



ΔΙΚΤΥΟ για τη  
ΜΕΤΑΡΡΥΘΜΙΣΗ  
στην Ελλάδα  
και την Ευρώπη

DIKTIO - NETWORK  
for REFORM  
in Greece  
and Europe

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ**

**4Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ  
ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ**

**BIM - BUILDING INFORMATION MODELING  
CONSTRUCTION 4.0**

**2020**

**ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ**

Η Ελλάδα στον 21ο αιώνα μπορεί και πρέπει να κάνει το άλμα που απαιτεί η εποχή

Η **Δ Βιομηχανική Επανάσταση** χαρακτηρίζεται από την νέα σχέση μεταξύ ανθρώπου και μηχανής. Οι αλλαγές γύρω μας είναι συγκλονιστικές, ταχύτατες και οι επιπτώσεις αφορούν χώρες και κοινωνίες, όλους τους τομείς της οικονομίας, και φυσικά την κοινωνία δηλαδή τους ανθρώπους, τις οικογένειες τους, τις μεταξύ τους σχέσεις τους. Η γνώση και η κατανόηση της νέας πραγματικότητας δεν αφορά μόνο στις κυβερνήσεις στα πανεπιστήμια και στις επιχειρήσεις. Αφορά όλους τους πολίτες όπου και αν μένουν σε όποια γενιά και αν ανήκουν , γυναίκες και άντρες.

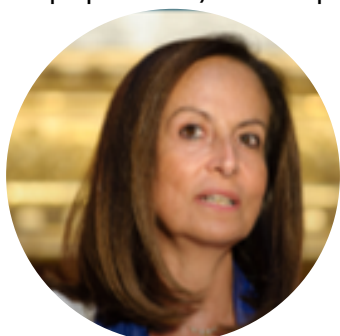
Το ΔΙΚΤΥΟ έχει εστιάσει σε αυτή την ανάγκη ενημέρωσης και επικοινωνίας γι' αυτό το «νέο» που είναι ήδη εδώ. Μέχρι σήμερα ασχοληθήκαμε με την **Δ Βιομηχανική Επανάσταση** και τον χώρο της υγείας, του εμπορίου , της αγροτικής ανάπτυξης, των τραπεζών , του τουρισμού . Μέσω του Παρατηρητηρίου παρακολουθήσαμε βήμα προς βήμα τις εξελίξεις στο χώρο της Διοίκησης.

Το 2020 ξεκινάμε με τις μεγάλες **αλλαγές που φέρνει η τεχνολογία στο χώρο των κατασκευών** και κυρίως στα δημόσια έργα , στις μεγάλες υποδομές, στα μεγάλα κτίρια.

Η ποιότητα, η ταχύτητα κατασκευής , το κόστος και η συντήρηση των δημοσίων υποδομών, είναι παράγοντες εξαιρετικής σημασίας για την ανάπτυξη μιας χώρας αλλά και για τα δημόσια αγαθά που αυτή προσφέρει στους πολίτες της. Αλλαγή, καινοτομία ,υψηλή τεχνολογία είναι τα ζητούμενα στον χώρο των κατασκευών. Τα νέα δεδομένα εν μέσω **Δ Βιομηχανικής Επανάστασης** απαιτούν εργαζόμενους με νέα προσόντα , νέα τεχνολογικά εργαλεία, νέα οργάνωση των επιχειρήσεων και βεβαίως μια πολιτεία που πρωτοπορεί στο θεσμικό πλαίσιο στις προδιαγραφές και στις διεθνείς συνεργασίες.

Το ΔΙΚΤΥΟ ανοίγει αυτό το κεφάλαιο με ένα δεύτερο αφιέρωμα και θα συνεχίσει με συζητήσεις και στρογγυλά τραπέζια που θα υποστηρίξουν τον δημόσιο διάλογο που είναι αναγκαίος. Η γνώση ,η συμμετοχή, η ενημέρωση και η επικοινωνία είναι μέρος μιας φυσικής διαδικασίας αλλαγής που εξελίσσεται μπροστά στα μάτια μας.

Ευχαριστούμε τους συμμετέχοντες επιστήμονες και επαγγελματίες για την συνεισφορά τους σ' αυτή την προσπάθεια.



**ANNA ΔΙΑΜΑΝΤΟΠΟΥΛΟΥ**  
Πρόεδρος, ΔΙΚΤΥΟ για τη ΜΕΤΑΡΡΥΘΜΙΣΗ  
στην Ελλάδα και την Ευρώπη  
Πρώην Επίτροπος στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή  
Πρώην Υπουργός



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

# ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ 4Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ Η ΕΥΚΑΙΡΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Παρά το γεγονός ότι ο τομέας των κατασκευών αποτελεί έναν από τους λιγότερο ψηφιοποιημένους τομείς της οικονομίας, η παγκόσμια αγορά δείχνει έτοιμη να ανταποκριθεί στην πρόκληση «επανεκκίνησης» του κλάδου μέσα από της αξιοποίηση ενός ευρύτερου φάσματος νέων τεχνολογιών.

Βασικότερο όχημα για αυτή τη μετάβαση του χώρου των κατασκευών στη νέα ψηφιακή εποχή είναι το BIM (Building Information Modeling) το οποίο αποτελεί ένα ευφυές ψηφιακό αντίγραφο της κατασκευής πλούσιο σε έξυπνα δεδομένα προς επεξεργασία και έλεγχο. Η κατασκευή μετατρέπεται έτσι σε μία «ζωντανή» οντότητα, η οποία αναπτύσσεται και εξελίσσεται μέσα στο ψηφιακό περιβάλλον.

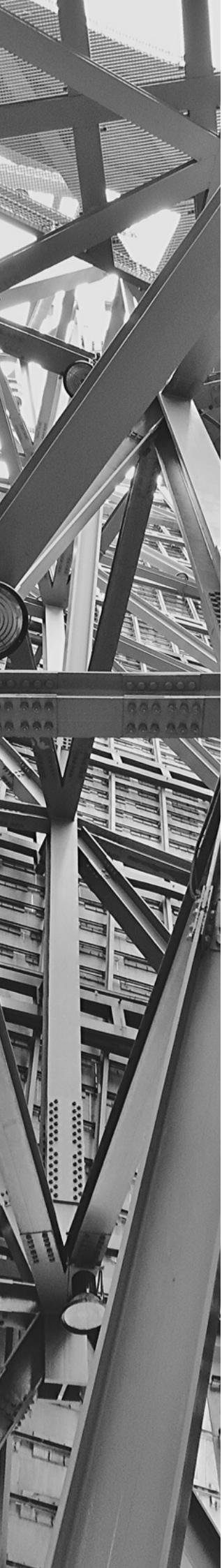
Η καινοτομία που εισάγει θα μπορούσε κάλλιστα να συγκριθεί με αυτή των πρώτων σχεδιαστικών εργαλείων σε Η/Υ την εποχή που όλοι σχεδίαζαν με το χέρι!

Η λογική αλλάζει εντελώς, καθώς μεταβαίνουμε σε μια διαδικασία διαχείρισης όλων των δεδομένων σε ένα κοινό εικονικό χώρο, δημιουργώντας μια αξιόπιστη βάση για τη λήψη αποφάσεων σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός κατασκευαστικού έργου.

Εκμηδενίζεται η ασάφεια, μεγιστοποιείται η συνέργεια όλων των εμπλεκόμενων και ελαχιστοποιείται η πιθανότητα λάθους τόσο στο σχεδιασμό όσο και στον προγραμματισμό. Τα οφέλη μπορεί να είναι πολυδιάστατα, βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα.

Το BIM δεν είναι κάτι καινούργιο, εξελίσσεται όμως πλέον σε έναν παγκόσμιο κώδικα επικοινωνίας και συνεργασίας, για τον κλάδο των υποδομών και των κατασκευών με τεράστιες δυνατότητες ειδικά αν το προσεγγίσουμε και σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες (IoT, AI, Machine Learning, Data Analytics κ.α.). Στην περίπτωση αυτή μιλάμε για έναν πλήρη ψηφιακό μετασχηματισμό που αν επιτευχθεί μέσα στα επόμενα 10 χρόνια θα μπορούσε να εξοικονομήσει ένα ποσοστό της τάξης του 10-20% του συνολικού κόστους των κατασκευών σε παγκόσμιο επίπεδο, κάτι που ισούται με 1 έως 1.7 τρις δολάρια ετησίως.

Προβλέπεται πως τα επόμενα χρόνια το BIM θα καθιερωθεί ως πρότυπο για την εκτέλεση των δημόσιων έργων υποδομής σε παγκόσμιο επίπεδο, γεγονός το οποίο έχουν αντιληφθεί και για το οποίο προετοιμάζονται οι περισσότεροι εμπλεκόμενοι στο χώρο είτε πρόκειται για εταιρίες, είτε πρόκειται για κράτη και οργανισμούς.



Στην Ελλάδα το κράτος σε άμεση συνέργεια με τον ιδιωτικό τομέα αλλά και τους φορείς γνώσης και έρευνας, οφείλει να παίξει καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία του πλαισίου, μέσα από το οποίο η χώρα θα μπορέσει να ανταποκριθεί επαρκώς στις προκλήσεις του μέλλοντος.

Δεν είναι κάτι δύσκολο. Χρειάζεται στοχευμένη και συντονισμένη προσπάθεια από όλους τους ενδιαφερόμενους με το βλέμμα στραμμένο στο μέλλον.

Είναι μια πραγματικότητα που έχει γίνει αντιληπτή σε παγκόσμιο επίπεδο ακόμα και σε χώρες που η ετοιμότητά τους μας εκπλήσσει θετικά.

Στην Ελλάδα οφείλουμε, εκμεταλλευόμενοι το σπουδαίο ανθρώπινο δυναμικό μας, να βρούμε τον τρόπο να μη μείνουμε εκτός από τις εξελίξεις. Ένα πρώτο αλλά σημαντικό βήμα είναι η ενημέρωση και ο διάλογος, και σε αυτό το βήμα δεν πρέπει να λείψει κανείς.

---

Στο **Δίκτυο για τη Μεταρρύθμιση στην Ελλάδα και την Ευρώπη** με αφορμή την ανάλυση μας "Κατασκευές και 4η Βιομηχανική Επανάσταση" εκκινήσαμε μια προσπάθεια να φέρουμε προς συζήτηση αυτό που βλέπουμε να συμβαίνει και να εξελίσσεται δίπλα μας.

Με το παρόν **θεματικό αφιέρωμα**, δίνοντας το λόγο σε διακεκριμένους επαγγελματίες και επιστήμονες σχετικούς με τον ευρύτερο χώρο των κατασκευών, στοχεύουμε στην ενεργοποίηση ενός ουσιαστικού και δημιουργικού διαλόγου μεταξύ δημόσιου και διωτικού τομέα έτσι ώστε όχι μόνο να ακολουθήσουμε αλλά και να συν-διαμορφώσουμε τις εξελίξεις.



**ΜΠΕΣΙΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ**

**Πολιτικός Μηχανικός  
Συνεργάτιδα Δικτύου**

[info@todiktio.eu](mailto:info@todiktio.eu)

[www.todiktio.eu](http://www.todiktio.eu)



[/toDiktio](https://www.facebook.com/toDiktio)



[@to diktio](https://twitter.com/to_diktio)



## Γιώργος Καραγιάννης

Γενικός Γραμματέας  
Υπουργείου Υποδομών

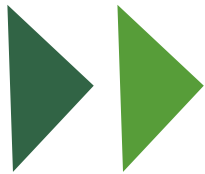


Στο κατώφλι της δεύτερης δεκαετίας του 21ου αιώνα, η τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση είναι πλέον γεγονός και όπως συνέβη με τις προηγούμενες, φαίνεται πως και αυτή θα αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο ζούμε, εργαζόμαστε και αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο γύρω μας. Η ευρεία χρήση των Big Data ως μέσο λήψης αποφάσεων (Data Driven Decision Making), το Internet of Things (IoT), η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) και άλλες καινοτόμες τεχνολογίες θα αποτελέσουν τα επόμενα χρόνια τους βασικούς πυλώνες της εξέλιξης και της ανάπτυξης.

Ο τομέας των κατασκευών και ιδιαίτερα εκείνος των Δημοσίων Έργων και των μεγάλων τεχνικών έργων αναμένεται και πρέπει να επηρεαστούν από τις εξελίξεις αυτές. Εργαλεία όπως το BIM (Building Information Model) μπορούν και πρέπει επιτέλους να εκσυγχρονίσουν τον σχεδιασμό και την υλοποίηση των κατασκευών στην χώρα, αφού καλύπτουν το χάσμα ανάμεσα στον εργαζόμενο, τους διάφορους μελετητές και τον κατασκευαστή.

Επιπροσθέτως εξασφαλίζουν την εξοικονόμηση σημαντικών πόρων σε ό,τι αφορά το τελικό κόστος των έργων και την μεγαλύτερη δυνατή οικονομία υλικών για την προστασία του περιβάλλοντος, ενώ δημιουργούν ταυτόχρονα και την δυνατότητα χρήστης διαχείρισης και παρακολούθησης των έργων καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους. Οι προϋπολογισμοί των έργων θα είναι πλέον πολύ πιο ρεαλιστικοί, με τις αναθέτουσες αρχές να μπορούν πλέον να περιορίσουν την σπατάλη και τις καθυστερήσεις, εξασφαλίζοντας έτσι την δυνατότητα για τη παραγωγή περισσότερων και ποιοτικότερων έργων, ταχύτερα, χωρίς επιπλέον κεφάλαια.

Παράλληλα, ιδιαίτερη σημασία έχει η δυνατότητα που παρέχεται μέσω του BIM για ευέλικτα και περιεκτικά ψηφιακά αρχεία των έργων, όπου θα καταγράφονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, ο χρόνος ζωής τους και οι ανάγκες επεμβάσεων για την διασφάλιση της απαιτούμενης ποιότητας και ασφάλειας.

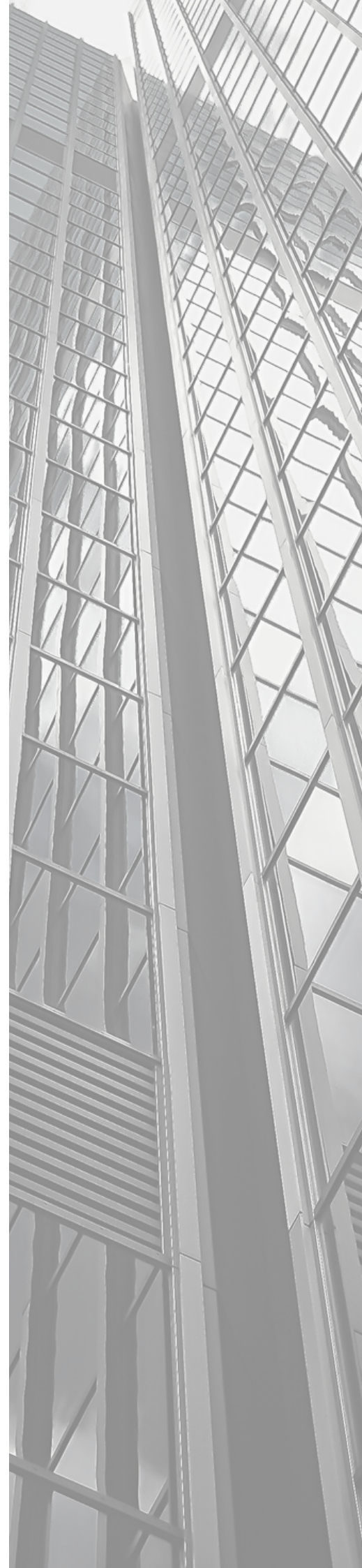
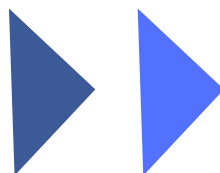


Η δυνατότητα αυτή θα είναι κομβικής σημασίας στην διακηρυγμένη και προσφάτως ψηφισμένη από την κυβέρνησή μας, δέσμευσή μας για τη δημιουργία Μητρώου Υποδομών, όπου θα καταγραφούν και κατηγοριοποιηθούν όλα τα έργα Υποδομής στη χώρα.

Η χώρα θα πρέπει τάχιστα να ετοιμαστεί και να προσαρμοστεί στα νέα τεχνολογικά δεδομένα αφού δεν έχει το περιθώριο να μείνει και πάλι πίσω. Ο ιδιωτικός τομέας πρώτα, οι μελετητές και οι κατασκευαστές, θα πρέπει να επενδύσουν τόσο στην προμήθεια προγραμμάτων BIM όσο και στην επιμόρφωση του ανθρώπινου δυναμικού τους στην χρήση αυτών των νέων τεχνολογιών, καθιστώντας την ως μια ενιαία παγκόσμια πλατφόρμα αναφοράς, επικοινωνίας και συλλογής πληροφοριών για κάθε έργο.

Την ίδια στιγμή, οι Τεχνικές Υπηρεσίες Υπουργείων και Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης θα πρέπει να προετοιμαστούν και εκείνες με την σειρά τους προκειμένου να έχουν την δυνατότητα να επιβλέψουν και να εγκρίνουν τέτοια έργα, αφού ενδέχεται η καταβολή ευρωπαϊκών κονδυλίων να συνδεθεί με το BIM ως εχέγγυο ποιοτικότερων, φιλικότερων προς το περιβάλλον και σημαντικά φθηνότερων έργων. Ήδη σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες, η χρήση προγραμμάτων BIM είναι προαπαιτούμενο για την συμμετοχή σε Δημόσιους Διαγωνισμούς.

Οι προκλήσεις για τον κλάδο των κατασκευών είναι τεράστιες. Η Ελλάδα θα πρέπει σύντομα να συντονιστεί και να γίνει μέρος αυτής της παγκόσμιας ειρηνικής επανάστασης για την ανάπτυξη και την καινοτομίας, διεκδικώντας το μερίδιο που της αναλογεί σε ένα κόσμο που αλλάζει.





### **ΛΕΩΝΙΔΑΣ ΠΑΚΑΣ**

Ο Λεωνίδας Πάκας είναι Αρχιτέκτων Μηχανικός, Α.Π.Θ. (1980) M. Arch U.C. Berkeley (1982), Fulbright Scholar D.E.A. / Πολεοδομία, Paris IV – Sorbonne (1983) Είναι στέλεχος των εταιρειών Ελληνική Τεχνοδομική, ΑΚΤΩΡ, ΤΟΜΗ από το 1995 με απασχόληση στη διεύθυνση ειδικών κτιριακών έργων, κυρίως αναψυχής, τουρισμού και πολιτισμού. Μέλος Δ.Σ. ΤΟΜΗ ΑΒΕΤΕ.



### **ΒΗΣΣΑΡΙΩΝ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ**

Ο Βησσυρίων Παπαδόπουλος είναι Αναπληρωτής Καθηγητής στο Εργαστήριο Στατικής και Αντισεισμικών Ερευνών της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιο Πολυτεχνείου. Η έρευνά του εστιάζει στην περιοχή της Στοχαστικής Υπολογιστικής Μηχανικής. Είναι αντιπρόεδρος της Ελληνικής Εταιρείας Υπολογιστικής Μηχανικής.



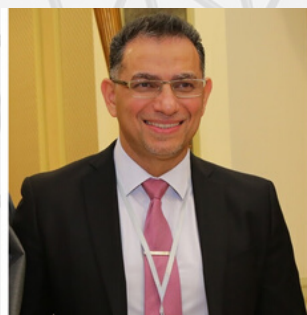
### **ΓΙΩΡΓΟΣ ΡΑΟΥΝΑΣ**

Ο Γιώργος Ραουνάς είναι συνεταιίρος - γενικός διευθυντής στην KPMG Ελλάδος, επικεφαλής του τομέα Επιχειρηματικής Διακυβέρνησης. Διατελεί μέλος του ΔΣ του ομίλου KPMG και Πρόεδρος του Συνδέσμου Εταιρειών Συμβούλων Μάνατζμεντ. Έχει επαγγελματική εμπειρία 36 ετών εκ των οποίων τα 30 στον χώρο παροχής συμβουλευτικών υπηρεσιών.



### **ΝΙΚΟΣ ΜΗΛΗΣ**

Ο Νίκος Μήλης είναι Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός με ειδίκευση στην «Οργάνωση και Διοίκηση Τεχνικών Συστημάτων-Διοίκηση συστημάτων Κατασκευών, Υποδομών και Μεταφορών». Από τον Οκτώβριο του 2019 είναι Πρόεδρος της Αντιπροσωπείας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΕΕ) ενώ στο παρελθόν έχει διετελέσει Αντιπρόεδρος του ΤΕΕ. Παράλληλα διατηρεί κατασκευαστική εταιρία.



### **ISSAM EL-ABSI**

Ο Issam El-Absi είναι Πολιτικός Μηχανικός και ασχολείται με το BIM στην Consolidated Contractors Company (CCC) από το 1997, ενώ επί του παρόντος διαχειρίζεται τρία βασικά κέντρα αριστείας για την παροχή υπηρεσιών BIM. Αναπτύσσει στρατηγικές ελέγχου έργων και σχεδίων εφαρμογής BIM. Διαχειρίζεται και διευθύνει τη CCC BIM Academy καθώς και το μεταπτυχιακό πρόγραμμα The BIM for Infrastructures σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Zigurat.



