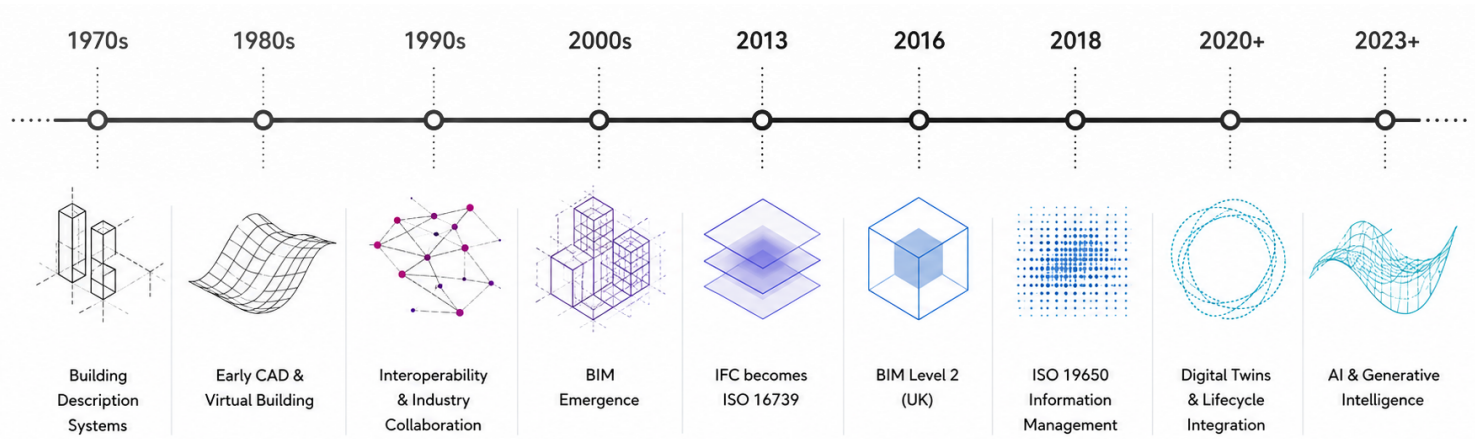




BIM πέρα από το Μοντέλο: Πώς η πληροφορία, η υπολογιστική σκέψη και η τεχνητή νοημοσύνη επαναπροσδιορίζουν τον ρόλο του αρχιτέκτονα

Δρ. Αλέξανδρος Καλλέγιας - 16/09/2026

Το BIM ωρίμασε. Η συζήτηση, όμως, μόλις τώρα αποκτά πραγματικά ενδιαφέρον, καθώς το μοντέλο μετατρέπεται σε υποδομή δεδομένων και η τεχνητή νοημοσύνη εισέρχεται στην καθημερινή πρακτική. Έτσι, ο αρχιτέκτονας καλείται να επαναπροσδιορίσει όχι μόνο τα εργαλεία του, αλλά και το πεδίο της ευθύνης του.



Χρονοδιάγραμμα της εξέλιξης του ψηφιακού σχεδιασμού, της διαχείρισης πληροφορίας και της κατασκευής.

Από την αναπαράσταση στη γνώση

Για μεγάλο χρονικό διάστημα της σύγχρονης ιστορίας του επαγγέλματος, η τεχνολογική εξέλιξη της αρχιτεκτονικής περιγραφόταν ως μια διαδοχή μέσων αναπαράστασης: από το χειρόγραφο σχέδιο στο CAD και από τη δισδιάστατη σχεδίαση στο τρισδιάστατο μοντέλο. Η αφήγηση αυτή είναι χρήσιμη, αλλά ανεπαρκής. Η πραγματική καινοτομία του BIM δεν είναι η τρίτη διάσταση, αλλά η μετάβαση από τη γεωμετρία στην πληροφορία.

Ένα δομικό στοιχείο σε ένα πληροφοριακό μοντέλο δεν είναι απλώς μια επιφάνεια ή ένα στερεό. Φέρει ιδιότητες, συσχετισμούς, ταυτότητα, κατάσταση, προδιαγραφές και ενδεχομένως ιστορικό μεταβολών. Μπορεί ενεργά να καθορίζει υπολογισμούς κόστους, χρόνου, ενεργειακής συμπεριφοράς, συντήρησης και αποτύπωσης άνθρακα. Το σχέδιο παύει να είναι το τελικό προϊόν μιας μεμονωμένης πράξης και γίνεται μία από τις πολλές όψεις ενός οργανωμένου συνόλου γνώσης.

Αυτό αλλάζει ριζικά τη θέση του αρχιτέκτονα. Δεν σχεδιάζουμε πλέον μόνο μορφές που πρέπει να εμφανίζονται σωστά. Οργανώνουμε συστήματα σχεδιασμού για καλύτερη λήψη αποφάσεων, που πρέπει να παραμένουν συνεπή, αναγνώσιμα και αξιοποιήσιμα από διαφορετικούς ανθρώπους, λογισμικά και φάσεις του έργου.

