

Η απεικόνιση στην Αρχιτεκτονική με τη συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΜΥΡΗΣ

Η ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

ΜΕ ΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΗΣ

Περίληψη

Ο κόσμος της αρχιτεκτονικής έχει υποβληθεί σ' έναν αξιοσημείωτο μετασχηματισμό, επηρεαζόμενος πλέον από την ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης. Η ισχυρή αυτή τεχνολογία δεν αποτελεί πια αποκύημα της επιστημονικής φαντασίας, αλλά αντιστοιχεί σ' ένα σημαντικό εργαλείο για τον αρχιτέκτονα το οποίο δύναται να μεταμορφώσει το εκάστοτε στάδιο στη διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής. Η Τεχνητή Νοημοσύνη, από τη σύλληψη καινοτόμων ιδεών μέχρι τη βελτίωση δομών για βιωσιμότητα, προσδιορίζει εκ νέου τι καθίσταται δυνατό στη σφαίρα της αρχιτεκτονικής τεχνολογίας. Σκοπό της παρούσας εργασίας αποτελεί η διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο αξιοποιείται η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Αρχιτεκτονική ως προς την απεικόνιση.

Λέξεις – κλειδιά: Αρχιτεκτονική, Τεχνητή Νοημοσύνη, απεικόνιση

Abstract

The world of Architecture has undergone a remarkable transformation, now influenced by the incorporation of Artificial Intelligence. This powerful technology is no longer a figment of science fiction, but corresponds to an important tool for the architect that can transform each stage in the design and construction process. From conceptualizing innovative ideas to improving structures for sustainability, Artificial Intelligence is redefining what is possible in the realm of architectural technology. The purpose of this work is to investigate the way in which Artificial Intelligence is used in Architecture in terms of visualization.

Keywords: Architecture, Artificial Intelligence, visualization

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract	4
Κατάλογος Εικόνων	6
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή.....	7
Κεφάλαιο 2 ^ο : Τεχνητή Νοημοσύνη (TN).....	8
2.1 Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη (TN).....	8
2.2 Ιστορική εξέλιξη της TN.....	8
Κεφάλαιο 3 ^ο : Αρχιτεκτονική.....	11
3.1 Εισαγωγή στην Αρχιτεκτονική.....	11
3.2 Ιστορική εξέλιξη της Αρχιτεκτονικής.....	11
Κεφάλαιο 4 ^ο : Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Αρχιτεκτονική	19
4.1 Η TN στον Αστικό Σχεδιασμό και Προγραμματισμό	19
4.2 Η TN στην αρχιτεκτονική απεικόνιση.....	20
4.3 Σχεδιαστικά εργαλεία με TN	22
4.4 Εικονική πραγματικότητα και προσομοιώσεις	27
4.5 Οι συνέπειες της TN στην πρακτική του Αρχιτεκτονικού Σχεδιασμού	28
Κεφάλαιο 5 ^ο : Περιπτώσιολογικές μελέτες.....	31
5.1 Manas Bhatia	31
5.2 Jose Luis Perez Hermo	36
5.3 Hera Kim	39
5.4 Ricardo Orts	43
5.5 Maria Dudkina	45
5.6 Tim Fu	49
Κεφάλαιο 6 ^ο : Συμπεράσματα.....	52
Βιβλιογραφία	54

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Το τεστ του Alan Turing	9
Εικόνα 2: Καθεδρικός ναός της Σαρτρ	12
Εικόνα 3: Καθεδρικός ναός της Φλωρεντίας	13
Εικόνα 4: Παλάτι των Βερσαλλιών	13
Εικόνα 5: Καπιτώλιο των Ηνωμένων Πολιτειών	14
Εικόνα 6: Κρυστάλλινο Παλάτι στη Μαδρίτη	15
Εικόνα 7: Το "Fallingwater" του Frank Lloyd Wright.....	15
Εικόνα 8: Το "Heydar Aliyev Center" της Zaha Hadid	16
Εικόνα 9: Το "Dancing House" του Frank Owen Gehry	16
Εικόνα 10: Οι πράσινοι πύργοι στο Μιλάνο	17
Εικόνα 11: Το NVIDIA GauGAN.....	23
Εικόνα 12: Το LumenRT	24
Εικόνα 13: Το Revit.....	25
Εικόνα 14: Το Let's Enhance	26
Εικόνα 15: Το Midjourney	26
Εικόνα 16: Autodesk Workshop XR	28
Εικόνα 17: "AI x Future Cities" του Manas Bhatia.....	32
Εικόνα 18: "AI x Future Cities" του Manas Bhatia	33
Εικόνα 19: "AI x Future Cities" του Manas Bhatia.....	34
Εικόνα 20: "Symbiotic Architecture" του Manas Bhatia	35
Εικόνα 21: "Symbiotic Architecture" του Manas Bhatia	36
Εικόνα 22: Έργο του Jose Luis Perez Hermo.....	37
Εικόνα 23: Paul Rudolph-City Hall	38
Εικόνα 24: Hans Hollein-Guggenheim Salzburg	39
Εικόνα 25: Flower-inspired facades της Hera Kim	40
Εικόνα 26: Flower-inspired facades της Hera Kim	41
Εικόνα 27: Flower-inspired facades της Hera Kim	42
Εικόνα 28: Kinetic Kingdom του Ulises.....	43
Εικόνα 29: Έργο του Ulises	44
Εικόνα 30: Έργο του Ulises	45
Εικόνα 31: Pétale du Printemps της Maria Dudkina	46
Εικόνα 32: Pétale du Printemps της Maria Dudkina	47
Εικόνα 33: Pétale du Printemps της Maria Dudkina	48
Εικόνα 34: Έργο του Tim Fu.....	49
Εικόνα 35: Έργο του Tim Fu.....	50
Εικόνα 36: Έργο του Tim Fu.....	51

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

Η Τεχνητή Νοημοσύνη συνιστά μία ταχύτατα αναπτυσσόμενη τεχνολογία η οποία απαντάται ολοένα και συχνότερα στην καθημερινότητα μας παρέχοντας καινοτόμες λύσεις σε μια πληθώρα σύνθετων προβλημάτων. Οι εξελιγμένες δυνατότητες που παρέχονται μέσω αυτής, καθώς μιμείται την ανθρώπινη συμπεριφορά, επιφέρουν την ενίσχυση και τον εκσυγχρονισμό των λειτουργιών των συσκευών (Ζιώγου, 2023). Πλέον οι άνθρωποι γίνονται μάρτυρες μίας δραματικής εικονοποίησης, αυτοματοποίησης, ψηφιοποίησης και ρομποτικοποίησης στον εκάστοτε τομέα της κοινωνίας (Leonhard, 2015).

Σύμφωνα με τον ιστορικό και κριτικό αρχιτεκτονικής Mario Carro, οι αρχιτέκτονες παρουσιάζουν μια καθυστέρηση στη συμφιλίωση με τις τεχνολογικές μεταβολές, εντούτοις, δε θα μπορέσουν να παραμείνουν ανεπηρέαστοι απ' αυτές. Η διαφοροποιημένη αντίληψη για τις μηχανές και τον τρόπο επεξεργασίας των δεδομένων τις ανήγαγε σε καινούρια ψηφιακά εργαλεία σχεδιασμού. Μέσω των άπειρων επαναλήψεων και της ταχύτητας που παρέχονται από τις μηχανές εκθειάζονται στοιχεία, όπως αυτά της πολυπλοκότητας, της μη-γραμμικότητας και της υπερβολικής ανάλυσης. Παράλληλα, οι αλγόριθμοι στον εξελικτικό προγραμματισμό (computation) αντιστοιχούν σε δομικά συστατικά στοιχεία της αναδυόμενης αυτής αρχιτεκτονικής. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον, επίσης, παρουσιάζει ο ρόλος του ίδιου του αρχιτέκτονα ο οποίος μεταβάλλεται βαθμιαία με βάση τη γενικότερη προσβασιμότητα και δυνατότητα συμμετοχής που εντοπίζονται στη σύγχρονη εποχή (Στρινοπούλου & Χασιώτη, 2018). Ως εκ τούτου, η αναγκαιότητα της παρούσας ερευνητικής εργασίας έγκειται στο γεγονός πως, καθώς η Τεχνητή Νοημοσύνη ασκεί επιρροή πλέον και στον τομέα της αρχιτεκτονικής, κρίνεται σκόπιμο να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζει η χρήση της την απεικόνιση στον εν λόγω τομέα.

Σκοπό της παρούσας εργασίας αποτελεί η διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο αξιοποιείται η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Αρχιτεκτονική ως προς την απεικόνιση. Αρχικά, στο δεύτερο κεφάλαιο θα καταγραφούν στοιχεία αναφορικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη και στο τρίτο κεφάλαιο θα παρατεθούν πληροφορίες σχετικά με την Αρχιτεκτονική. Εν συνεχεία, στο τέταρτο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στο πλαίσιο της Αρχιτεκτονικής, ενώ στο πέμπτο κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί καταγραφή περιπτωσιολογικών μελετών αναφορικά με το εν λόγω ζήτημα. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί συζήτηση και καταγραφή των συμπερασμάτων αυτής της ερευνητικής εργασίας.

Κεφάλαιο 2^ο: Τεχνητή Νοημοσύνη (TN)

2.1 Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη (TN)

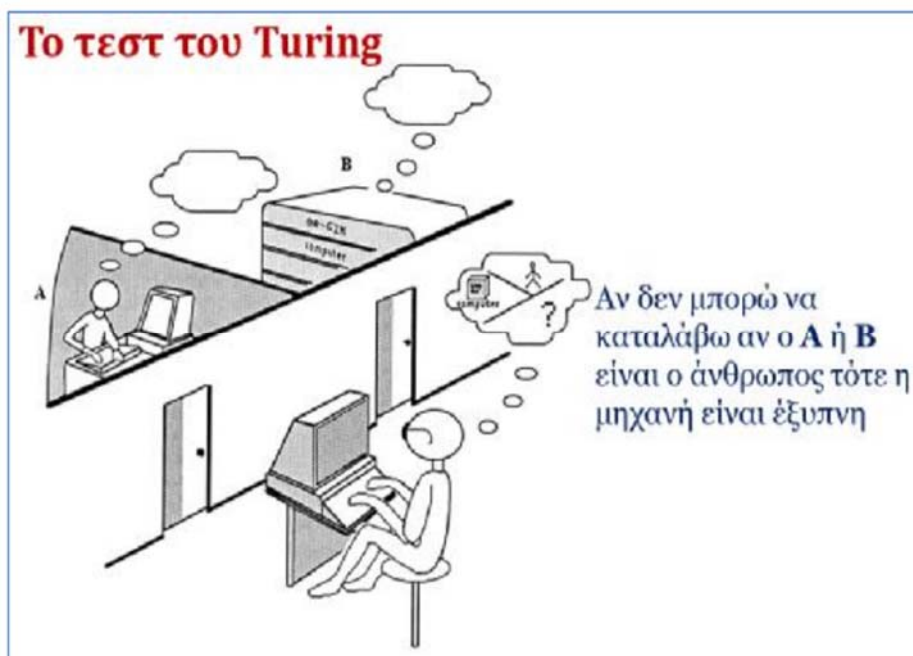
Ο όρος «Τεχνητή Νοημοσύνη» (Artificial Intelligence - A.I.) είχε χρησιμοποιηθεί, αρχικά, από τον John McCarthy το 1956 για την περιγραφή ενός θερινού εργαστηρίου που ονομάστηκε “The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence” και στο οποίο είχε συζητηθεί ως κύριο ζήτημα το εξής: «οι μηχανές που σκέπτονται». Αυτό, μάλιστα, είχε θεωρηθεί ως το πρώτο Συνέδριο για την Τεχνητή Νοημοσύνη και υπήρξε καθοριστικής σημασίας όσον αφορά τη γέννηση και την υλοποίησή της. Είχε δοθεί δε ως ορισμός η εγκυκλοπαιδική ερμηνεία πως αντιστοιχεί στην «ικανότητα της μηχανής να μπορεί να σκέπτεται και να μιμείται την ανθρώπινη συμπεριφορά και ευφυΐα, αλλά να μην την αντικαθιστά». Η αρχή έλαβε χώρα με εφαρμογή στον κλάδο της Επιστήμης των Υπολογιστών στον οποίο η Τεχνητή Νοημοσύνη κατέστη στη σύγχρονη εποχή ιδιαιτέρως δημοφιλής καθώς υφίστανται παράμετροι, όπως ο αυξημένος όγκος δεδομένων, οι προηγμένοι αλγόριθμοι και οι βελτιώσεις στην ισχύ των υπολογιστών και την αποθήκευση των δεδομένων (Σάπκας, 2020).

