνων που επικαλύπτονται, διασταυρώνονται και συσσωρεύονται μεταξύ τους (Giannotti, 2009). Στο έργο χρησιμοποιήθηκε το σκυρόδεμα για τους πλευρικούς καμπύλους τοίχους, ο χάλυβας για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία και το γυαλί για τα ανοίγματα.

Η αρχιτεκτονική της Zaha Hadid δεν χαρακτηρίζεται από ένα μοναδικό ύφος αλλά μπορεί κάποιος να εντοπίσει κάποια κοινά χαρακτηριστικά στην σχεδιαστική προσέγγιση του κάθε κτηρίου. Τα περισσότερα κτήρια της αποτελούνται από γυαλί, χάλυβα και σκυρόδεμα. Η διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων γίνεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να υπάρχει πάντα μια οργανική ροή στην κίνηση και οι όψεις των κτηρίων της είναι πάντα ασύμμετρες (Fairs, 2009).

Η χρήση των εργαλείων σε αυτά τα έργα δεν έγινε με μια ενιαία σχεδιαστική διαδικασία αλλά χρησιμοποιούνται μετά την σύλληψη της ιδέας και την ανάπτυξή της ως εργαλεία αποκλειστικά για την αναπαράσταση και την κατασκευαστική διαδικασία, αποκλείοντας τα έτσι από ένα μεγάλο

μέρος της σχεδιαστικής διαδικασίας. Σήμερα αυτή η επιφανειακή εποχή του υπολογιστικού σχεδιασμού φαίνεται να τελειώνει με την νέα γενιά σχεδιαστών να επιθυμεί να εφαρμόσει τις θεωρίες και τις πρακτικές γύρω από την χρήση των ψηφιακών εργαλείων ενσωματώνοντας τα πραγματικά με στην διαδικασία του σχεδιασμού.

Στα πλαίσια του Παραμετρισμού που αναπτύχθηκε τα τελευταία 15 χρόνια τα έργα του Patrik Schumacher, ο οποίος εργαζόταν και ανέλαβε πλέον το αρχιτεκτονικό γραφείο της Zaha Hadid, αποτελούν παραδείγματα της νέας αυτής αρχιτεκτονικής γλώσσας.

Πιο συγκεκριμένα, το Nordpark Cable Railway Stations, Innsbruck στην Αυστρία σχεδιάστηκε από την Zaha Hadid και τον Patrik Schumacher και ολοκληρώθηκε το 2007. Το έργο αποτελείται συνολικά από τέσσερις σιδηροδρομικούς σταθμούς με συνολικό μέγεθος 2,500 m². Η έμπνευση για την σύνθεση των σταθμών έγινε μετά από μια ανάλυση των φυσικών φαινομένων της περιοχής, όπως είναι οι σταλακτίτες και οι φυσικές κινήσεις του πάγου στην περιοχή. Αποτέλεσμα είναι η ανάπτυξη μιας οργανικής αρχιτεκτονικής γλώσσας που μιμείται την φύση παίρνοντας το σχήμα ενός παγωμένου κύματος πάνω σε μια βουνοπλαγιά. Τα δύο στοιχεία που αποτελούν το κύριο στοιχείο κάθε σταθμού, η κάλυψη και η σκίαση, επιτυγχάνονται με αυτούς τους οργανικούς όγκους, οι οποίοι δημιουργούν μια ξεχωριστή χωρική ποιότητα σε κάθε σταθμό (Zaha Hadid Architects).

Ο όγκος δίνει την εντύπωση μιας ελαφριάς κατασκευής και αποτελείται από θερμοδιαμορφωμένες γυάλινες επιφάνειες άσπρου χρώματος που επενδύουν την κεντρική δομή από χάλυβα. Η κατασκευή ενός τέτοιου περίπλοκου όγκου έγινε με τις νέες μεθόδους παραγωγής μεταμηχανήματα όπως το CNC για την επεξεργασία και κοπή των γυάλινων επιφανειών του όγκου και της μηχανής θερμοδιαμόρφωσης, κι είναι παράγωγο της εξέλιξης των ψηφιακών εργαλείων και της digital fabrication ή ψηφιακής παραγωγής που εγγυούνται την ακριβή και εύκολη ενσωμάτωση τέτοιων συστημάτων στην ίδια την δομή των μορφών (Zaha Hadid Architects).

Παρά την αναγκαιότητα της τεχνολογίας για την κατασκευή του έργου, τα ψηφιακά εργαλεία δεν χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για την κατασκευαστική φάση αλλά αποτελούν κύριο συντελεστή σε μια σχεδιαστική διαδικασία που έγινε με μια σειρά παραμέτρων που ανέλυσαν ξεχωριστά για κάθε σταθμό τον ιδιαίτερο χαρακτήρα του άμεσου περιβάλλοντος γύρω του, την τοπογραφία, το υψόμετρο, τις φυσικές κλίσεις της γης κτλ. Η ευελιξία των ψηφιακών εργαλείων του παραμετρικού σχεδιασμού επιτρέπει την γρήγορη και αποτελεσματική ρύθμιση του κελύφους για τον καθένα σταθμό ξεχωριστά (Zaha Hadid Architects).



Εικόνα 7: Nordpark Cable Railway Stations από την Zaha Hadid.

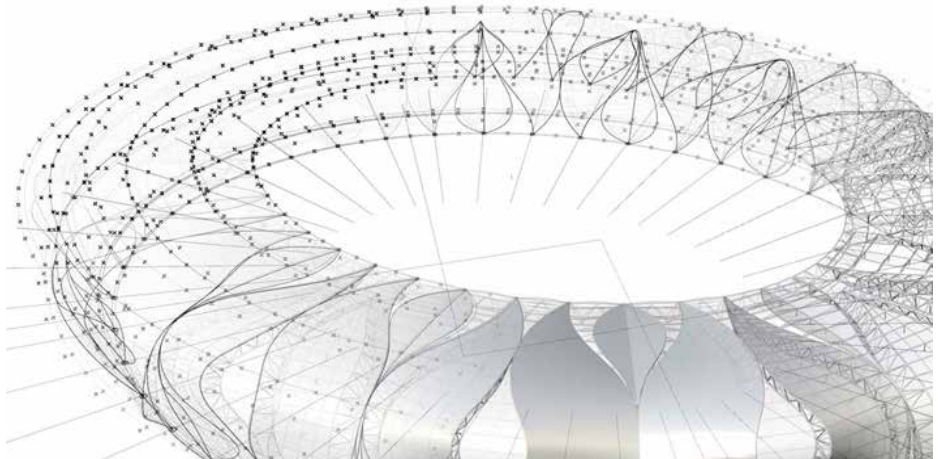
Ακόμα ένα παράδειγμα παραμετρικού σχεδιασμού αποτελεί το Galaxy Soho επίσης από το γραφείο Zaha Hadid. Το έργο βρίσκεται στην περιοχή Σόχο στο Πεκίνο και αποτελείται από κτήρια μεικτής χρήσης συνολικού εμβαδού 330.000 m² με γραφεία, εμπόριο και ψυχαγωγία. Το έργο έγινε με στόχο να αναβαθμίσει την ποιότητα της ζωής στην περιοχή, ώστε να αποτελέσει αναπόσπαστο κομμάτι της κοινωνικής ζωής των ανθρώπων της αναζωογονώντας την. Το σύμπλεγμα αποτελείται από πέντε όγκους διαφόρων μεγεθών που συνδέονται με γέφυρες και δίνουν την εντύπωση μιας συνεχούς δομής λόγω του σχήματος και της ένωσης τους. Οι όγκοι προσαρμόζονται στην περιοχή με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργείται μια πανοραμική εικόνα προς όλες τις κατευθύνσεις, πράγμα που επιτυγχάνεται επίσης με την ρευστή μορφή των όγκων που καταργούν την παραδοσιακή αυστηρότητα της γωνίας των κτηρίων.