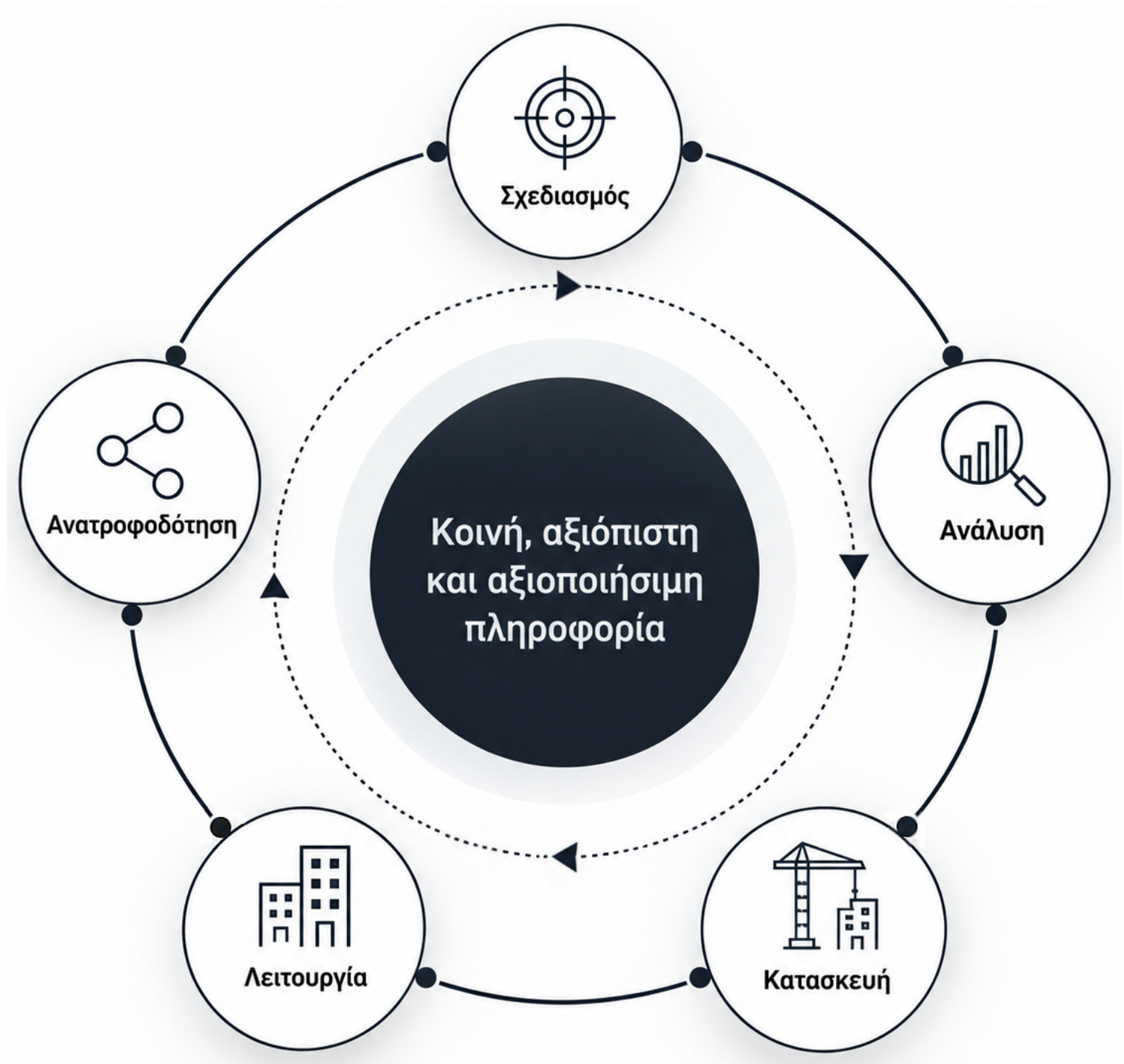
Το BIM δεν είναι λογισμικό

Η επιμονή να ταυτίζεται το BIM με ένα συγκεκριμένο λογισμικό υπήρξε ίσως η πιο ανθεκτική παρανόηση της τελευταίας δεκαετίας. Ένα λογισμικό μοντελοποίησης μπορεί να είναι απαραίτητο, αλλά δεν αρκεί για να δημιουργήσει ένα αξιόπιστο περιβάλλον συνεργασίας. Η πραγματική αξία προκύπτει όταν οι απαιτήσεις πληροφορίας, οι ρόλοι, οι εγκρίσεις, οι ανταλλαγές και οι ευθύνες έχουν οριστεί με σαφήνεια.

Η σειρά ISO 19650 έδωσε στη διεθνή αγορά ένα κοινό πλαίσιο για τη διαχείριση της πληροφορίας σε όλο τον κύκλο ζωής των δομημένων περιουσιακών στοιχείων. Η ουσιαστική της αξία βρίσκεται στον τρόπο με τον οποίο οργανώνει τη ροή της πληροφορίας και υποστηρίζει τη λειτουργία ενός έργου: μας καλεί να προσδιορίζουμε εγκαίρως ποια πληροφορία χρειάζεται, ποιος είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία της, πότε είναι κατάλληλη για χρήση και πώς μεταφέρεται μεταξύ των εμπλεκόμενων διατηρώντας ακέραιο το περιεχόμενο και το νόημά της.