### **ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΜΗΤΣΗ**

Η Αλεξάνδρα Μήτση είναι έμπειρη risk engineer στην Munich Re όπου εκτελεί εκτιμήσεις σεισμικών κινδύνων για κατασκευές ενώ παρέχει τεχνική υποστήριξη για την ανάπτυξη ασφαλιστικών προϊόντων BIM ως BIM consultant. Είναι Πολιτικός Μηχανικός από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο με MSc από το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας, Irvine. και έχει εργαστεί στο παρελθόν ως product manager για FEA (Finite element analysis) modules και προϊόντα BIM για την SOFiSTiK.

# Εκτιμήσεις σχετικά με το ρόλο της «4ης Βιομηχανικής Επανάστασης» στο χώρο των Κατασκευών και την υιοθέτηση του **BIM** ως πρότυπο για την εκτέλεση των έργων στην Ελλάδα.



## ΛΕΩΝΙΔΑΣ ΠΑΚΑΣ

ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ  
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Στέλεχος των  
εταιρειών  
Ελληνική  
Τεχνοδομική,  
ΑΚΤΩΡ, ΤΟΜΗ

Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση είναι η εκτεταμένη ψηφιοποίηση της βιομηχανίας. Χρησιμοποιούμε τον όρο "Κατασκευή 4.0" για να αναφερθούμε στην ψηφιοποίηση του κατασκευαστικού κλάδου. Αυτή έχει πολλές πτυχές και περιλαμβάνει πολλές προηγμένες διαδικασίες και τεχνολογίες, κεντρικό της όμως στοιχείο είναι το Building Information Modeling (BIM).

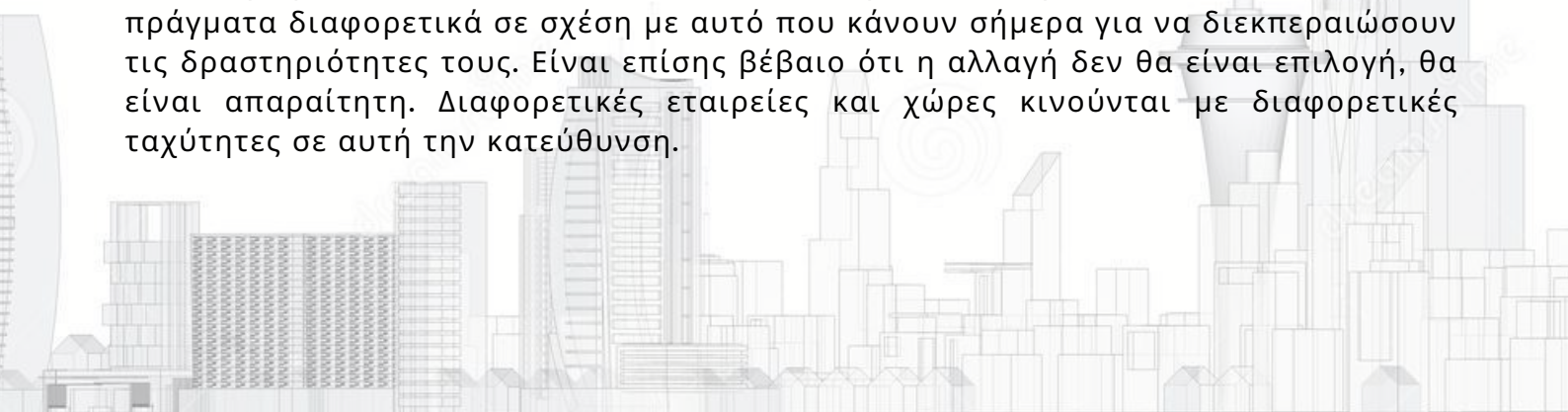
Το BIM αποτέλεσε το επόμενο βήμα ψηφιοποίησης της διαδικασίας σχεδίασης ενός κατασκευαστικού έργου μετά το CAD. Αναφέρεται κυρίως στα κτιριακά έργα αλλά προφανώς αντίστοιχες εφαρμογές αναπτύσσονται και για τους άλλους κλάδους των κατασκευών. Συνίσταται στην δημιουργία ενός πλήρως ψηφιακού μοντέλου του έργου στο οποίο περιλαμβάνονται, για κάθε στοιχείο του, πληροφορίες που μπορούν να περιλαμβάνουν σχεδόν το σύνολο των ιδιοτήτων του. Το μοντέλο αυτό αποτελεί το ψηφιακό δίδυμο του φυσικού Έργου και υπάρχει παράλληλα με αυτό.



Είναι προφανές ότι το μοντέλο αυτό, με το πλήθος των πληροφοριών που πλέον μπορεί να περιέχει, μπορεί να εξυπηρετήσει πολύ περισσότερα ζητήματα που σχετίζονται με το Έργο, πέρα από την διαδικασία του σχεδιασμού του, διασφαλίζοντας καλύτερη ποιότητα καθώς και μείωση των λαθών, των αντιδικιών, των κινδύνων, του κόστους και του χρόνου, για ολόκληρο τον κύκλο της ζωής του Έργου, ανεβάζοντας προφανώς την αξία του.

Ιδιαίτερης σημασίας είναι η δυνατότητα ελέγχου και διαχείρισης του ενεργειακού αποτυπώματός του από την σύλληψή του μέχρι το τέλος της ζωής του. Η υιοθέτηση του BIM θα προκύψει νομοτελειακά λόγω των οικονομικών πλεονεκτημάτων που διασφαλίζει.

Είναι προφανές ότι οι κατασκευαστικές εταιρείες στο μέλλον θα κάνουν πολλά πράγματα διαφορετικά σε σχέση με αυτό που κάνουν σήμερα για να διεκπεραιώσουν τις δραστηριότητές τους. Είναι επίσης βέβαιο ότι η αλλαγή δεν θα είναι επιλογή, θα είναι απαραίτητη. Διαφορετικές εταιρείες και χώρες κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες σε αυτή την κατεύθυνση.





Όπως και οι υπόλοιπες χώρες, η **Ελλάδα θα πρέπει να αντιμετωπίσει εγκαίρως τις θεσμικές και επιχειρηματικές προκλήσεις** που προκύπτουν από τις αλλαγές αυτές. Δεδομένου ότι ο κλάδος των κατασκευών διεθνώς είναι ίσως ο πλέον καθυστερημένος σε σχέση με την προσαρμογή του στις απαιτήσεις της ψηφιοποίησης, η υστέρηση της Ελληνικού κατασκευαστικού κλάδου και του εθνικού θεσμικού πλαισίου σε αυτή την προσαρμογή δεν είναι ακόμα δραματική.

Σε σχέση με την ψηφιοποίηση των κατασκευαστικών εργασιών αυτών καθ' εαυτών, η διείσδυση των νέων τεχνολογιών είναι ακόμα σχετικά μικρή διεθνώς, και οι Ελληνικές εταιρείες δεν θα δυσκολευτούν μάλλον να ακολουθήσουν τις διεθνείς τάσεις, όπως σε γενικές γραμμές έχει γίνει μέχρι σήμερα.

Η κύρια πρόκληση στον τομέα αυτό σχετίζεται με το ανθρώπινο δυναμικό. **Η κατασκευή 4.0 θα έχει αντίκτυπο στις θέσεις εργασίας.** Η παραγωγικότητα αναμένεται να αυξηθεί, αλλά οι ακριβείς συνέπειες για το εργατικό δυναμικό δεν είναι ακόμη γνωστές.

Είναι φυσικό η αυτοματοποίηση να φέρει μείωση των θέσεων, κυρίως στις χειρωνακτικές εργασίες, ενδέχεται όμως να υπάρξει αύξηση της ικανοποίησης των εργαζομένων μέσα από τις διευκολύνσεις που μπορεί να προσφέρουν τα νέα μέσα όπως τα ρομποτικά εργαλεία. Είναι σαφές ότι σε κάθε περίπτωση χρειάζονται νέες δεξιότητες όπου μάλλον υπάρχει σοβαρό έλλειμμα. Στο μέτρο που ο κλάδος ψηφιοποιηθεί γρήγορα, είναι βέβαιο ότι δεν θα έχουμε αρκετούς κατάλληλα ειδικευμένους εργαζόμενους μέσης ηλικίας.

Αντίθετα υπάρχει μια σαφής **ευκαιρία να προσελκυστούν στην κατασκευή οι νέοι**, καθώς οι δεξιότητες που θα απαιτούνται είναι πολύ πιο «φυσικές» για αυτούς που **έχουν μεγαλώσει με συνεχή πρόσβαση σε αυτή την τεχνολογία.** Υπάρχει επίσης η ευκαιρία να προσελκυσθούν περισσότερες γυναίκες στον κατασκευαστικό κλάδο, δεδομένου ότι η εργασία στο εργοτάξιο θα είναι μάλλον λιγότερο απαιτητική σωματικά. Ο ρυθμός των αλλαγών θα είναι δυνητικά πολύ γρήγορος, αλλά η έλλειψη δεξιοτήτων θα μπορούσε να δημιουργήσει εμπόδια στην επίτευξη βραχυπρόθεσμης αύξησης της παραγωγικότητας. Είναι προφανές ότι ο τομέας της παιδείας είναι κρίσιμος και μάλλον αυτός που χρειάζεται την μεγαλύτερη προσοχή δεδομένου ότι φαίνεται να παρουσιάζει τα μεγαλύτερα ελλείματα.

Θα απαιτηθούν **νέα πρότυπα (standards)**, αλλά είναι δύσκολο να αποφασιστεί σε ποιους τομείς θα πρέπει να δοθεί προτεραιότητα και το πιθανότερο είναι ότι σε κάποιους τομείς τα πρότυπα θα χρειαστούν ταχύτερα από ό, τι μπορούν να αναπτυχθούν. **Η Ελλάδα στον τομέα αυτό θα ακολουθήσει τις σχετικές πρωτοβουλίες της ΕΕ.** Ένας τομέας που φαίνεται να χρειάζεται επείγουσα προσοχή είναι η προστασία των συστημάτων και των δεδομένων από επιθέσεις στον κυβερνοχώρο.

Η άμεση και συνεχής σύνδεση όλων των εμπλεκομένων (προσωπικού και μηχανημάτων) στην διαδικασία παραγωγής αλλά και χρήσης του τεχνικού έργου είναι η απαραίτητη προϋπόθεση λειτουργίας της κατασκευής 4.0.

Επιπλέον η δημιουργία ενός μοντέλου BIM αποτελεί αναπόφευκτα το **αποτέλεσμα της συνδυασμένης εργασίας ενός πλήθους συντελεστών**, ακριβώς όπως συμβαίνει και για την κατασκευή του φυσικού έργου. Η συνεργασία αυτή εξαρτάται από την υποδομή πληροφορικής και τη δυνατότητα να μοιράζονται τεράστια ποσά δεδομένων. Οι εταιρείες χρειάζονται επαρκή ικανότητα πληροφορικής. Αυτό θα αποτελέσει πρόκληση για πολλές εταιρείες, αλλά κυρίως για μικρότερες επιχειρήσεις.