Στο εσωτερικό σχεδιάστηκαν μεγάλοι ανοιχτοί χώροι που θυμίζουν τους παραδοσιακούς κινέζικους κήπους, τοποθετημένοι με τέτοιο τρόπο ώστε ακόμα και η εσωτερική διάταξη να δημιουργεί μια συνεχή οργανική ροή στο εσωτερικό των χώρων. Η ρευστότητα του εσωτερικού όσο και του εξωτερικού του έργου έγινε με μια ανάλυση των παραδόσεων και μια μεταβατική φυσική ροή η οποία προκύπτει από μια εύπλαστη παραμετρική επεξεργασία που προσφέρουν τα ψηφιακά εργαλεία στους σχεδιαστές. Η συνεχής εξέλιξη του παραμετρικού σχεδιασμού αντικαθιστά την παλιά γενιά με την νέα γενιά αρχιτεκτόνων που θα φέρει την πραγματική εποχή του υπολογιστικού σχεδιασμού. Σε αυτή την νέα εποχή ο παραμετρικός

σχεδιασμός εκτός από την κατασκευαστική διευκόλυνση και την οπτική αισθητική θα χρησιμοποιείται για πολύ περισσότερα όπως την ακουστική, την χωρική σχέση, την ενεργειακή απόδοση και άλλα πολλά χωρίς να καταργήσει τις σχεδιαστικές παραδόσεις.

Ένα ακόμα σημαντικό παράδειγμα παραμετρικού σχεδιασμού είναι το στάδιο τένις στην Hangzhou της Κίνας. Το κτήριο παρέχει θέσεις για 10.000 θεατές και είναι μέρος ενός μεγαλύτερου αθλητικού και ψυχαγωγικού συμπλέγματος που παρέχει διάφορες υπηρεσίες και αθλητικά κέντρα ολυμπιακών διαστάσεων. Το κέντρο τένις σχεδιάστηκε από το Αμερικάνικο αρχιτεκτονικό γραφείο NBBJ το οποίο με την βοήθεια του λογισμικού Grasshopper παρήγαγε ένα ψηφιακό μοντέλο το οποίο συνέδεσε την οικονομία του υλικού δηλαδή του χάλυβα και η μείωση κατανάλωσης ενέργειας (Arch2o).

Το έργο αποτελεί αντιπροσωπευτικό παράδειγμα παραμετρικού σχεδιασμού αφού η εφαρμογή των παραμετρικών εργαλείων έγινε σε όλα τα στάδια της παραγωγής του έργου. Η εξέλιξη της σύνθεσης, η γεωμετρία, ο φέρων οργανισμός, η ανάλυση της επιφάνειας που επενδύει τον φέροντα οργανισμό, ο συντονισμός και η μέθοδος κατασκευής όλη η συνθετική και σχεδιαστική διαδικασία δηλαδή είναι παράγωγα παραμετρικού σχεδιασμού.



Εικόνα 8: Ψηφιακή ανάλυση γηπέδου από NBBJ.

Η κεντρική ιδέα του έργου ήταν η δημιουργία μιας διπλής καμπύλης επιφάνειας που αναπτύχθηκε από ένα τόξο. Στόχος ήταν η δημιουργία μιας επικάλυψης που να παρέχει αρκετή σκιά στις θέσεις των θεατών, να τους προστατεύει επίσης από τη βροχή και να προσφέρει αρκετό καλυμμένο χώρο για τον μηχανικό εξοπλισμό και τις συσκευές φωτισμού του σταδίου. Η επιφάνεια μετασχηματίστηκε παραμετρικά από τα σημεία



Εικόνα 9: Hangzhou Tennis Center στην Κίνα από NBBJ.

μια πληθώρας καμπύλων γραμμών (NURBS) με την τελική μορφή του κτηρίου να μοιάζει σαν ένα πέταλο λουλουδιού. Μετά από την διαδικασία επίλυσης της μορφής της επιφάνειας δημιουργήθηκαν εναλλακτικές λύσεις που συγκρίθηκαν από την ομάδα σχεδιασμού σύμφωνα με προκαθορισμένους παράγοντες: την αισθητική, την σκίαση, την αποστράγγιση, την δομική απόδοση του φέροντος οργανισμού και τα αθλητικά τεχνικά και τεχνολογικά συστήματα (NBBJ).

Ο παραμετρικός σχεδιασμός χρησιμοποιήθηκε επίσης για τη δομική ανάλυση του έργου με την βοήθεια του Kangaroo Physics στο Grasshopper . Με το παραπάνω plug-in έγινε η προσομοίωση της επίδρασης διαφόρων φορτίων στον σκελετό του έργου κυρίως του ίδιου βάρους της. Έτσι οι σχεδιαστές βλέποντας τις δυνάμεις εφελκυσμού και συμπίεσης στα στοιχεία του φέροντος οργανισμού μπόρεσαν να κάνουν τις κατάλληλες αλλαγές για την βελτιστοποίησή τους (Arch2o). Η διαδικασία αυτή όχι μόνο επιτρέπει στην μείωση του υλικού αλλά προσφέρει και πολλά οφέλη για το χρονοδιάγραμμα του έργου, άρα και του συνολικού κόστους.

Το έργο όπως και τα περισσότερα έργα παραμετρικού σχεδιασμού για την υλοποίησή τους έγινε η χρήση της τεχνολογίας Digital Fabrication για την ακριβή παραγωγή των στοιχείων που συνθέτουν το όλο έργο. Στην συγκεκριμένη περίπτωση έγινε η χρήση των ψηφιακών εργαλείων που αναφέρθηκαν ήδη Rhinoceors και Grasshopper τα οποία βοήθησαν στην ακριβή κοπή των επιφανειών με μηχανές CNC (Arch2o). Το έργο αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα παραδείγματα εφαρμογής του παραμετρικού σχεδιασμού και των δυνατοτήτων που προσφέρει στον σχεδιαστή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 03

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

I. Η θέση των ψηφιακών εργαλείων στην αρχιτεκτονική εκπαίδευση.

Με την άφιξη του 21ου αιώνα ερχόμαστε αντιμέτωποι με μοναδικές περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές και πολιτικές προκλήσεις όπως είναι η υπερθέρμανση του πλανήτη και η παγκοσμιοποίηση. Η παρουσία αυτών των προβλημάτων δεν άφησε ανεπηρέαστο τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό οδηγώντας τους σχεδιαστές στην αναζήτηση νέων σχεδιαστικών προσεγγίσεων. Ταυτόχρονα όμως πέρα από τα προβλήματα παρουσιάζονται νέες ευκαιρίες που εμφανίστηκαν από την τεράστια διάδοση των ψηφιακών πληροφοριών, την εύρεση νέων υλικών και κατασκευαστικών μεθόδων, καθώς και την χρήση μιας πληθώρας ψηφιακών εργαλείων σχεδιασμού. Με βάση τα πιο πάνω είναι απαραίτητες και νέες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις, βασισμένες στη ψηφιακή γνώση χωρίς βέβαια να αναιρούνται οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας. Παρόλο που οι παραδοσιακές αξίες, μέθοδοι και οι πρακτικές εξακολουθούν να είναι σημαντικές οι σχεδιαστές πρέπει πλέον να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν και να δίνουν λύση σε ένα μεγάλο αριθμό προβλημάτων που απαιτούν ένα τεράστιο εύρος γνώσεων.