Στην πράξη, η ποιότητα ενός BIM έργου αποτυπώνεται κυρίως στην ικανότητα της πληροφορίας να υποστηρίζει ουσιαστικές αποφάσεις σε κάθε στάδιο του έργου. Η αξία του μοντέλου προκύπτει από τη

σαφήνεια, την αξιοπιστία και τη συνέπεια των δεδομένων του, καθώς και από τον συγκεκριμένο σκοπό που αυτά εξυπηρετούν. Έτσι, ένα πειθαρχημένο και στοχευμένο μοντέλο, με πληροφορία που οι εμπλεκόμενοι μπορούν να εμπιστευτούν και να αξιοποιήσουν, αποκτά μεγαλύτερη επιχειρησιακή αξία από ένα μοντέλο που επιδιώκει απλώς τον πλούτο ή την οπτική εντύπωση.



Η πληροφορία ως κυκλική συνεχόμενη διαδικασία από τον σχεδιασμό έως τη λειτουργία και την ανατροφοδότηση.

Η υπολογιστική σκέψη πριν από το εργαλείο

Πέρα από την εφαρμοσμένη αρχιτεκτονική, η ενασχόλησή μου με το computational design, τόσο στην έρευνα όσο και στη διδασκαλία, με οδήγησε επανειλημμένα στο ίδιο συμπέρασμα, ότι η σημαντικότερη δεξιότητα δεν είναι η γνώση ενός πακέτου λογισμικών, αλλά η ικανότητα να διατυπώνεις το ζήτημα του εκάστοτε έργου ως σύνολο σχέσεων, περιορισμών και κριτηρίων.

Στις σχολές όπου δίδαξα και συνεργάστηκα —από την Architectural Association και τη Bartlett έως το Oxford Brookes, το Cardiff και το Liverpool— το ενδιαφέρον δεν περιοριζόταν στην παραγωγή εντυπωσιακών γεωμετριών. Η ουσιαστική ερώτηση ήταν, πώς ένα σύστημα κανόνων μπορεί να μετασχηματίσει τον σχεδιασμό σε διαδικασία διερεύνησης; Να μπορεί να παράγει εναλλακτικές, να αποκαλύπτει συνέπειες και να επιτρέπει στον αρχιτέκτονα να συγκρίνει επιλογές με διαφανή κριτήρια.

Ο υπολογιστικός σχεδιασμός δεν είναι συνώνυμος της “παραμετρικής αισθητικής”. Είναι τρόπος σκέψης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την οργάνωση μιας πολύπλοκης πρόσοψης, αλλά εξίσου για την καλύτερη εφαρμογή κανονισμών, την ελεγχόμενη κατανομή δομικών στοιχείων και χώρων, τη βελτιστοποίηση χρήσης κατασκευαστικού υλικού, την επαναληπτική τεκμηρίωση ή την αυτοματοποίηση ενός ελέγχου που είναι επιρρεπής στο ανθρώπινο λάθος.



INTERLACE: Computational design και ρομποτική κατασκευή

Οι γενιές δεν χωρίζονται από την τεχνολογία

Συχνά γίνεται λόγος για ένα «χάσμα γενεών» ως προς την υιοθέτηση του BIM και των νέων ψηφιακών τεχνολογιών. Στην πράξη, όμως, η εμπειρία δείχνει ότι το ζήτημα δεν αφορά τόσο την ηλικία όσο τη διαφορετική διαδρομή μέσα από την οποία κάθε επαγγελματίας έχει διαμορφώσει τον τρόπο που αντιλαμβάνεται τον σχεδιασμό και την κατασκευή.

Οι νεότεροι αρχιτέκτονες και μηχανικοί εισέρχονται στο επάγγελμα έχοντας εξοικειωθεί με εργαλεία όπως η παραμετρική σχεδίαση, ο προγραμματισμός, οι διασυνδεδεμένες ψηφιακές πλατφόρμες και η ανάλυση δεδομένων. Αντίστοιχα, οι πιο έμπειροι επαγγελματίες διαθέτουν βαθιά γνώση της κατασκευαστικής πραγματικότητας, της διαχείρισης σύνθετων έργων και της λήψης αποφάσεων σε συνθήκες που δύσκολα

μπορούν να αποτυπωθούν πλήρως σε ένα ψηφιακό μοντέλο.

Οι δύο αυτές προσεγγίσεις δεν βρίσκονται σε αντιπαράθεση, αντιθέτως, αποτελούν δύο όψεις της ίδιας διαδικασίας. Η τεχνολογία αποκτά πραγματική αξία όταν ενισχύει την εμπειρία και η εμπειρία γίνεται ακόμη πιο πολύτιμη όταν μπορεί να μεταφερθεί, να τεκμηριωθεί και να αξιοποιηθεί μέσα από ένα κοινό πληροφοριακό περιβάλλον.

