

B.I.M. ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

**B.I.M. and A.I.
in Building Earthquake Resistant Engineering**

Απόστολου Κωνσταντινίδη

Πολιτικού Μηχανικού, Συγγραφέα και Μηχανικού Λογισμικού

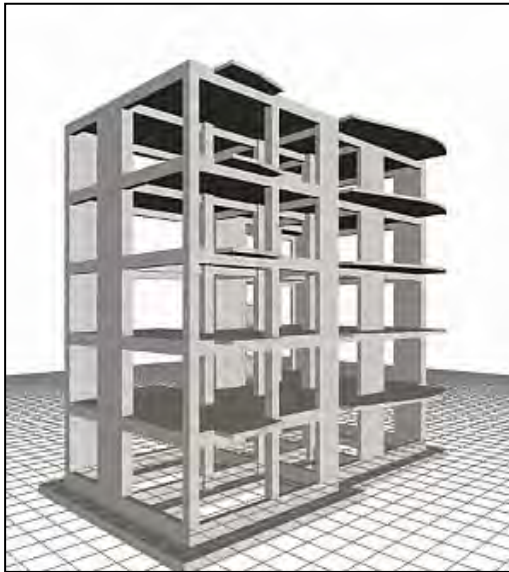
Περίληψη:

Στο άρθρο αυτό περιγράφονται οι δυνατότητες εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στην περίπτωση της Μελέτης Κτιριακών Αντισεισμικών Κατασκευών με βάση τη λογική(concept) του BIM (Building Information Modeling) και της ταξινόμησης των IFC (Industry Foundation Classes), ενώ εξετάζονται οι δυνατότητες αξιοποίησής τους, τόσο στην Υπολογιστική Στατική Μελέτη, όσο και στη Στατική Μελέτη Εφαρμογής, σήμερα αλλά και στο άμεσο μέλλον.

Το άρθρο καταλήγει (Παράρτημα II) σε ένα παράδειγμα εφαρμογής προηγμένης ολιστικής λογικής BIM (HoloBIM™) στον τομέα της Κτιριακής Αντισεισμικής Μηχανικής, ιδιαίτερα δε στον πολύπλοκο τομέα του Οπλισμένου Σκυροδέματος, που κατέχει σήμερα το 50% της παγκόσμιας κατασκευαστικής βιομηχανίας.

Στο Παράρτημα I του παρόντος, και για λόγους καλύτερης ενημέρωσης του αναγνώστη, δίνεται σε συντομία η ιστορία της εξέλιξης της Τεχνητής Νοημοσύνης, μέσα στο ευρύτερο πλαίσιο της Ανθρώπινης Νοημοσύνης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Με την τελευταία εξέλιξη της τεχνολογίας της βασισμένης στη λογική του BIM, ένα προηγμένο λογισμικό Υπολογιστικής Μελέτης και Μελέτης Εφαρμογής Αντισεισμικών Κτιρίων, χρειάζεται σήμερα περίπου 15 mins εργασίας του Μηχανικού, για να αναγνωρίσει πλήρως τη γεωμετρία και τα υπόλοιπα στοιχεία ενός υπό μελέτη συνήθους πολυώροφου κτιρίου π.χ. 5 ορόφων με επιφάνεια 1000 m².

Στη συνέχεια, το ίδιο λογισμικό, μέσα σε 5 mins, μπορεί να επιλύσει πλήρως τη Μελέτη, ενώ, από εκεί και πέρα, και σε χρόνο 5 secs μπορεί να δίνει κάθε αποτέλεσμα της εναλλακτικής μοντελοποίησης, επίλυσης, αντοχής και κόστους της κατασκευής, έτσι ώστε ο μηχανικός να μπορεί να προσδιορίζει, σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, τη βέλτιστη λύση μεταξύ των εναλλακτικών σεναρίων που επεξεργάστηκε.

Η λογική BIM, σε συνδυασμό με την τεχνολογία Εικονικής Πραγματικότητας, παρέχει και ικανοποιεί όλες τις προϋποθέσεις εκπαίδευσης του Μηχανικού, ώστε στη συνέχεια να εκπαιδεύσει αυτός το λογισμικό μιας Εφαρμογής Τεχνητής Νοημοσύνης Αυτόματης Βελτιστοποίησης.

Η ΛΟΓΙΚΗ BIM (THE BIM CONCEPT)

Ο όρος BIM (Building Information Modeling) αποτελεί ένα καθιερωμένο πλέον ακρωνύμιο στον χώρο της μελέτης και του σχεδιασμού κτιριακών μελετών. Μετά την διάδοση της λογικής του CAD (Computer Aided Design), από τα μέσα της δεκαετίας του 60, και μέσα από τις πολλές και διάφορες εφαρμογές του στην Αρχιτεκτονική, στη Μηχανολογία και στις Κατασκευές (A/E/C), διαπιστώθηκε σταδιακά η ανεπάρκεια των ψηφιακών σχεδιαστικών μοντέλων να ικανοποιήσουν τις πολυδιάστατες απαιτήσεις της πραγματικής κατασκευής, όπως η προσομοίωση της συμπεριφοράς ενός κτιρίου στον σεισμό, οι φυσικές σχέσεις και ο αλληλοεπηρεασμός των στοιχείων της κατασκευής, μεταξύ τους, μετά από κάθε αλλαγή παραδοχών, οι λεπτομερείς προμετρήσεις υλικών, κλπ.

Τόσο η ανάγκη όσο και τα οφέλη από ένα ενιαίο εννοιολογικό πληροφοριακό μοντέλο μιας Βάσης Αντικειμένων (και όχι δεδομένων), που θα μπορούσαν να 'κληρονομήσουν' φυσικές σχέσεις και συμπεριφορές, έκαναν πραγματικότητα, μόλις το 1997, την 'Διεθνή Συμμαχία για Διαλειτουργία' (International Alliance for Interoperability - IAI) του A/E/C (Architecture Engineering Construction) λογισμικού. Προϊόν της Συμμαχίας αυτής είναι η ταξινόμηση και οργάνωση των λογισμικών εννοιών/αντικειμένων/ διαδικασιών μιας κτιριακής κατασκευής σε ένα ανοιχτό και ενιαίο πληροφοριακό μοντέλο, το IFC Industry Foundation Classes.

Η ιδέα του BIM (Building Information Modeling), από απλή δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ των A/E/C εφαρμογών, που καθιερώθηκε μόλις το 2003, βρήκε στήριγμα στο πρωτόκολλο IFC, για να κάνει αποφασιστικό βήμα προς ένα ψηφιακό πληροφοριακό μοντέλο φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών του κτιρίου, όχι μόνον κατά την κατασκευή του, αλλά και την συντήρηση έως την κατεδάφιση του.

Επομένως, ένα μοντέλο BIM αποτελεί μια πηγή πληροφοριών διαφόρων ειδών, που υποστηρίζουν τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη 'γέννηση', τη 'ζωή' και το 'θάνατο' ενός κτιρίου.

Παρ' όλη την πρόοδο που φέρνει η λογική του BIM στον κατασκευαστικό τομέα, δεν περιλαμβάνει συγκεκριμένους κανόνες ανάπτυξης των εφαρμογών λογισμικού και επομένως δεν αποτε-

λεί συγκεκριμένη τεχνολογία ανάπτυξης λογισμικού. Συνεπώς, δεν μπορεί να περιλαμβάνει τη βασική νοημοσύνη που θα προσφέρει στο Μηχανικό ευφυή εναλλακτικά σενάρια κατασκευής και βέλτιστες λύσεις κόστους/αντοχής, σύμφωνα με προ-επιλεγμένα κριτήρια. Τα θέματα αυτά καλείται να τα προσδιορίσει και να τα λύσει κάθε εταιρία λογισμικού με τη δική της τεχνογνωσία και τεχνολογία.

Ο συγγραφέας του άρθρου αυτού με τη δική του ομάδα σχεδιασμού και ανάπτυξης λογισμικού, έχει αναπτύξει τη δική του τεχνολογία πάνω σε μια διευρυμένη λογική BIM, την οποία εξειδικεύει στον τομέα των Αντισεισμικών Κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα, με την κωδική ονομασία HoloBIM™ (HolisticBIM)

Το HoloBIM™ δεν αποτελεί απλώς μια καλά οργανωμένη Βάση δεδομένων/κατασκευαστικών αντικειμένων, αλλά επιχειρεί/είναι μια ψηφιακή προσομοίωση ενός ‘ζωντανού κτιρίου’, που γνωρίζει να αντιδρά και να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις και τις αλλαγές του Μηχανικού με βέλτιστο τρόπο.

Τα ‘μυστικά’ της τεχνολογίας του HoloBIM™ παρουσιάζει, εδώ, ο συγγραφέας αυτού του άρθρου, στην επιστημονική κοινότητα, στους συναδέλφους του Μηχανικούς της πράξης και τους Developers όλων των ειδικοτήτων με σκοπό, ο καθένας από τη δική του πλευρά, να προχωρήσει ανεμπόδιστα χωρίς καμία αμφιβολία για την εφικτότητα του στόχου της ‘αυτόματης βελτιστοποίησης’.

Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Υπάρχουν προβλήματα τεχνικά και επιστημονικά τέτοιας πολυπλοκότητας που ο άνθρωπος δεν έχει φτάσει ακόμη στο σημείο ‘ενστικτώδους γνώσης’, όπως συμβαίνει για παράδειγμα στην κλασική οδήγηση αυτοκινήτων, και επομένως πρέπει να αντιμετωπισθούν με άλλον τρόπο π.χ. στη μελέτη της αντοχής και κατασκευής ενός αντισεισμικού κτιρίου πρέπει να τη μάθει/κατανοήσει πρώτα ο Μηχανικός και μετά να τη ‘διδάξει’ στο λογισμικό.

Ο μηχανικός έχει τη γνώση και την πείρα να φτάσει στο σημείο ολοκλήρωσης της γνώσης της αντοχής ενός συγκεκριμένου κτιρίου, αλλά δεν έχει στη διάθεσή του αρκετά μεγάλο αριθμό δειγμάτων, ιδίως στον τομέα της αντισεισμικότητας, που να του επιτρέπουν τη συσσώρευση εμπειρίας τέτοιας που να μπορεί να συνθέτει αξιόπιστα αυτόματους συλλογισμούς (ρουτίνες) και αλγόριθμους ώστε να είναι σε θέση να εκπαιδεύσει τις ‘μηχανές’ (software+hardware), ενσωματώνοντας τους μια σχετική ‘τεχνητή ευφυΐα’.

Ένα πλεονέκτημα που έχει η μελέτη ενός κτιρίου είναι ότι το αποτέλεσμα της δε θα εφαρμοστεί άμεσα, αλλά μετά από κάποιο χρονικό διάστημα π.χ. δύο μηνών, σε αντίθεση με την εφαρμογή π.χ. της ‘αυτόνομης/αυτόματης οδήγησης’, στην οποία το αποτέλεσμα της ανίχνευσης και αναγνώρισης της κατάστασης του δρόμου, σε μία δεδομένη χρονική στιγμή θα εφαρμοστεί την αμέσως επόμενη στιγμή, χωρίς να υπάρχει χρόνος να αξιολογηθεί και διορθωθεί από τον άνθρωπο.

Άρα, στη μελέτη ενός κτιρίου υπάρχει μια ανοχή πιθανών σφαλμάτων, επειδή ο άνθρωπος θα έχει όλη το χρονικό περιθώριο να ελέγξει και διορθώσει το οποιοδήποτε σφάλμα της αυτοματοποίησης. Προϋπόθεση βέβαια γι’ αυτό είναι τα επί μέρους αποτελέσματα της μελέτης να είναι σαφή και εύκολα αναγνώσιμα από το μέσο μηχανικό, και εδώ μόνο ένας είναι ο τρόπος:

Τα επιμέρους αποτελέσματα της μελέτης πρέπει να δίνονται σε γραφική/παραστατική μορφή τέτοια, ώστε, να μπορεί να λειτουργεί άμεσα η καλά εκπαιδευμένη ανθρώπινη ευφυΐα, η οποία

έχει ήδη κατακτήσει τη δυνατότητα της πολύπλευρης ανάγνωσης της εικόνας και της σύγκρισής της με άλλες, ‘με μία ματιά’.

Εδώ θα παίζει καθοριστικό ρόλο, η παράλληλη συμβολή των Πανεπιστημίων στον τρόπο με τον οποίο μεταφέρουν τη γνώση στους φοιτητές. Για το θέμα της ευφυΐας αυτού του είδους, βοηθάει για μεν τη θεωρία το Παράρτημα Ι, για δε τα παραδείγματα της πράξης το Παράρτημα ΙΙ, στο τέλος του παρόντος άρθρου.

Ενώ, λοιπόν, οι επιστημονικές/τεχνικές εφαρμογές έχουν πολύ μεγαλύτερη πολυπλοκότητα και δυσκολία ανάπτυξης από τις τεχνολογίες αυτόματης επεξεργασίας Εικόνας και Ήχου, έχουν το πλεονέκτημα του μεγάλου χρονικού περιθωρίου μέχρι την εφαρμογή.

Έτσι, η Τεχνητή Νοημοσύνη στη μελέτη και κατασκευή αντισεισμικών κτιρίων θα κάνει εφικτή τη βελτιστοποίηση της κατασκευής, ως προς διάφορα κριτήρια, τα σημαντικότερα των οποίων είναι η αντοχή και το κόστος.

Μία άλλη σημαντική και συναρπαστική διαφορά της Τεχνητής Νοημοσύνης των επιστημονικών/τεχνικών εφαρμογών είναι ότι δεν παρακολουθούν μόνο τα τεκταινόμενα όπως π.χ. στην ‘αυτόνομη οδήγηση’, αλλά, προσδιορίζοντας τις βέλτιστες λύσεις αντοχής, ενεργειακής απόδοσης, συντήρησης, κλπ, σε σχέση πάντοτε με το κόστος, αναβαθμίζοντας μ’ αυτό τον τρόπο την ποιότητα ζωής των κατοίκων της γης.

Το λογισμικό Τεχνητής Νοημοσύνης σύντομα θα έχει τη δυνατότητα προσδιορισμού της βέλτιστης λύσης, εξετάζοντας όσες εναλλακτικές λύσεις χρειάζονται σε ελάχιστο χρόνο, αξιοποιώντας το cloud computing που έχει τη δυνατότητα να τρέχει εκατοντάδες ή χιλιάδες λύσεις, κάθε στιγμή, σε παγκόσμια κατανεμημένα δίκτυα επεξεργαστών. Με αυτόν τον τρόπο, υπόσχονται ένα καλύτερο μέλλον για τον άνθρωπο, δεδομένης της βεβαιότητας για μια σεισμική αντιξοότητα, στην διάρκεια ζωής του κτιρίου, στον κάθε τόπο.

Προβλέπουμε ότι, μέχρι το 2024, η ανάγκη αλλά και η δυνατότητα της τεχνολογίας που θα έχει στη διάθεσή του ο άνθρωπος θα μεταφέρει τη συσσωρευμένη εμπειρία και γνώση του Μηχανικού στη ‘μηχανή’, με την μορφή δεδομένων, αλγορίθμων και μαθηματικών/στοχαστικών μοντέλων, ενώ ταυτόχρονα θα χρησιμοποιεί αυτός το λογισμικό για να τον συμβουλευτεί και να τον εκπαιδεύει!

Για να συμβεί βέβαια αυτό είναι απαραίτητο, το λογισμικό μέχρι τότε, να έχει πάψει να κουράζει τον μηχανικό, ζητώντας του συνεχείς επαναλήψεις εισαγωγής πρωταρχικών στοιχείων και εκτιμήσεις ενδιάμεσων αποτελεσμάτων. Για τους κανόνες αυτής της τέχνης αναφερόμαστε στην ενότητα “Οι κανόνες και το παράδειγμα ενός ενιαίου BIM λογισμικού με δυνατότητες Τεχνητής Νοημοσύνης”

Μια επί πλέον πρόβλεψη είναι η χρήση διαφόρων τύπων ‘Σεισμικών Αποσβεστήρων’ στα αντισεισμικά κτίρια, από την αρχή του 2020.

Ήδη μέχρι σήμερα η τεχνολογία αυτή έχει εφαρμοστεί σε κρίσιμης σημασίας κτίρια σε όλο τον κόσμο και τα αποτελέσματα που έχει δώσει είναι εντυπωσιακά όχι μόνο στην αυξημένη αντοχή των κτιρίων αλλά και στην οικονομικότητά τους. Παρ’ όλα τα πλεονεκτήματα που έχουν οι σεισμικοί αποσβεστήρες, η χρήση τους είναι περιορισμένη και αυτό οφείλεται κυρίως στη δυσκολία επιλογής των κατάλληλων τύπων και αξιολόγησης της συμπεριφοράς τους από τη συντριπτική πλειοψηφία των Μηχανικών της πράξης.

Την τετραετία 2020 έως 2024, προβλέπεται ότι η τεχνολογία της Τεχνητής Νοημοσύνης (ή αλλιώς διατυπωμένη, της Βελτιστοποίησης) της κατασκευής των κτιρίων είναι βέβαιο ότι θα λύσει αυτό το πρόβλημα και σταδιακά η χρήση των αποσβεστήρων από τους μηχανικούς της πράξης θα αυξάνεται εκθετικά.

Στο εγγύς μέλλον, προβλέπεται ότι, πέραν της βελτιστοποίησης της μελέτης, θα μπορεί το λογισμικό να βελτιστοποιεί και τη μέθοδο του τρόπου κατασκευής, σύμφωνα με τις δυνατότητες αυτοματισμού της βιομηχανίας των υλικών και υπηρεσιών της εποχής εκείνης.

ΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΚΑΙ ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΝΟΣ ΕΝΙΑΙΟΥ BIM ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

Όλα τα προηγούμενα μπορεί να ακούγονται θεωρητικά, αλλά οι ειδικοί έχουν την απαίτηση να διαβάσουν κάτι πραγματικό, κάτι υλοποιημένο που να αποδεικνύει με απλό τρόπο όλη τη θεωρία που έχει προηγηθεί. Αυτός είναι ο κυριότερος λόγος που ενθέτονται στο κείμενο της μεθοδολογίας ανάπτυξης, εικόνες από το παράδειγμα του HoloBIM™.