2.2 Ιστορική εξέλιξη της TN

Ήδη περισσότερα από δύο χιλιάδες έτη πριν, φιλόσοφοι, όπως ο Αριστοτέλης, ο Ηράκλειτος, ο Descartes κ.ά., είχαν προσπαθήσει να περιγράψουν τους μηχανισμούς που αφορούν τη μάθηση, την απομνημόνευση, την όραση, την αντίληψη και το συλλογισμό. Οι καταβολές της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence – A.I.) ανιχνεύονται στους συλλογισμούς του Αριστοτέλη (384-322 π.Χ.) που προσέφεραν πρότυπα εκφράσεων που παρείχαν πάντοτε ορθά συμπεράσματα από ορθές υποθέσεις που βασίζονταν στην «Αριστοτέλεια Συλλογιστική». Τα ερευνητικά πεδία τα οποία εξετάζονται μέσω της Τεχνητής Νοημοσύνης «αγγίζουν» ακριβώς αυτές τις δεξιότητες (Σάπκας, 2020).

Κατά τη δεκαετία του 1940 παρουσιάστηκε η πρώτη μαθηματική περιγραφή τεχνητού νευρωνικού δικτύου με αρκετά περιορισμένες δυνατότητες ως προς την επίλυση αριθμητικών προβλημάτων. Αξιοσημείωτη υπήρξε η συμβολή του μαθηματικού Alan Turing ο οποίος θεωρείται «πατέρας» της θεωρίας υπολογισμού και προπάτορας της τεχνητής νοημοσύνης. Πιο συγκεκριμένα, το 1950 είχε προτείνει τη δοκιμή Turing (Εικόνα 1), δηλαδή μια απλή δοκιμασία η οποία θα μπορούσε να διαπιστώσει εάν μια μηχανή έχει ευφυΐα. Η Τεχνητή Νοημοσύνη τυπικά είχε θεμελιωθεί τη χρονιά 1956 σαν ένα πεδίο στη συνάρτηση ορισμένων επιστημόνων του τομέα (Τζον Μακάρθι, Κλοντ Σάνον κ.ά.). Τη χρονιά εκείνη για

πρώτη φορά είχε παρουσιαστεί το “Logic Theorist”, ένα πρόγραμμα που βασιζόταν σε συμπερασματικούς κανόνες τυπικής λογικής και σε ευρετικούς αλγορίθμους αναζήτησης, προκειμένου να μπορεί να αποδείξει θεωρήματα των μαθηματικών (Graham, 2010).



Εικόνα 1: Το τεστ του Alan Turing

(Πηγή: Copeland, 2000)

Αξιοσημείωτοι σταθμοί που διαδραμάτισαν σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη της Τεχνητής Νοημοσύνης ήταν, επίσης, αυτοί της ανάπτυξης της γλώσσας προγραμματισμού LISP τη χρονιά 1958 που αποτελούσε την πρώτη γλώσσα συναρτησιακού προγραμματισμού συνεισφέροντας στην ανάπτυξη εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης, καθώς και της εμφάνισης των γενετικών αλγορίθμων από τον Φριντμπεργκ το ίδιο έτος. Ακόμη, το 1962 παρουσιάστηκε εκ μέρους του Ρόσενμπλατ το βελτιωμένο νευρωνικό δίκτυο “Perceptron”(Βλαχάβας κ.ά., 2011) .

Ωστόσο, τα τέλη της δεκαετίας του 1960 υπήρξαν μια εποχή απογοήτευσης, κριτικής και υποχρηματοδότησης όσον αφορά τα ερευνητικά προγράμματα της Τεχνητής Νοημοσύνης, που ξεπεράστηκε, όμως, στα μέσα της δεκαετίας του 1970. Αυτή η αναθέρμανση του ενδιαφέροντος για την ΤΝ προέκυψε μέσω των εμπορικών εφαρμογών που είχαν αποκτήσει τα έμπειρα συστήματα, των μηχανών ΤΝ με αποθηκευμένη γνώση και ταχεία εξαγωγή λογικών συμπερασμάτων που συμπεριφέρονταν όπως ένα άτομο εξειδικευμένο σε κάποιον τομέα. Συγχρόνως, εμφανίστηκε η γλώσσα λογικού προγραμματισμού “Prolog” που είχε δώσει καινούρια ώθηση στη συμβολική Τεχνητή

Νοημοσύνη (Βλαχάβας κ.ά., 2011). Στη δεκαετία του 1990, καθώς αυξήθηκε η σημασία του Διαδικτύου (Internet), αναπτύχθηκαν οι ευφυείς πράκτορες (αυτόνομο λογισμικό Τεχνητής Νοημοσύνης) που τοποθετούνταν σε κάποιο περιβάλλον με το οποίο αλληλεπιδρούσαν παρέχοντας βοήθεια στον χρήστη, συλλέγοντας ή αναλύοντας τεράστια σύνολα δεδομένων ή αυτοματοποιώντας επαναλαμβανόμενες εργασίες (Βλαχάβας κ.ά., 2011). Η δεκαετία του 1990, γενικότερα, είχε σηματοδοτήσει μία στροφή προς τη μηχανική μάθηση και τα νευρωνικά δίκτυα μέσω των οποίων επιτράπη στα συστήματα ΤΝ να μαθαίνουν από δεδομένα και να επιτυγχάνουν τη βελτίωση της απόδοσής τους με το πέρασμα του χρόνου. Η ανάπτυξη της “backpropagation”, ενός κύριου αλγόριθμου για την εκπαίδευση των νευρωνικών δικτύων, αποτέλεσε μια καθοριστικής σημασίας ανακάλυψη στον τομέα αυτό (Κομβικά σημεία στην εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης, 2023).

Τη δεκαετία του 2000 μέσω της ανόδου των μεγάλων δεδομένων προσφέρθηκε πλήθος πληροφοριακού υλικού για τα συστήματα ΤΝ από τα οποία μπορούσαν να μάθουν με αποτέλεσμα οι αλγόριθμοι βαθιάς μάθησης να επιτρέψουν ακόμα πιο διαφοροποιημένη και περίπλοκη αναγνώριση προτύπων. Τούτο επέφερε ανακαλύψεις σε τομείς, όπως αυτούς της αναγνώρισης ομιλίας, της αναγνώρισης εικόνας και της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας. Αργότερα, κατά τη δεκαετία του 2010, η ΤΝ διείσδυσε σε ποικίλες πτυχές της καθημερινής ζωής, από chatbots και εικονικούς βοηθούς έως τεχνολογία αναγνώρισης προσώπου και αυτοοδηγούμενα αυτοκίνητα. Η διαθεσιμότητα του cloud computing και η ανάπτυξη του «Διαδικτύου των πραγμάτων» (IoT) προσέφεραν την υποδομή που χρειάζεται για να υποστηριχθεί ο πολλαπλασιασμός των εφαρμογών ΤΝ (Κομβικά σημεία στην εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης, 2023).

Τις τελευταίες χρονιές δίνεται μεγάλη έμφαση σε ζητήματα ηθικής και στην υπεύθυνη ανάπτυξη της ΤΝ. Εξαιτίας της ανόδου της τεχνολογίας deepfake και των ανησυχιών σε σχέση με το απόρρητο των δεδομένων, προέκυψε μία ώθηση, ώστε να θεσπιστούν κατευθυντήριες γραμμές και κανονισμοί αναφορικά με την ανάπτυξη και την αξιοποίηση της ΤΝ. Κοιτάζοντας το μέλλον, υφίστανται πολλοί τομείς έρευνας της ΤΝ που αναμένεται να επιφέρουν σημαντική πρόοδο στον τομέα, όπως είναι αυτοί του κβαντικού υπολογισμού, της εξηγήσιμης ΤΝ και της γενικής ΤΝ (AGI), δηλαδή της ανάπτυξης μηχανών που θα είναι σε θέση να προβούν στην εκτέλεση ενός ευρέος φάσματος εργασιών επιδεικνύοντας ανθρώπινη νοημοσύνη (Κομβικά σημεία στην εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης, 2023).

Κεφάλαιο 3^ο: Αρχιτεκτονική

3.1 Εισαγωγή στην Αρχιτεκτονική

Η Αρχιτεκτονική συνιστά την επιστήμη που ασχολείται με την κατασκευή και το σχεδιασμό. Περικλείει ό,τι συνδέεται με τη σχέση των ανθρώπων με το δομημένο περιβάλλον στο οποίο λειτουργούν. Τα ιδανικά και ο ορισμός της Αρχιτεκτονικής επαναπροσδιορίζονται ανά κάποιες δεκαετίες βάσει των κοινωνικοοικονομικών και πολιτικών συμφερόντων που κινούνται παράλληλα. Δεν υπήρξε ποτέ στην πραγματικότητα αποστασιοποιημένη από το άρχων κοινωνικοπολιτικό σύστημα και πολλές φορές οι υλικές, μορφολογικές και αισθητικές αναζητήσεις της έλαβαν χώρα με γνώμονα το ρεύμα αυτό (Lloyd Thomas, 2007).

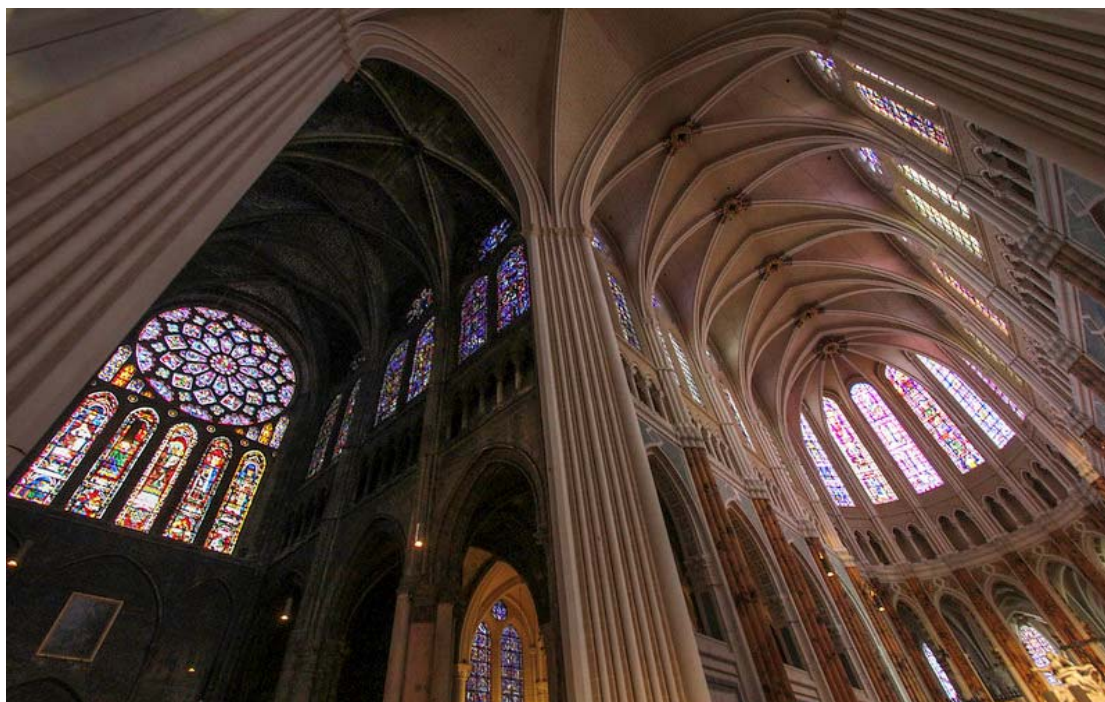
Όσον αφορά τη σύγχρονη Αρχιτεκτονική, η οποία οδηγείται μέσω της χρήσης των υπολογιστών και των αλγοριθμικών προβλημάτων, διαπιστώνεται πως η πολυπλοκότητα ως προς το σχεδιασμό έχει αυξηθεί αναγκάζοντας τους σχεδιαστές να λειτουργήσουν με δύο τρόπους ταυτοχρόνως. Ενώ, αρχικώς, η δουλειά τους περιστρέφεται, κατά κύριο λόγο, γύρω από μία διαισθητική διαδικασία και αρκετά πιο μικρή λογική πλέον καλείται να λειτουργήσει και διαισθητικά, μέσα από τη συνθετική παραγωγή, και λογικά, μέσα από την υπολογιστική διαδικασία του σχεδιασμού που θεωρείται αναγκαία για τη διαχείριση της πολυπλοκότητας (Terzidis, 2006).

3.2 Ιστορική εξέλιξη της Αρχιτεκτονικής

Η ιστορία της Αρχιτεκτονικής αποτελεί ένα συναρπαστικό ταξίδι το οποίο χρονολογείται από την αυγή του πολιτισμού. Ήδη από τη Νεολιθική περίοδο, ο άνθρωπος ανέπτυξε την Αρχιτεκτονική οικοδομώντας σταθερές κατοικίες και τελετουργικούς περίβολους.