Η ψηφιακή αναπαράσταση μέσω διαφόρων εργαλείων του υπολογιστή αναπτύσσεται και γίνεται όλο και πιο δημοφιλής τάση στην σημερινή αποχή. Σε συνεργασία με τις μειωμένες τιμές των υπολογιστών καθιστά την τάση αυτή της ψηφιακής αναπαράστασης ακόμα πιο ελκυστική, αν και οι ανάγκες για την αρχιτεκτονική εκπαίδευση δεν παύουν να είναι πολύ δαπανηρές αφού βασίζεται σε υπολογιστές με πιο εξειδικευμένες δυνατότητες σε οπτική επεξεργασία που είναι αναγκαία για την παρουσίαση των συνθέσεων τους.

Επομένως οι αρχιτεκτονικές σχολές έχουν καθήκον πλέον να κατανοήσουν αυτές τις απαραίτητες αλλαγές στην σχεδιαστική προσέγγιση και να καθοδηγήσουν τις νέες γενιές αρχιτεκτόνων με μια νέα εκπαιδευτική μέθοδο. Για να επιτευχθεί όμως αυτό δεν πρέπει να απουσιάζει η χρήση της τεχνολογίας από την εκπαίδευση αφού ζούμε σε μια ψηφιακή εποχή όπου η ενσωμάτωση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και η χρήση των εργαλείων τους στην αρχιτεκτονική εκπαίδευση είναι απαραίτητη, επιτρέποντας στον φοιτητή κατά την διάρκεια της διαδικασίας του σχεδιασμού να σχεδιάζει πιο περίπλοκους όγκους με περισσότερη ευαισθησία στα διάφορα κοινωνικά προβλήματα. Παρά τις δυνατότητες αυτές δεν παύουν να υπάρχουν και μειονεκτήματα στη χρήση τους αφού η κατάχρηση οδηγεί σε απερισκεπτο σχεδιασμό χωρίς την δημιουργικότητα και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε σχεδιαστή δημιουργώντας έντονο προβληματισμό σχετικά με την εκπαιδευτική διαδικασία.

Η εκπαιδευτική προσέγγιση με επίκεντρο τον υπολογιστικό σχεδιασμό στην αρχιτεκτονική εισάχθηκε για πρώτη φορά από τους William J. Mitchell, Rob-

in S. Liggett και Thomas Kvan μέσω του βιβλίου τους *The Art of Computer Graphics Programming* (1987). Στο βιβλίο τους αναφέρουν πως η χρήση των ψηφιακών εργαλείων μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητα και την σχεδιαστική ακρίβεια με την προϋπόθεση της σωστής χρήσης τους. Αναφέρουν χαρακτηριστικά “Εάν γνωρίζετε ήδη πώς να σχεδιάσετε κάτι τότε η χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή θα σας βοηθήσει να το κάνετε αποτελεσματικά, αλλά αν δεν ξέρετε πώς να αρχίσετε, ή πώς να αναπτύξετε και να τελειοποιήσετε ένα σχέδιο, τότε η αποτελεσματικότητα θα έχει πρακτικές συνέπειες” (Mitchell; Liggett; Kvan, 1987). Επίσης το βιβλίο δημιούργησε μια πηγή έμπνευσης για μια νέα ερευνητική μέθοδο που διερευνά τα μοντέλα διδασκαλίας του υπολογιστικού σχεδιασμού στην αρχιτεκτονική.



Εικόνα 10: Auburn University College of Architecture.

Η χρήση των υπολογιστών στην εκπαίδευση όμως δεν ήταν μια νέα ιδέα. Το 1961 ο Alan Perlis πρωτοπόρος στην επιστήμη των υπολογιστών ισχυρίστηκε ότι τα λογισμικά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την εκπαίδευση στις τέχνες (Senske, 2013). Η θεωρία του ήταν πως οι διαδικασίες σχεδιασμού ήταν το κρίσιμο στοιχείο που έπρεπε να υιοθετήσει ο υπολογιστής έτσι ώστε να τις εκτελεί ο ίδιος. Πίστευε ότι με την εκπαίδευση των νεαρών στην γλώσσα προγραμματισμού για την δημιουργία ενός λογισμικού που θα κατανοούσε και θα εκτελούσε τις διαδικασίες σχεδιασμού θα ήταν ένα μέσο μάθησης για την ίδια την διαδικασία.

Οι φοιτητές των αρχιτεκτονικών σχολών πρέπει πλέον να έχουν σαφή γνώση σχετικά με τον τρόπο χρήσης του υπολογιστή και όλων των δυνατοτήτων του. Αυτό αποτελεί μια πρόκληση στην αρχιτεκτονική

εκπαίδευση τόσο για τους σπουδαστές όσο και για τους εκπαιδευτικούς. Είναι απαραίτητο οι σπουδαστές της αρχιτεκτονικής να διδάσκονται τις βασικές θεωρίες και πρακτικές του προγραμματισμού και της λογικής του προσέγγισης έτσι ώστε να βρίσκονται σε θέση να ξεπεράσουν τα ψηφιακά εμπόδια που βρίσκουν και να αξιοποιούν πλήρως τις δημιουργικές δυνατότητες που έρχονται με την χρήση του υπολογιστή.

Τα τελευταία δέκα χρόνια η αρχιτεκτονική εκπαίδευση έχει δει όλο και μεγαλύτερο αριθμό ψηφιακών τεχνολογιών να εμπλέκονται στα προγράμματα σπουδών του σχεδιαστικού στούντιο. Ακολουθώντας τις τάσεις του επαγγέλματος, αυτές οι διάφορες τεχνολογίες επεξεργασίας, απαρίθμησης, μοντελοποίησης και ανάλυσης έγιναν όχι μόνο βασικές σχεδιαστικές αρχές στο στούντιο σχεδιασμού αλλά άρχισαν να διαμορφώνουν τη γενική διδακτική δομή της αρχιτεκτονικής εκπαίδευσης (Kara, 2015). Γνωρίζοντας ότι τα πλεονεκτήματα των ψηφιακών εργαλείων στην αρχιτεκτονική ποικίλλουν, από την παραγωγή δισδιάστατων τεχνικών σχεδίων έως την τρισδιάστατη μοντελοποίηση, η χρήση και η εφαρμογή τους είναι διαφορετική.