Η διασφάλιση του ότι τα συστήματα που θα εγκατασταθούν σήμερα, και τα δεδομένα που θα παράγουν, θα είναι συμβατά με αυτά που θα αναπτύσσονται στο μέλλον αποτελεί σημαντική πρόκληση. Είναι προφανές ότι η επάρκεια των τηλεπικοινωνιακών υποδομών της χώρας είναι κρίσιμη.

Ο κατασκευαστικός κλάδος διεθνώς αποτελείται κυρίως από ΜΜΕ. Οι μεγαλύτερες εταιρείες έχουν πολλούς υπεργολάβους και η αλυσίδα περιλαμβάνει μεγαλύτερες και μικρότερες επιχειρήσεις και τεχνίτες. Στην Ελλάδα το μέσο μέγεθος είναι μάλλον ακόμη μικρότερο.

Το **BIM είναι ένα αναπτυσσόμενο σύστημα-εργαλείο, το οποίο κάθε επιχείρηση του κλάδου** μπορεί να υιοθετήσει, βήμα προς βήμα, με την ταχύτητα που είναι η πλέον κατάλληλη για τη δραστηριότητα, το μέγεθός και τις ικανότητές της, χωρίς να απαιτεί δυσβάσταχτες επενδύσεις. Με τη δυνατότητα που δίνει το BIM για απόλυτο συντονισμό όλων των συντελεστών που συμμετέχουν στην κατασκευή, εξυπηρετείται το υφιστάμενο μοντέλο και ατονούν τα οφέλη της καθετοποίησης.

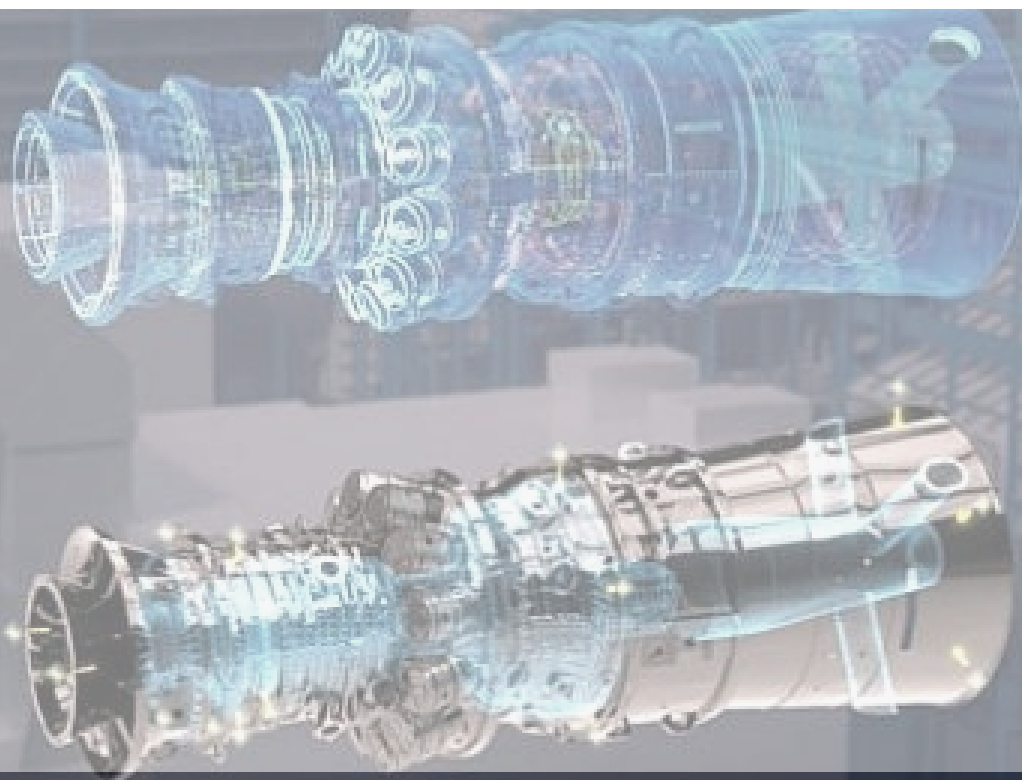
Παρ' όλα αυτά, δεδομένου ότι στην Ελλάδα δεν υπάρχει μεγάλη παραγωγή σημαντικών και απαιτητικών οικοδομικών έργων, **η ψηφιοποίηση των κατασκευών είναι σχεδόν αναπόφευκτο να ξεκινήσει από τα πιο σύνθετα έργα** που συνήθως εκτελούνται από τις μεγαλύτερες κατασκευαστικές επιχειρήσεις.

# Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ Ψηφιακών Μοντέλων Πληροφοριών ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

**Βησσαρίων Παπαδόπουλος**  
**Αν. Καθηγητής ΕΜΠ**  
**Τομέας Δομοστατικής**

Στις μέρες μας είναι αλματώδης η ανάπτυξη προηγμένων τεχνολογιών προσομοίωσης μέσω των οποίων είναι εφικτή η ακριβής πρόβλεψη της συμπεριφοράς κατασκευών και κατασκευαστικών συστημάτων και ο σχεδιασμός καινοτόμων προϊόντων.

Οι σύγχρονες και ολοένα διογκούμενες υπολογιστικές δυνατότητες σε συνδυασμό με τα σύγχρονα εργαλεία αριθμητικής ανάλυσης και επεξεργασίας μεγάλης κλίμακας δεδομένων, όπως αυτό της τεχνητής νοημοσύνης, έχουν οδηγήσει στη δυνατότητα παραγωγής ψηφιακών ομοιότυπων (**digital twins**) για προϊόντα μιας ευρείας γκάμας βιομηχανιών, συμπεριλαμβανομένων της αυτοκινητοβιομηχανίας, αεροναυπηγικής και των κατασκευών μεγάλης κλίμακας.



Τα ψηφιακά ομοιότυπα αποτελούν τεχνολογία αιχμής για την παρακολούθηση, διάγνωση και πρόγνωση της συμπεριφοράς ενός προϊόντος και στοιχειοθετούν έναν ευέλικτο τρόπο για τη βελτίωση και τη μείωση του κόστους για θέματα χρήσης, σχεδιασμού και ελέγχου προϊόντων και διαδικασιών. Με τη χρήση ψηφιακών ομοιότυπων γίνεται εφικτή η ταυτόχρονη μείωση κόστους συντήρησης και η αύξηση ποιότητας των προϊόντων.

Η ιδέα των ψηφιακών ομοιότυπων δεν είναι καινούργια καθώς ψηφιακά μοντέλα προϊόντων είναι δυνατόν να δημιουργηθούν με τη χρήση συμβατικών εργαλείων σχεδιασμού και ανάλυσης της συμπεριφοράς των κατασκευών (CAD, CAE και CAM αντίστοιχα). Η διαφορά όμως με έγκειται στη χρήση δεδομένων από τη λειτουργία του ίδιου του προϊόντος, τη μετάδοσή τους πίσω στο ψηφιακό μοντέλο και την εκ νέου αποτίμηση της συμπεριφοράς του. Αυτή η αποτίμηση αποτελεί σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα καθώς αντί να γίνονται αλλαγές και πειραματισμοί στα φυσικά προϊόντα και τις διαδικασίες που τα αφορούν, χρησιμοποιείται το ψηφιακό ομοιότυπο, δίνοντας τη δυνατότητα μελέτης σεναρίων χωρίς παρεμβάσεις.

Τα πλεονεκτήματα ένταξης των ψηφιακών ομοιοτύπων στη βιομηχανία είναι πολύ σημαντικά. Εκτός της σημαντικής μείωσης των πειραμάτων και της σημαντικής οικονομίας χρόνου και πόρων που χρειάζονται για την πραγματοποίηση και την αποτίμησή τους, καθίσταται εφικτή η πρόβλεψη της διάρκειας ζωής ενός προϊόντος όταν αυτό υποβάλλεται σε ένα ή περισσότερα σενάρια χρήσης καθώς και η πρόβλεψη του είδους και της χρονικότητας της φθοράς των τεμαχίων που το απαρτίζουν. Έτσι, μπορούν να προγραμματιστούν διαδικασίες συντήρησης για την πρόληψη αλλά και την πρόβλεψη βλαβών καθώς και η παραγωγή και διάθεση των απαιτούμενων ανταλλακτικών για τη συντήρηση αυτή. Τέλος, έχοντας όλα αυτά τα δεδομένα διαθέσιμα, γίνεται εφικτή η αποτίμηση της επίδοσης του σχεδιασμού ενός προϊόντος καθώς και τα σημεία τα οποία επιδέχονται βελτίωση.

Το παραπάνω πλαίσιο εξειδικεύεται στο χώρο των σύγχρονων κατασκευών έργων υποδομής με το περιβάλλον BIM (Building information model). Το BIM αποτελεί ήδη ένα σημαντικό εργαλείο για τους επαγγελματίες που δραστηριοποιούνται στον χώρο των μελετών, της αρχιτεκτονικής και των κατασκευών το οποίο, σύμφωνα με τα Διεθνή Επιτροπή Προτύπων (NBIMS) ορίζεται ως «μια ολοκληρωμένη ψηφιακή αναπαράσταση των φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών μιας υποδομής». Ένα μοντέλο BIM αποτελεί μια πηγή πληροφοριών για ένα κτίριο – υποδομή, δημιουργώντας έτσι μια αξιόπιστη βάση για λήψη βελτιωμένων αποφάσεων σε όλο τον κύκλο ζωής του έργου, από τα πιο πρώιμα στάδια της σχεδιαστικής σύλληψης του έως την κατεδάφιση».





Είναι πλέον κοινά αποδεκτό ότι το BIM αποτελεί ένα αξιόπιστο όχημα για την ανταλλαγή δεδομένων στον τομέα των κατασκευών. Μπορεί να εξυπηρετεί διαφορετικούς σκοπούς, ανάλογα με τη φάση ενός έργου (σχεδιασμός, προγραμματισμός, εκτέλεση κλπ.) και εφόσον ενημερωθεί σωστά, μπορεί να συγκεντρώνει όλο και περισσότερα δεδομένα από στάδιο σε στάδιο. Για τη διεύρυνση και πληρέστερη εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του BIM και ανάλογων ψηφιακών εργαλείων είναι σημαντικό να καταλάβουμε ότι η υιοθέτηση της ψηφιακής τεχνολογίας και επεξεργασίας στο χώρο της βιομηχανίας και των κατασκευών είναι το κλειδί ώστε οι διαφορετικές εμπλεκόμενες ομάδες και ειδικότητες να αποκαταστήσουν ένα κοινό λεξιλόγιο και να είναι σε θέση να συμβάλλουν στην ψηφιακό ομοίωμα με συνεπή και αξιόπιστο τρόπο.