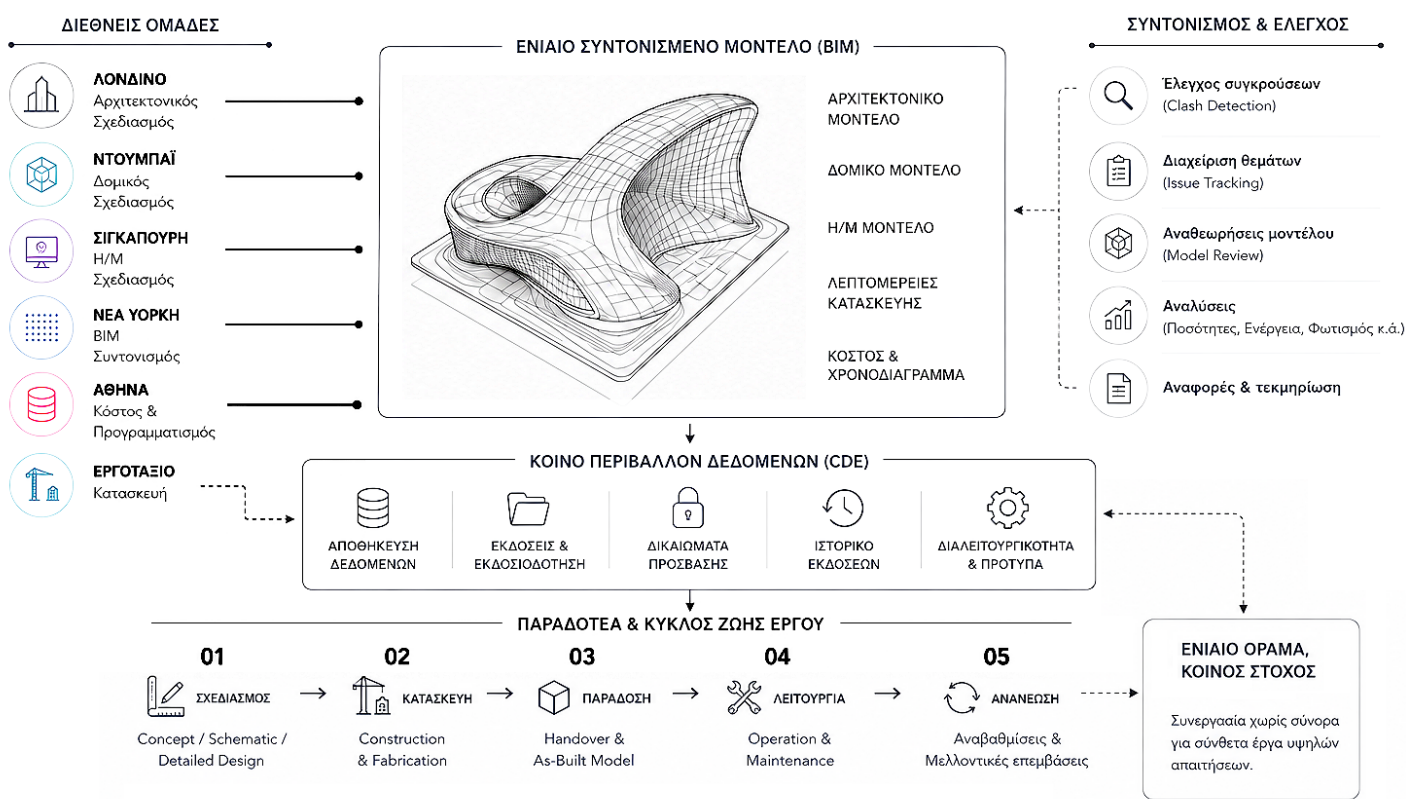
Ίσως, τελικά, αυτή να είναι μία από τις σημαντικότερες συνεισφορές του BIM: η δημιουργία ενός κοινού πλαισίου συνεργασίας, μέσα στο οποίο διαφορετικές γενιές επαγγελματιών μπορούν να μοιράζονται γνώση, να μαθαίνουν η μία από την άλλη και να δημιουργούν συλλογικά καλύτερα έργα. Η εμπειρία και η τεχνολογία λειτουργούν εδώ συμπληρωματικά, συνδυάζοντας τη γνώση που έχει αποκτηθεί μέσα στον χρόνο με τις νέες δυνατότητες των ψηφιακών εργαλείων. Μέσα από αυτή τη δημιουργική συνύπαρξη γεννιέται ουσιαστικά η καινοτομία.

Από το σύνθετο έργο στο διαχειρίσιμο σύστημα

Η απασχόλησή μου σε μεγάλα διεθνή έργα, ως Senior Architect στη Zaha Hadid Architects και σε ρόλους BIM coordination, μου κατέστησε σαφές ότι η πολυπλοκότητα δεν αντιμετωπίζεται απλά με περισσότερη εργασία. Αντιμετωπίζεται με δομή, με οργανωμένη προσέγγιση.

Σε ένα σύνθετο έργο, εκατοντάδες σχεδιαστικές και τεχνικές αποφάσεις εξελίσσονται παράλληλα, ενώ η αρχιτεκτονική πρόθεση καλείται να παραμένει σαφής και αναγνώσιμη καθώς μεταφέρεται ανάμεσα σε διαφορετικές κλίμακες, ειδικότητες και συμβατικές φάσεις. Σε αυτό το πλαίσιο, το BIM προσφέρει έναν τρόπο να αναγνωρίζουμε έγκαιρα την αβεβαιότητα, να κατανοούμε πού και πώς επηρεάζει το έργο και να τη διαχειριζόμαστε μέσα από μια συνεπή και κοινή βάση πληροφορίας.