Στα πλαίσια των δυνατοτήτων των νέων αυτών εργαλείων και της ζήτησης που υπάρχει στον επαγγελματικό τομέα δεν υπάρχει λόγος να τάσσεται κανείς εναντίον της διδασκαλίας και της χρήσης τέτοιων ψηφιακών τεχνολογιών στην αρχιτεκτονική εκπαίδευση, χωρίς αυτό όμως να σημαίνει πως δεν πρέπει να βρεθεί η κατάλληλη διαδικασία εκπαίδευσης. Μπορεί κάποιος να δει πως η επαγγελματική πρακτική έχει εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια, με επίκεντρο αυτά τα εργαλεία, καθιστώντας απαραίτητο να ενταχθεί η διδασκαλία τους σε κάθε αρχιτεκτονικό πρόγραμμα σπουδών σε όλο τον κόσμο (Hadjiri, 2003).

Η δυσκολία στην διδασκαλία των ψηφιακών αυτών εργαλείων και η αρνητική αξιολόγηση που σχετίζονται με την εφαρμογή των εργαλείων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της διδασκαλίας σύμφωνα με τον Albirini (2006) δεν προκύπτει από την έλλειψη της ικανότητας των εκπαιδευτικών να χρησιμοποιήσουν τα εργαλεία αυτά, όπως πολλοί πιστεύουν, αλλά από την άρνηση τους να αποδεχτούν και να υποστηρίξουν την χρήση των εργαλείων αυτών. Συνοπτικά δηλώνει πως η δεξιοτεχνία των φοιτητών, στα ψηφιακά εργαλεία, καθορίζεται από την ικανότητα του καθηγητή να αποδεχτεί την χρήση τους στα στούντιο σχεδιασμού (Albirini, 2004). Ο Antonietti (2006) υποστηρίζει επίσης πως σημαντικό κρίσιμο ρόλο στην επίτευξη της μετάδοσης της επιθυμητής δεξιοτεχνίας των ψηφιακών εργαλείων διαδραματίζει η αποδοχή της τεχνολογίας από τους δασκάλους.

Η εισαγωγή των φοιτητών στην χρήση των ψηφιακών εργαλείων κατά την διάρκεια των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας όπως τα εργαστήρια

και σε σεμινάρια ή διαλέξεις, επιτρέπει στους φοιτητές να κατανοήσουν σε μεγαλύτερο βάθος τα ψηφιακά εργαλεία επιτρέποντας τους να ξεπεράσουν τις δυσκολίες και τους κρυφούς κινδύνους που δημιουργούνται από την χρήση τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις η δεξιοτεχνία των φοιτητών στα εργαλεία αυτά είναι επιφανειακή με αποτέλεσμα να μη μπορούν να ανταπεξέλθουν στο μέλλον αφού τα εργαλεία εξελίσσονται ενώ αυτοί μένουν στάσιμοι λόγω της έλλειψης των γερών θεμελίων (Senske, 2015). Η μετάδοση εύθραυστων γνώσεων και δεξιοτεχνιών στους φοιτητές είναι το βασικό πρόβλημα στην χρήση των εργαλείων αφού υποτίθεται ότι βοηθούν τους μαθητές να συνθέσουν και να κρίνουν αυτό που μελετούν δίνοντας τους μια βαθύτερη κατανόηση για το τι σχεδιάζουν. Δυστυχώς η επιφανειακή γνώση δημιουργεί ένα είδος βιομηχανικής παραγωγής όπου στο τέλος το εργαλείο γίνεται ο σχεδιαστής.

Για να αντιμετωπιστεί αυτή η επιφανειακή εκμάθηση των ψηφιακών εργαλείων ο Prince (2004) θέτει ως λύση την ενεργή μάθηση, μια μέθοδο διδασκαλίας που συζητείται εδώ και καιρό σε όλους τους κλάδους και όλα τα εκπαιδευτικά επίπεδα. Η ενεργός μάθηση ενθαρρύνει τους μαθητές να διαδραματίζουν ενεργό ρόλο στην μέθοδο διδασκαλίας έτσι ώστε να μην αποτελούν απλούς δέκτες πληροφορίας αλλά να έχουν την δυνατότητα να συζητούν, να αξιολογούν και να συνεργάζονται μεταξύ τους. Η μέθοδος αυτή έχει στόχο να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν μια βαθύτερη κατανόηση του θέματος εμπλέκοντας τους σε μια διαδικασία σκέψης και έρευνας για την επίλυση προβλημάτων και ερωτημάτων που θέτει ο εκπαιδευτής (Prince 2004, Bonwell & Eison 1991).

Ο εκπαιδευτικός ως οδηγός έχει καθήκον να παροτρύνει τους μαθητές να ερευνήσουν και να κατανοήσουν την βαθύτερη σημασία των ψηφιακών εργαλείων στην σχεδιαστική διαδικασία και σύνθεση αντί να τους δίνει αυστηρές εντολές. Αυτή η εκπαιδευτική μέθοδος θα επιτρέψει στους νέους αρχιτέκτονες να είναι σε θέση να μπορούν να εξελίξουν την γνώση και την δεξιοτεχνία στα ψηφιακά εργαλεία καθώς και αυτά εξελίσσονται. Η ικανότητα αυτή επιτρέπει στους χρήστες να έχουν κριτική στάση που μπορεί να βοηθήσει τώρα και στο μέλλον καθώς τους επιτρέπει να προσαρμόζονται στις τεχνολογικές και επαγγελματικές αλλαγές.

II. Οι μέθοδοι διδασκαλίας σε διάφορες σχολές.

Είναι αναμφισβήτητο γεγονός πως ο στόχος της αρχιτεκτονικής εκπαίδευσης, ειδικά τις τελευταίες δεκαετίες, είναι η κατανόηση της διαδικασίας σχεδιασμού και η σωστή χρήση των ψηφιακών εργαλείων για την αναπαράσταση της σύνθεσης τους. Η διαδικασία με την οποία κάθε σχολή στοχεύει να μεταβιβάσει την γνώση αυτή όμως διαφέρει για την κάθε μία. Παρόλα αυτά η διαδικασία σχεδιασμού ακολουθεί μια μεθοδική προσέγγιση που είναι κοινή σχεδόν για όλες τις σχολές αρχιτεκτονικής, έτσι χρησιμοποιούνται συνήθως διάφορα μέσα διδασκαλίας συμπεριλαμβανομένης της δημιουργίας τόσο μακετών όσο και της τρισδιάστατης ψηφιακής μοντελοποίησης.

Ένας αριθμός σχολών όμως προσφέρει μαθήματα αποκλειστικά με την χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, όπου τα ψηφιακά εργαλεία αποτελούν το μόνο μέσο σχεδίασης και αναπαράστασης των ακαδημαϊκών χρόνων των φοιτητών δημιουργώντας τα "Paperless" εργαστήρια που δεν γίνεται χρήση χαρτιού. Το Paperless στούντιο είναι μια πειραματική προσέγγιση που υιοθέτησαν αρκετά πανεπιστήμια από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 και η θεωρία του έχει ως επίκεντρο την ιδέα που ορίζει τα ψηφιακά εργαλεία ως καινοτομία στην σχεδιαστική διαδικασία, την μορφολογία καθώς και τον τρόπο αναπαράστασης της όλης αρχιτεκτονικής σύνθεσης με πολλές σχολές σήμερα να ενσωματώνουν την μέθοδο στο πρόγραμμα σπουδών τους όπως το University of Sydney και το Columbia University (Norman, 2001) (M.Reffat, 2006).