Μία ολοκληρωμένη εφαρμογή Τεχνητής Νοημοσύνης αποτελείται από τέσσερα κύρια στάδια:

- (1) Την εισαγωγή των δεδομένων του προβλήματος
- (2) Την επεξεργασία των δεδομένων
- (3) Την επίλυση του προβλήματος
- (4) Την παρουσίαση της λύσης του προβλήματος

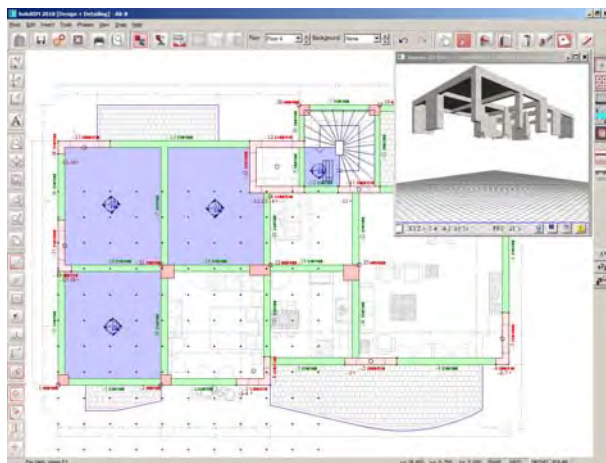
Ας εξετάσουμε πιο αναλυτικά τα στάδια αυτά:

(1) Η εισαγωγή των δεδομένων του προβλήματος

Η ταξινόμηση και ο τρόπος εισαγωγής των δεδομένων είναι η βάση εκκίνησης κάθε λογισμικού. Αν η φάση αυτή είναι επιτυχής, θα έχει επιτελεσθεί το 40% της επιτυχίας του project.

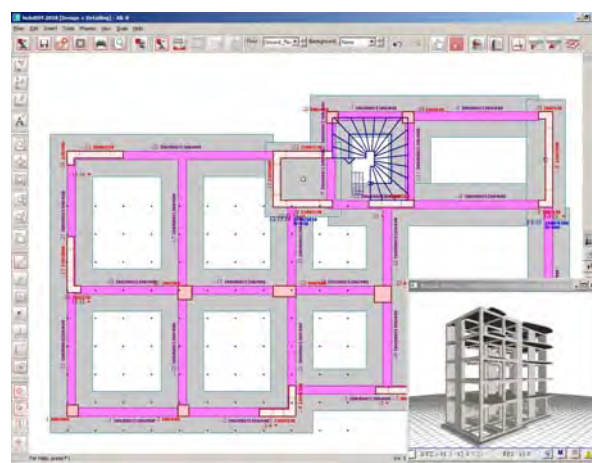
Η σπουδαιότητα αυτής της φάσης υποδεικνύεται από το πολύ απλό ρητό: “garbage in, garbage out”, δηλαδή “αν δώσεις σκουπίδια, θα λάβεις σκουπίδια”.

Παράδειγμα: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΚΕΛΕΤΟΥ (Χρειάζονται 15 λεπτά)



Εισαγωγή ανωδομής

Κολόνες, δοκοί και πλάκες εισάγονται χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο αρχιτεκτονικό σχέδιο μορφής DWG/DXF



Εισαγωγής θεμελίωσης

Σε κάθε είδος θεμελίωσης, δημιουργούνται αυτόματα κάτω από τις κολόνες τα πέλματα των θεμελίων και έτσι η περιγραφή του σκελετού ολοκληρώνεται

Για να επιτευχθεί αυτό χρειάζονται τα παρακάτω βήματα:

- a. Προσδιορισμός των αναγκαίων πληροφοριών που χρειάζονται για να οριστεί επακριβώς το πρόβλημα (ούτε μία πληροφορία λιγότερη, αλλά ούτε και μία περισσότερη).

- b. Διαδικασία εισαγωγής των αναγκαίων πληροφοριών

Εδώ ισχύουν οι γενικοί κανόνες των Interfaces όπου η εκάστοτε απεικόνιση είναι πολύ χρήσιμο να εμφανίζεται και γραφικά ώστε να μπορεί να συγκρίνονται από το χρήστη τα διάφορα μεγέθη μεταξύ τους.

- c. Έλεγχος ακεραιότητας των δεδομένων

Ένα καλό Interface πρέπει να ενσωματώνει μία έξυπνη και αξιόπιστη διαδικασία ελέγχου της ακεραιότητας των δεδομένων.

Ο καλύτερος τρόπος ελέγχου των δεδομένων γίνεται από το χρήστη και ο καλύτερος τρόπος για έναν άνθρωπο είναι να βλέπει τα δεδομένα γραφικά, σε μορφή εικόνας ή διαγραμμάτων. Μ' αυτό τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να αξιολογεί με 'μία ματιά' την ακεραιότητά των δεδομένων και όσο είναι στη διάρκεια ανάπτυξης, την αξιολόγηση με 'μία ματιά' την κάνουν οι ίδιοι οι προγραμματιστές κάνοντας debugging στο πρόγραμμα .

- d. Παρουσίαση του συνόλου του προβλήματος

Στο τέλος της εισαγωγής των δεδομένων, πρέπει απαραίτητα να παρουσιάζεται το σύνολο του προβλήματος με τρόπο που να μπορεί να το αντιληφθεί άμεσα ο χρήστης ώστε να πιστοποιήσει την ορθότητα των δεδομένων που έδωσε.

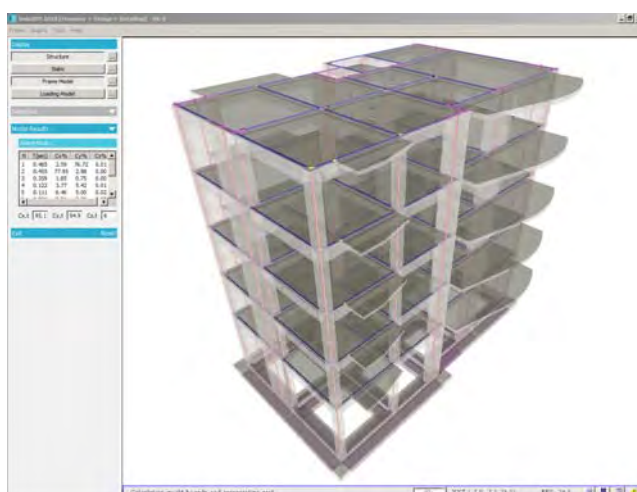
- e. Διαδικασίες τροποποίησης των δεδομένων

Πρέπει πάντοτε να υπάρχει η δυνατότητα εύκολης και εποπτικής τροποποίησης κάποιου ή κάποιων δεδομένων σε οποιαδήποτε φάση του προγράμματος.

(2) Η επεξεργασία των δεδομένων

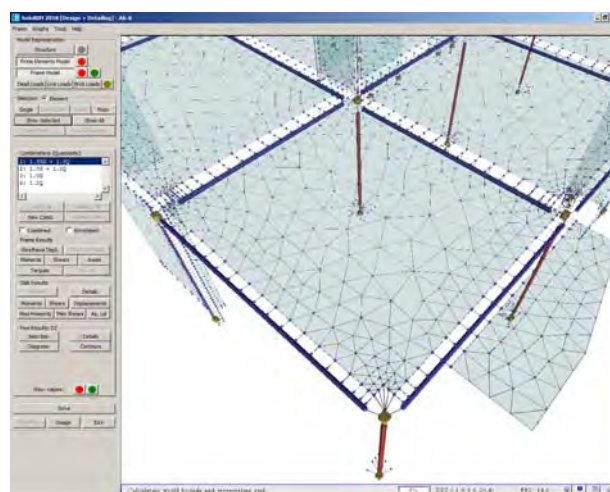
Όταν ολοκληρωθεί η εισαγωγή των δεδομένων και οι τυχόν τροποποιήσεις τους, θα δημιουργηθούν τα μοντέλα στα οποία θα στηριχθεί η επίλυση του προβλήματος, τα μοντέλα αυτά μπορεί να είναι μαθηματικά, εξισώσεων γραμμικών ή πεπλεγμένων ή στατιστικά ή συγκριτικά κτλ.

Παράδειγμα: ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΧΩΡΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ (Χρειάζονται 30 sec)



Δημιουργία μοντέλου χωρικού πλαισίου

Αυτόματη δημιουργία του χωρικού μοντέλου με πεπερασμένα γραμμικά στοιχεία. Εδώ, η εμφάνιση του μοντέλου ταυτόχρονα με το σκελετό σε διαφανή μορφή για επιβεβαίωση της ορθότητας του μοντέλου



Χωρικό πλαίσιο με πεπερασμένα στοιχεία

Αυτόματη δημιουργία του χωρικού μοντέλου με γραμμικά και επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία

Η σειρά εργασιών που πρέπει να γίνουν:

- a. Η δημιουργία μοντέλων που προσομοιώνουν το πρόβλημα

Για να μπορούν να γίνουν υπολογισμοί ή συγκρίσεις, είναι αναγκαίο να δημιουργηθούν μαθηματικά μοντέλα.