Το clash detection είναι το πιο γνωστό παράδειγμα, αλλά όχι το σημαντικότερο. Ο πιο ώριμος συντονισμός αρχίζει νωρίτερα: με κοινές συντεταγμένες, σαφείς ζώνες ευθύνης, συμφωνημένη ονοματολογία, ελεγχόμενες εκδόσεις και μοντέλα που συνδέονται με πραγματικές απαιτήσεις. Τότε το BIM παύει να είναι “έλεγχος στο τέλος” και γίνεται μηχανισμός πρόληψης.

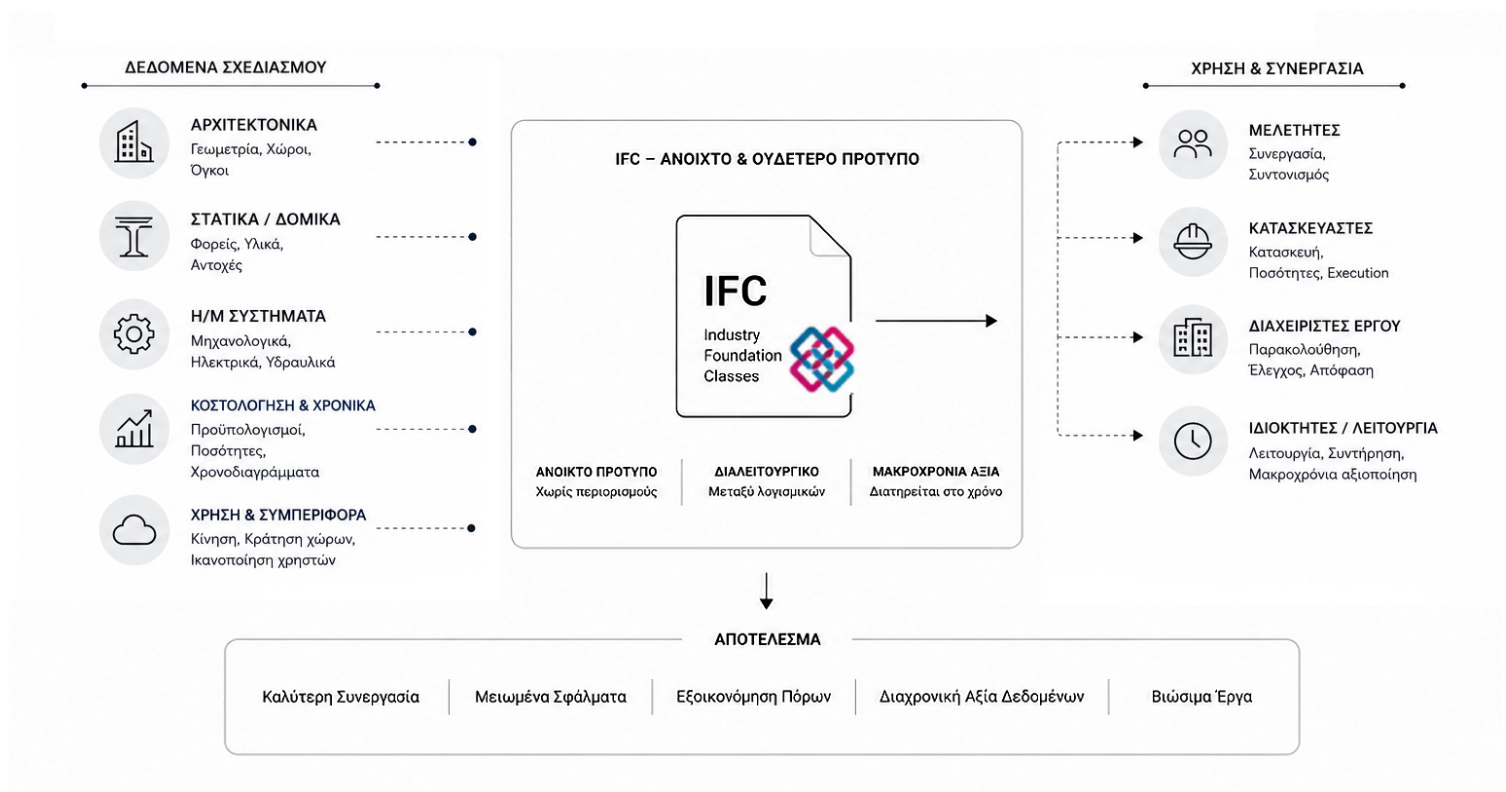


openBIM: η πληροφορία πρέπει να επιβιώνει του λογισμικού

Κανένα έργο μεγάλης διάρκειας δεν μπορεί να βασισθεί στην προϋπόθεση ότι όλοι οι συμμετέχοντες θα χρησιμοποιούν το ίδιο λογισμικό, με την ίδια έκδοση και για πάντα. Η πληροφορία οφείλει να μπορεί να μεταφέρεται, να ελέγχεται και να επαναχρησιμοποιείται πέρα από τα όρια ενός προμηθευτή.