Στο παραπάνω πλαίσιο, οι εμπλεκόμενοι φορείς τόσο σε εθνικό όσο και διεθνές επίπεδο καλούνται να προσαρμοστούν και να εναρμονίζουν τις τρέχουσες πρακτικές τους στα νέα δεδομένα θεσπίζοντας και νομοθετώντας διαδικασίες που θα επιτρέπουν την ομαλή και αξιόπιστη ροή της πληροφορίας σε όλα τα στάδια κατασκευής-προϊόντος, από τη σύλληψή μέχρι και την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής του.

Παράλληλα, η πολιτεία οφείλει να επενδύσει στην ανάπτυξη αντίστοιχου θεσμικού πλαισίου ώστε οι διαδικασίες αυτές να αφορούν στο σύνολο των δραστηριοτήτων (εκδημοκρατισμός) και όχι μόνο σε πιλοτικά “μεγάλης κλίμακας” έργα. Τέλος η παράλληλη επένδυση, τόσο δημόσια όσο και ιδιωτική, στην ανάπτυξη νέων καινοτόμων τεχνολογιών μέσω δράσεων έρευνας και ανάπτυξης, είναι κατά τη γνώμη μου προϋπόθεση ώστε η χώρα να παρακολουθεί τις εξελίξεις σε ένα ολοένα και ανταγωνιστικότερο διεθνές οικονομικό περιβάλλον.

# ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ - ΜΙΑ ΕΥΚΑΙΡΙΑ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ



## ΓΙΩΡΓΟΣ ΡΑΟΥΝΑΣ

Γενικός Διευθυντής, Επικεφαλής Τομέα Επιχειρηματικής Διακυβέρνησης KPMG στην Ελλάδα

Οι επενδύσεις, στον κλάδο των κατασκευών για R&D σε παγκόσμιο επίπεδο, ανέρχονται στο 1% του ετησίου τζίρου του κλάδου, όταν άλλοι βιομηχανικοί κλάδοι όπως η αυτοκινητοβιομηχανία κινούνται στο 4%. Συνέπεια αυτού είναι η σημαντική καθυστέρηση στον ψηφιακό μετασχηματισμό του κλάδου και ειδικότερα των παραγωγικών διαδικασιών στον χώρο των κατασκευών.

Στην ετήσια έκθεση της KPMG, *Global Construction Survey* για το 2019, στην οποία αποτυπώνονται -από το 2005- οι παγκόσμιες τάσεις στον κλάδο, με δείγμα μεταξύ εταιρειών με τζίρο άνω του 1δισ δολαρίων, καθιερώνεται για πρώτη φορά ο «Future Ready Index», με σκοπό την αποτύπωση της ωριμότητας κάθε οργανισμού και του κλάδου συνολικά σχετικά με τις αλλαγές στο νέο τεχνολογικό περιβάλλον και τον ψηφιακό μετασχηματισμό. Ο δείκτης αναφέρεται σε τρεις βασικές κατηγορίες αλλαγών: Διακυβέρνηση και Έλεγχοι, Τεχνολογία και Καινοτομία καθώς και Ανθρώπινο Κεφάλαιο, οι οποίες θα επηρεαστούν άμεσα από τις τεχνολογικές εξελίξεις και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Τα θέματα Διακυβέρνησης και Ελέγχων, σχετίζονται μεταξύ άλλων με τις προσαρμογές στους χρόνους παράδοσης των έργων, στην τήρηση των προϋπολογισμών, και στις αξιόπιστες διαδικασίες ελέγχου κατά την εκτέλεση και χρήση ενός κατασκευαστικού έργου. Είναι προφανές ότι η εφαρμογή λύσεων ψηφιακού μετασχηματισμού θα αλλάξει πρακτικές και συμπεριφορές και θα επιδράσει θετικά στην αξιοπιστία παράδοσης των έργων αλλά και στη μείωση του κόστους. Αποτελεί από μόνο του ένα ολόκληρο θέμα, με άμεσες επιδράσεις στη βιωσιμότητα των επιχειρήσεων, στο εθνικό εισόδημα και στην απασχόληση.

Το Ανθρώπινο Κεφάλαιο, αποτελεί θέμα που επίσης αξίζει οργανωμένης και διεξοδικής μελέτης, δεδομένου ότι οι κατασκευές είναι παραγωγικός κλάδος με ιδιαίτερα ισχυρή εξάρτηση από επιστήμονες και τεχνικούς, οι οποίοι δουλεύουν σε ένα γεωγραφικά καταναμημένο περιβάλλον και πρέπει να εκπαιδευτούν στη χρήση νέων συστημάτων.



# ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ - ΜΙΑ ΕΥΚΑΙΡΙΑ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ



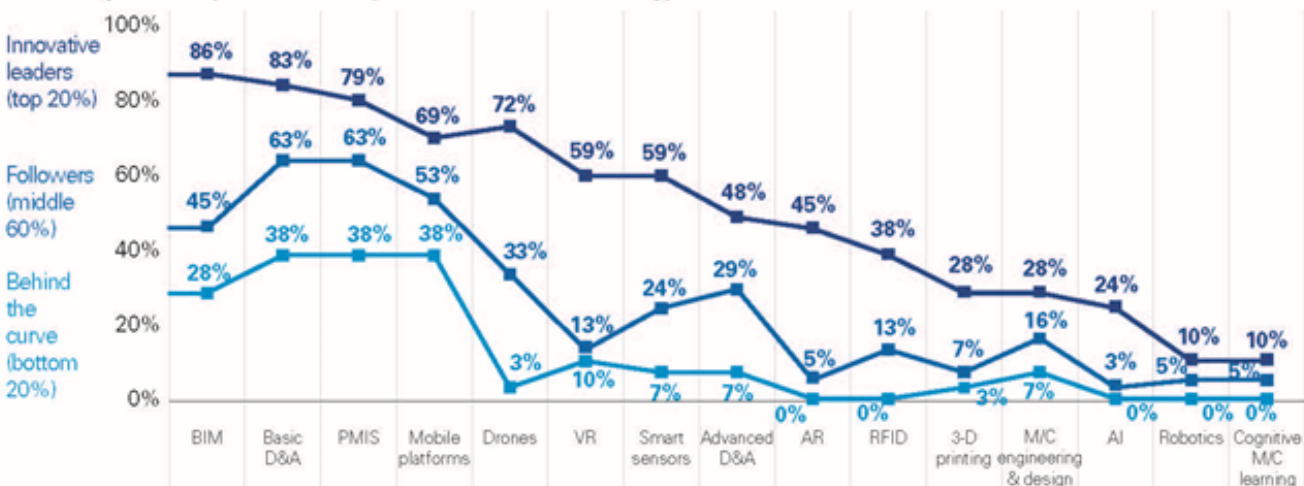
Ανθρώπινο κεφάλαιο που λειτουργεί σε περιβάλλον εργοταξίου, απαιτείται να αντιλαμβάνεται καινοτομίες σε υλικά και εφαρμογές κατασκευαστικών λύσεων, καθώς και να συνεργάζεται, εκπαιδευοντας πολλές φορές επιτόπου, το ευρύτερο περιβάλλον υπεργολάβων και προμηθευτών, που έχει διαφορετική τεχνολογική ωριμότητα και δεξιότητες.

Στα θέματα Τεχνολογίας και Καινοτομίας, η έρευνα εστιάζει στην ενσωμάτωση τεχνολογικών εξελίξεων στην παραγωγική διαδικασία.

Σύμφωνα με σχετική έρευνα, το ποσοστό των εταιρειών που έχουν υιοθετήσει τεχνολογίες «Building Information Modeling» (BIM) ανέρχεται σε 86% στις εταιρείες-«ηγέτες», 45% στη μέση κατηγορία, και 20% στις εταιρείες-«ουραγούς» καινοτομίας. Ενδιαφέρον έχει ότι σε πιο ώριμες τεχνολογίες (π.χ. Project Management Information Systems - PMIS) οι διαφορές είναι πολύ μικρότερες με αντίστοιχα ποσοστά 79%, 63% και 38%, ενώ για τις αναδυόμενες τεχνολογίες (π.χ. 3-D printers) οι διαφορές μεταξύ οδηγών και ουραγών καινοτομίας είναι πολύ μεγάλες (28%, 7% και μόλις 3%).

**Figure 4: Innovative leaders are ahead in implementing technology**

Percentage of companies that implemented each technology



n=155

Source: Future-Ready Index: Leaders and followers in the engineering & construction industry

Τα συστήματα BIM προβάλλουν ως το βασικό εργαλείο ψηφιακού μετασχηματισμού, καθώς διαρκώς εξελίσσονται, αλληλοεπιδρώντας με τα υπόλοιπα συστήματα, ενώ φαίνεται να αποτελούν και τον βασικό πυλώνα διαλειτουργικότητας μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων και κυρίως των εμπλεκόμενων φορέων στην εκτέλεση, λειτουργία και συντήρηση ενός κατασκευαστικού έργου. Αυτός είναι και ο λόγος της διαρκούς εξέλιξής τους με προσθήκες στην 3-D βασική τους πλατφόρμα.

Σύμφωνα με τα στοιχεία ερευνών της KPMG, οι ανωτέρω εφαρμογές μπορούν να οδηγήσουν στην έγκαιρη υλοποίηση έργων και με σημαντική μείωση του κόστους κατασκευής (της τάξης του 3-5% του προϋπολογισμού) σε μια αγορά δεκάδων τρις ευρώ, όταν σήμερα, σε παγκόσμιο επίπεδο ελάχιστα έργα ολοκληρώνονται στην ώρα τους, χωρίς να ξεπεράσουν τους αρχικούς προϋπολογισμούς. Η μείωση δαπάνης επιτυγχάνεται χωρίς να υπολογίζονται οι δευτερογενείς μειώσεις κόστους που προκύπτουν από τις εξελίξεις στα υλικά κατασκευών.



Είναι πλέον σαφές ότι δεδομένης της ύπαρξης τεχνολογικών λύσεων, είναι καθοριστική η σημασία των δυο άλλων προαναφερθέντων παραγόντων για την προετοιμασία των κατασκευαστικών επιχειρήσεων στη νέα εποχή.

Στην Ελλάδα, μετά τη 10ετή οδυνηρή για τον κλάδο κρίση, το επερχόμενο κύμα μετασχηματισμών λόγω της τεχνολογίας συνιστά μοναδική ευκαιρία ανάπτυξης και δεν πρέπει να χαθεί. Η Ελλάδα διαθέτει ικανούς μηχανικούς, επιστήμονες σχετικών ειδικοτήτων (π.χ. γεωλόγοι), πολλούς και καλούς τεχνίτες κατασκευών και ανταγωνιστικό διεθνώς επίπεδο τεχνογνωσίας που αποκτήθηκε κατά την υλοποίηση των σημαντικών μεγάλων έργων ειδικά μετά το 2000. Επίσης διαθέτει μοναδική τεχνογνωσία σε θέματα διαχείρισης κρίσιμων καταστάσεων.