Όσο οι κοινωνίες μεγάλωναν, αναδύονταν πιο πολυσύνθετα αρχιτεκτονικά συστήματα. Ένα εκ των πρώτων τεκμηριωμένων αρχιτεκτονικών στοιχείων είναι οι ζιγκουράτ που αποτελούσαν βαθμιδωτούς ναούς που αξιοποιούνταν ως διοικητικά και θρησκευτικά κέντρα στην αρχαία Μεσοποταμία. Εν συνεχεία, παρουσιάστηκαν οι μεγαλοπρεπείς πυραμίδες στην Αρχαία Αίγυπτο. Ακολούθως, οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι είχαν θέσει τα θεμέλια της κλασικής Αρχιτεκτονικής αφήνοντας μία κληρονομιά που ακόμα θαυμάζεται από όλο τον μεσογειακό κόσμο κατασκευάζοντας υδραγωγεία, τέλεια αναλογισμένες κολόνες, θριαμβευτικές αψίδες, αμφιθέατρα κ.ά.

Η εκάστοτε ιστορική περίοδος διαθέτει το δικό της είδος Αρχιτεκτονικής μέσω του οποίου αντανακλώνται οι καλλιτεχνικές τάσεις της εποχής. Κατόπιν της πτώσης της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, η Ευρώπη εισήλθε στον Μεσαίωνα. Εκείνη τη χρονική περίοδο έλαβε κεντρική θέση η θρησκευτική αρχιτεκτονική. Γοτθικοί καθεδρικοί ναοί, όπως, λόγου χάρη, ο Καθεδρικός Ναός της Σαρτρ στη Γαλλία, συνιστούν αξιοσημείωτα εξαιρετικά παραδείγματα της εν λόγω περιόδου.



Εικόνα 2: Καθεδρικός ναός της Σαρτρ

(Πηγή: <https://www.e-zigurat.com/en/blog/journey-through-history-architecture/>)

Κατά την Αναγέννηση διαπιστώθηκε μία επιστροφή στις κλασικές ελληνικές και ρωμαϊκές αισθητικές, με έντονη ιταλική επιρροή και έμφαση στην αναλογία και τη συμμετρία. Τούτο έχει αποτυπωθεί σε έργα, όπως, επί παραδείγματι, ο εμβληματικός Καθεδρικός Ναός στη Φλωρεντία του Φιλίππο Μπρουνελέσκι.



Εικόνα 3: Καθεδρικός ναός της Φλωρεντίας

(Πηγή: <https://www.e-zigurat.com/en/blog/journey-through-history-architecture/>)

Κατά την περίοδο του Μπαρόκ που είχε ανθίσει τον 17^ο και 18^ο αι. στην Ευρώπη η Αρχιτεκτονική έγινε περισσότερο θεατρική και διακοσμητική, όπως διαφαίνεται στο Παλάτι των Βερσαλλιών στη Γαλλία.



Εικόνα 4: Παλάτι των Βερσαλλιών

(Πηγή: <https://www.e-zigurat.com/en/blog/journey-through-history-architecture/>)

Τον 18^ο και 19^ο αι., η νεοκλασική αρχιτεκτονική παρουσιάστηκε ως αντίδραση στην υπερβολική διακόσμηση των ρυθμών Μπαρόκ και Ροκοκό. Με το στυλ αυτό επιδιώχθηκε η ανάκτηση των αρχών της κλασικής αρχιτεκτονικής, δηλαδή της απλότητας, της συμμετρίας και της αναλογίας. Σημαντικό παράδειγμα του αρχιτεκτονικού αυτού στυλ αποτελεί το Καπιτώλιο των Ηνωμένων Πολιτειών στην Ουάσιγκτον.



Εικόνα 5: Καπιτώλιο των Ηνωμένων Πολιτειών

(Πηγή: <https://www.e-zigurat.com/en/blog/journey-through-history-architecture/>)

Η Βιομηχανική Επανάσταση μετέβαλε ριζικώς τον τρόπο με τον οποίο κατασκευάζονταν τα κτίρια, καθώς εμφανίστηκε η Αρχιτεκτονική από χάλυβα και σίδηρο, μέσω της οποίας κατέστη επιτρεπτό να κατασκευάζονται ουρανοξύστες και κρεμαστές γέφυρες. Παράδειγμα του εν λόγω τύπου αρχιτεκτονικής συνιστά το Κρυστάλλινο Παλάτι στη Μαδρίτη.



Εικόνα 6: Κρυστάλλινο Παλάτι στη Μαδρίτη

(Πηγή: <https://www.e-zigurat.com/en/blog/journey-through-history-architecture/>)

Ο 20^{ός} αι. επέφερε επαναστατικά αρχιτεκτονικά κινήματα, όπως αυτά του Μοντερνισμού και του Λειτουργισμού, τα οποία έδωσαν βαρύτητα στην απλότητα και τη λειτουργικότητα στο πλαίσιο του σχεδιασμού. Οι αρχιτέκτονες προέβησαν στη χρήση των νέων τεχνικών κατασκευής με ξύλο, γυαλί, χάλυβα και σκυρόδεμα, με τον Λε Κορμπιζιέ και τον Φρανκ Λόιντ Ράιτ να είναι κάποιοι εκ των κορυφαίων εκπροσώπων.



Εικόνα 7: Το “Fallingwater” του Frank Lloyd Wright

(Πηγή: <https://franklloydwright.org/site/fallingwater/>)

Η σύγχρονη Αρχιτεκτονική αποτελεί ένα ποικίλο ευρύ κίνημα από τα τέλη του 20^{ού} αι. έως σήμερα. Ένα από τα γνωρίσματα της είναι αυτό της έμφασης στην αειφορία και της

ικανότητάς της να εντάσσει καινοτόμα οικοδομικά υλικά και νέες τεχνολογίες. Κάποιοι εκ των σημαντικότερων σύγχρονων αρχιτεκτόνων είναι η Zaha Hadid, γνωστή για τα οργανικά και ρευστά σχέδιά της, και ο Frank Owen Gehry, διάσημος για τις ασύμμετρες δομές του.



Εικόνα 8: Το “Heydar Aliyev Center” της Zaha Hadid

(Πηγή: <https://www.archdaily.com/448774/heydar-aliyev-center-zaha-hadid-architects>)



Εικόνα 9: Το “Dancing House” του Frank Owen Gehry

(Πηγή: <https://travelvibe.eu/dancing-house-prague/>)



Εικόνα 10: Οι πράσινοι πύργοι στο Μιλάνο

(Πηγή: <https://www.mysterious.gr/paraxena/%CE%BF%CE%B9-%CF%80%CF%81%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B9-%CF%80%CF%8D%CF%81%CE%B3%CE%BF%CE%B9-%CF%83%CF%84%CE%BF-%CE%BC%CE%B9%CE%BB%CE%AC%CE%BD%CE%BF/>)

Η Αρχιτεκτονική, στη σύγχρονη εποχή, λαμβάνεται υπόψη περισσότερο σαν μία μορφή τρισδιάστατης τέχνης. Παράγοντες, όπως αυτοί των νέων τεχνολογιών, των δυνατοτήτων των σχεδιαστικών προγραμμάτων, των νέων υλικών και των νέων τρόπων κατασκευής οδηγούν το σύγχρονο αρχιτέκτονα να υπερβεί τα όριά του, πλάθοντας μοναδικές και ιδιαίτερες αρχιτεκτονικές μορφές. Ο παραμετρισμός άρχισε να κατακτά τον τομέα της Αρχιτεκτονικής και χαρακτηρίζεται από την οργανωμένη πολυπλοκότητα και μία αίσθηση διαρκούς ρευστότητας αντίστοιχης με εκείνη των φυσικών συστημάτων. Μέσω της ευρείας διάδοσης των ψηφιακών μέσων και των υπολογιστικών εργαλείων, ο παραμετρικός σχεδιασμός συνιστά κύριο εργαλείο που απελευθερώνει το σχεδιασμό από τους περιορισμούς των «παραδοσιακών» εργαλείων, προσφέροντας, ως εκ τούτου, τη

δυνατότητα να διερευνηθούν νέες διαδικασίες όσον αφορά τη σύνθεση, την παραγωγή, την κατασκευή και τη λειτουργία της αρχιτεκτονικής μέσω της παραμετρικής λογικής (Διαμαντίδου & Τηλιόπουλος, 2018).

Κεφάλαιο 4^ο: Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Αρχιτεκτονική

4.1 Η ΤΝ στον Αστικό Σχεδιασμό και Προγραμματισμό

Αρχικά, θα πρέπει να γίνει μία σαφής διάκριση ανάμεσα στην Αρχιτεκτονική και το αστικό σχεδιασμό και προγραμματισμό, αφού οι πελάτες (και οι χρήστες) της πρώτης είναι εναργώς καθορισμένοι, ενώ οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων, οι αναπτυξιακοί φορείς και οι χρήστες της δεύτερης προέρχονται τόσο από το δημόσιο, όσο και από τον ιδιωτικό τομέα (οι λεγόμενοι, δηλαδή, «πλουραλιστικοί, μη αμειβόμενοι πελάτες»). Ο αστικός σχεδιασμός και ο προγραμματισμός μίας πόλης αποτελούν πολύπλοκα έργα τα οποία ενδέχεται να διαρκέσουν πολλά έτη. Εμπλέκονται σε αυτά ποικίλες ομάδες συμφερόντων, πολιτική και πολιτικές, συντονισμός, μεταβολές με το πέρασμα του χρόνου, αντιφατικές ανάγκες και συμβιβασμοί (Lukovich, 2023).

Όσον αφορά την τεχνολογία της ΤΝ, ο παραμετρικός αστικός σχεδιασμός αναπτύχθηκε ήδη με εργαλεία, όπως το ANSYS CFX, το Grasshopper ή το CityEngine. Τα έργα αυτά τις περισσότερες φορές επικεντρώνονται στη βελτίωση των πτυχών της αστικής μορφολογίας και της βιωσιμότητας. Τα αποτελέσματα είναι αυτά της ύπαρξης ποικιλόμορφων δημιουργιών και διαμορφώσεων, της δημιουργίας δικτύου δρόμων και της υποδιαίρεσης οικοδομικών τετραγώνων. Μέσω της αλλαγής των επιλεγμένων παραμέτρων, καθίσταται εφικτή η δημιουργία και η αξιολόγηση πολλαπλών σεναρίων σε σχέση με ένα βασικό σενάριο (Taleb & Musleh, 2014· Schneider et al., 2011). Με τη χρήση της ΤΝ, κάποια περιβάλλοντα μπορούν, ακόμη, να καταστούν πιο ευαίσθητα, δηλαδή να υπάρξει βελτιστοποίηση της εμπειρίας σε χώρους φιλοξενίας, όπως εμπορικά κέντρα, θεματικά πάρκα ή κρουαζιερόπλοια («πλωτές πόλεις»). Επιπλέον, καθίσταται εφικτή η επέκταση παρόμοιων προσεγγίσεων στο εκάστοτε περιβάλλον σε αστική κλίμακα (Marsh, 2020).

Η πρόσβαση σε πληροφορίες των πολιτών από κάθε είδους συσκευές μέσα από μια «πλατφόρμα δεδομένων πολλαπλών νεφών» μπορεί να παρέχει αξιοσημείωτες ευκαιρίες στους επαγγελματίες στον χώρο του σχεδιασμού. Γνωρίζοντας περίπου τα πάντα για τους ανθρώπους και τη συμπεριφορά τους, το λογισμικό ΤΝ δύναται να προβεί στον υπολογισμό της αύξησης του πληθυσμού, στην ανάλυση των υποδομών και των ροών στους δρόμους, στην κατηγοριοποίηση των δρόμων, στην αποκάλυψη των αστικών σχέσεων κ.λπ. και στον αντίστοιχο σχεδιασμό πρόχειρων σχεδίων αναλόγως. Αυτά τα πρόχειρα σχέδια μπορούν εν

συνεχία να βελτιωθούν εκ μέρους των εμπλεκόμενων επαγγελματιών (Beqiri, 2016· Donovan, nd).

Μέσω της TN, επιπρόσθετα, μπορούν να επιτευχθεί η εξαγωγή συγκεκριμένων δεδομένων για την πόλη ή τη ζώνη και τους οικοδομικούς κανονισμούς (νομικά μέτρα ελέγχου ανάπτυξης), ώστε να δημιουργηθούν έγκυρες παραλλαγές σχεδιασμού. Ακόμη, στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού και της οικοδόμησης, η TN μπορεί να επεξεργαστεί ταχύτατα αιτήσεις ανάπτυξης/οικοδόμησης βάσει των ισχυόντων τοπικών και εθνικών οικοδομικών κανονισμών και των κανονισμών ελέγχου ανάπτυξης (Lukovich, 2023).

Υφίσταται, ωστόσο, μία βασική εγγενής πτυχή στο πλαίσιο του σχεδιασμού: η πρόβλεψη του μέλλοντος. Παρότι η TN μπορεί τεχνικά να συμβάλλει ακόμα και σε αυτό (μέσω της ανάλυσης «νεφών δεδομένων», της εξαγωγής καμπυλών κατά μήκος του χρονοδιαγράμματος και του υπολογισμού σεναρίων), από μόνη της δεν είναι αρκετά χρήσιμη ως προς αυτό, αφού η ανθρώπινη οραματικότητα αποτελεί ουσιαστικό μέρος της αντιμετώπισης του μέλλοντος (Lukovich, 2023).