Η λογική του openBIM και τα ανοικτά πρότυπα ανταλλαγής, όπως το IFC, δεν αποτελούν απλώς τεχνική επιλογή. Είναι ζήτημα διαχρονικότητας των δεδομένων. Όταν το ψηφιακό παραδοτέο προορίζεται να υποστηρίξει τη λειτουργία ενός κτιρίου για δεκαετίες, η διαλειτουργικότητα γίνεται αρχιτεκτονική και επιχειρησιακή απαίτηση.

Ο στόχος δεν είναι η τέλεια ανταλλαγή κάθε πληροφορίας. Είναι η συνειδητή συμφωνία για το ποια δεδομένα πρέπει να παραμένουν ανοιχτά, ελέγξιμα και ανεξάρτητα από το εργαλείο παραγωγής τους.



openBIM και IFC

Digital Twins: όχι ένα “ζωντανό BIM”

Ο όρος Digital Twin έχει πλέον καθιερωθεί στο λεξιλόγιο του ψηφιακού μετασχηματισμού του δομημένου περιβάλλοντος, αποκτώντας ουσιαστικό περιεχόμενο όταν περιγράφει κάτι περισσότερο από ένα τρισδιάστατο μοντέλο που ενημερώνεται. Ένα ψηφιακό δίδυμο αποτελεί μια οργανωμένη ψηφιακή αναπαράσταση ενός πραγματικού συστήματος, η οποία συνδέει το μοντέλο με δεδομένα και διαδικασίες, δημιουργώντας ένα δυναμικό πλαίσιο πληροφορίας που μπορεί να υποστηρίξει συγκεκριμένες αποφάσεις.

Η μετάβαση από το BIM στο Digital Twin συμβαίνει όταν η πληροφορία της μελέτης και της κατασκευής

συνδέεται με τη λειτουργική πραγματικότητα. Αυτό συμπεριλαμβάνει αισθητήρες, συντήρηση, κατανάλωση, καταγεγραμμένα συμβάντα, πληρότητα, κατάσταση εξοπλισμού. Τότε το μοντέλο δεν περιγράφει μόνο τι σχεδιάστηκε ή τι κατασκευάστηκε, αλλά βοηθά να κατανοήσουμε τι πραγματικά συμβαίνει.

Για τον αρχιτέκτονα, αυτή η συνέχεια είναι κρίσιμη. Η αξιολόγηση της αρχιτεκτονικής δεν σταματά στην παράδοση. Η πραγματική χρήση μπορεί να επιστρέψει ως γνώση στον επόμενο σχεδιασμό. Η πληροφορία γίνεται κομβικό σημείο ενημέρωσης & εκμάθησης.



Διαγραμματικό παράδειγμα Digital Twin του δομημένου περιβάλλοντος

Τεχνητή νοημοσύνη: επιτάχυνση χωρίς αφέλεια

Η τεχνητή νοημοσύνη (και συγκεκριμένα η generative a.i.) έκανε ορατή στο ευρύ κοινό μια αλλαγή που είχε ήδη αρχίσει, ότι τα ψηφιακά εργαλεία δεν περιορίζονται πλέον στην εκτέλεση εντολών, αλλά συμμετέχουν στην παραγωγή, ταξινόμηση και ερμηνεία περιεχομένου. Στην αρχιτεκτονική, αυτό δημιουργεί πραγματικές δυνατότητες, αλλά και έναν κίνδυνο υπερεκτίμησης.

Η ΤΝ μπορεί να βοηθήσει στη σύνταξη και στον έλεγχο απαιτήσεων, στην αναζήτηση τεχνικής γνώσης, στην παραγωγή κώδικα, στην ταξινόμηση στοιχείων, στον εντοπισμό ασυνεπειών και στην εξερεύνηση σχεδιαστικών εναλλακτικών. Μπορεί να μειώσει τον χρόνο ανάμεσα στην πρόθεση και στη δοκιμή. Δεν διαθέτει, όμως, από μόνη της κατανόηση του κοινωνικού πλαισίου, ευθύνη απέναντι στον κύριο ενός έργου ή επίγνωση των συνεπειών μιας λαυθασμένης παραδοχής.