- b. Η σύγκριση κάθε επιμέρους μοντέλου με άλλα προηγούμενα μοντέλα του ίδιου αντικειμένου

Η σύγκριση βοηθάει στον προσδιορισμό της βαρύτητας κάθε επιμέρους μοντέλου που χρησιμοποιείται ώστε εν τέλει να προκύψουν τα βέλτιστα και ακριβέστερα μοντέλα.

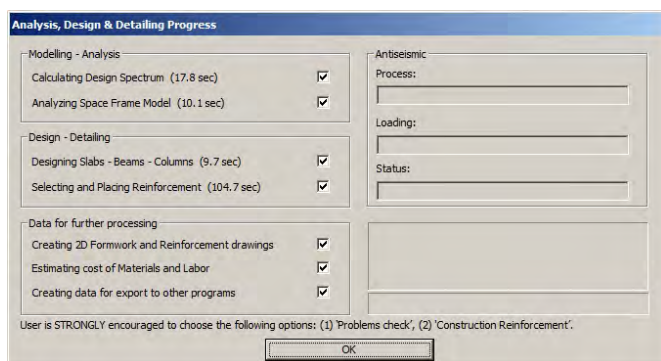
- c. Η δοκιμαστική επίλυση κάθε επιμέρους μοντέλου και η σύγκριση του αποτελέσματος με προηγούμενα αποτελέσματα

Ο σκοπός είναι να βεβαιωθεί η κάθε επιμέρους μοντελοποίηση διότι από το σύνολο των μοντελοποιήσεων θα προκύψει η τελική λύση του προβλήματος.

(3) Η επίλυση του προβλήματος

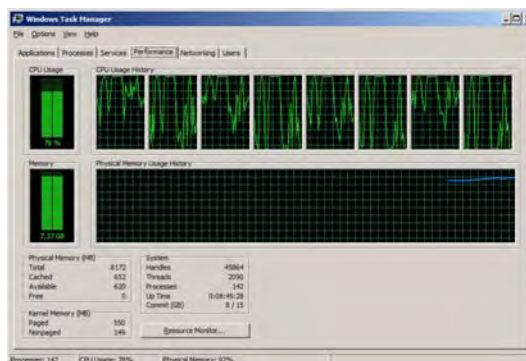
Η επίλυση του προβλήματος γίνεται με τις επιμέρους επιλύσεις των διαφόρων μοντέλων που έχουν προσομοιώσει το πρόβλημα.

Παράδειγμα: **ΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ, ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ, ΟΠΛΙΣΗ, ΚΛΠ. (Χρειάζονται συνολικά 5 λεπτά)**



Επιλύσεις

Επίλυση όλων των μοντέλων, των διαστασιολογήσεων, της επιλογής οπλισμών, των ικανοτικών ελέγχων, κτλ.



Επίλυση του μοντέλου των πεπερασμένων

Το μοντέλο έχει σύστημα 180,000 εξισώσεων με 180,000 αγνώστους και επιλύεται σε 10'' χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα και τους 8 μαθηματικούς επεξεργαστές

- a. Η επίλυση του προβλήματος με τις νέες ακριβείς μοντελοποιήσεις και τους νέους ακριβείς αλγορίθμους

Ο όρος “νέος” υποδηλώνει τη συνεχή εξέλιξη της BIM εφαρμογής με δυνατότητες Τεχνητής Νοημοσύνης η οποία μπορεί εν μέρει να γίνεται και αυτόματα κατά το τρέξιμο της εφαρμογής.

- b. Η σύγκριση με τους παλιούς προσεγγιστικούς αλλά ασφαλείς αλγορίθμους

Οι νέοι και ακριβέστεροι κατά κανόνα αλγόριθμοι επίλυσης του προβλήματος, καλό είναι να συγκρίνονται με άλλους παλιότερους και δοκιμασμένους αλγόριθμους ώστε να συγκρίνεται η τάξη μεγέθους των νέων επιλύσεων και έτσι να αποφεύγονται πιθανά χονδροειδή σφάλματα.

c. Η διόρθωση/βελτιστοποίηση των νέων ακριβών αλγορίθμων

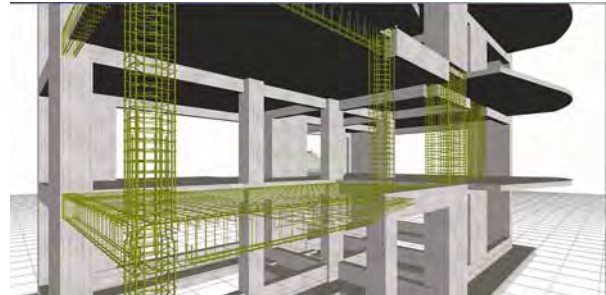
Το λογισμικό πρέπει να βελτιώνεται διαρκώς επειδή το τέλειο ποτέ δεν τελειώνει. Στις βελτιώσεις περιλαμβάνεται και η αύξηση της ταχύτητας η οποία είναι αυτή που επιτρέπει να εφαρμοστούν οι δυνατότητες της Τεχνητής Νοημοσύνης που πάντοτε έχουν μεγάλο όγκο επεξεργασίας και επομένως ανάγκη σχεδόν ακαριαίας ταχύτητας.

(4) Η παρουσίαση της λύσης του προβλήματος

Η μεγαλύτερη τέχνη μίας εφαρμογής Τεχνητής Νοημοσύνης είναι η παρουσίαση της λύσης ταυτόχρονα με την παρουσίαση του προβλήματος ώστε ο χρήστης να μην έχει καμία αμφιβολία ούτε για το πρόβλημα που είχε θέσει ούτε για τη λύση που έχει δώσει το λογισμικό. Η δημιουργία της παρουσίασης του προβλήματος και της λύσης του έχει σημασία και αξία πρώτα απ' όλα για τους ίδιους τους προγραμματιστές και τους αναλυτές της εφαρμογής επειδή αυτοί είναι οι πρώτοι που πρέπει να βλέπουν πως τρέχει η εφαρμογή για να μπορούν να τη διορθώνουν και να τη βελτιώνουν.

Παράδειγμα: ΑΠΕΡΙΟΡΙΣΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ (κάθε ένα χρειάζεται 5 sec)

	Quantity	Materials Cost	Labour Cost	Materials Total Cost	Labour Total Cost	Total Cost	Total Cost per m ²
Concrete	268.13 m ³	75.00 €/m ³	0.00 €/m ³	20109.74 €	0.00 €	20109.74 €	75.00 €/m ³
Formwork	2709.84 m ² (7.9 m ² /m ³)	0.00 €/m ²	12.00 €/m ²	0.00 €	25318.04 €	25318.04 €	94.42 €/m ²
Stirrups	8807.49 Kg (32.8 Kg/m ³)	0.00 €/Kg	0.20 €/Kg	5284.50 €	1761.50 €	7046.00 €	26.28 €/m ³
Rebars	24129.66 Kg (90.8 Kg/m ³)	0.50 €/Kg	0.12 €/Kg	12064.83 €	2895.56 €	14960.39 €	55.80 €/m ³
Insulation	0.00 m ³	210.00 €/m ³	30.00 €/m ³	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €/m ³
Panel Material	0.00 m ²	100.00 €/m ²	0.00 €/m ²	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €/m ²
Grossbeton	0.00 m ³	75.00 €/m ³	30.00 €/m ³	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €/m ³
Steel elements	0.00 Kg	2.00 €/Kg	1.00 €/Kg	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €/m ³
Sum				37459.66 €	29975.10 €	67434.76 €	251.50 €/m ³



Το κόστος κατασκευής

Συνοπτικός πίνακας με τις ποσότητες και το κόστος υλικών και εργασιών κατασκευής του σκελετού

Επιβεβαίωση καταλόγου οπλισμών

Επιβεβαίωση ποσοτήτων 'με μία ματιά'

Η παρουσίαση πρέπει να είναι κυρίως με εικόνες για να είναι εύκολη η ανάγνωσή τους από τον άνθρωπο, η δε παρουσίαση πρέπει να έχει τις παρακάτω ενότητες:

a. Την κεντρική παρουσίαση του προβλήματος και της λύσης

Η παρουσίαση της λύσης στην κεντρική εμφάνιση θα είναι η μικρότερη δυνατή και σε καμία περίπτωση δε θα μπαίνει σε λεπτομέρειες, θα περιλαμβάνει δε αυτό που θα ήθελε να διαπιστώσει ο μέσος χρήστης.

b. Οι παρουσιάσεις των επιμέρους λύσεων

Οι παρουσιάσεις αυτές θα είναι προαιρετικές και όταν ζητήσει ο χρήστης κάποια από αυτές, θα πρέπει να μπορεί να βλέπει τα επιμέρους μοντέλα και τις επιμέρους λύσεις που χρησιμοποιήθηκαν για να προκύψει η συνολική λύση.

c. Δυνατότητα αξιολόγησης της λύσης από το χρήστη.