4.2 Η TN στην αρχιτεκτονική απεικόνιση

Με την αξιοποίηση της TN καθίσταται εφικτή η οπτικοποίηση των αρχιτεκτονικών σχεδίων με ένα επίπεδο ρεαλισμού χωρίς προηγούμενο, κάτι το οποίο δεν ήταν ποτέ δυνατό έως τώρα – αυτή τη δυνατότητα ακριβώς είναι που έχει προσθέσει η TN στον τομέα του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Μέσω της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας TN σε εργαλεία οπτικοποίησης, ο αρχιτέκτονας και ο μηχανικός μπορούν πια να προβούν στη δημιουργία κινούμενων, υπερρεαλιστικών 3D αποτυπωμάτων των σχεδίων τους. Η εν λόγω δυνατότητα δεν είναι ωφέλιμη μόνο για τη διαδικασία σχεδίασης, αλλά συνιστά κι ένα εργαλείο το οποίο μεταβάλλει την παρουσίαση στον πελάτη (AI in Architecture: The Key to Enhancing Design Efficiency and Gaining a Competitive Edge, 2023).

Η TN προσφέρει νέες δυνατότητες στην οπτικοποίηση σχεδίων μέσω της απεικόνισης σε πραγματικό χρόνο, της εικονικής πραγματικότητας και της επαυξημένης πραγματικότητας. Παρακάτω εξετάζονται αυτές οι συναρπαστικές δυνατότητες και τα οφέλη τους για τον επαγγελματία στην Αρχιτεκτονική (AI in Architecture: The Key to Enhancing Design Efficiency and Gaining a Competitive Edge, 2023):

 **Απεικόνιση πραγματικού χρόνου (Real-Time Rendering):** Παλιότερα, η δημιουργία αποτυπώσεων αποτελούσε μία ιδιαίτερος απαιτητική και χρονοβόρα διαδικασία, ιδίως για μεγάλης κλίμακας έργα ή λεπτομερή σχέδια. Η απεικόνιση πραγματικού

χρόνου μέσω της ΤΝ το έχει αλλάξει αυτό. Η τεχνολογία αυτή καθιστά επιτρεπτή την άμεση οπτικοποίηση μεταβολών στο σχέδιο, επιταχύνοντας σημαντικά το χρόνο που χρειάζεται για να ληφθεί οπτική ανατροφοδότηση για προτάσεις. Η δυνατότητα ταχείας επανάληψης και βελτιστοποίησης των σχεδίων όχι μόνο βελτιώνει τη διαδικασία σχεδίασης, αλλά, επιπλέον, διευκολύνει την βέλτιστη επικοινωνία με τον πελάτη (AI in Architecture: The Key to Enhancing Design Efficiency and Gaining a Competitive Edge, 2023).

 **Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality – VR) και Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality – AR):** Η Εικονική Πραγματικότητα (VR) και η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) αποτελούν άλλους επαναστατικούς τομείς στην αρχιτεκτονική οπτικοποίηση μέσω της ΤΝ. Αντί για στατικά 2D σχέδια και 3D μοντέλα, ο αρχιτέκτονας μπορεί πια να χρησιμοποιεί τη VR για τη δημιουργία πλήρως διαδραστικών παρουσιάσεων των σχεδίων του. Οι εμπειρίες VR, οι οποίες λειτουργούν μέσω της υποστήριξης της ΤΝ, καθιστούν επιτρεπτή στον αρχιτέκτονα ή στον πελάτη την «περιήγηση» του μέσα σε ένα κτίριο προτού καν αρχίσει η κατασκευή, βοηθώντας τον να αντιληφθεί πλήρως τις λεπτομέρειες του σχεδιασμού. Η AR, από την άλλη, πηγαίνει ένα βήμα πιο πέρα, επιτρέποντας στον αρχιτέκτονα να επικαλύψει ένα 3D μοντέλο μίας προτεινόμενης σχεδίασης σε πραγματικό περιβάλλον, επιτυγχάνοντας την περαιτέρω ενίσχυση της κατανόησης του τρόπου με τον οποίο θα αλληλεπιδράσει το κτίριο με το περιβάλλον του (AI in Architecture: The Key to Enhancing Design Efficiency and Gaining a Competitive Edge, 2023).

 **Το Δυναμικό των GANs (Generative Adversarial Networks):** Οι Generative Adversarial Networks (GANs), μία κατηγορία της ΤΝ, επαναστατούν στον τομέα της αρχιτεκτονικής οπτικοποίησης. Οι GANs είναι δυνατόν να εκπαιδευτούν στη δημιουργία ρεαλιστικών εικόνων κτιρίων βάσει συγκεκριμένων προδιαγραφών. Η τεχνολογία αυτή «ανοίγει» νέους δρόμους για έμπνευση στον σχεδιασμό, διαμορφώνοντας μία σειρά από ενδεχόμενες επιλογές σχεδίασης, καθεμιά μοναδική με τον δικό της τρόπο (AI in Architecture: The Key to Enhancing Design Efficiency and Gaining a Competitive Edge, 2023).

Μέσω αυτών των τεχνολογιών αναδεικνύεται ο ρόλος της ΤΝ στην αρχιτεκτονική οπτικοποίηση και δημιουργούνται καινούριες δυνατότητες για τους επαγγελματίες στον τομέα της Αρχιτεκτονικής (AI in Architecture: The Key to Enhancing Design Efficiency and Gaining a Competitive Edge, 2023).

4.3 Σχεδιαστικά εργαλεία με TN

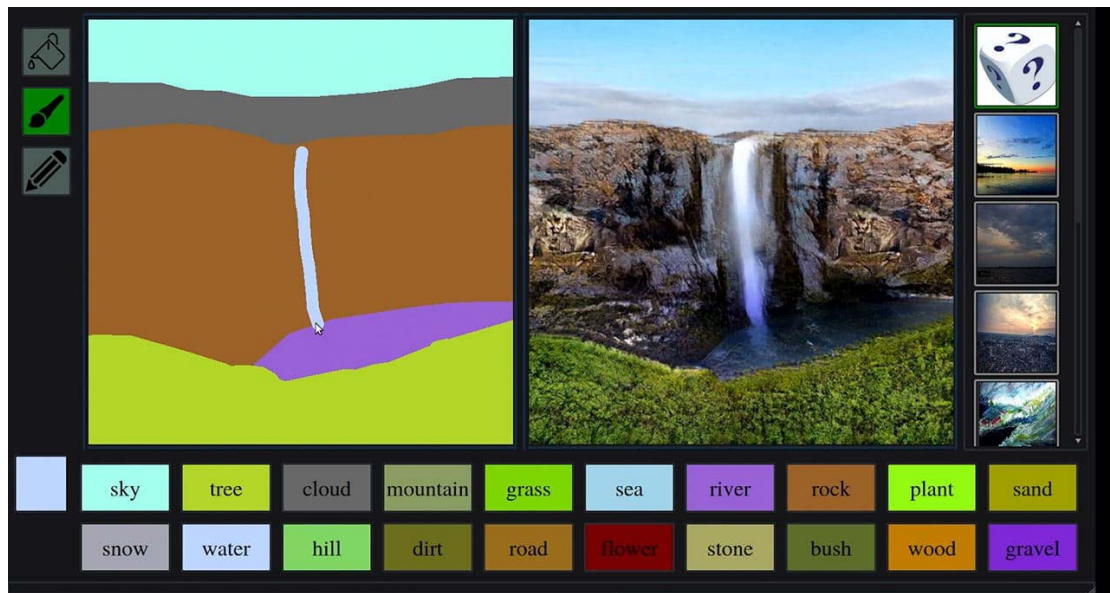
Παρότι η εφαρμογή TN στον τομέα της Αρχιτεκτονικής βρίσκεται ακόμα σε εξέλιξη, υφίστανται κάποια εργαλεία τα οποία ενσωμάτωσαν στοιχεία TN για την απεικόνιση και τον σχεδιασμό. Παρακάτω παρατίθενται ορισμένα εξ αυτών:

NVIDIA GauGAN: Το NVIDIA GauGAN αξιοποιεί την TN για την μετατροπή απλών σκίτσων σε φωτορεαλιστικά τοπία. Μπορεί να φανεί χρήσιμο για έναν αρχιτέκτονα, ώστε να δημιουργήσει εντυπωσιακές εικόνες τοπίων για αρχιτεκτονικά έργα (Salian, 2021).

Το βαθύ μοντέλο μάθησης πίσω από το GauGAN καθιστά επιτρεπτή στον καθένα την μετατροπή της φαντασίας του σε φωτορεαλιστικά αριστουργήματα με τον πιο εύκολο τρόπο. Ο χρήστης μπορεί απλώς να πληκτρολογήσει μία φράση, όπως, για παράδειγμα, «ηλιοβασίλεμα σε μια παραλία» και η TN να δημιουργήσει τη σκηνή πραγματικού χρόνου. Επιπλέον, μπορεί να προσθέσει κάποια ακόμα παράμετρο, όπως «ηλιοβασίλεμα σε μια παραλία με βράχια» ή να αντικαταστήσει το «ηλιοβασίλεμα» με «απόγευμα» ή «βροχερή μέρα» και το μοντέλο, βασισμένο σε δίκτυα ανταγωνιστικής γενετικής εκπαίδευσης, να τροποποιήσει την εικόνα αμέσως (Salian, 2021).

Μέσω του πατήματος ενός κουμπιού, ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει ένα χάρτη ενότητας, ένα υψηλού επιπέδου σκιαγράφημα το οποίο αποτυπώνει την τοποθεσία των αντικειμένων στη σκηνή. Από εκεί, μπορεί να μεταβεί στο σχέδιασμα, προσαρμόζοντας τη σκηνή με χοντρά σκίτσα αξιοποιώντας ετικέτες, όπως «ποτάμι», «ουρανός», «βράχος» και «δέντρο», επιτρέποντας στο έξυπνο πινέλο την ενσωμάτωση αυτών των σκίτσων σε εντυπωσιακές εικόνες (Salian, 2021).

Η νέα δυνατότητα κειμένου σε εικόνα του GauGAN2 βιώνεται πλέον στα NVIDIA AI Demos, όπου ο επισκέπτης του ιστότοπου μπορεί να βιώσει την TN μέσα από τις τελευταίες παρουσιάσεις από την NVIDIA Research. Μέσω της ευελιξίας των σκίτσων και των κειμένων, το GauGAN2 καθιστά επιτρεπτή στον χρήστη τη δημιουργία και την προσαρμογή σκηνών ταχύτερα και με πιο μεγάλο έλεγχο (Salian, 2021).



Εικόνα 11: Το NVIDIA GauGAN

(Πηγή:<https://blogs.nvidia.com/blog/gaugan-photorealistic-landscapes-nvidia-research/>)

LumenRT: Το LumenRT αξιοποιεί την TN για να δημιουργηθούν ρεαλιστικές απεικονίσεις και περίπατοι μέσα σε 3D μοντέλα, καθιστώντας τα πιο εντυπωσιακά και ζωντανά. Το LumenRT για το NVIDIA Omniverse αποτελεί μία επέκταση εφαρμογής Omniverse η οποία έχει αναπτυχθεί εκ μέρους της Bentley Systems για υψηλής πιστότητας οπτικοποίηση των ψηφιακών δεδομένων υποδομής. Καθιστά επιτρεπτή στον εκάστοτε χρήστη του Bentley iTwin τη δημιουργία ενδιαφερουσών οπτικοποιήσεων για τα iTwins του, περιλαμβανομένων περιπατήματων μέσα από βίντεο, κινούμενων εικόνων κατασκευής SYNCHRO και αφυπνιστικών πολυμέσων VR. Ο χρήστης μπορεί να αξιοποιήσει τη συνδυασμένη ισχύ των Bentley iTwins και NVIDIA Omniverse για να δημιουργήσει καταπληκτικές οπτικοποιήσεις 4D (Bentley LumenRT, <https://www.bentley.com/software/bentley-lumenrt/>).