Ομοίως στον χώρο της πληροφορικής, υπάρχει διαθέσιμο δυναμικό και τεχνογνωσία, αφού σήμερα αναπτύσσονται, από ελληνικές εταιρείες, εφαρμογές συστημάτων BIM οι οποίες αξιοποιούνται από διεθνείς εταιρείες κατασκευών. Επιπλέον υφίστανται σημαντικά αντικείμενα ανάπτυξης λόγω του ψηφιακού μετασχηματισμού όπως -μεταξύ άλλων- η συντήρηση και λειτουργία εγκαταστάσεων και υποδομών και το **facility management**, στα οποία δεν υπάρχει σήμερα οργανωμένη δραστηριότητα.

Συνεπώς οι άνθρωποι και η τεχνογνωσία υπάρχουν στην Ελλάδα. Η ενσωμάτωση τεχνολογιών στις κατασκευές είναι προφανές ότι θα προκαλέσει πολύπλευρη ανάπτυξη και εξορθολογισμό στο τεχνικό παραγωγικό περιβάλλον της χώρας. Πολύ μεγάλο οικοσύστημα από κατασκευαστικές εταιρείες, υπεργολάβους, μελετητικά γραφεία, εταιρείες παραγωγής υλικών, εταιρείες λύσεων πληροφορικής, μπορεί να δραστηριοποιηθεί ανταγωνιστικά και με εξωστρέφεια. Για να μην χαθεί αυτή η ευκαιρία πρέπει να αντιμετωπιστούν τα σημαντικά εμπόδια και απειλές. Αυτά έχουν να κάνουν κυρίως με θεματα μεταρρυθμίσεων, συντεχνιακής αντίληψης, επενδύσεων αλλά και ανεπάρκεια τηλεπικοινωνιακών υποδομών.

Στο επίπεδο των μεταρρυθμίσεων απαιτείται κοινή θέληση από όλους για άμεσες αλλαγές, αποφυγή συντεχνιακού κλίματος και προγραμματισμό στην αξιοποίηση πόρων. Βασικοί τομείς είναι: θεσμικό πλαίσιο αναθέσεων έργων στον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα, οργάνωση μητρώων εργοληπτικών και μελετητικών πτυχίων με στόχο τη δημιουργία βιώσιμων εταιρικών σχημάτων, ολοκληρωμένος πολυετής σχεδιασμός και παρακολούθηση ΠΔΕ, διαμόρφωση χρηματοδοτικών μέσων για την υποστήριξη έργων λειτουργίας και συντήρησης υποδομών, προώθηση έργων τύπου ΣΔΙΤ, αλλαγές στη διαχείριση οικιστικών συγκροτημάτων και κατοικιών, στοχευμένη δια βίου κατάρτιση τεχνικών και επιστημόνων.

Μόνο έτσι θα ευνοηθεί η δημιουργία οικοσυστήματος εταιρικών σχημάτων, τα οποία θα έχουν δυνατότητες επενδύσεων, συνεργασίας, εξωστρέφειας, ενσωμάτωσης νέων τεχνολογικών λύσεων, προσφοράς ευκαιριών και απασχόλησης εξειδικευμένου ανθρώπινου δυναμικού.



## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ Διαχείρισης Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα

Νίκος Μήλης - Πρόεδρος Αντιπροσωπείας ΤΕΕ



Η αποδοτική χρήση των ενεργειακών πόρων, μέσω της διαχείρισης ενέργειας, αποτελεί αναγκαία συνθήκη για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Για το λόγο αυτό άλλωστε, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει προδιαγράψει και υιοθετήσει φιλόδοξους ενεργειακούς στόχους, μέσω σχετικών Οδηγιών και Κανονισμών που τα Κράτη Μέλη της θα πρέπει να υιοθετήσουν. Η Ελλάδα έχει ήδη προχωρήσει στην ενσωμάτωση αρκετών στο εθνικό της δίκαιο.

Σήμερα, ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Η κατανάλωση αυτή διακρίνεται είτε σε ηλεκτρική, είτε σε θερμική ενέργεια (κυρίως πετρέλαιο και φυσικό αέριο) και ευθύνεται για την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με εκπομπές CO<sub>2</sub>.

Το θεσμικό πλαίσιο και οι φιλόδοξοι στόχοι για εξοικονόμηση ενέργειας υπάρχουν. Παράλληλα, συνεχώς διατυπώνεται η ανάγκη επίτευξης πραγματικής εξοικονόμησης ενέργειας στην τελική χρήση στον κτιριακό τομέα, καθώς μπορεί να συμβάλει στον εξορθολογισμό του λειτουργικού κόστους (ιδιαίτερα στους μεγάλους καταναλωτές του τριτογενούς τομέα). Γιατί όμως δεν μπορούν να προχωρήσουν στο βαθμό που επιθυμούμε οι σχετικές δράσεις;

Οι Μηχανικοί που δραστηριοποιούνται στον χώρο χρειάζονται σύγχρονα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (ΣΥΑ), που να επιτρέπουν τη διαφάνεια και την αυτοματοποίηση των διαδικασιών, μέσα από έξυπνες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), έτσι ώστε να τους υποβοηθούν στην προσπάθειά τους για ενεργειακή διαχείριση.

Η σύγκλιση των ΤΠΕ και της ενέργειας είναι το «κλειδί» για την ανάπτυξη ολοκληρωμένων ΣΥΑ ενεργειακής διαχείρισης.



## ΣΥΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η εξέλιξη των ΣΥΑ διαχείρισης ενέργειας επηρεάζεται σημαντικά από τις σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις της 4ης βιομηχανικής επανάστασης. Λιγότερο περίπλοκα συστήματα έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν, λειτουργώντας κυρίως ως συστήματα ελέγχου, ενώ ο βαθμός εξάρτησης από τον ανθρώπινο παράγοντα ήταν πολύ υψηλός. Τα τελευταία χρόνια, με την εξέλιξη των ΤΠΕ, ευφυή μοντέλα έχουν αναπτυχθεί για την ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων, στοχεύοντας στη διατήρηση των συνθηκών άνεσης και στην ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας. Η γενική τους φιλοσοφία βασίζεται στις αρχές των συστημάτων “Building Energy Management Systems (BEMS)”, τα οποία εντάσσονται στην ευρύτερη λογική των ευφυών μοντέλων BIM.

Τα ΣΥΑ είναι ένα επίπεδο πάνω από τα “BEMS”, καθώς στόχο έχουν να αξιοποιήσουν τα δεδομένα από τους αισθητήρες, τους καταγραφείς και τους ενεργοποιητές των επιμέρους συστημάτων για να κατευθύνουν τον ενεργειακό διαχειριστή στην ανάπτυξη βραχυπρόθεσμων σχεδίων δράσης.

Αυτό προσδίδει και την ευφυΐα στα συστήματα αυτά, από τη στιγμή που δίνουν τη δυνατότητα στον διαχειριστή να αξιοποιήσει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και να εξισορροπήσουν αναλόγως τις συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος εξασφαλίζοντας αδιαλείπτως θερμική άνεση και εξοικονόμηση ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, η καινοτομία τους έγκειται στη δυνατότητα τους να:

- Συλλέγουν πολυδιάστατα δεδομένα, όπως καιρικών συνθηκών, ενεργειακών προφίλ των υπό εξέταση κτιρίων (από τα “BEMS”), τιμών ενέργειας, δεδομένων παραγωγής ενέργειας (από ανανεώσιμες), ακόμα και



δεδομένων από μέσα κοινωνική δικτύωσης

- Οργανώνουν τα δεδομένα αυτά μέσω της χρήσης σημασιολογικών τεχνολογιών (“semantic technologies”) για να δημιουργούν τάσεις, πρότυπα κλπ.
- Ενσωματώνουν ευφυείς κανόνες για να προτείνουν σχέδια ενεργειακής βελτιστοποίησης.

## ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΡΟΚΛΗΣΗ



Η ενέργεια που καταναλώνεται εξαρτάται από πλήθος παραγόντων, όπως η συμπεριφορά των χρηστών, η ενεργειακή απόδοση πολύπλοκων συστημάτων και οι καιρικές συνθήκες. Η ακριβής εκτίμηση λοιπόν της «πραγματικής εξοικονόμησης ενέργειας», που τελικά εγγυάται μία Εταιρεία Ενεργειακών Υπηρεσιών (ΕΕΥ), μέσω των Σύμβασης Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΕΑ) είναι μία ιδιαίτερα πολύπλοκη διαδικασία.

Συμπεριλαμβάνει την ενσωμάτωση δεδομένων από πλήθος πηγών για την καλύτερη αποτίμηση των πραγματικών συνθηκών λειτουργίας του κτιρίου.

Προς αυτή την κατεύθυνση, η μελλοντική πρόκληση είναι η σύγκλιση των πραγματικών συνθηκών με τα αποτελέσματα πρόβλεψης.

Τα συστήματα αυτά θα πρέπει, αξιοποιώντας τις σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις της 4ης βιομηχανικής επανάστασης να αισθάνονται (“sense”), να κατανοούν (“understand”) και να δρουν (“act”) σε πραγματικό χρόνο, ώστε να αλληλεπιδρούν με άλλα συστήματα, κτίρια και χρήστες, με στόχο τη βελτιστοποίηση της χρήσης της ενέργειας και την απόκτηση γνώσης της φύσης και των τάσεων των διακυμάνσεων από τις προβλέψεις της ενεργειακής απόδοσης).



**ISSAM EL-ABSI**  
ΓΕΝΙΚΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΤΩΝ  
BIM CENTERS ΤΗΣ CCC  
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ BIM ACADEMY

## ΟΙ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΣΤΟ ΚΑΤΩΦΛΙ ΤΗΣ 4ΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗΣ

### ΤΟ BIM ΚΙΝΗΤΗΡΙΟΣ ΔΥΝΑΜΗ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ

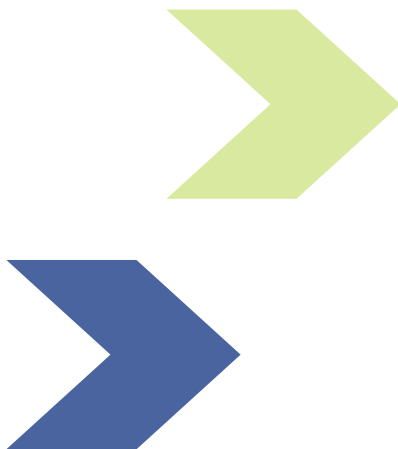
Η τεχνολογία BIM (μοντέλο δομικών πληροφοριών) θεωρείται το πρώτο μεγάλο βήμα προς την ψηφιοποίηση των υποδομών και θεμελιώδης βάση για την εξέλιξη των έξυπνων πόλεων και της Βιομηχανίας 4.0. Οι υποδομές αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο κομμάτι της εθνικής κληρονομιάς στις σύγχρονες κοινωνίες και οι ειδικοί του χώρου της τεχνολογίας προωθούν την τεχνολογία BIM ως την **σύγχρονη μέθοδο υλοποίησης κατασκευαστικών έργων**. Η πλειοψηφία των μεγάλων έργων (mega projects) παγκοσμίως είναι έργα υποδομών γεγονός που καταδεικνύει τη σημαντικότητα εξέλιξης και συνεχούς βελτίωσης του κλάδου.