Η λειτουργία αυτή δεν θα είναι χρήσιμη μόνο για το χρήστη μηχανικό, αλλά θα δίνει τη δυνατότητα στους ίδιους τους developers να επιβεβαιώνουν την ακρίβεια των αξιολογήσεων και να τις καταχωρούν κατάλληλα.

Στο Παράρτημα II παρουσιάζονται ορισμένες, από τις πολλές, επιμέρους επιλύσεις από τα πρακτικώς απεριόριστα outputs του HoloBIM™ με σκοπό να δείξουν τη δυνατότητα της σε βάθος αξιολόγησης της λύσης από το Μηχανικό. Οι εικόνες αυτές, από την ενσωματωμένη τεχνολογία Εικονικής πραγματικότητας του λογισμικού, αποτελούν και υπόδειγμα μίας νέου τύπου κατεύθυνσης της επερχόμενης ανάγκης εκπαίδευσης τόσο των φοιτητών, όσο και των επαγγελματιών μηχανικών.

Επίλογος:

Στο άρθρο αυτό εξετάστηκε η σύγχρονη τεχνολογία μελέτης και κατασκευής κτιρίων με τη χρήση λογισμικού στη βάση της λογικής του BIM/IFC, σε συνδυασμό με την προηγμένη λογική μιας ολιστικής τεχνητής ευφυΐας, που εξειδικεύτηκε στα αντισεισμικά κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα. Απεδείχθη ότι η μελέτη και η κατασκευή κτιρίων τίθενται πλέον σε νέα βάση, όπου σε πρώτη φάση οι ‘μηχανές’ εκπαιδεύουν τους ανθρώπους που καλούνται να ανακαλύψουν τις παραμέτρους και τους αλγόριθμους της βελτιστοποίησης. Στη συνέχεια, οι άνθρωποι είναι σε θέση να εκπαιδεύουν τις μηχανές να κάνουν την αυτόματη βελτιστοποίηση, αναλαμβάνοντας, αυτές οι μηχανές πλέον, την κοπιαστική επαναληπτική εργασία επανυπολογισμών και ανασχεδιάσεων, προσεγγίζοντας αποτελεσματικά τις βέλτιστες λύσεις αντοχής και κόστους.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι ΠΕΡΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

Η ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Αν ο ΘΕΟΣ έπλασε τον Άνθρωπο κατ' εικόνα και ομοίωση Του, σύμφωνα με τις Αρχαίες Παραδόσεις, σίγουρα τότε και ο Άνθρωπος κατασκεύασε τη Μηχανή για τη δική του προσομοίωση.

Από τα πρώτα εργαλεία ως τα σημερινά αυτόματα (ρομπότ), ο άνθρωπος δεν κάνει άλλο παρά να ανακαλύπτει τις δυνάμεις του και αναπληρώνει τις αδυναμίες του. Και σε τούτο έγκειται 'Η ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ'.

Ακαδημαϊκά, ως Ανθρώπινη Νοημοσύνη, ορίζεται το σύνολο των γνωστικών ικανοτήτων του ανθρώπου, δηλαδή η αντίληψη, η μνήμη, ο συνειρμός, η φαντασία, η προσοχή και η διανόηση, και ειδικότερα η ικανότητα προσαρμογής σε νέες καταστάσεις και η ικανότητα να αντιλαμβάνεται ομοιότητες, διαφορές και σχέσεις

Παρατηρώντας τη Φύση και το σώμα του, ο άνθρωπος ανακαλύπτει τους νόμους τους. Πειραματιζόμενος τους μαθαίνει και, μαθαίνοντάς τους, μπορεί να διασκευάζει και να κατασκευάζει, ικανοποιώντας τις ανάγκες του και εξελίσσοντας έτσι το είδος και τον βαθμό της Νοημοσύνης του.

Πράγματι, λίγες ημέρες, μετά τη γέννηση του, ο άνθρωπος έχει ήδη αρχίσει να ανακαλύπτει και να αξιοποιεί τα πρώτα του εργαλεία: την αφή, τη γεύση, την οσμή, την ακοή και την όραση.

Σε λίγους μήνες, αρχίζει να ξεχωρίζει και να τακτοποιεί τους ήχους και τις εικόνες, με αποτέλεσμα να επικοινωνεί με το περιβάλλον του.

Λίγο ακόμα, και αρχίζει να περπατάει, και αργότερα να μιλάει μία ή περισσότερες γλώσσες, αυτό-εκπαιδευόμενος μέσα στο οικογενειακό/κοινωνικό περιβάλλον, όπου βρέθηκε.

Σαν παιδί, με το παιχνίδι και στο σχολείο (ή/και αλλού) θα λάβει συμπυκνωμένη πληροφορία που, με την προσωπική έρευνα και πειραματισμό (εργασία) θα μετατρέψει σε γνώση και πείρα. Τότε θα αρχίσει να καταλαβαίνει, περισσότερο ή λιγότερο, ότι για να εξελιχθεί, ακόμα περισσότερο, έχει ανάγκη τη λογική και την ηθική, που πρέπει να τα κατακτήσει. Έτσι μαθαίνει να χρησιμοποιεί τη μνήμη του, να ταξινομεί τις πληροφορίες, να κάνει μαθηματικές πράξεις, να ελέγχει τον εαυτό του, να επικοινωνεί με τους ομοίους του, και να φιλοσοφεί.

Έτσι, ο ενήλικος άνθρωπος φτάνει να έχει τα εξής ισχυρά και ασθενή σημεία, μιλώντας επιγραμματικά:

Ισχυρά σημεία: Έχει σφαιρική αντίληψη και γνώση για το περιβάλλον στο οποίο ζει, αφού μπορεί μέσω μίας εικόνας να βγάλει τεράστιο αριθμό συμπερασμάτων, μπορεί με μία σκέψη να δημιουργήσει μεγάλο αριθμό εικόνων και διαθέτει λογική με την οποία μπορεί να ξεχωρίζει τι είναι ωφέλιμο για τον ίδιο και για το περιβάλλον του. Τέλος, διαθέτει φαντασία που μπορεί να του ανοίγει νέους ορίζοντες της Πραγματικότητας.

Ασθενή σημεία: Η μνήμη του είναι περιορισμένη, η ταχύτητα μαθηματικών πράξεων πολύ χαμηλή, ο εγκέφαλος του κουράζεται εύκολα και είναι ευάλωτος στα συναισθήματα, τα οποία μπορούν εύκολα να περιορίζουν την ορθή κρίση του.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι οι εφευρέσεις που προσομοιώνουν τις λειτουργίες της ανθρώπινης νοημοσύνης, για να αναπληρώνει, περισσότερο ή λιγότερο, τα ασθενή της σημεία, με τεχνολογικές διατάξεις δηλ. λογισμικά και υλικά (software και hardware) συστήματα.

ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

Ο άνθρωπος, ως νοήμων όν, συνέλαβε τους αριθμούς, μετά επινόησε την πρόσθεση, τον απλούστερο αλγόριθμο που μαθαίνουμε όλοι, από τα πρώτα κιόλας χρόνια του σχολείου, μετά επινόησε την αφαίρεση και στη συνέχεια επινόησε τον αλγόριθμο του πολλαπλασιασμού και μετά αυτόν της διαίρεσης. Μετά επινόησε τον αλγόριθμο επίλυσης εξίσωσης πρώτου βαθμού και μετά τους αλγορίθμους επίλυσης συστήματος εξισώσεων πρώτου βαθμού. Μεγάλο μέρος της σημερινής εκπαίδευσής μας στα μαθηματικά, στηρίζεται σ' αυτούς τους απλούς αλγορίθμους. Οι δε υπολογιστικές μηχανές λειτουργούν αποκλειστικά με αυτούς!

Αν και 'μεγάλοι' Η/Υ είχαν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί κατά την διάρκεια του Παγκοσμίου πολέμου, μόλις την δεκαετία του 1960, εμφανίστηκαν οι μικρές ηλεκτρικές αριθμομηχανές μπαταρίας, οι οποίες ενσωμάτωσαν αυτούς τους αλγορίθμους των 4 πράξεων της αριθμητικής σε ηλεκτρικά κυκλώματα. Έτσι αρχίσαμε να έχουμε τα calculators, τις πρώτες μηχανές Τεχνητής Νοημοσύνης εκείνης της εποχής. Μετά από λίγα χρόνια, οι μηχανές εκείνες απέκτησαν και μνήμη, λύνοντας κι' άλλο ένα πρόβλημα του ανθρώπου, την απομνημόνευση.

Τη δεκαετία του 1980 εμφανίστηκαν οι πρώτοι ηλεκτρονικοί μικρο-υπολογιστές, με δυνατότητες ήχου και γραφικών. Καθώς ήταν πλέον προσιτοί στον καθένα, άρχισε η αλματώδης ανάπτυξη του λογισμικού που έλυνε σύνθετα προβλήματα με πολλές αριθμητικές πράξεις και πολύ μνήμη. Το κυριότερο όμως ήταν ότι μετέφραζαν τα αποτελέσματα σε εικόνες (raster μορφής για προβολή στην οθόνη και τον εκτυπωτή και σε vector μορφή για τη σχεδίαση στους πρωτοεμφανιζόμενους pen plotters εκείνης της εποχής) δίνοντας τη δυνατότητα στον άνθρωπο να αντιλαμβάνεται τις λύσεις των προβλημάτων του με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο της νοημοσύνης του, τον εικονικό.