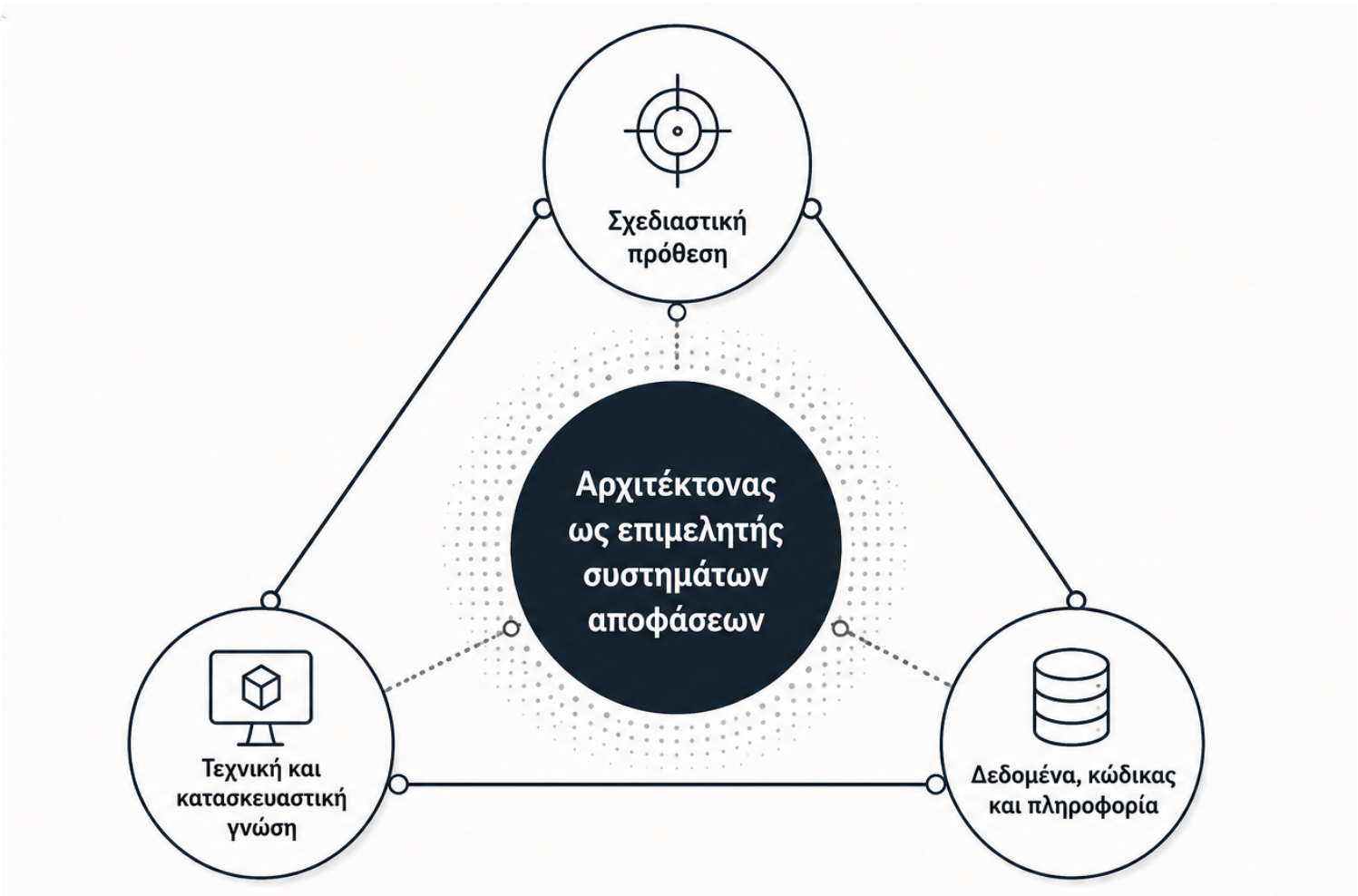
Καθώς η ΤΝ ενσωματώνεται όλο και περισσότερο στην αρχιτεκτονική πρακτική, ο ρόλος του αρχιτέκτονα αποκτά νέες διαστάσεις. Η ικανότητα να ορίζει με σαφήνεια το πρόβλημα, να ελέγχει την ποιότητα των δεδομένων, να κατανοεί την προέλευση και τη λογική ενός αποτελέσματος και, τελικά, να αναλαμβάνει την ευθύνη της απόφασης γίνεται ολοένα και πιο σημαντική.

Ο νέος ρόλος: από δημιουργός αντικειμένων σε επιμελητή συστημάτων αποφάσεων

Καθώς η αρχιτεκτονική συνδέεται όλο και περισσότερο με την πληροφορική και τα δεδομένα, το πεδίο της δημιουργικότητας διευρύνεται. Η μορφή διατηρεί τον κεντρικό της ρόλο, ενταγμένη πλέον σε ένα ευρύτερο σύστημα παραμέτρων που περιλαμβάνει τις επιδόσεις, τους περιορισμούς, τα υλικά, τον χρόνο, το κόστος και τη χρήση, εμπλουτίζοντας τη σχεδιαστική διαδικασία με νέες δυνατότητες και συσχετισμούς.

Ο αρχιτέκτονας του μέλλοντος καλείται να αποκτήσει ουσιαστική κατανόηση της λογικής που διέπει τον προγραμματισμό, τα δεδομένα και τα ψηφιακά συστήματα, ώστε να μπορεί να τα αξιοποιεί ως μέρος της σχεδιαστικής διαδικασίας. Με αυτόν τον τρόπο, διατηρεί τον έλεγχο του σχεδιαστικού αφηγήματος και κατευθύνει την τεχνολογία προς την υπηρεσία της αρχιτεκτονικής πρόθεσης. Να γνωρίζει πότε ένα μοντέλο είναι αξιόπιστο, πότε ένα αυτοματοποιημένο αποτέλεσμα είναι παραπλανητικό και πώς μια απαίτηση πληροφορικής επηρεάζει την αρχιτεκτονική πρόθεση.

Ο ρόλος αυτός απαιτεί συνθετική σκέψη. Προϋποθέτει τη συνάντηση της σχεδιαστικής ευαισθησίας με την τεχνική γνώση, την ανάγνωση και αξιοποίηση των δεδομένων, αλλά και την ικανότητα ουσιαστικής συνεργασίας. Δεν πρόκειται για έναν ρόλο λιγότερο αρχιτεκτονικό. Αντίθετα, πρόκειται για μια διευρυμένη εκδοχή της αρχιτεκτονικής πράξης, μια προσέγγιση που συνθέτει περισσότερα επίπεδα, περισσότερα εργαλεία και περισσότερες μορφές γνώσης.