Εικόνα 12: To LumenRT

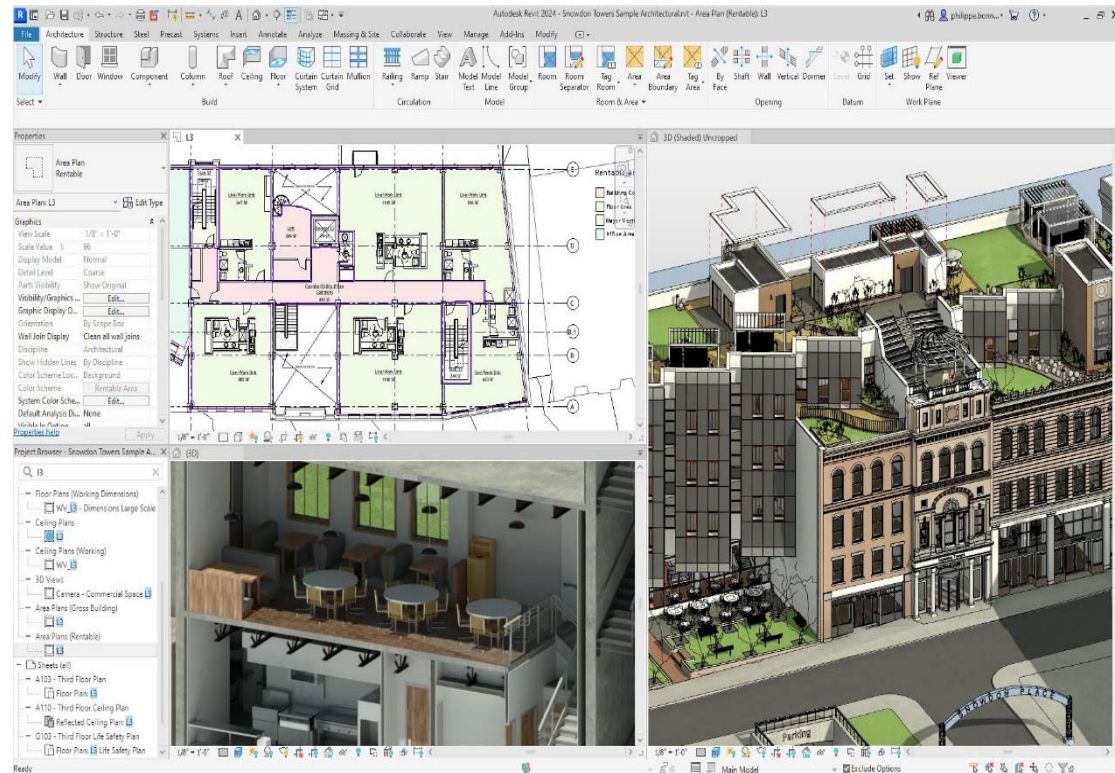
(Πηγή: <https://www.bentley.com/software/bentley-lumenrt/>)

Revit: Συνιστά ένα προηγμένο λογισμικό Building Information Modeling (BIM) το οποίο έχει αναπτυχθεί εκ μέρους της Autodesk. Αξιοποιείται κατά κύριο λόγο στον τομέα της Αρχιτεκτονικής και της κατασκευής για την επίτευξη του σχεδιασμού, της δημιουργίας και της διαχείρισης των ψηφιακών μοντέλων κτιριακών έργων (Autodesk Revit: BIM software to design and make anything).

Το Revit διαθέτει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον εργασίας το οποίο καθιστά επιτρεπτή στον χρήστη τη δημιουργία και τη διαχείριση ενός ψηφιακού μοντέλου του κτιρίου από την αρχική ιδέα μέχρι την κατασκευή και τη συντήρηση. Μέσω του λογισμικού παρέχονται εργαλεία για διαδικασίες, όπως αυτές του σχεδιασμού 3D, της δημιουργίας και της επεξεργασίας αρχιτεκτονικών, μηχανικών και δομικών στοιχείων, καθώς και της δημιουργίας των τεκμηρίων του έργου, όπως αναφορές, πίνακες και σχέδια. Το Revit αποτελεί ένα εκ των δημοφιλέστερων λογισμικών BIM παγκοσμίως και αξιοποιείται ευρύτατα από μηχανικούς, αρχιτέκτονες, κατασκευαστικές εταιρείες και άλλους επαγγελματίες στον χώρο του σχεδιασμού κτιρίων και της κατασκευής (Autodesk Revit: BIM software to design and make anything).

Ως λογισμικό το Revit δεν αποτελεί απευθείας ένα σύστημα ΤΝ. Εντούτοις, ορισμένες εφαρμογές ΤΝ δύνανται να ενσωματωθούν στο Revit, ώστε να προσθέσουν περισσότερη

λειτουργικότητα ή να συνεισφέρουν στη βελτιστοποίηση των διαδικασιών σχεδιασμού και διαχείρισης των έργων (Autodesk Revit: BIM software to design and make anything).



Εικόνα 13: Το Revit

(Πηγή: <https://www.autodesk.com/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>)

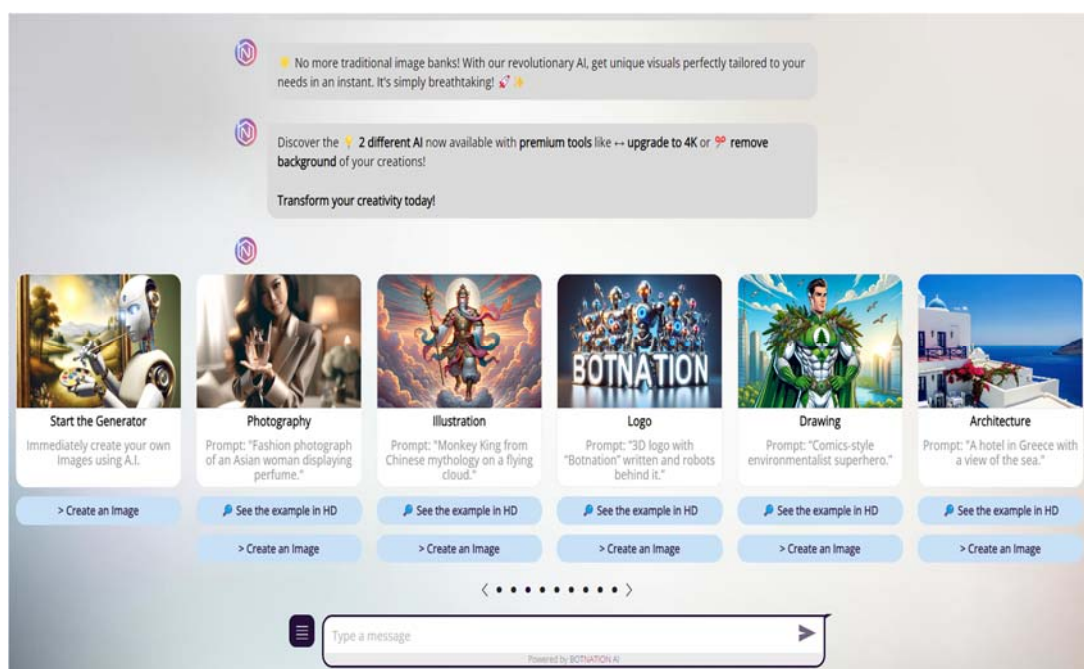
Let's Enhance: Αποτελεί ένα εργαλείο επεξεργασίας εικόνας το οποίο αξιοποιείται για να αυξηθεί η ανάλυση και η ποιότητα εικόνων. Παρότι δε σχετίζεται απευθείας με την αρχιτεκτονική, ωστόσο, είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί σε ποικίλους τομείς που συνδέονται με τη δημιουργία ή την παρουσίαση αρχιτεκτονικών έργων. Μπορεί, επί παραδείγματι, να αξιοποιηθεί για να ενισχυθεί η ποιότητα εικόνων που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο αρχιτεκτονικών πλάνων, παρουσιάσεων έργων ή ακόμη και για την επεξεργασία φωτογραφιών κτιρίων, ούτως ώστε να βελτιστοποιηθεί η εικόνα τους. Κατά συνέπεια, μπορεί να καταστεί ένα χρήσιμο εργαλείο γι' αυτόν ή για άλλους επαγγελματίες στον τομέα του σχεδιασμού και της κατασκευής (<https://letsenhance.io/>).



Εικόνα 14: To Let's Enhance

(Πηγή: <https://letsenhance.io/blog/all/how-to-use-lets-enhance-if-you-work-in-design/>)

Midjourney: Αντιστοιχεί σ' ένα πρόγραμμα και υπηρεσία παραγωγής ΤΝ που έχει δημιουργηθεί και φιλοξενείται εκ μέρους του ανεξάρτητου ερευνητικού εργαστηρίου Midjourney, Inc. με έδρα το Σαν Φρανσίσκο. Το Midjourney προβαίνει στη δημιουργία εικόνων μέσω περιγραφών φυσικής γλώσσας, που αποκλούνται «προτροπές», παρόμοιες με το DALL-E και το Stable Diffusion του OpenAI (Hertzmann, 2022).



Εικόνα 15: To Midjourney

(Πηγή: <https://www.myimageqpt.com/>)

4.4 Εικονική πραγματικότητα και προσομοιώσεις

Μια εκ των βασικότερων χρήσεων της εικονικής πραγματικότητας στον τομέα της Αρχιτεκτονικής λαμβάνει χώρα προτού καν αρχίσει η κατασκευή, στο στάδιο της προκατασκευής (preconstruction). Εργαλεία, όπως, για παράδειγμα, το Workshop XR της Autodesk, παρέχουν τη δυνατότητα στον αρχιτέκτονα, τον μηχανικό και τον εργολάβο να εξερευνήσει τα σχέδια των έργων του εντός ενός εικονικού τρισδιάστατου χώρου (Γεωργόπουλος, 2024).

Η καθηλωτική αυτή εμπειρία είναι πιο λεπτομερής και αποτελεσματική σε σύγκριση με την εξέταση των παραδοσιακών επίπεδων σχεδίων ή ακόμα και των τρισδιάστατων μοντέλων σε μία οθόνη. Βοηθάει τις ομάδες ως προς το διεξοδικό έλεγχο των σχεδίων τους και την έγκαιρη εύρεση τυχόν κατασκευαστικών προβλημάτων. Τούτο σημαίνει πως καθίσταται επιτρεπτή η διόρθωση των προβλημάτων προτού αρχίσει η κατασκευή, γεγονός το οποίο μπορεί να εξασφαλίσει εξοικονόμηση χρόνου και αποτροπή ακριβών λαθών (Γεωργόπουλος, 2024).

Η ένταξη της τεχνολογίας VR στο πλαίσιο της διαδικασίας σχεδιασμού και αναθεώρησης ενδυναμώνει σε σημαντικό βαθμό την αποδοτικότητα. Μέσω του έγκαιρου εντοπισμού και της αντιμετώπισης των ατελειών του σχεδιασμού, μια ομάδα κατασκευής μπορεί να αποφύγει τις συνήθεις παγίδες της εκ νέου επεξεργασίας ή της τροποποίησης των έργων κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Αυτό διασφαλίζει όχι μόνο την εξοικονόμηση χρόνου και πόρων, αλλά και την ελαχιστοποίηση των απόβλητων, γεγονός το οποίο ευθυγραμμίζεται πλήρως με τις πρακτικές βιώσιμης κατασκευής (Γεωργόπουλος, 2024).

Άλλο ένα αξιοσημείωτο πλεονέκτημα της εικονικής πραγματικότητας στον τομέα της Αρχιτεκτονικής είναι αυτό της ικανότητάς της να εμπλέκει άμεσα τον πελάτη στη διαδικασία σχεδιασμού. Πλατφόρμες, όπως, επί παραδείγματι, το Toolbelt της Mancini Duffy, μεταβάλλουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ αρχιτέκτονα και πελάτη, καθιστώντας επιτρεπτό στον πελάτη να «περπατά» εντός εικονικών μοντέλων και να παρέχει άμεση ανατροφοδότηση. Το εν λόγω επίπεδο συμμετοχής μπορεί να διασφαλίσει πως ο τελικός σχεδιασμός θα ευθυγραμμιστεί με τις απαιτήσεις και το όραμα του πελάτη, ελαττώνοντας την ανάγκη για μεταγενέστερες προσαρμογές (Γεωργόπουλος, 2024).

Εκτός από τα μεμονωμένα κτίρια, η VR συμβάλλει, επίσης, στον αστικό και τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό. Προσφέρει μία μοναδική προοπτική η οποία συσχετίζει εναέριες απόψεις με εμπειρίες στο επίπεδο του δρόμου, παρέχοντας μία ολοκληρωμένη κατανόηση

του αντίκτυπου ενός έργου στο περιβάλλον του. Η ολιστική αυτή προσέγγιση είναι ιδιαιτέρως χρήσιμη κατά τη διαμόρφωση αρμονικών, βιώσιμων αστικών χώρων (Γεωργόπουλος, 2024).

Η αξιοποίηση της εικονικής πραγματικότητας στον τομέα της Αρχιτεκτονικής, εντέλει, μπορεί να οδηγήσει σ' έναν «πιο ανοιχτό και κοινό τρόπο σχεδιασμού». Μπορεί να ενισχύσει τη συνεργασία ανάμεσα σ' ένα ευρύτερο φάσμα ενδιαφερομένων, από τους πελάτες έως τα μέλη της κοινότητας, εξασφαλίζοντας πως οι χώροι που δημιουργούνται δεν είναι μόνο αποτελεσματικοί και πρωτοποριακοί, αλλά αντανακλούν, επίσης, τις προσδοκίες και τις ανάγκες εκείνων που τους κατοικούν (Γεωργόπουλος, 2024).