Σήμερα, εν έτει 2018, έχουμε τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές με τις μνήμες, τους μαθηματικούς και γραφικούς επεξεργαστές, τους φορητούς υπολογιστές, τα tablets, και τα smart phones με τις οθόνες υπερ-υψηλής ανάλυσης, τους εκτυπωτές, τους σχεδιογράφους (plotters), κτλ, στους οποίους έχουμε ενσωματώσει μεγάλο μέρος της ανθρώπινης νοημοσύνης μας, με τα εργαλεία της οποίας επιτελούμε πληθώρα εργασιών.

Οι κειμενογράφοι (π.χ. το Word), τα υπολογιστικά φύλλα (π.χ. το Excel) έχουν γίνει αναπόσπαστο τμήμα της καθημερινής εργασίας μας. Η τεχνολογία των Databases άλλαξε τον τρόπο αρχειοθέτησης των πληροφοριών, η Multimedia τεχνολογία άλλαξε τον τρόπο εκπαίδευσης και ψυχαγωγίας των ανθρώπων, η τεχνολογία του CAD άλλαξε τον τρόπο σχεδίασης, η τεχνολογία του GIS άλλαξε τον τρόπο καταγραφής των δικτύων κοινής ωφέλειας των πόλεων ενώ σήμερα η τεχνολογία του Virtual Reality προχωράει στην στερεοσκοπική 3D και στην 'πραγματική' 4D αναπαράσταση.

Παράλληλα, η ανθρωπότητα κάνει βήματα οικουμενικότητας και κατόπιν κοινής συμφωνίας έχει δημιουργήσει το Διαδίκτυο, τα πρότυπα των video, των εικόνων, του ήχου, κτλ.

Όπως βλέπουμε ιστορικά, έχουμε μία πρόοδο της τεχνολογίας τόσο του hardware όσο και του software, η οποία αυξάνεται εκθετικά με το χρόνο και ήδη μας έχει λύσει μεγάλο μέρος των προβλημάτων της καθημερινότητας, αλλά και των οραμάτων που έχουμε.

Για παράδειγμα, ένα σύστημα ρομποτικών βραχιόνων που συναρμολογούν ένα αυτοκίνητο, ένας 3D printer που "εκτυπώνει" τα εξαρτήματα ενός αεροπλάνου, ένα σύστημα αυτόνομης οδήγησης, ένα σύστημα αναγνώρισης προσώπου, είναι εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης της σημερινής εποχής, τόσο σημαντικές όμως όσο σημαντικό ήταν το calculator τσέπης, πριν από πενήντα χρόνια.

Αν θέλουμε λοιπόν να δώσουμε έναν ακόμα ορισμό για την Τεχνολογία της Τεχνητής Νοημοσύνης θα μπορούσαμε να πούμε:

Η Τεχνολογία της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι ο συνδυασμός software και hardware που λύνει αυτόματα (από μόνο του) ένα πολύπλοκο πρόβλημα, χωρίς την ανάγκη άλλης μεσολάβησης του ανθρώπου.

Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΣΗΜΕΡΑ

Η Τεχνητή Νοημοσύνη, σε μία συγκεκριμένη εποχή, στην πραγματικότητα είναι μία σύνθεση των προηγούμενων κατακτήσεων της τεχνολογίας αυτής, σε συνδυασμό με τις νέες συνειδητοποιήσεις του ανθρώπου και τα νέα προβλήματα που αυτός αντιμετωπίζει και επιχειρεί να λύσει.

Εδώ βρισκόμαστε και σήμερα, όπου η τεχνολογία έχει φτάσει σε μία φάση ωριμότητας (υπερχείλισης) ώστε σε κάποιους τομείς να έχει ανοίξει ο δρόμος για την Τεχνητή Νοημοσύνη σε τέτοιο επίπεδο που σε κάποιες περιπτώσεις να μπορεί να ξεπεράσει την ανθρώπινη ικανότητα σε ταχύτητα και περιπλοκότητα.

Θα φέρω ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα: Την αυτόματη οδήγηση.

Εδώ πρέπει να ξεκαθαρίσουμε ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη δεν ανταγωνίζεται τον άνθρωπο, αλλά τον αναπληρώνει. Ας μην ξεχνάμε ότι την τεχνολογία αυτή οι άνθρωποι την έχουν δημιουργήσει, άνθρωποι με εξειδίκευση και ταλέντο να μπορούν να χειρίζονται αυτές τις τεχνολογίες όπως άλλοι έχουν το χάρισμα των μαθηματικών, άλλοι των αθλητικών προσόντων, άλλοι της φιλοσοφίας, άλλοι του εμπορίου, κτλ.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα που έχει ο άνθρωπος είναι ότι μπορεί να φαντάζεται το μέλλον, να ανακαλύπτει νέες μεθόδους, να ανατρέπει τα δεδομένα, όταν χρειαστεί, και κυρίως να παίρνει την πλέον ορθή απόφαση, εφ' όσον έχει όλα τα δεδομένα στη διάθεσή του, συνδυάζοντας τη λογική με την ηθική.

Το θέμα της λογικής και της ηθικής, όμως, ξεφεύγει από το αντικείμενο αυτού του άρθρου, χωρίς ποτέ να πάψει αυτό να απασχολεί έντονα και τη λογική και την ηθική, που δεν έχουν ακόμα(!) αυτοματοποιηθεί, έτσι ώστε να μπορούν να αξιολογούν και να αξιολογούνται αντικειμενικά.

Παρ όλα αυτά η τεχνητή νοημοσύνη δεν ανήκει στους καρπούς του δέντρου του Καλού και του Κακού, και δεν είναι ούτε αποτελεί ηθικό δίλλημα. Ακόμα και με ένα απλό μολύβι μπορεί κάποιος να διαπράξει έγκλημα!

‘Γενική’ Τεχνητή Νοημοσύνη δεν μπορεί να υπάρξει, υπάρχουν μόνο οι εφαρμογές της. Αυτό δίνει και τον κυριότερο βαθμό ασφάλειας αλλά και την ευθύνη, και εκεί πρέπει να στοχεύσουν τα μέτρα ασφάλειας στην περίπτωση των εφαρμογών της: σε όλα τα κρίσιμα θέματα ασφάλειας, τουλάχιστον για την ζωή των ανθρώπων, να μην αποφασίζει το λογισμικό, αλλά ο άνθρωπος.

ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΗΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Οι περισσότερες σημερινές τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης έχουν κατά κανόνα μικρό σχετικά πυρήνα ολοκλήρωσης κυρίως στους τομείς αναγνώρισης εικόνας, αναγνώρισης ήχου και προσδιορισμού της θέσης αντικειμένου στο χώρο.

Ο συνδυασμός των αλγορίθμων αναγνώρισης εικόνας με τον απίστευτα μεγάλο όγκο αρχειοθετημένων εικόνων και ήχων σε αυτόνομη μορφή ή σε συνδυασμό τους σε περιεχόμενο videos στο Internet, δημιουργεί ένα ευνοϊκό περιβάλλον εκπαίδευσης του λογισμικού.

Πάντως ο βασικός αλγόριθμος είναι αυτός της αναγνώρισης εικόνας ο οποίος είναι ένας σχετικά απλός αλγόριθμος που στηρίζεται στη σύγκριση με πρότυπες εικόνες π.χ. εικόνες τροχαίων σημάτων και πρότυπους ήχους, π.χ. κορναρισμάτων.

Ο αλγόριθμος αυτός στη συνέχεια εξειδικεύεται για διάφορες καταστάσεις π.χ. στην κατάταξη του είδους του σήματος π.χ. σήμα STOP, κτλ.

Με τις σημερινές ταχύτητες των υπολογιστών, η σύλληψη των εικόνων από αισθητήρες και στη συνέχεια η επεξεργασία τους από τον Η/Υ είναι σχεδόν ακαριαία και στη συνέχεια η αναγνώριση των αντικειμένων που περιβάλλουν το όχημα π.χ. σήματα, φανάρια, πεζοδρόμια διπλανά οχήματα, κτλ, καθώς και ο προσδιορισμός της σχετικής θέσης τους σε σχέση με το αυτοκίνητο είναι πάλι σχεδόν ακαριαία οπότε το συμπέρασμα του λογισμικού σε κάθε στιγμή προσομοιώνει αυτό που θα αντιλαμβανόταν ο άνθρωπος οδηγός που θα χρησιμοποιούσε τα δύο μάτια του, αλλά θα είχε και πολλούς καθρέφτες για να βλέπει όλο το περιβάλλον .