Στόχος είναι η εκμάθηση των ηλεκτρονικών εργαλείων σε πρώιμο επίπεδο της εκπαίδευσης, παρέχοντας την ευκαιρία στον φοιτητή να κατανοήσει και να χρησιμοποιεί τα λογισμικά αυτά ως εργαλεία σχεδιασμού και όχι ως εργαλεία που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για την αναπαράσταση (Norman, 2001). Επιπρόσθετα εκθέτουν τους φοιτητές σε μια πληθώρα ψηφιακών εργαλείων επιτρέποντας τους να αναπτύξουν μια ιδιαίτερη δεξιοτεχνία ως προς την χρήση τους με στόχο την αποδόμηση των παραδοσιακών προτύπων που αφορούν την όλη σχεδιαστική διαδικασία.

Αν κάποιος συγκρίνει τις δύο μεθόδους, της παραδοσιακής και της ψηφιακής εκπαίδευσης, μπορεί να δει πως οι τελικές μορφές αναπαράστασης στον παραδοσιακό τρόπο εκπαίδευσης περιλαμβάνουν τρισδιάστατα μοντέλα ή αλλιώς μακέτες, σκαριφήματα και άλλα σχέδια του χεριού καθώς και ένα ποσοστό, ίσως χρήσης διςδιάστατων ψηφιακών εργαλείων για κάποια σχέδια. Αντίστοιχα με την χρήση των ψηφιακών εργαλείων και γενικά του ηλεκτρονικού υπολογιστή σε όλη την διαδικασία του σχεδιασμού έχει ως αποτέλεσμα ψηφιακά τρισδιάστατα μοντέλα ή real-time modeling που προσφέρουν την δυνατότητα του σχεδιαστή

να δει μια εικόνα της σύνθεσης του που πλησιάζει την πραγματικότητα, διαδικτυακά δια-δραστικά μοντέλα και κινούμενα σχέδια που προσφέρουν μια νέα πιο ρεαλιστική εικόνα σε σχέση με τα αντίστοιχα παραδοσιακά.

Ο Bernard Tschumi κοσμήτορας της αρχιτεκτονικής σχολής του Columbia University αναφέρει πώς τα ηλεκτρονικά μέσα σχεδιασμού και αναπαράστασης που βρίσκονται σε συνεχή εξέλιξη θα αποτελέσουν το νέο μέσο αλλαγής και εξέλιξης της αρχιτεκτονικής προσέγγισης στο μέλλον. Ωστόσο όπως αναφέρει ο Norman "Η δυνατότητα να χρησιμοποιεί κάποιος τον υπολογιστή ως εργαλείο σχεδιασμού έρχεται με την ευθύνη να κατανοηθούν τα «όρια και ο ρόλος» του ως εργαλείο έρευνας" (Norman, 2001). Κάθε εργαλείο συμπεριλαμβανομένου του υπολογιστή πρέπει να υποκύπτει στον δημιουργικό χαρακτήρα και τα θέλω του σχεδιαστή και όχι το αντίθετο.



Εικόνα 11: Paperless Studios διαλέξεις από Bernard Tschumi.

Σε αντίθεση με τα Paperless υπάρχει μια άλλη πεποίθηση που υποστηρίζει πως η χρήση του χαρτιού στα αρχικά ακαδημαϊκά στάδια της εκπαίδευσης επιτρέπει στον σχεδιαστή να απεικονίσει διάφορα χαρακτηριστικά μιας μορφής, την κλίμακα, τον περιβάλλοντα χώρο, την υλικότητα και άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά που θεωρεί ο ίδιος σημαντικά μέσα από την δική του οπτική χωρίς να ανησυχεί για λεπτομέρειες και ανακρίβειες κάτι που είναι δύσκολο αν όχι αδύνατο να επιτευχθεί με την χρήση των ψηφιακών εργαλείων χωρίς να αποκλείεται η χρήση του μεταγενέστερα (Kara, 2015). Τα σκαριφήματα απελευθερώνουν μεγάλο μέρος της φαντασίας που συμπληρώνει τυχόν κενά αφήνοντας το υποσυνείδητο και τον προσωπικό χαρακτήρα του κάθε σχεδιαστή ελεύθερο. Παρόλα αυτά η πεποίθηση της

αποκλειστικής χρήσης των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας έχει μειωθεί αν όχι εξαλειφθεί αφού είναι σαφές πως η δεξιοτεχνία στη χρήση των ψηφιακών εργαλείων είναι βασικό προσόν για ένα σχεδιαστή την εποχή αυτή που σύμβολό της είναι η τεχνολογία.

Πάντως η σχεδιαστική διαδικασία μέσω ψηφιακών εργαλείων και το χέρι θα μπορούσαν να συνυπάρξουν καθώς το σκίτσο είναι ιδανικό εργαλείο για την εύρεση και την εξέλιξη αρχικών ιδεών ενώ τα ψηφιακά εργαλεία είναι πιο κατάλληλα για την ακρίβεια και την σαφήνεια που απαιτείται στα τελευταία στάδια ενός έργου, ειδικά σε έργα που η σύνθεση αποτελείται από πολύπλοκες μορφές. Είναι σαφές όμως πως ο σχεδιαστής προτιμά την χρήση των ψηφιακών εργαλείων λόγω της ευελιξίας τους αλλά και της ικανότητα τους να δέχονται αλλαγές και διορθώσεις με μεγάλη ευκολία και εξοικονόμηση χρόνου.

Σήμερα επικρατέστερες είναι οι σχολές που ακολουθούν μια μέση λύση που θέτει τα θεμέλια για την ανάπτυξη του σχεδιαστή χωρίς να τον καθοδηγεί απόλυτα σε ένα συγκεκριμένο τρόπο σκέψης και σχεδιαστικής προσέγγισης. Συνήθως στις σχολές αυτές γίνεται η αποκλειστική χρήση του χαρτιού στην πρώιμη ακαδημαϊκή πορεία του φοιτητή έτσι ώστε να κατανοήσει την σχεδιαστική διαδικασία ενώ μετέπειτα γίνεται και η εκπαίδευση με χρήση ψηφιακών εργαλείων προσπαθώντας έτσι να εξασφαλίσουν τον δημιουργικό και προσωπικό χαρακτήρα του κάθε σχεδιαστή.

Οι περισσότερες σχολές πλέον απομονώνουν την εκπαίδευση στα ψηφιακά εργαλεία με μια σειρά μαθημάτων ενώ άλλες ενσωματώνουν τα εργαλεία σε μια αλληλοεπιδρούσα διαδικασία με τα παραδοσιακά πρότυπα εκπαίδευσης. Η κάθε μέθοδος έχει κριθεί χωρίς όμως να βρεθεί μια σαφής κοινή απάντηση στο ερώτημα της σωστής εκπαιδευτικής προσέγγισης. Συνήθως η εκπαίδευση στα εργαλεία αυτά γίνεται αφού οι μαθητές εξοπλιστούν με τις σχεδιαστικές αξίες από το παραδοσιακό πρόγραμμα σπουδών αφήνοντας ελάχιστο χρόνο για εκμάθηση των λογισμικών με αποτέλεσμα να διδάσκονται με μια πολύ «πρόχειρη» διαδικασία. Με την τεχνολογική πρόοδο και τις νέες δυνατότητες οι μαθητές βρίσκονται αντιμέτωποι με μια νέα γλώσσα προγραμματισμού που δεν κατανοούν λόγω της έλλειψης του υπόβαθρου και των θεμελίων στην γλώσσα προγραμματισμού, με αποτέλεσμα να μην εξελίσσονται και να μένουν στάσιμοι.