Εικόνα 16: Autodesk Workshop XR

(Πηγή: <https://construction-today.com/news/autodesk-workshop-xr-revolutionizing-construction-collaboration-in-the-aec-industry/>)

4.5 Οι συνέπειες της ΤΝ στην πρακτική του Αρχιτεκτονικού Σχεδιασμού

Η ΤΝ έκανε αισθητή την παρουσία της στον τομέα της Αρχιτεκτονικής μέσα από ποικίλα εργαλεία και εφαρμογές που σχεδιάστηκαν για να παρέχουν βοήθεια στον αρχιτέκτονα κατά τη δημιουργική διαδικασία. Ένα από αυτά τα εργαλεία είναι ο γενετικός σχεδιασμός που προβαίνει στη χρήση αλγόριθμων, ώστε να δημιουργηθούν πολλαπλές σχεδιαστικές λύσεις βάσει συγκεκριμένων παραμέτρων που έχει ορίσει ο αρχιτέκτονας. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει στον αρχιτέκτονα να εξερευνήσει ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων και να λάβει τεκμηριωμένες αποφάσεις βάσει γνώσεων που στηρίζονται σε δεδομένα. Μέσω

της αυτοματοποίησης της διαδικασίας σχεδιασμού, ο γενετικός σχεδιασμός παρέχει τη δυνατότητα στον αρχιτέκτονα να εστιάσει στις κρίσιμότερες πτυχές των έργων του, όπως είναι αυτές της αισθητικής, της λειτουργικότητας και της βιωσιμότητας (Από το σχέδιο στην κατασκευή: Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στην Αρχιτεκτονική, 2023).

Άλλη μία αξιοσημείωτη επίδραση της ΤΝ στην Αρχιτεκτονική είναι αυτή της ικανότητας για ανάλυση και πρόβλεψη της απόδοσης ενός κτιρίου προτού καν κατασκευαστεί. Μέσα από τη χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, ο αρχιτέκτονας δύναται πια να προσομοιώσει ποικίλα σενάρια και να αξιολογήσει τη δομική ακεραιότητα, την ενεργειακή απόδοση και τη συνολική απόδοση των σχεδίων του. Η προγνωστική αυτή ανάλυση βοηθά τον αρχιτέκτονα να λαμβάνει καλύτερα ενημερωμένες αποφάσεις και να βελτιστοποιεί τα σχέδιά του επιτυγχάνοντας μέγιστη απόδοση και βιωσιμότητα (Από το σχέδιο στην κατασκευή: Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στην Αρχιτεκτονική, 2023).

Ακόμη, αξιοποιούνται εργαλεία με ΤΝ για τον εξορθολογισμό της διαδικασίας κατασκευής. Χρησιμοποιώντας αλγόριθμους μηχανικής μάθησης, ο διαχειριστής κατασκευών μπορεί πλέον να προβλέψει ενδεχόμενες καθυστερήσεις, υπερβάσεις κόστους και λοιπούς κινδύνους που έχουν σχέση με κάποιο έργο. Μέσω αυτής της προγνωστικής ικανότητας καθίσταται επιτρεπτό στις κατασκευαστικές ομάδες να αντιμετωπίσουν προληπτικά ενδεχόμενα ζητήματα και να μειώσουν τον αντίκτυπο στο χρονοδιάγραμμα και τον προϋπολογισμό των έργων. Επιπρόσθετα, drones και ρομπότ με ΤΝ αναπτύσσονται σε εργοτάξια για την εκτέλεση εργασιών, όπως είναι αυτές της τοπογραφίας, του χειρισμού υλικών, ακόμα και της πλινθοδομής, βελτιστοποιώντας σε σημαντικό βαθμό την απόδοση και ελαχιστοποιώντας την ανάγκη για χειρωνακτική εργασία (Από το σχέδιο στην κατασκευή: Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στην Αρχιτεκτονική, 2023).

Η ενσωμάτωση της ΤΝ στην Αρχιτεκτονική προσφέρει, επιπλέον, τη δυνατότητα εκδημοκρατισμού της διαδικασίας σχεδιασμού, αφού καθιστά τα προηγμένα εργαλεία σχεδιασμού πιο προσιτά σ' ένα πιο ευρύ κοινό. Καθώς το λογισμικό σχεδίασης με ΤΝ καθίσταται περισσότερο φιλικό και προσιτό προς τους χρήστες, ακόμα και μικρές εταιρείες αρχιτεκτονικής και μεμονωμένοι επαγγελματίες δύνανται πλέον να προβούν στην αξιοποίηση της δύναμης της ΤΝ για τη δημιουργία καινοτόμων και βιώσιμων σχεδίων. Ο εν λόγω εκδημοκρατισμός των εργαλείων σχεδιασμού αναμένεται να επιφέρει ένα πιο ποικιλόμορφο και περιεκτικό αρχιτεκτονικό τοπίο, με πιο πολλές προοπτικές και φωνές που θα συνεισφέρουν στο δομημένο περιβάλλον (Από το σχέδιο στην κατασκευή: Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στην Αρχιτεκτονική, 2023).

Η ΤΝ, επίσης, διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο ως προς την αντιμετώπιση ορισμένων εκ των πιο πιεστικών προκλήσεων που καλείται να αντιμετωπίσει η βιομηχανία της Αρχιτεκτονικής, όπως είναι αυτές τη κλιματικής αλλαγής και της ταχείας αστικοποίησης. Με τη χρήση εργαλείων και τεχνολογιών που λειτουργούν με ΤΝ, ο αρχιτέκτονας μπορεί πια να σχεδιάζει κτίρια που είναι πιο ενεργειακά ανθεκτικά, αποδοτικά και προσαρμόσιμα στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η ΤΝ βοηθά, ακόμη, την αρχιτέκτονα να αναπτύξει καινοτόμες λύσεις όσον αφορά τον αστικό σχεδιασμό και το σχεδιασμό, όπως είναι αυτές της βελτιστοποίησης των δικτύων μεταφορών, της διαχείρισης πόρων και της δημιουργίας πιο βιώσιμων πόλεων (Από το σχέδιο στην κατασκευή: Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στην Αρχιτεκτονική, 2023) .

Παρά τα πολυάριθμα οφέλη της ΤΝ στην αρχιτεκτονική, θα πρέπει να επισημανθεί πως η τεχνολογία διαθέτει προκλήσεις και περιορισμούς. Οι ανησυχίες για ζητήματα, όπως αυτά της εκτόπισης εργασίας, του απορρήτου των δεδομένων και των ηθικών συνεπειών των αποφάσεων σχεδιασμού που στηρίζονται στην ΤΝ, θα πρέπει να αντιμετωπιστούν, αφού η βιομηχανία εξακολουθεί «να αγκαλιάζει» την ΤΝ. Θεωρείται μείζονος σημασίας να διασφαλιστεί πως η ΤΝ δεν αντικαθιστά την ανθρώπινη διαίσθηση και δημιουργικότητα, αλλά αξιοποιείται ως ένα εργαλείο με στόχο να αυξηθούν και να ενισχυθούν οι ικανότητες και δυνατότητες του αρχιτέκτονα (Από το σχέδιο στην κατασκευή: Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στην Αρχιτεκτονική, 2023).

Συμπερασματικά, η ένταξη της ΤΝ στην Αρχιτεκτονική αναντίρρητα έχει μεταμορφώσει τον τρόπο μέσω του οποίου ο αρχιτέκτονας σχεδιάζει και κατασκευάζει κτίρια. Από τον γενετικό σχεδιασμό μέχρι την προγνωστική ανάλυση και τον αυτοματισμό κατασκευής, η ΤΝ παρέχει τη δυνατότητα στον αρχιτέκτονα να προβεί στη δημιουργία πιο καινοτόμων, βιώσιμων και δομημένων περιβαλλόντων. Καθώς η τεχνολογία εξακολουθεί να εξελίσσεται και να ωριμάζει, θεωρείται σκόπιμο για την αρχιτεκτονική βιομηχανία «να αγκαλιάσει» την ΤΝ με υπευθυνότητα αξιοποιώντας τις δυνατότητές της για την αντιμετώπιση των προκλήσεων του 21^{ου} αι. (Από το σχέδιο στην κατασκευή: Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στην Αρχιτεκτονική, 2023).

Κεφάλαιο 5º: Περιπτώσιολογικές μελέτες

5.1 Manas Bhatia

Ο αρχιτέκτων Manas Bhatia έχει οραματιστεί το μέλλον με τόλμη - ένα μέλλον στο οποίο οι ουρανοξύστες διαμερισμάτων θα είναι καλυμμένοι από φυτά, δέντρα και φύκια θα λειτουργούν σαν πύργοι καθαρισμού του αέρα. Μέσω μίας σειράς λεπτομερών εικόνων, ο εν λόγω αρχιτέκτων και σχεδιαστής, με έδρα το Νέο Δελχί, έδωσε μία πρώτη, σχηματική πνοή στην ιδέα του, μέσα από την οπτικοποίηση των φανταστικών του κτιρίων, να υψώνονται ψηλά πάνω από μία φουτουριστική μητρόπολη, με τις καμπύλες τους να έχουν εμπνευστεί από σχήματα που απαντώνται στο φυσικό περιβάλλον (Αρχιτέκτονας ζήτησε από σύστημα τεχνητής νοημοσύνης να σχεδιάσει τους ουρανοξύστες του μέλλοντος, 2022).

Ωστόσο, οι εικόνες δεν προέρχονταν αποκλειστικά από τη δική του φαντασία, καθώς για το συγκεκριμένο project αξιοποίησε ένα εργαλείο απεικονίσεων το οποίο τροφοδοτείται από ΤΝ, δίνοντας στο έργο του τον τίτλο "AI x Future Cities" («Τεχνητή νοημοσύνη και Πόλεις του Μέλλοντος»). Ο Bhatia, πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποίησε το Midjourney που μπορεί να δημιουργήσει περίτεχνες εικόνες βάσει γραπτών εντολών. Αξιοποιώντας μία σειρά από περιγραφές κειμένου - με φράσεις, όπως «ουτοπική τεχνολογία», «φουτουριστικοί πύργοι», «συμβιωτικός» και «βιοφωσφορίζον υλικό» - το Midjourney παρήγαγε μία σειρά ψηφιακών εικόνων τις οποίες ο Bhatia βελτιστοποίησε με τη χρήση της δικής του εμπειρίας και έμπνευσης. Ο Bhatia χρειάζεται σχεδόν είκοσι λεπτά για το σχεδιασμό καθενός από τα σουρεαλιστικά έργα τέχνης, αλλά στο εκάστοτε project βελτιστοποιεί τις περιγραφές του περίπου εκατό φορές, επεξεργάζεται και μεταβάλλει το κείμενο έως ότου επιτύχει το επιθυμητό αποτέλεσμα (Αρχιτέκτονας ζήτησε από σύστημα τεχνητής νοημοσύνης να σχεδιάσει τους ουρανοξύστες του μέλλοντος, 2022).



Εικόνα 17: "AI x Future Cities" του Manas Bhatia

(Πηγή: <https://www.lifo.gr/now/tech-science/arhitektonas-zitise-apo-systima-tehnitis-noimosynis-na-shediasei-toys-oyranoxystes>)



Εικόνα 18: "AI x Future Cities" του Manas Bhatia

(Πηγή: <https://www.lifo.gr/now/tech-science/arhitektonas-zitise-apo-systima-tehnitis-noimosynis-na-shediasei-toys-oyranoxystes>)



Εικόνα 19: "AI x Future Cities" του Manas Bhatia

(Πηγή: <https://www.lifo.gr/now/tech-science/arhitektonas-zitise-apo-systima-tehnitis-noimosynis-na-shediasei-toys-oyranoxystes>)

Σε ένα άλλο έργο, που τιτλοφορήθηκε ως "Symbiotic Architecture" («Συμβιωτική Αρχιτεκτονική») ο εν λόγω αρχιτέκτονας είχε φανταστεί ένα μέλλον στο οποίο το κάθε κτίριο θα είναι κατασκευασμένο από ζωντανά υλικά. Με τη χρήση όρων, όπως «κούφιος» και «γιγάντιος», δημιούργησε εικόνες απ' αυτό που ο ίδιος αποκαλεί «ουτοπικό μέλλον», στο οποίο τα διαμερίσματα έχουν σχηματιστεί μέσα σε τεράστια δέντρα. Έχει δηλώσει πως εμπνεύστηκε από το Hyperion, ένα δέντρο στην Καλιφόρνια με ύψος εκατόν τριάντα μέτρα

το οποίο θεωρείται το πιο ψηλό ζωντανό δέντρο στον κόσμο. Εντούτοις, έχει αντλήσει έμπνευση και μέσω της δικής του καθημερινής εργασίας στην αρχιτεκτονική εταιρεία Ant Studio, τα έργα της οποίας περικλείουν τη μετασκευή κτιρίων με καινούριες προσόψεις προκειμένου να ενθαρρυνθεί ο φυσικός αερισμός και να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας (Αρχιτέκτονας ζήτησε από σύστημα τεχνητής νοημοσύνης να σχεδιάσει τους ουρανοξύστες του μέλλοντος, 2022).