Η βασική ενότητα είναι η κατάσταση μίας στιγμής, αυτή που έχει συμβεί στο παρελθόν που υπήρξε πριν από π.χ. ένα χιλιοστό του δευτερολέπτου. Στη συνέχεια της στιγμής και σε σύγκριση με τις προηγούμενες στιγμές και σε συνδυασμό με τη θέση του αυτοκινήτου όπως προκύπτει από το σύστημα GPS και την κατάσταση λειτουργίας του αυτοκινήτου, αποφασίζει το λογισμικό τι πρέπει να γίνει στα φρένα, στο γκάζι, στα φώτα, κτλ.

Ουσιαστικά έχουμε μία προσομοίωση της ενστικτώδους λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου όσον αφορά την ανίχνευση του οδικού περιβάλλοντος και των αποφάσεων/κινήσεων που κάνει ο άνθρωπος.

Πάντως την απόφαση πρέπει να την πάρει το λογισμικό και τις κρίσιμες στιγμές δεν υπάρχει ο χρόνος να αναθέσει το λογισμικό τον έλεγχο στον άνθρωπο διότι η αδράνεια συνειδητοποίησης της κατάστασης από τον άνθρωπο είναι σημαντική.

Το πλεονέκτημα όμως του ανθρώπου είναι ότι έχει την πείρα της ορθής οδήγησης και αυτή μπορεί και πρέπει να την αποτυπώσει στο λογισμικό της αυτόνομης οδήγησης μέχρι την τελευταία λεπτομέρεια και είναι βέβαιο ότι σε λίγα χρόνια αυτή η γνώση θα έχει περάσει στις μηχανές σχεδόν στο 100%.

Η ίδια πείρα του ανθρώπου τον διδάσκει ότι παρόλη τη γνώση της ορθής οδήγησης, ο ίδιος κάνει σφάλματα εφαρμογής, π.χ. λόγω κούρασης, που οδηγούν σε ατυχήματα γι' αυτό έχει αποφασίσει να εκπαιδεύσει τις μηχανές με τη δική του πείρα αξιοποιώντας τις δυνατότητες των μηχανών, στο παράδειγμα, να μην κουράζονται ή αν “κουράζονται” να παραχωρούν τον έλεγχο σε άλλη μηχανή ή ακόμη και στον ίδιο τον άνθρωπο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

ΕΠΙΛΟΓΗ 21 ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

ΑΠΟ ΤΑ ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΤΟΥ HoloBIM™

Σημαντική διευκρίνιση: Η εισαγωγή του σκελετού του κτιρίου χρειάστηκε περί τα 15 mins από το χρήστη μηχανικό και η πλήρης υπολογιστική και κατασκευαστική μελέτη εκτελέστηκε αυτόματα από το λογισμικό σε 5 λεπτά. Οι οθόνες που ακολουθούν είναι απλώς outputs αυτών των επιλύσεων όταν και στο βαθμό που θέλει ο μηχανικός να ελέγξει τη μελέτη ή/και την ακρίβεια του προγράμματος, ή να αυτό-εκπαιδευτεί. Κάθε ένα από αυτά τα outputs χρειάζεται 5 έως 30 sec για να δημιουργηθεί και προβληθεί.

(1) ΣΥΝΟΠΤΙΚΕΣ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

1.1 Concrete Quantity Take-off (m³)

Level	Over-ground structure			Foundation		Sum (m³)
	Columns	Beams-Slabs	Stairs	Foundations	Grossbeton	
Floor 4	21.28	34.70	1.76			57.74
Floor 3	21.28	34.70	1.76			57.74
Floor 2	21.28	34.70	1.76			57.74
Floor 1	21.28	34.70	1.76			57.74
Ground_Floor	29.42	34.70	1.99	70.21		136.32
SUM (m³)	114.54	173.50	9.01	70.21		367.26

1.2 Formwork Quantity Take-off (m²)

Level	Over-ground structure			Foundation		Sum (m²)
	Columns	Beams-Slabs	Stairs	Foundations	Others	
Floor 4	175.08	241.61	10.87	-	-	427.57
Floor 3	175.08	241.70	10.90	-	-	427.68
Floor 2	175.08	241.70	10.87	-	-	427.66
Floor 1	175.08	241.70	10.90	-	-	427.68
Ground_Floor	245.41	241.70	14.65	144.01	-	645.77
SUM (m²)	945.73	1208.42	58.21	144.01		2356.36

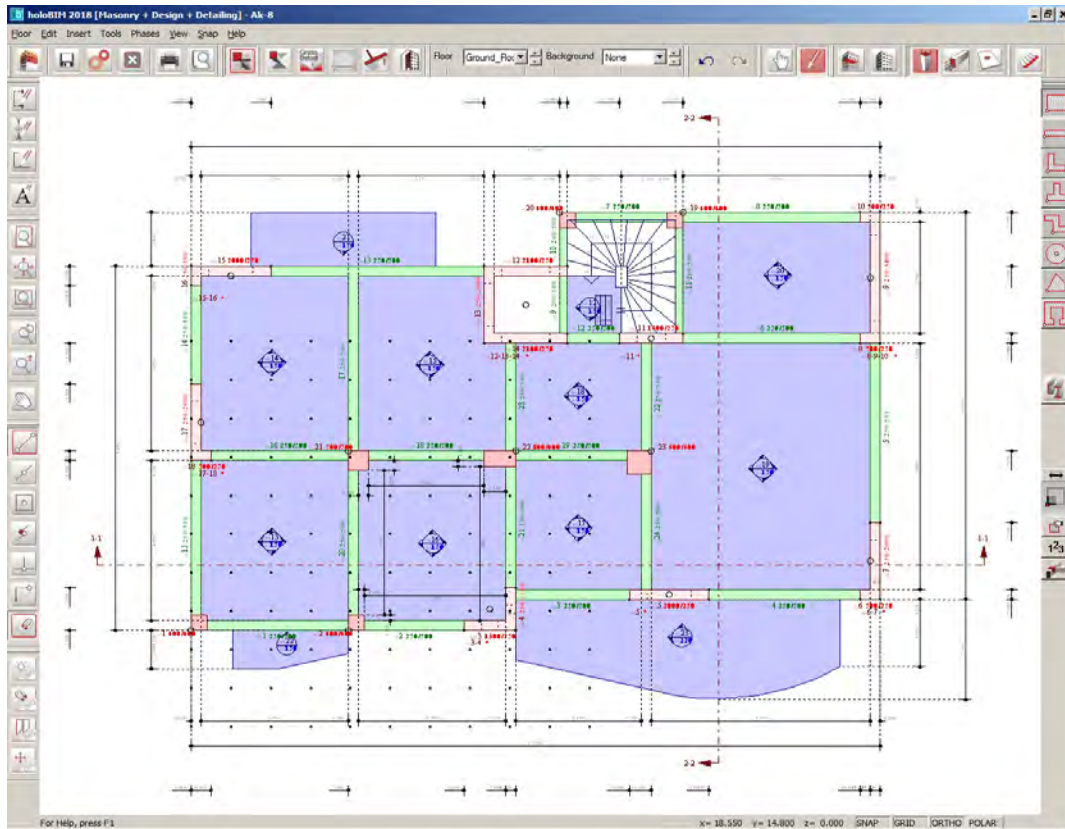
1.3 Reinforcement Quantity Take-off (m)(kgr)