Οι εμπλεκόμενοι στον κλάδο AEC (Αρχιτεκτονική, Μηχανική, Κατασκευές) προσδίδουν μεγάλη αξία στην εξέλιξη και βελτίωση αυτή των έργων αυτών, καθώς λόγω διαφόρων κρίσιμων παραγόντων αλλά και της αλληλεπίδρασής τους με άλλα έργα επιρεάζουν άμεσα τη καθημερινότητα των πόλεων και των κατοίκων τους με συνέπειες στην ανάπτυξη αλλά και την άνεση της κοινωνίας, δεδομένου ότι επιδρούν δραστικά στην κινητικότητα των ανθρώπων αλλά και στην τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη.

Ενδεχόμενες καθυστερήσεις και προβλήματα κατά τη φάση κατασκευής μπορεί να παρατείνουν την αναστάτωση στην καθημερινότητα των κατοίκων επιφέροντας αρνητικά αποτελέσματα στην οικονομία της τοπικής κοινωνίας. Για τον λόγο αυτό καθίσταται επιτακτική και επιβεβλημένη η εξεύρεση νέων καινοτόμων εργαλείων τα οποία θα διασφαλίζουν την υψηλή ποιότητα των κατασκευών, εργαλείων ελέγχου κατά την φάση κατασκευής τα οποία θα εντοπίζουν ενδεχόμενες καθυστερήσεις και θα προτείνουν νέες μεθόδους κατασκευής καθώς και εργαλείων τα οποία θα διευκολύνουν την επιτυχή ολοκλήρωση των έργων υποδομής σε όλες τις φάσεις, από τον σχεδιασμό και την κατασκευή μέχρι την διαχείριση των ολοκληρωμένων εγκαταστάσεων. **Ο σύνθετος χαρακτήρας των έργων υποδομής λοιπόν, αντιλαμβανόμαστε ότι επιβάλλει την αξιοποίηση της τεχνολογίας BIM** ώστε να υλοποιηθεί και να προωθηθεί η ψηφιοποίησή τους

# ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ

Τα τελευταία δύο χρόνια έχει αυξηθεί σημαντικά η χρήση της τεχνολογίας BIM σε έργα υποδομών στον τομέα των μεταφορών. Το 2015 το 22% των μηχανικών και αναδόχων έκανε χρήση του BIM για το 50% των έργων που είχαν αναλάβει στον τομέα αυτό ενώ το 2017 ο αριθμός αυτός έφτασε στο 55% και σύμφωνα με τις τάσεις της αγοράς αναμένεται να αγγίξει τα επόμενα χρόνια το 70%.

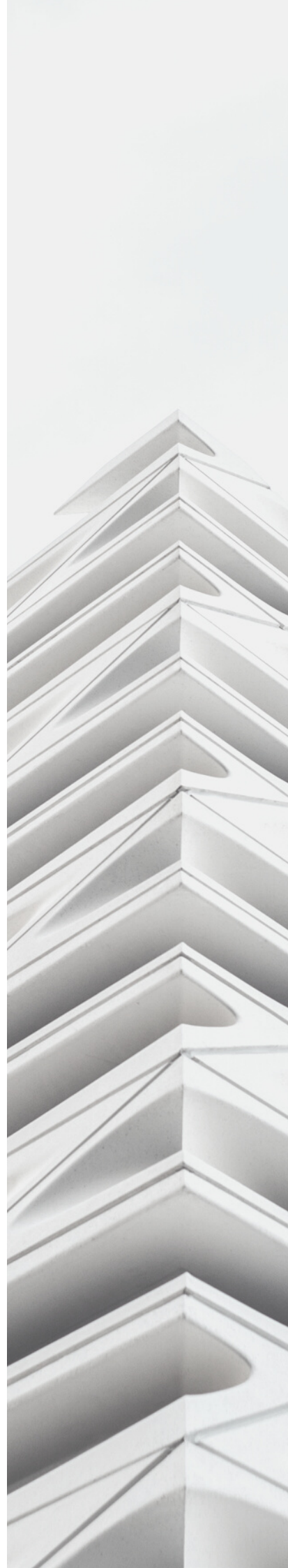


Η τάση αυτή στην αγορά καταδεικνύει ότι η χρήση του BIM θα συνεχίσει να αυξάνεται σε παρόμοια έργα και κατ' αυτόν τον τρόπο θα επιβληθεί στον κλάδο AEC.

Ως επακόλουθο αυτής της τάσης οι εταιρίες και οι οργανισμοί θα αναγκαστούν να προβούν σε πολλές επενδύσεις για να αναπτύξουν οι ίδιες (in house) δυνατότητες και ικανότητες BIM και ψηφιακού μετασχηματισμού. Οι κορυφαίες επενδύσεις σήμερα αλλά και για τα επόμενα πέντε χρόνια θα αφορούν εκπαίδευση και κατάρτιση στους τομείς BIM και ψηφιοποίησης με στόχο τη δημιουργία μηχανικών, πόρων και εμπλεκόμενων παραγόντων που θα είναι σε θέση να κατανοούν τις διάφορες ψηφιακές ροές εργασίας, διεργασίες και περιπτώσεις χρήσης και θα μπορούν να εφαρμόζουν αποτελεσματικά και αποδοτικά αυτές τις νέες τεχνολογίες για να επιτυγχάνεται τελικώς δημιουργία πρόσθετης αξίας και Απόδοση Επενδύσεων (ROI).

Η επόμενη τάση στις επενδύσεις θα αφορά την πληροφορική (IT) και το λογισμικό (software) με στόχο να αναπτυχθούν δομημένες λύσεις οι οποίες θα είναι σε θέση να εξυπηρετήσουν την συνεργασία μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών BIM/ψηφιακών ροών εργασίας και διαδικασιών στη νέα αυτή εποχή.

Ήδη οι περισσότεροι ιδιοκτήτες, μελετητές και ανάδοχοι γνωρίζουν τα πραγματικά οφέλη που προκύπτουν από την χρήση της BIM και της ψηφιοποίησης και συνεπώς αναμένεται επιτάχυνση της υλοποίησης και εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών στην αγορά. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία δυνητικών στρατηγικών πλεονεκτημάτων όπως βελτίωση της παραγωγικότητας, του κόστους, της ποιότητας, των κατασκευαστικών δυνατοτήτων, της διαχείρισης παγίων και εγκαταστάσεων.

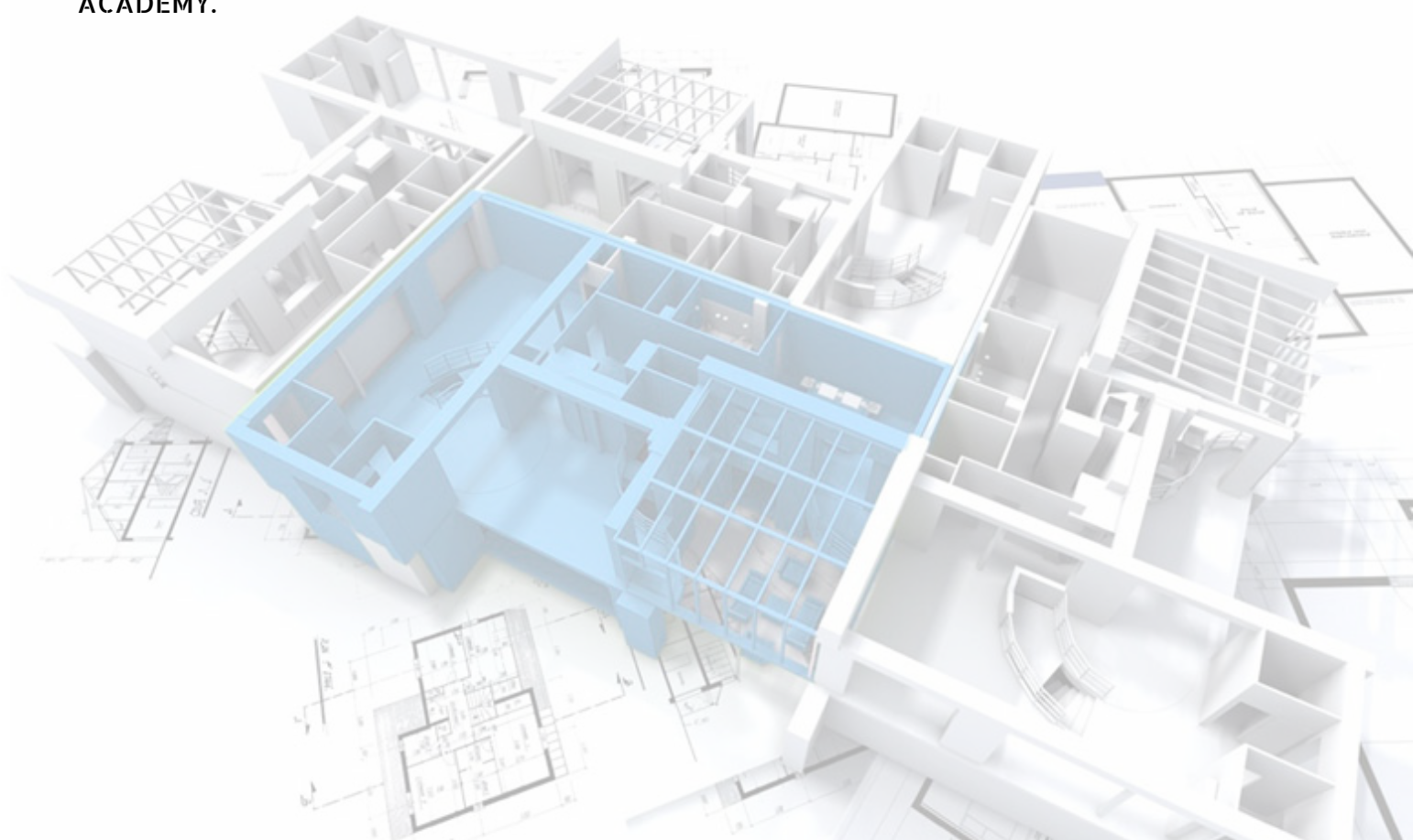


Για περισσότερες από δύο δεκαετίες τα κέντρα BIM της CCC χρησιμοποιούν το BIM με εξαιρετικά αποτελέσματα στην υλοποίηση υποδομών οποιασδήποτε μορφής όπως δρόμοι, αυτοκινητόδρομοι, σιδηρόδρομοι, γραμμές μετρό, γέφυρες, σήραγγες και υπόγειες εγκαταστάσεις κοινής ωφελείας.