Εικόνα 20: "Symbiotic Architecture" του Manas Bhatia

(Πηγή: <https://www.lifo.gr/now/tech-science/arhitektonas-zitise-apo-systima-tehnitis-noimosynis-na-shediasei-toys-ouranoxystes>)



Εικόνα 21: "Symbiotic Architecture" του Manas Bhatia

(Πηγή: <https://www.lifo.gr/now/tech-science/arhitektonas-zitise-apo-systima-tehnitis-noimosynis-na-shediasei-toys-oyranoxystes/>)

5.2 Jose Luis Perez Hermo

Ο έμπειρος αρχιτέκτονας και μηχανικός κτιρίων, Jose Luis Perez Hermo, είχε ιδρύσει τη χρονιά 2015 την εταιρεία BMLearning που συνιστά μία καινοτόμα πλατφόρμα Building Information Modeling (BIM). Η μεθοδολογία BIM, μια εκ των πρόσφατων εξελίξεων στον

τομέα της Αρχιτεκτονικής, προβαίνει στη χρήση ενός ψηφιακού μοντέλου που μπορεί να ενσωματώσει πληροφοριακό υλικό και παραμέτρους που συνδέονται με τη δομή και τη μορφή των κτιρίων. Κατόπιν της ολοκλήρωσης της δημιουργίας, το ψηφιακό μοντέλο δύνται να αξιοποιηθεί στη διαχείριση και την κατασκευή των πραγματικών κτιρίων (Πέντε αρχιτέκτονες που κάνουν θαύματα με την τεχνητή νοημοσύνη, 2024).

Ο εν λόγω αρχιτέκτονας έχει πειραματιστεί με ποικίλα εργαλεία ΤΝ, από τη σύλληψη της ιδέας έως τις φάσεις λεπτομερούς εκτέλεσης. Απώτερος σκοπός του είναι μέσα από καινοτόμες διαδικασίες ΤΝ ο αρχιτέκτονας να μπορεί να ολοκληρώνει την κατασκευή σε αρκετά λιγότερο χρόνο εν συγκρίσει με τις παραδοσιακές μεθόδους BIM (Πέντε αρχιτέκτονες που κάνουν θαύματα με την τεχνητή νοημοσύνη, 2024).



Εικόνα 22: Έργο του Jose Luis Perez Hermo

(Πηγή: <https://www.powergame.gr/art-market/576315/pente-architektones-pou-kanoun-thavmata-me-tin-techniti-noimosyni/>)

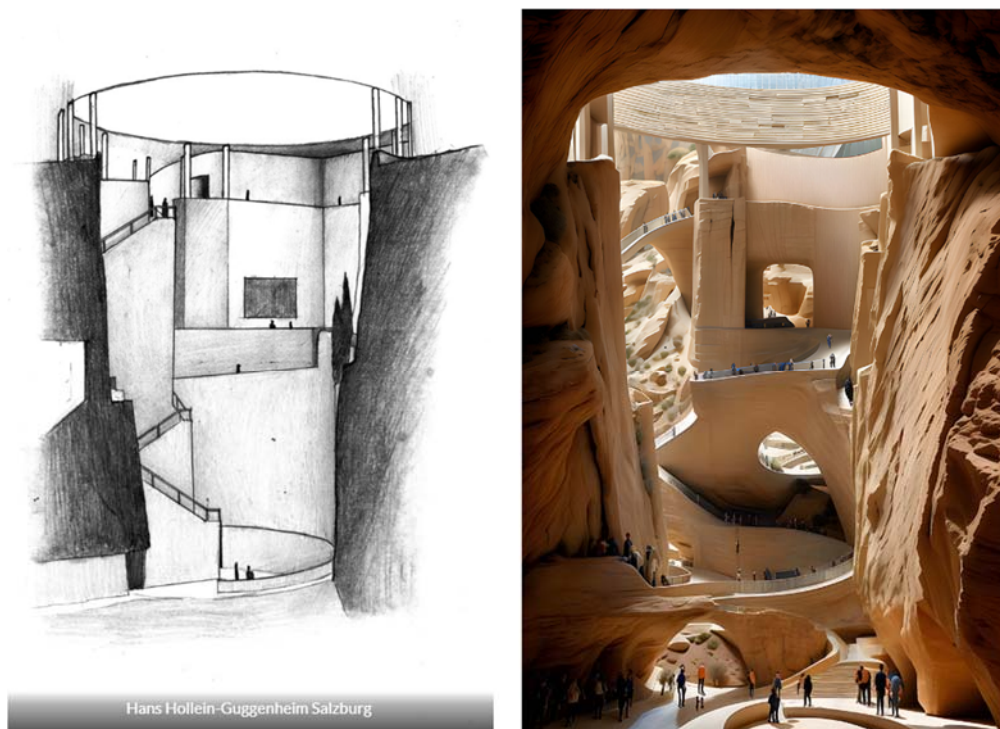
Ο Jose Luis Perez Hermo είχε ενεργό συμμετοχή στο εργαστήριο “Taking Control: Midjourney x ControlNet”, με την καθοδήγηση του Κάρλος Μπανόν, βοηθώντας τον να επεκτείνει τα όρια αναφορικά με τη διαδικασία οπτικοποίησης. Από τότε, καταβάλλει προσπάθειες ώστε να πειραματίζεται με ποικίλα εργαλεία ΤΝ (Jose Luis Perez Hermo uses AI to reimagine famous architectural sketches, 2023).

Αντί να αρχίσει από το μηδέν, ο συγκεκριμένος αρχιτέκτονας προέβη την υιοθέτηση μίας διαφορετικής προσέγγισης στο έργο “Pencil 2 Pixels”. Παρότι το εύρος του εργαστηρίου εκτείνεται πέρα από τη δημιουργία εικόνων με τη χρήση κειμένου, ο ίδιος έχει προσπαθήσει να οπτικοποιήσει ποικίλα αρχιτεκτονικά σκίτσα. Βάσει του Jose, το έργο αποβλέπει στη διασφάλιση ακρίβειας όσον αφορά τα σχέδια με τη χρήση της TN (Jose Luis Perez Hermo uses AI to reimagine famous architectural sketches, 2023).



Εικόνα 23: Paul Rudolph-City Hall

(Πηγή: <https://parametric-architecture.com/jose-luis-perez-hermo-uses-ai-to-reimagine-famous-architectural-sketches/>)



Εικόνα 24: Hans Hollein-Guggenheim Salzburg

(Πηγή: <https://parametric-architecture.com/jose-luis-perez-hermo-uses-ai-to-reimagine-famous-architectural-sketches/>)

5.3 Hera Kim

Η Hera Kim είναι μία πολύπλευρη επαγγελματίας με έδρα τη Σεούλ. Διαθέτει ένα πολυποίκιλο εκπαιδευτικό υπόβαθρο, με πτυχία τόσο στη Χημική Μηχανική, όσο και στον εσωτερικό σχεδιασμό και εμπειρία στο σχεδιασμό γάμων και την ανθοκομική. Ο μοναδικός συνδυασμός τεχνογνωσίας της Hera στην ανθοδετική τέχνη, το σχεδιασμό και την μηχανική, σε συνδυασμό με το καλλιτεχνικό της ταλέντο στην ΤΝ, την έχουν καταστήσει μία ξεχωριστή creative director, που περικλείει δημιουργικότητα και καινοτομία στα έργα της (Πέντε αρχιτέκτονες που κάνουν θαύματα με την τεχνητή νοημοσύνη, 2024).

Η “Flower Façade” αποτελεί ένα εκπληκτικό αρχιτεκτονικό θαύμα, που έχει σχεδιαστεί εκ μέρους της ταλαντούχας Hera Kim από το Tinkertailor Studio. Η καινοτόμος αυτή δημιουργία παρουσιάζει έναν εξαιρετικό και πολυτελή σχεδιασμό που είναι εμπνευσμένος από λουλούδια και χρησιμοποιεί ως βασικό υλικό το γυαλί. Όταν το κοιτάει κάποιος μεταφέρεται σε ένα μαγευτικό και ζωντανό κόσμο που θυμίζει έναν κήπο που είναι πλήρως ανθισμένος. Υποκινούμενη από την επιθυμία να υπερβεί τα όρια του παραδοσιακού σχεδιασμού, η Hera πλέον εξερευνά τον χώρο της τέχνης που μπορεί να δημιουργηθεί μέσα από την ΤΝ. Μέσω της μοναδικής συγχώνευσης τεχνολογίας και δεξιοτεχνίας δημιουργήθηκε

η “Flower Façade” που συνιστά μία απόδειξη της συνεχούς αναζήτησης της Hera για καινοτομία και ομορφιά. Με τα σχέδια της τα οποία υλοποιούνται μέσω της χρήσης της TN ζωντανεύει μια συμφωνία της ανθρώπινης ευφυΐας και των θαυμάτων της φύσης. Τα έργα της αποτελούν μία υπενθύμιση των πολλαπλών δυνατοτήτων που παρέχονται όταν διαπλέκονται η επιστήμη, η τέχνη και η τεχνολογία (An artistic fusion of nature and AI: Flower-inspired facades by Hera Kim, 2023).



Εικόνα 25: Flower-inspired facades της Hera Kim

(Πηγή: <https://parametric-architecture.com/an-artistic-fusion-of-nature-and-ai-flower-inspired-facades-by-hera-kim/>)



Εικόνα 26: Flower-inspired facades της Hera Kim

(Πηγή: <https://parametric-architecture.com/an-artistic-fusion-of-nature-and-ai-flower-inspired-facades-by-hera-kim/>)



Εικόνα 27: Flower-inspired facades της Hera Kim

(Πηγή: <https://parametric-architecture.com/an-artistic-fusion-of-nature-and-ai-flower-inspired-facades-by-hera-kim/>)

5.4 Ricardo Orts

Το Ulises αποτελεί ένα στούντιο σχεδιασμού που εδρεύει στο Βερολίνο και έχει ιδρυθεί εκ μέρους του αρχιτέκτονα Ricardo Orts. Το συγκεκριμένο γραφείο εξειδικεύεται στη δημιουργία «αρχιτεκτονικής του κοντινού μέλλοντος», συνδυάζοντας το επιστημονικό υπόβαθρο με την τεχνολογία αιχμής. Κατ' αυτό τον τρόπο, το Ulises αξιοποιεί το Midjourney για την παραγωγή σουρεαλιστικών σχεδίων το μέλλον. Ένα εκ των πιο εντυπωσιακών έργων του είναι το “Kinetic Kingdom” που εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαν να ζήσουν οι νομαδικές κοινότητες στο μέλλον (Πέντε αρχιτέκτονες που κάνουν θαύματα με την τεχνητή νοημοσύνη, 2024).



Εικόνα 28: Kinetic Kingdom του Ulises

(Πηγή: <https://www.ulises.studio/>)



Εικόνα 29: Έργο του Ulises

(Πηγή: <https://www.ulises.studio/>)



Εικόνα 30: Έργο του Ulises

(Πηγή: <https://www.ulises.studio/>)

5.5 Maria Dudkina

Η Maria Dudkina αναζητά κάτι καινούριο σχεδόν σε κάθε έργο της. Κατά κύριο λόγο, αναζητά πρωτότυπους συνδυασμούς υλικών και μορφών. Αξιοσημείωτο παράδειγμα αποτελεί το “Pétale du Printemps” στο οποίο όλη η αρχιτεκτονική στηρίζεται σε ρέουσες γραμμές και χαριτωμένες καμπύλες, διαμορφώνοντας ένα εκλεπτυσμένο και κομψό σχήμα

λουλουδιού. Η οροφή και οι τοίχοι των κτιρίων κατασκευάζονται από ένα ελαφρώς διαφανές φουσκωτό υλικό, επιτρέποντας στο φυσικό φως να διεισδύει δίνοντας την εντύπωση πως ο επισκέπτης βρίσκεται εντός ενός ανθισμένου λουλουδιού (Πέντε αρχιτέκτονες που κάνουν θαύματα με την τεχνητή νοημοσύνη, 2024).



Εικόνα 31: Pétale du Printemps της Maria Dudkina

(Πηγή: <https://www.powergame.gr/art-market/576315/pente-architektones-pou-kanoun-thavmata-me-tin-techniti-noimosyni/>)



Εικόνα 32: Pétale du Printemps της Maria Dudkina

(Πηγή: <https://www.powergame.gr/art-market/576315/pente-architektones-pou-kanoun-thavmata-me-tin-techniti-noimosyni/>)



Εικόνα 33: Pétale du Printemps της Maria Dudkina

(Πηγή: <https://www.powergame.gr/art-market/576315/pente-architektones-pou-kanoun-thavmata-me-tin-techniti-noimosyni/>)

5.6 Tim Fu

Ο Tim Fu είναι αρχιτέκτονας ο οποίος εξειδικεύεται στην αξιοποίηση προηγμένων τεχνολογιών και ΤΝ στο πλαίσιο του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Έχει ιδρύσει το Studio Tim Fu, ένα αρχιτεκτονικό γραφείο υψηλής τεχνολογίας το οποίο καινοτομεί ως προς την ένταξη της ΤΝ στο σχεδιασμό, αφού είχε εργαστεί στο Zaha Hadid Architects. Ο Tim είναι ενεργός εκπαιδευτικός και διοργανωτής ποικίλων εργαστηρίων σχετικά με τον προηγμένο υπολογισμό στο σχεδιασμό. Επιπροσθέτως, ο Tim απέκτησε πιστούς οπαδούς ως δημιουργός περιεχομένου, καθώς μοιράζεται τις τεχνολογικές και σχεδιαστικές καινοτομίες του σε ποικίλες πλατφόρμες (Πέντε αρχιτέκτονες που κάνουν θαύματα με την τεχνητή νοημοσύνη, 2024).