Ο νέος ρόλος του αρχιτέκτονα βρίσκεται στη σύνθεση σχεδιαστικής πρόθεσης, κατασκευαστικής γνώσης και πληροφοριακής λογικής.

Τι σημαίνει για την ελληνική πραγματικότητα

Στην Ελλάδα, η συζήτηση για το BIM βρίσκεται συχνά ανάμεσα σε δύο άκρα: από τη μία την προσδοκία ότι ένα νέο λογισμικό θα λύσει αυτομάτως χρόνιες δυσλειτουργίες, από την άλλη την άποψη ότι, οι μέθοδοι αυτές αφορούν μόνο πολύ μεγάλα έργα. Και οι δύο θέσεις χάνουν την ουσία.

Η ψηφιακή ωριμότητα ενός έργου θεμελιώνεται στη σαφήνεια των απαιτήσεων, στη συνεπή και οργανωμένη διαχείριση των δεδομένων και στην ικανότητα της ομάδας να συνεργάζεται μέσα από κοινές διαδικασίες, ανεξάρτητα από την κλίμακα ή την πολυπλοκότητά του. Ακόμη και ένα μικρό γραφείο μπορεί να επωφεληθεί από συνεπή πρότυπα, αυτοματοποιημένους ελέγχους, δομημένες βιβλιοθήκες και αξιόπιστη διαχείριση εκδόσεων.

Για να αποκτήσει όμως η μετάβαση διάρκεια, χρειάζεται επένδυση σε ανθρώπους και όχι μόνο σε άδειες λογισμικού. Χρειάζεται εκπαίδευση που συνδέει το BIM με τη μελέτη και την κατασκευή, συμβατική σαφήνεια, ανοικτά πρότυπα και δημόσιες απαιτήσεις που αξιολογούν την ποιότητα της πληροφορίας και όχι την απλή παρουσία ενός μοντέλου.

Πέρα από το BIM

Το BIM δεν είναι ο τελικός προορισμός. Είναι η υποδομή πάνω στην οποία μπορούν να αναπτυχθούν πιο ώριμες μορφές computational design, αυτοματοποιημένου ελέγχου, digital twins και τεχνητής νοημοσύνης. Χωρίς αξιόπιστη πληροφορία, όλα τα επόμενα επίπεδα παραμένουν εντυπωσιακές επιδείξεις δίχως σταθερό έδαφος.

Η μεγαλύτερη αλλαγή θα προκύψει μέσα από την αναγνώριση της πληροφορίας ως ουσιαστικού σχεδιαστικού υλικού, με δομή, ποιότητα, ιδιοκτησία και σαφή σκοπό. Μέσα από αυτή τη θεώρηση, η υπολογιστική σκέψη αποκτά κεντρική θέση στην αρχιτεκτονική πρακτική, διευρύνοντας τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζουμε, συνεργαζόμαστε και λαμβάνουμε αποφάσεις.

Το ζητούμενο, τελικά, είναι να ενισχύσουμε τον αρχιτέκτονα με τα κατάλληλα ψηφιακά μέσα, ώστε να υπηρετεί ακόμη πιο ουσιαστικά τον διαχρονικό πυρήνα του ρόλου του: να συνθέτει πολύπλοκες απαιτήσεις σε χώρους με νόημα και να αναλαμβάνει την ευθύνη των επιλογών που διαμορφώνουν αυτή τη σύνθεση.

Σχετικά με τον συγγραφέα

Ο Δρ. Αλέξανδρος Καλλέγιας είναι αρχιτέκτονας, BIM και Information Management professional, ερευνητής στον υπολογιστικό σχεδιασμό και την ψηφιακή κατασκευή, με πολυετή εμπειρία στον κλάδο της Αρχιτεκτονικής, της Μηχανικής και των Κατασκευών (AEC). Είναι Επικεφαλής του Τμήματος Building Information Modelling (BIM) της AKTOR Constructions του Ομίλου AKTOR, ενώ προηγουμένως εργάστηκε ως Senior Architect & BIM Manager στο διεθνές αρχιτεκτονικό γραφείο Zaha Hadid Architects, συμμετέχοντας στον σχεδιασμό σύνθετων έργων διεθνούς κλίμακας. Είναι διδάκτορας με αντικείμενο την ενσωμάτωση ζωντανών περιβαλλοντικών δεδομένων στον τομέα του AEC, κάτοχος M.Arch & Urbanism από την Architectural Association School of Architecture του Λονδίνου και διπλώματος Αρχιτέκτονα Μηχανικού από το Πανεπιστήμιο Πατρών. Παράλληλα με την επαγγελματική του δραστηριότητα, έχει διδάξει σε κορυφαία πανεπιστήμια του Ηνωμένου Βασιλείου, ενώ το ερευνητικό του έργο έχει παρουσιαστεί και δημοσιευθεί διεθνώς σε έγκριτα επιστημονικά συνέδρια και περιοδικά.