Η ψηφιακή τρισδιάστατη μοντελοποίηση είναι ένα απαραίτητο προσόν για τους αρχιτέκτονες της εποχής μας, αφού οι συνθετικές τους προτάσεις παίρνουν μορφή τόσο για την δική τους χωρική αντίληψη όσο και για την αντίληψη των πελατών τους. Οι σπουδαστές πρέπει να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν τα ψηφιακά εργαλεία που έχουν στην

διάθεση τους αποτελεσματικά και με ακρίβεια έτσι ώστε ακόμα και τα πολυγωνικά μοντέλα και μοντέλα NURBS να μπορούν να παίρνουν μορφή επιτρέποντας τους να έχουν πιο ακριβή αντίληψη ως προς τις σχεδιαστικές τους προθέσεις και αποφάσεις. Η εκπαίδευση τους όμως δεν πρέπει να σταματήσει με ένα εργαλείο αφού η χρήση ποικίλων εργαλείων, το κάθε ένα με τις δικές του δυνατότητες, είναι συνήθως αναγκαία για παράδειγμα η διάταξη εσωτερικών χώρων με έπιπλα, φωτιστικά κτλ., θα μπορούσαν να διαμορφωθούν πιο κατάλληλα με ένα διαφορετικό σχεδιαστικό εργαλείο και στη συνέχεια να εισαχθούν στο πρωτεύον μοντέλο. Έτσι η ταυτόχρονη εργασία και εκπαίδευση σε πολλά ψηφιακά εργαλεία είναι αναγκαία χωρίς η διαδικασία της δημιουργικής σκέψης να διακόπτεται από διαλείπουσες καθυστερήσεις λόγω της μη επαρκούς δεξιοτεχνίας ή δυνατότητας εξέλιξης του σχεδιαστή στην χρήση των εργαλείων. Η ικανότητα κατανόησης και χρήσης τρισδιάστατων προγραμμάτων μοντελοποίησης είναι κρίσιμη για την διαδικασία απεικόνισης. Χωρίς την ικανότητα εκπροσώπησης του χώρου και των επιφανειών που προτείνονται, είναι δύσκολο να εκτιμηθεί η ποιότητα του σχεδιασμού είτε κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού είτε στο τέλος ενός έργου όταν εξετάζεται από επισκέπτες κριτικούς ή πελάτες, αφού η αναμετάδοση της εικόνας δεν θα είναι επαρκής (Goldman & Andrzej Zarzycki, 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 04

ΚΡΙΤΙΚΗ ΜΑΤΙΑ

I. Θετικές και αρνητικές επιδράσεις.

Σύμφωνα με τον Steele, J. (2001) η χρήση των ψηφιακών εργαλείων στην αρχιτεκτονική έφερε την επανάσταση στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό αλλά ταυτόχρονα δημιούργησε ένα διαχωρισμό μεταξύ των αρχιτεκτόνων και των ακαδημαϊκών, με το κύριο θέμα προς συζήτηση να είναι η αυξανόμενη ανησυχία, που προκύπτει από την επιρροή του ψηφιακού σχεδιασμού στην δημιουργική ταυτότητα και έκφραση των νεαρών σχεδιαστών.

Η χρήση των ψηφιακών εργαλείων στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό πρέπει να αλλάξει έτσι ώστε αυτά να μετατραπούν σε έξυπνους βοηθούς για τους αρχιτέκτονες απαλλάσσοντας τους από την ανάγκη να εκτελέσουν κάποιο ασήμαντο σχεδιαστικό καθήκον πολλαπλές φορές καθώς και να αυξήσουν την δυνατότητα λήψης αποφάσεων. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να αλλάξει η ίδια η σχεδιαστική προσέγγιση που πλέον πρέπει να αναζητά μια πληθώρα εναλλακτικών λύσεων που να ικανοποιούν τα καθορισμένα κριτήρια που τέθηκαν για το σχεδιασμό.

Χρησιμοποιώντας τον υπολογιστή και όλα τα ψηφιακά εργαλεία που του προσφέρει, ένας φοιτητής της αρχιτεκτονικής μπορεί να εξοικονομήσει χρόνο κατά την διάρκεια του σχεδιασμού και να παρουσιάσει ένα πιο ρεαλιστικό αποτέλεσμα της σύνθεσης του, το οποίο θα αντικατοπτρίζει ρεαλιστικά ένα ψηφιακό τρισδιάστατο μοντέλο. Παρά τις δυνατότητες των εργαλείων αυτών όμως δεν παύουν να κρύβουν κινδύνους σύμφωνα με τον Guney (2015) αφού η απερισκεπτη τους χρήση οδηγεί τους μαθητές στην παραγωγή συνθέσεων χωρίς δημιουργικότητα και την προσωπική ταυτότητα του σχεδιαστή.

Πράγματι μπορεί κάποιος να κατανοήσει πως με τις νέες μεθόδους της ψηφιακής αναπαράστασης είναι δυνατόν να αναπτυχθεί ένας νέος τύπος σχεδιαστικής προσέγγισης με επίκεντρο την ογκοπλασία η οποία θα επιτευχθεί με μια ανάλυση αλγοριθμικών υπολογισμών και δοκιμών με βάση μεταβλητές που θα θέσει ο ίδιος ο σχεδιαστής. Αυτή η νέα μέθοδος προσφέρει πολλές δυνατότητες στον σχεδιαστή να δημιουργήσει σύνθεση με περίπλοκες μορφές όμως μπορεί να αφήσει πολλά αναπάντητα ζητήματα ως προς την αξιολόγηση της αρχιτεκτονικής σύνθεσης, της καινοτομίας του έργου, ακόμα και του προσωπικού χαρακτήρα του σχεδιαστή. Ο Klinger (2001) αναφέρει πως μια τέτοια διαδικασία μπορεί να είναι αρνητική στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό αφού πλέον δεν θα είναι σαφές τι θα πρέπει να αξιολογηθεί σε μια τέτοια σύνθεση, όπως επίσης και οι αρμοδιότητες του αρχιτέκτονα και του προγραμματιστή αφού πλέον μεγάλο μέρος του σχεδιασμού είναι το εργαλείο. Επίσης εκφράζει της ανησυχίες του για την εξέλιξη αυτής της σχεδιαστικής διαδικασίας αφού η αρχιτεκτονική μπορεί να γίνει προϊόν βιομηχανικού σχεδιασμού το οποίο να αντιπροσωπεύει πλέον μια μάρκα.