Εικόνα 34: Έργο του Tim Fu

(Πηγή: <https://www.powergame.gr/art-market/576315/pente-architektones-pou-kanoun-thavmata-me-tin-techniti-noimosyni/>)



Εικόνα 35: Έργο του Tim Fu

(Πηγή: <https://www.powergame.gr/art-market/576315/pente-architektones-pou-kanoun-thavmata-me-tin-techniti-noimosyni/>)



Εικόνα 36: Έργο του Tim Fu

(Πηγή: <https://www.powergame.gr/art-market/576315/pente-architektones-pou-kanoun-thavmata-me-tin-techniti-noimosyni/>)

Κεφάλαιο 6^ο: Συμπεράσματα

Η ΤΝ εισήλθε δυναμικά σε αρκετές πλευρές της βιομηχανίας και αναντίρρητα η Αρχιτεκτονική δε συνιστά εξαίρεση. Διαδικασίες, όπως αυτές της τρισδιάστατης απεικόνισης και του ακριβούς υπολογισμού μίας κάτοψης, απαιτούσαν πολύ χρόνο για να υλοποιηθούν, ενώ, παράλληλα, δε διαθέτουν και μεγάλο βαθμό δημιουργικότητας. Εντούτοις, ήδη προγράμματα ΤΝ αξιοποιούνται εκ μέρους χιλιάδων αρχιτεκτόνων παγκοσμίως και ακόμα κι αν δεν αντικαθιστούν το σύνολο της οικοδόμησης, συμβάλλουν σίγουρα στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού. Οι αισιόδοξοι επιστήμονες θεωρούν πως η ΤΝ δε θα τους στερήσει τη δουλειά, αλλά, αντιθέτως, θα τους παρέχει βοήθεια εξασφαλίζοντας τους ποιοτικό χρόνο για πραγματική δημιουργία.

Παρότι βρισκόμαστε ακόμα στις αρχές της νέας αυτής συνθήκης, ήδη κάποια προγράμματα μέσω ενός κειμένου προβαίνουν σε ελάχιστα λεπτά στην υλοποίηση ενός αρχιτεκτονικού σχεδίου. Ως εκ τούτου, οι πελάτες μπορούν ευκολότερα να δουν το τελικό αποτέλεσμα με μεγαλύτερη ακρίβεια και κάθε μεταβολή που επιθυμούν να προσαρμοστεί ταχύτερα στο σχέδιο.

Βάσει των προαναφερθέντων στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας και, κυρίως, των περιπτώσεων που μελετήθηκαν, διαπιστώνεται πως η χρήση της ΤΝ στον τομέα της Αρχιτεκτονικής μπορεί να φανεί χρήσιμη τόσο ως προς το σχεδιασμό και την απεικόνιση, όσο και ως προς την εκτέλεση εξασφαλίζοντας τους παρακάτω παράγοντες:

-  **Καινοτομία:** Η Τεχνητή Νοημοσύνη παρέχει πρωτοποριακά εργαλεία τα οποία μπορούν να διασφαλίσουν την απλοποίηση πολύπλοκων διαδικασιών επιτρέποντας στον αρχιτέκτονα να αναδείξει τη δουλειά του σ' ένα ανταγωνιστικό περιβάλλον.
-  **Αποτελεσματικότητα:** Με την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης ο αρχιτέκτονας δύναται να μειώσει δραστικά τον χρόνο που αφιερώνει σε διάφορες εργασίες, απελευθερώνοντας το χρονοδιάγραμμά του για την εκπόνηση πιο δημιουργικών προσπαθειών.
-  **Ακρίβεια:** Η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να αποκαλύψει προηγούμενες άγνωστες εισηγήσεις, καθιστώντας επιτρεπτές για τον αρχιτέκτονα επιτρέποντάς την ανάλυση και την επίλυση προκλήσεων ως προς το σχεδιασμό με ένα επίπεδο ακρίβειας που δεν υπήρχε προηγουμένως.
-  **Βιωσιμότητα:** Με την έξυπνη επιλογή υλικών και τη βελτιστοποίηση της ενέργειας, η Τεχνητή Νοημοσύνη προάγει ένα περισσότερο βιώσιμο μέλλον στην Αρχιτεκτονική.

 **Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα:** Με την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης ο αρχιτέκτονας ξεχωρίζει από το πλήθος, κάνοντας τους σχεδιασμούς του να διακρίνονται ως πιο μοναδικοί, πρωτοποριακοί και αποτελεσματικοί.

Κοιτώντας προς το μέλλον, κρίνεται σκόπιμη η διαρκής επένδυση στην έρευνα και την ανάπτυξη, εξασφαλίζοντας πως οι δυνατότητες της Τεχνητής Νοημοσύνης θα αξιοποιηθούν με ηθική και υπευθυνότητα, προκειμένου να αντιμετωπιστούν παγκόσμιες προκλήσεις και να δημιουργηθεί ένας βέλτιστος κόσμος για όλους. Ορισμένα από τα κρίσιμα θέματα που χρήσουν προσεκτικής εξέτασης, για παράδειγμα, είναι αυτά του απορρήτου, της ασφάλειας και της πιθανής κακής χρήσης της ΤΝ. Στον αντίποδα, ωστόσο, οι ενδεχόμενες ευκαιρίες που εμφανίζει η ΤΝ είναι τεράστιες. Καθώς τα συστήματα ΤΝ διαρκώς αναπτύσσονται, θα αυξάνουν ολοένα και πιο πολύ τις ανθρώπινες ικανότητες και θα συνεισφέρουν στη βελτιστοποίηση της κοινωνίας συνολικά, διασφαλίζοντας την πρόοδο και την ευημερία για τις ακόλουθες γενιές.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

Βλαχάβας, Ι., Κεφαλάς, Π., Βασιλειάδης, Ν., Κόκκορας, Φ., & Σακελλαρίου, Η. (2011). *Τεχνητή Νοημοσύνη*. Αθήνα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας.

Διαμαντίδου, Α., & Τηλιόπουλος, Θ. (2018). *Η Γλυπτική και η Τέχνη στην Αρχιτεκτονική*. Ερευνητική Εργασία. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.

Ζιώγου, Α. (2023). *Τεχνητή Νοημοσύνη στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Διπλωματική εργασία*. Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Δίκαιο και Πληροφορική. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας & Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης. Θεσσαλονίκη.

Graham, I. (2010). *Τεχνητή Νοημοσύνη* (3η εκδ.). Αθήνα: Εκδόσεις Σαββάλας.

Σάπκας, Γ. (2020). Ιστορία και Εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης – Artificial Intelligence (A.I.).

Διαθέσιμο

στο:

<https://www.sapkasgeorge.gr/%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B5%CE%BE%CE%AD%CE%BB%CE%B9%CE%BE%CE%B7-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%82-%CE%BD%CE%BF%CE%B7%CE%BC/>

Στρινιοπούλου Γ., & Χασιώτη, Ε. (2018). *Τεχνητή νοημοσύνη: αρχιτεκτονικές ιχνογραφίες της πρόβλεψης*. Ερευνητική εργασία. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.

Ξενόγλωσση

Beqiri, R. (2016). *A.I. Architecture Intelligence, Architecture and Urban Planning in the age of Artificial Intelligence*. Retrieved from: www.futurearchitectureplatform.org/news/28.

Copeland, J. (2000). The Turing Test. *Minds and Machines*, 10, 519–539. Available on: <https://doi.org/10.1023/A:1011285919106>

Donovan, A. (nd). *5 Ways Artificial Intelligence is Changing Architecture*. Retrieved from: www.interestingengineering.com/architecture.

Hertzmann, A. (2022). Give this AI a few words of description and it produces a stunning image – but is it art?. The Conversation. Retrieved from: <https://theconversation.com/give-this-ai-a-few-words-of-description-and-it-produces-a-stunning-image-but-is-it-art-184363>

Leonhard, G. (2015). *Redefining the Relationship of Man and Machine*. Available on: <https://www.futuristgerd.com/wp-content/uploads/2019/01/FINAL-FOB-Future-of-Business-Chapter-Relationship-Man-Machine-Gerd-Leonhard-Public-shared-but-return-the-favor.pdf>

Lloyd Thomas, K. (2007). *Material Matters: Architecture and Material Practice*. Routledge.

Lukovich, T. (2023). Artificial Intelligence and Architecture towards a new paradigm. *Ybl Journal of Built Environment*, 8(1).

Marsh, M. (2020). Social Data Brings New Life to AI for Architecture. *Work Design Magazine*, 03.

Schneider, C., Koltsova, A., & Schmitt, G. (2011). Components of Parametric Urban Design in Grasshopper. From Street Network to Building Geometry. In: *Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design (SIMAUD 2011)*, Boston, MA., 163-170.

Taleb, H., & Musleh, M. A. (2015). Applying urban parametric design optimisation processes to a hot climate: Case study of the UAE. *Sustainable Cities and Society*, 14, 236-253.

Terzidis, K. (2006). *Algorithmic Architecture*. Architectural Press.

Ηλεκτρονικές πηγές

AI in Architecture: The Key to Enhancing Design Efficiency and Gaining a Competitive Edge. (2023). Retrieved from: <https://www.e-zigurat.com/en/blog/ai-in-architecture-guide/>

An artistic fusion of nature and AI: Flower-inspired facades by Hera Kim (2023). Retrieved from: <https://parametric-architecture.com/an-artistic-fusion-of-nature-and-ai-flower-inspired-facades-by-hera-kim/>

Αρχιτέκτονας ζήτησε από σύστημα τεχνητής νοημοσύνης να σχεδιάσει τους ουρανοξύστες του μέλλοντος (2022). Ανακτήθηκε από: <https://www.lifo.gr/now/tech-science/arhitektonas-zitise-apo-systima-tehnitis-noimosynis-na-shediasei-toys-oyranoxystes>

Autodesk Revit: BIM software to design and make anything. Retrieved from: <https://www.autodesk.com/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

Autodesk Workshop XR: Revolutionizing Construction Collaboration in the AEC Industry.
Retrieved from: <https://construction-today.com/news/autodesk-workshop-xr-revolutionizing-construction-collaboration-in-the-aec-industry/>

Από το σχέδιο στην κατασκευή: Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στην Αρχιτεκτονική
(2023). Retrieved from: <https://www.michanikosapps.gr/blog/6461>

Bentley LumenRT. Retrieved from: <https://www.bentley.com/software/bentley-lumenrt/>

Γεωργόπουλος, Δ. (2024). *Ο αντίκτυπος της εικονικής πραγματικότητας στην αρχιτεκτονική.*
Ανακτήθηκε από: <https://www.thetotalbusiness.com/2024/02/03/antiktypos-vr-arxitektonikh/>

Dancing House: Αυτή είναι η ιστορία του διάσημου κτιρίου της Πράγας (2022). Ανακτήθηκε από: <https://travelvibe.eu/dancing-house-prague/>

Fallingwater. Retrieved from: <https://franklloydwright.org/site/fallingwater/>

Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid Architects. Retrieved from: <https://www.archdaily.com/448774/heydar-aliyev-center-zaha-hadid-architects>

Jose Luis Perez Hermo uses AI to reimagine famous architectural sketches. (2023). Retrieved from: <https://parametric-architecture.com/jose-luis-perez-hermo-uses-ai-to-reimagine-famous-architectural-sketches/>

Κομβικά σημεία στην εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης (2023). Ανακτήθηκε από: <https://novatempus.gr/komvika-simeia-texnitis-noimosynhs/>

Let's Enhance. Retrieved from: <https://letsenhance.io/>

Midjourney. Retrieved from: <https://www.myimagegpt.com/>

Οι πράσινοι πύργοι στο Μιλάνο (2018). Ανακτήθηκε από: <https://www.mysterious.gr/paraxena/%CE%BF%CE%B9-%CF%80%CF%81%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B9-%CF%80%CF%8D%CF%81%CE%B3%CE%BF%CE%B9-%CF%83%CF%84%CE%BF-%CE%BC%CE%B9%CE%BB%CE%AC%CE%BD%CE%BF/>

Πέντε αρχιτέκτονες που κάνουν θαύματα με την τεχνητή νοημοσύνη. (2024). Ανακτήθηκε από: <https://www.powergame.gr/art-market/576315/pente-architektones-pou-kanoun-thavmata-me-tin-techniti-noimosyni/>

Salian, I. (2021). *"Paint Me a Picture": NVIDIA Research Shows GauGAN AI Art Demo Now Responds to Words*. Retrieved from: <https://blogs.nvidia.com/blog/gaugan2-ai-art-demo/>

Ulis studio. <https://www.ulises.studio/>