Η προσέγγιση της CCC όσον αφορά στο BIM έχει χτιστεί πάνω στην εμπειρία, την εξειδίκευση και τις λύσεις που έχει αναπτύξει η ίδια η εταιρία στην διάρκεια αυτών των δεκαετιών. Τα επιτεύγματα της CCC στο πεδίο του BIM έχουν αναγνωριστεί από διακεκριμένους κατασκευαστές λογισμικού BIM αλλά και από τους ίδιους τους ανταγωνιστές της.

Αυτό που κάνει την προσέγγιση της CCC μοναδική είναι ότι το BIM και οι ικανότητες ελέγχου των έργων αναπτύχθηκαν αποκλειστικά από την ίδια βάσει των αναγκών της κύριας δραστηριότητας της, των κατασκευών και των συστημάτων ελέγχου που είχαν ήδη καθιερωθεί μέσα στην ίδια την εταιρία.

Εδώ και 20 χρόνια περίπου, το κέντρο BIM της CCC, χρησιμοποιώντας την εκτεταμένη εμπειρία της στη συγκεκριμένη τεχνολογία, υλοποιεί εκατοντάδες έργα, έχοντας ως βάση την εμπειρία της CCC και την καθοδήγηση ειδικών. Η επιτυχής υλοποίηση του BIM εξαρτάται ουσιαστικά από τη συμμετοχή ικανών μηχανικών οι οποίοι κατέχουν απολύτως τη γλώσσα BIM. Ο 'BIM Engineer' είναι ένας επαγγελματίας με πολλαπλές δεξιότητες. Για τον λόγο αυτό, η CCC δημιούργησε το 2011 στην έδρα της στην Αθήνα την BIM ACADEMY.





Η εφαρμογή του BIM και οι

## ΝΕΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

στο χώρο του ασφαλιστικού τομέα

### ΜΗΤΣΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ

Πολιτικός Μηχανικός, Risk Engineer στη Munich Re, αντασφαλιστική εταιρεία με έδρα το Μόναχο.

Ο ασφαλιστικός τομέας ήταν ανέκαθεν πρωτοπόρος στην εφαρμογή νέων τεχνολογιών οι οποίες προωθούν τη διαφάνεια σε ότι αφορά τις διαδικασίες ασφάλισης καθώς και τη βελτίωση της διαχείρισης κινδύνου (risk management) ιδιοκτησιών και υποδομών. Το BIM παρόλο που δεν αποτελεί κάτι νέο για τον κατασκευαστικό κλάδο μιας και είναι υπό έρευνα και ανάπτυξη εδώ και τουλάχιστον 15 χρόνια, εκτοξεύει τη δυναμική του όταν χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες όπως το IoT έχοντας τη δυνατότητα να προσφέρει εξαιρετικά ενδιαφέρουσες και καινοτόμες λύσεις, ικανές να επαναπροσδιορίσουν τον τρόπο που αντιμετωπίζουμε την επίλυση προβλημάτων.

Σε αυτή την κατεύθυνση η Munich Re όχι μόνο παρακολουθεί και ακολουθεί την εφαρμογή του BIM τα τελευταία χρόνια, αλλά προσπαθεί ταυτόχρονα να προσφέρει λύσεις και προϊόντα που είτε έχουν αναπτυχθεί με τη χρήση BIM τεχνολογίας, είτε αποτελούν ασφαλιστικές λύσεις σχετικά με κίνδυνους που προέρχονται λόγω της χρήσης του BIM.

Ας δούμε πιο αναλυτικά τι σημαίνει η εφαρμογή του BIM για τον κλάδο των ασφαλίσεων.

Η ψηφιακή καταγραφή των εργασιών που ακολουθούνται από τα διάφορα συνεργαζόμενα μέρη αρχιτέκτονες, πολιτικούς μηχανικούς,

μηχανολόγους κλπ) τόσο στη φάση του σχεδιασμού (τρισεδιάστατο - 3D BIM μοντέλο) αλλά και κατά τη φάση κατασκευής του έργου όπου ο χρόνος και το κόστος λαμβάνονται υπόψη, προσφέρει διαφάνεια όσον αφορά τις υποχρεώσεις του κάθε συμβαλλόμενου.

Ένα προφανές άμεσο αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η πιο εύκολη απονομή ευθύνης σε περίπτωση οικονομικής ζημιάς. Γίνεται λοιπόν ευκολότερη και λιγότερο χρονοβόρα η διαδικασία διακανονισμού ζημιάς (claim settlement) ή η διαδικασία παρακολούθησης προόδου εργασιών από τους ασφαλιστές, ειδικά στην περίπτωση όπου ασφαλιστικά προϊόντα όπως το Advance loss of Profit (ALoP) ή το Delay in start up (DSU) έχουν ληφθεί υπόψιν. Προκύπτει όμως και ένα έμμεσο πλεονέκτημα μέσω της διαφάνειας, καθώς ελλείψεις και λάθη εντοπίζονται πολύ πριν οδηγήσουν σε κάποια απώλεια. Παράλληλα, με τη σωστή χρήση του 5D BIM μοντέλου οδηγούμαστε σε ρεαλιστικές εκτιμήσεις σχετικά με τα κόστη και τους χρόνους εκπλήρωσης των εργασιών.

Κίνδυνοι λοιπόν σχετικά με σχεδιαστικά λάθη ή παραλείψεις (design error or omission) που οδηγούν σε καθυστερήσεις στην υλοποίηση των έργων και αυτόματα σε υπερβάσεις κόστους (οι οποίοι συνήθως καλύπτονται από το Contractors Professional Liability (CPL) policy), είναι αυτονόητο ότι θα μειωθούν με τη χρήση της BIM τεχνολογίας.



Γίνεται φανερό ότι το BIM οδηγεί σε μια καλύτερη διαχείριση κινδύνου και ζημιάς (risk and claim management), επωφελούμενοι εκ του οποίου είναι τόσο οι ασφαλιζόμενοι όσο και οι ασφαλιστικές εταιρίες.

Στην εποχή της 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης, σε μια εκθετικά αναπτυσσόμενη τεχνολογικά εξέλιξη η χρήση του BIM στον τομέα των κατασκευών είναι επιβεβλημένη όμως η εφαρμογή του ενέχει την εμφάνιση νέων ειδών κινδύνου, όπως αυτών που αφορούν την κυβερνοασφάλεια όπου μπορεί να οδηγήσουν σε οικονομικές ζημιές οι οποίες δεν καλύπτονται από τα παραδοσιακά ασφαλιστικά προϊόντα στον χώρο της κατασκευής (contractor all risks (CAR) and erection all risks (EAR) policies).

Ποιοι είναι αυτοί οι νέοι κίνδυνοι και πώς θα μπορούσε να καλυφθεί αυτό το κενό στον ασφαλιστικό τομέα;

Ο κίνδυνος της κυβερνοεπίθεσης μπορεί να προκαλέσει ζημιές σε πολλά επίπεδα ενός έργου. Αυτός μπορεί να αφορά από την απευθείας επίθεση στο BIM μοντέλο, την επίθεση σε εργαλεία που πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατά την κατασκευή του έργου, ή ακόμα και σε αισθητήρες (sensors), ως την παράνομη πρόσβαση (hacking) σε υποδομές υπολογιστικού νέφους (cloud) όπου είναι διαχειρίσιμη ή αποθηκευμένη η BIM βάση δεδομένων.

Η Munich Re επενδύει ήδη στην ανάπτυξη προϊόντων σχετικά με το BIM όπως π.χ. το BIM iTWO Project Cost Insurance (PCI) που καλύπτει τη διαφορά κόστους μεταξύ του προσομοιωμένου κόστους του 5D μοντέλου και του πραγματικού κόστους κατασκευής (cost overrun) ή προϊόντα που κάνουν χρήση της τεχνολογίας BIM σε μεγάλα έργα και για διαφορετικές διεργασίες όπως π.χ. στον παροπλισμό των πυρηνικών εγκαταστάσεων (decommissioning of nuclear plants). Αντιλαμβανόμενη τη νέα δημιουργούμενη κατάσταση σε επίπεδο κυβερνοασφαλείας, επενδύει στη δημιουργία ενός προϊόντος που θα περιέχει πάνω από 6 διαφορετικά στοιχεία κάλυψης ζημιών που προκύπτουν από κυβερνοεπιθέσεις σε μεγάλα κατασκευαστικά έργα όπου γίνεται χρήση του BIM. Επιπλέον το risk engineering τμήμα της εταιρίας προσφέρει τεχνική υποστήριξη στις διαφορετικές ομάδες ανάπτυξης ασφαλιστικών προϊόντων σχετικά με το BIM, καθώς και συμμετέχει στην ανάπτυξη ενός προϊόντος Διαχείρισης Ρίσκου (risk management) για τα μεγάλα κατασκευαστικά έργα όπου η χρήση BIM λαμβάνεται υπόψιν ως ξεχωριστός κίνδυνος.

Από όλη την παραπάνω σύντομη ματιά σε μια νέα κατάσταση που διαμορφώνεται αντιλαμβανόμαστε ότι από τη χρήση του BIM, όπως και άλλων ψηφιακών εργαλείων θα προκύπτουν νέα είδη προκλήσεων που θα χρίζουν αντιμετώπισης και επίλυσης και τα οποία δεν θα εμπίπτουν στην παραδοσιακή λογική που έχουν μάθει να διαχειριζόμαστε μέχρι σήμερα.

Προκύπτει έτσι ότι εκτός από την ανταπόκρισή μας στην αφομοίωση και χρήση των νέων τεχνολογιών οφείλουμε να είμαστε προσεκτικά προετοιμασμένοι για τους κινδύνους που συνοδεύουν αυτόν τον ψηφιακό μετασχηματισμό, όπως σε όλους τους κλάδους της οικονομίας, έτσι και στον κλάδο των κατασκευών.



# BONUS MATERIAL



**Εγχειρίδιο του EU BIM Task Group:**  
Υιοθέτηση της μοντελοποίησης κατασκευαστικών πληροφοριών (BIM) από τον ευρωπαϊκό δημόσιο τομέα.



## Ανάλυση του Δικτύου:

Κατασκευές και 4η Βιομηχανική Επανάσταση "Construction 4.0"