II. Εισηγήσεις και μελλοντικές εφαρμογές.

Αναμφισβήτητο γεγονός είναι όμως ότι οι πιο πρόσφατοι πτυχιούχοι αρχιτέκτονες έχουν περισσότερη γνώση και ευελιξία στην χρήση αυτών των εργαλείων, δημιουργώντας έτσι ένα χάσμα μεταξύ αυτών και των προκατόχων τους. Πρέπει όμως επίσης να αποδεχτούμε πως σε αντίθεση με το παρελθόν πλέον οι περισσότεροι νεαροί αδυνατούν να δώσουν λύση σε πρακτικά θέματα γραφείου ή ακόμα και κατασκευαστικά προβλήματα (Steele, 2001). Αυτή η αδυναμία των σχολών να καλύψουν όλες τις δυσκολίες που θα αντιμετωπίσουν στην επαγγελματική τους σταδιοδρομία προκύπτει από την τάση της πλειοψηφίας των νέων φοιτητών να επικεντρώνουν το ενδιαφέρον τους σε σχεδιαστικά ζητήματα, την δεξιοτεχνία τους στα ψηφιακά εργαλεία και την αναπαράσταση αγνοώντας σχεδόν εξ ολοκλήρου πρακτικά θέματα.

Είναι γνωστό ότι ο σχεδιασμός πάντα αποτελούσε μια διεργασία επίλυσης προβλημάτων που διαφέρουν ανάλογα με τις κοινωνικές ανησυχίες είτε αυτές είναι περιβαλλοντικές είτε είναι οικονομικές είτε αισθητικές και ούτω καθεξής διαχωρίζοντας τον σε δύο ενότητες που αλληλοεπιδρούν, τα σχεδιαστικά και τα κατασκευαστικά προβλήματα. Με την χρήση των ψηφιακών εργαλείων και την σωστή εκπαίδευση σε αυτά μπορεί κανείς να δημιουργήσει μια συμβολική αναπαράσταση που χαρακτηρίζει και προσομοιάζει αυτά τα προβλήματα επιτρέποντας την εύρεση λύσεων χωρίς να επηρεάζεται η προσωπική σχεδιαστική αισθητική του σχεδιαστή ενοποιώντας τις δύο αυτές ενότητες σε μία. Έτσι πρέπει να εξεταστεί ένα εννοιολογικό πλαίσιο ενός συστήματος σχεδιασμού που βασίζεται στη γνώση και φέρνει αυτές τις τεχνικές λύσεων σε επαφή με τα αρχιτεκτονικά προβλήματα.

Τα νέα ψηφιακά εργαλεία σχεδίασης επιτρέπουν στους αρχιτέκτονες να φανταστούν νέες μορφές, που ανταποκρίνονται στις κοινωνικές ανησυχίες της εποχής συνδυάζοντας το εικονικό με το πραγματικό περιβάλλον. Τα εργαλεία επίσης αποτελούν μέσα επικοινωνίας και συνεργασίας μεταξύ των επιστημών που συνεργάζονται για την κατασκευή ενός κτηρίου όπως αρχιτέκτονες, πολιτικούς μηχανικούς, εργολάβους, ηλεκτρολόγους μηχανικούς και άλλους, δημιουργώντας μια πιο στενή σχέση στο συλλογικό σχεδιασμό, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η δημιουργία πιο καινοτόμων και περίπλοκων μορφών που ενσωματώνουν την λειτουργία, την αισθητική, την κατασκευή, την οικονομία, το περιβάλλον κτλ. καλύπτοντας κάθε κοινωνική ανησυχία που εντάσσει ο σχεδιαστής ως παράμετρο στο σχεδιασμό του.

Οι φοιτητές της αρχιτεκτονικής που χρησιμοποιούν ψηφιακά εργαλεία σε μεταγενέστερο στάδιο, της επαγγελματικής τους ή ακόμα και της φοιτητικής τους πορείας, αφού πρώτα περάσουν μια παραδοσιακή εκπαίδευση η

οποία θα τους θέσει τις βασικές αρχές ως θεμέλια, μπορούν να κινηθούν αποτελεσματικότερα μεταξύ των παραδοσιακών χειροκίνητων εργαλείων και ψηφιακών εργαλείων σχεδιασμού ή μεταξύ διαφορετικών ψηφιακών εργαλείων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να έχουν πλεονεκτήματα σε σχέση με τους μαθητές που εκτίθενται σε ψηφιακά εργαλεία νωρίς, αφού διαθέτουν ένα πιο εκλεπτυσμένο και ευρύτερο σύνολο εργαλείων για την αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας των αρχιτεκτονικών προκλήσεων (Kara, 2015). Αυτό οφείλεται στην διαδικασία εκμάθησης ενός ψηφιακού εργαλείου αφού η δεξιότητα αποκτείται με χρόνο και εμπειρία.



Εικόνα 12: Η εικόνα γίνεται πραγματικότητα.

Πλέον μπορεί να καταλάβει κανείς πως ο υπολογιστής αποτελεί το μέσο επικοινωνίας σχεδιαστή και ψηφιακού εργαλείου με αποτέλεσμα η εκπαίδευση για μετάδοση των βασικών αρχών των εργαλείων αυτών να είναι σαφώς αναγκαία για όλους τους αρχιτέκτονες. Αν και δεν μπορεί με τα σημερινά δεδομένα να αντικαταστήσει την κρίση και την συνθετική δυνατότητα του χρήστη – σχεδιαστή, αναμφισβήτητα ένας αρχιτέκτονας πρέπει να είναι εξειδικευμένος στην χρήση ψηφιακών εργαλείων και πρέπει να είναι σε θέση να χειριστεί μια πληθώρα εργαλείων και να κατανοεί την κατασκευαστική διαδικασία.

Μια εξαντλητική ενοποίηση της παραδοσιακής σχεδιαστικής προσέγγισης, της νέας ψηφιακής αντίστοιχης διαδικασίας καθώς και της διαδικασίας της κατασκευής αποτελεί την πλέον βέλτιστη λύση για την εξέλιξη νέων αρχών για μια σύγχρονη διαχρονική αρχιτεκτονική ως το αληθινό σύμβολο της ψηφιακής εποχής, επιτρέποντας στους νέους αρχιτέκτονες να ανταπεξέλθουν σε όλες τις προκλήσεις και δυσκολίες που παρουσιάζονται τόσο στην φοιτητική όσο και στην επαγγελματική τους πορεία.

Βιβλιογραφία

Albirini, A. (2004). *Teachers attitudes toward information and communication*. Columbus: Elsevier.

Antonietti, A., & Giorgetti, M. (2006). «Teachers' beliefs about learning from multimedia». *Computers in Human Behavior*, p.p. 267-282.

Arch2o. Ανάκτηση από Case Study : Computational Design of Hangzhou Tennis Center: <https://www.arch2o.com/case-study-computational-design-hangzhou-tennis-center/> [Accessed 26/04/2019]

Architects, Z. H. Zaha Hadid Architects. Ανάκτηση από Nordpark Railway Stations: <http://www.zaha-hadid.com/architecture/nordpark-railway-stations/> [Accessed 15/12/2018]

Bijl, A. (1989). *Computer Discipline and Design Practice: Shaping Our Future*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). «Active Learning: Creating Excitement in the Classroom». *1991 ASHE-ERIC Higher Education Reports*. Washington: ERIC Publications.

Carpo, M. (2013). *The Digital Turn in Architecture 1992-2012*. Sussex: Wiley.

Cil, E., & PAKDİL, O. (2007). «Design instructor's perspective on the role of computers in architectural education: a Case study». *METU Journal of the Faculty of Architecture*, p.p. 123-136.

Cohen, J., & Cohen, M. (1993). *The New Penguin Dictionary Of Quotations*. Penguin.

Digital School Faculty. CAD: A Brief History. Ανάκτηση από Digital School: <https://www.digitalschool.ca/cad-a-brief-history/>[Accessed 23/05/2019]

Dvorak, R. (1988). «Designing in the CAD Studio». *Design Education: ACADIA Conference Proceedings*, p.p. 111-122. Florida: ACADIA.

Fairs, M. (2009, November 12). MAXXI National Museum of the XXI Century Arts by Zaha Hadid. Ανάκτηση από Dezeen : https://www.dezeen.com/2009/11/12/maxxi_national-museum-of-the-xxi-century-arts-by-zaha-hadid/#disqus_thread [Accessed 22/01/2019]

Frumar, J. (2011). *Computation and Material Practice in Architecture: Intersecting Intention and Execution during Design Development*. Melbourne: RMIT University.

Giannotti, A. (2009, December 16). MAXXI Museum / Zaha Hadid Architects. Ανάκτηση από ArchDaily: <https://www.archdaily.com/43822/>

maxxi-museum-zaha-hadid-architects [Accessed 24/01/2019]

Goldman, G., & Andrzej Zarzycki. (2010). *Digital Media in Architecture and Interior Design - Curriculum Framework*. Newark: New Jersey Institute of Technology.

Greenwald-Katz, G. (1976). «Computers in architecture». *National Computer Conference*, p.p. 315-319. New York: Max O. Urbahn Associates.

Guney, D. (2015). *The importance of computer-aided courses in architectural education*. Istanbul: Elsevier.

Hadjri, K. (2003). *Bridging the gap between physical and digital models in architectural design studios*. Vulpera.

Harari, Y. N. (2017). *Homo Deus: A Brief History of Tomorrow*. Harper Reprint edition.

Hennessy, J. L., & Patterson, D. A. (2007). *Computer Architecture - A Quantitative Approach*. Oxford: ELSEVIER.

İzgi, U. (1999). *Process in Architecture - Concepts - Relations*. Istanbul : YEM Publications.

Jencks, C. (2002). *The New Paradigm in Architecture: The Language of Postmodernism*. New Haven: Yale University Press.

Kalay, Y. E. (2004). *Architecture's New Media: Principles, Theories, and Methods of Computer-Aided Design*. Cambridge: The MIT Press.

Kara, L. (2015). *A critical look at the digital technologies in architectural education: when, where, and how?* Florida: Elsevier Ltd.

Klinger, K. R. (2001). «Making Digital Architecture: Historical, Formal, and Structural Implications of Computer Controlled Fabrication and Expressive For Architectural Information Management». *19th eCAADe Conference Proceedings*, p.p. 239-244. Helsinki University of Technology.

Kolarevic, B. (2001). *Digital Fabrication: Manufacturing Architecture in the Information Age*. Philadelphia: Arcadia Publishing.

Kolarevic, B. (2003). *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. Pennsylvania: Spoon Press.

Kouider, T., & Castle, G. (2006). «Evolution or revolution: is digital conceptual design the way forward for architects?» *Proceedings of Computing in Architecture: Rethinking the Discourse*, p.p. 41-57. UAE.

Lawson, B. R. (1997). *How Designers Think – The Design Process Demystified*. Sheffield: Architectural Press.

M.Reffat, R. (2006). *Designing with Computers in a Paperless Design*.

Sydney: University of Sydney.

Mitchell, W. J., Liggett, R. S., & Kvan, T. (1987). *The Art of Computer Graphics Programming: A Structured Introduction for Architects and Designers*. Van Nostrand Reinhold.

NBBJ. (2015). NBBJ. Avάκτηση από Hangzhou stadium: A City Blossoms: <http://www.nbbj.com/work/hangzhou-stadium/> [Accessed 22/04/2019]

Norman, F. (2001). «Towards a Paperless Studio. Reinventing the Discourse - How Digital Tools Help Bridge and Transform Research, Education and Practice in Architecture». *Proceedings of the Twenty First Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture*, p.p. 336-343. New York.

Pagnotta, B. (2013, September 1). AD Classics: The Guggenheim Museum Bilbao / Gehry Partners. Avάκτηση από ArchDaily: <https://www.archdaily.com/422470/ad-classics-the-guggenheim-museum-bilbao-frank-gehry> [Accessed 12/12/2018]

Prince, M. (2004). «Does Active Learning Work? A Review of the Research». *Journal of Engineering Education*, p.p. 223-231.

Quirk, V. (2012, December 7). ArchDaily. Avάκτηση από A Brief History of BIM: <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim> [Accessed 19/11/2018]

Senske, N. (2013). *Building a Computational Culture: A Pedagogical Study of a Computer Programming Requirement*. The ARCC Journal.

Senske, N. (2015). *Beyond tutorials: Using active learning to improve computational design instruction*. Chicago: Architectural Research Centers Consortium (ARCC).

Steele, J. (2001). *Architecture and Computers: Action and Reaction in the Digital Design Revolution*. New York: Watson-Guptill Publications.

Tomkins, C. (1997, July 7). «The Maverick». *The New Yorker*: <https://www.newyorker.com/magazine/1997/07/07/the-maverick> [Accessed 22/10/2018]

Woodbury, R. (2010). *Elements of Parametric Design*. Routledge.

Ρουμπάνη, Γ., & Ταρουδάκη, Κ. (2013). *Computational Design | Έξυπνα Υλικά: η παράλληλη προσέγγιση*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1: Ο πρώτος εμπορικά διαθέσιμος Η/Υ.

<https://www.library.upenn.edu/exhibits/rbm/mauchly/jwm11.html>

Εικόνα 2: Το πρώτο λογισμικό της Autodesk, AutoCAD 1982.

<https://www.scan2cad.com/tips/autocad-brief-history/>

Εικόνα 3: *Building Information Modeling (BIM)*.

<https://theconstructor.org/construction/building-information-modeling/13614/>

Εικόνα 4: Παράδειγμα παραμετρικού σχεδιασμού. (Από συγγραφέα).

Εικόνα 5: Μουσείο Guggenheim στο Μπιλμπάο σχέδια από Frank Gehry.

<https://www.archdaily.com/422470/ad-classics-the-guggenheim-museum-bilbao-frank-gehry>.

Εικόνα 6: Μουσείο MAXXI, Ρώμη για τέχνη του 21ου αιώνα από την Zaha Hadid. (Από προσωπική επίσκεψη του συγγραφέα).

Εικόνα 7: Nordpark Cable Railway Stations από την Zaha Hadid.

<http://www.zaha-hadid.com/architecture/nordpark-railway-stations/>

Εικόνα 8: Ψηφιακή ανάλυση γηπέδου από NBBJ.

<http://www.nbbj.com/work/hangzhou-stadium/>

Εικόνα 9: Hangzhou Tennis Center στην Κίνα από NBBJ.

<https://www.arch2o.com/case-study-computational-design-hangzhou-tennis-center/>

Εικόνα 10: Auburn University College of Architecture.

<https://www.archdaily.com/888190/architectural-education-is-it-actually-preparing-our-students-for-the-future>

Εικόνα 11: Paperless Studios διαλέξεις από Bernard Tschumi.

<https://www.cca.qc.ca/en/issues/4/origins-of-the-digital/33488/paperless-studios>

Εικόνα 12: Η εικόνα γίνεται πραγματικότητα.

<https://www.sketchup.com/>