1.3.6 All

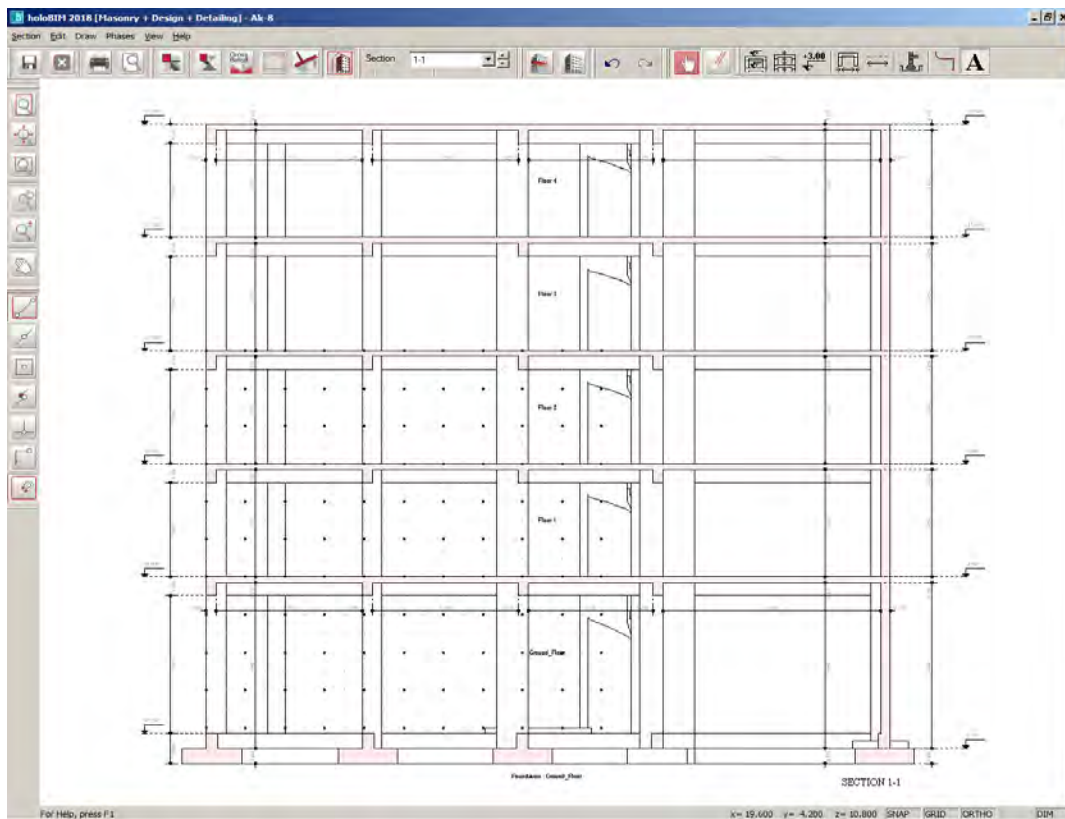
		Over-ground structure			Foundation			Sum	
		Slabs	Beams	Column	Slabs	Footings	Beams	(m)	(Kgr)
	Ø4	-	0.95	-	-	-	-	9.66	0.95
	Ø8	4499.65	-	-	-	-	-	11403.54	4499.65
	Ø10	866.47	-	3642.54	-	-	-	7313.44	4509.01
	Ø12	-	-	-	-	215.87	2012.80	2510.29	2228.67
	Ø14	-	3876.07	110.34	-	-	8.54	3301.61	3994.95
	Ø16	-	171.07	4365.29	-	-	387.63	3116.45	4923.99
	Ø18	-	896.44	-	-	-	2107.49	1501.96	3003.93
	Ø20	-	678.72	3701.35	-	-	302.98	1895.97	4683.05
Rebars sum		5366.13	5623.25	11819.52	-	215.87	4819.44	31052.92	27844.20
Stirrups		Slabs	Beams	Column	Slabs	Footings	Beams	(m)	(Kgr)
	Ø8	-	1495.36	6381.09	-	-	-	19961.41	7876.45
	Ø10	-	13.47	-	-	-	725.84	1199.12	739.30
	Ø12	-	20.04	-	-	-	-	22.57	20.04
Stirrups sum		-	1528.86	6381.09	-	-	725.84	21183.10	8635.79
SUM		5366.13	7152.12	18200.61	-	215.87	5545.27	52236.01	36479.99

Οι αντίστοιχες αναλυτικές προμετρήσεις είναι 156 σελίδες

(2) ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΣ ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ ΜΑΡΑΓΚΟΥ

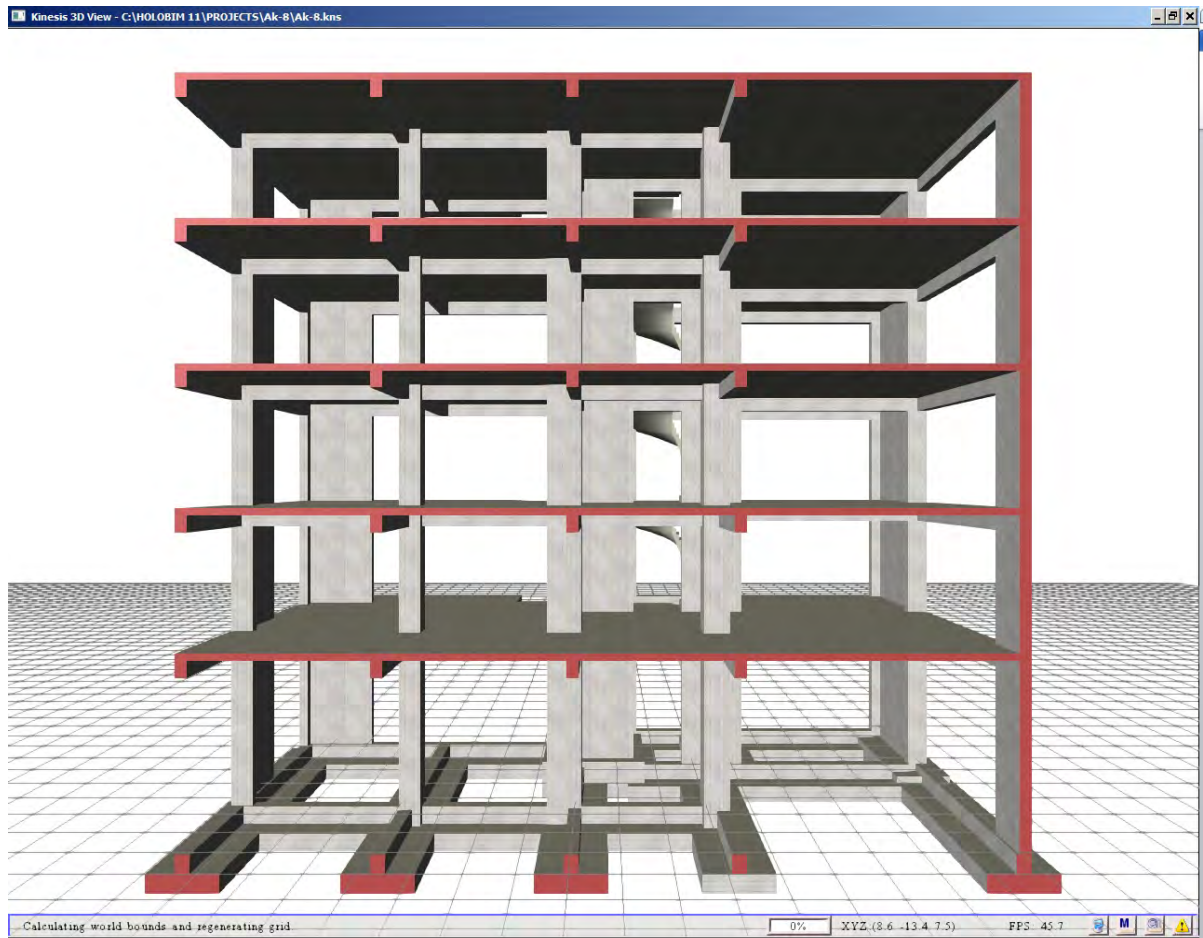


(3) ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΤΟΜΗ 1-1 ΜΑΡΑΓΚΟΥ

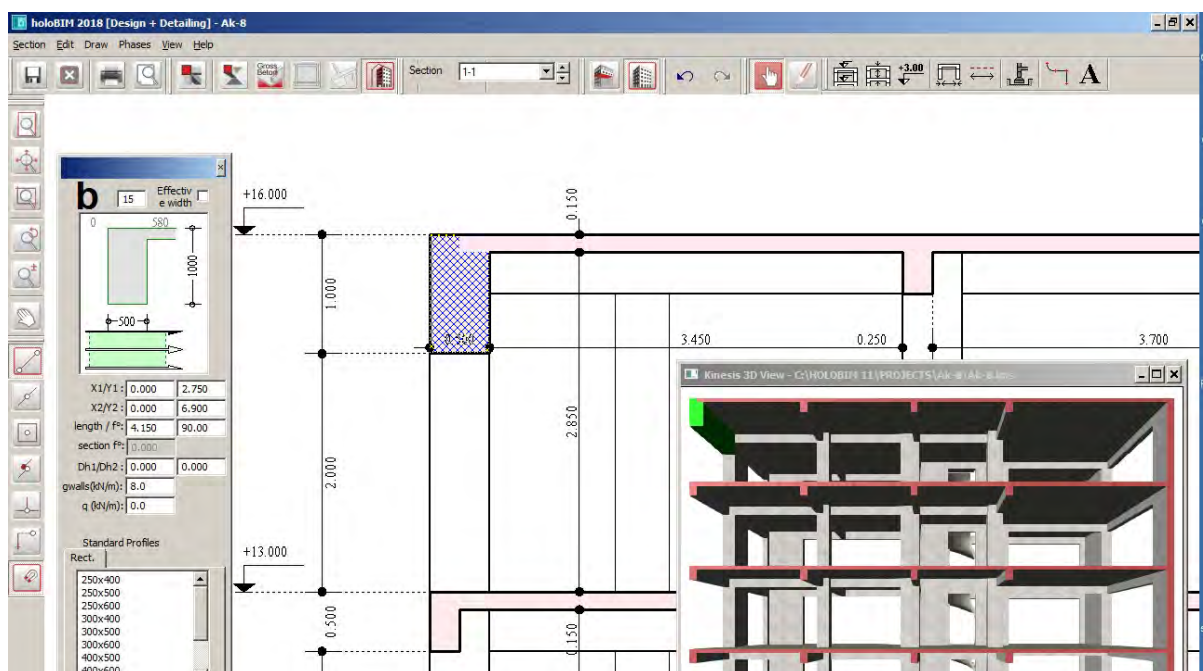


(2), (3) Τα σχέδια με τις συντεταγμένες και τις διαστάσεις έχουν δημιουργηθεί αυτόματα

(4) 3D ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΤΟΜΗ 1-1 ΜΑΡΑΓΚΟΥ

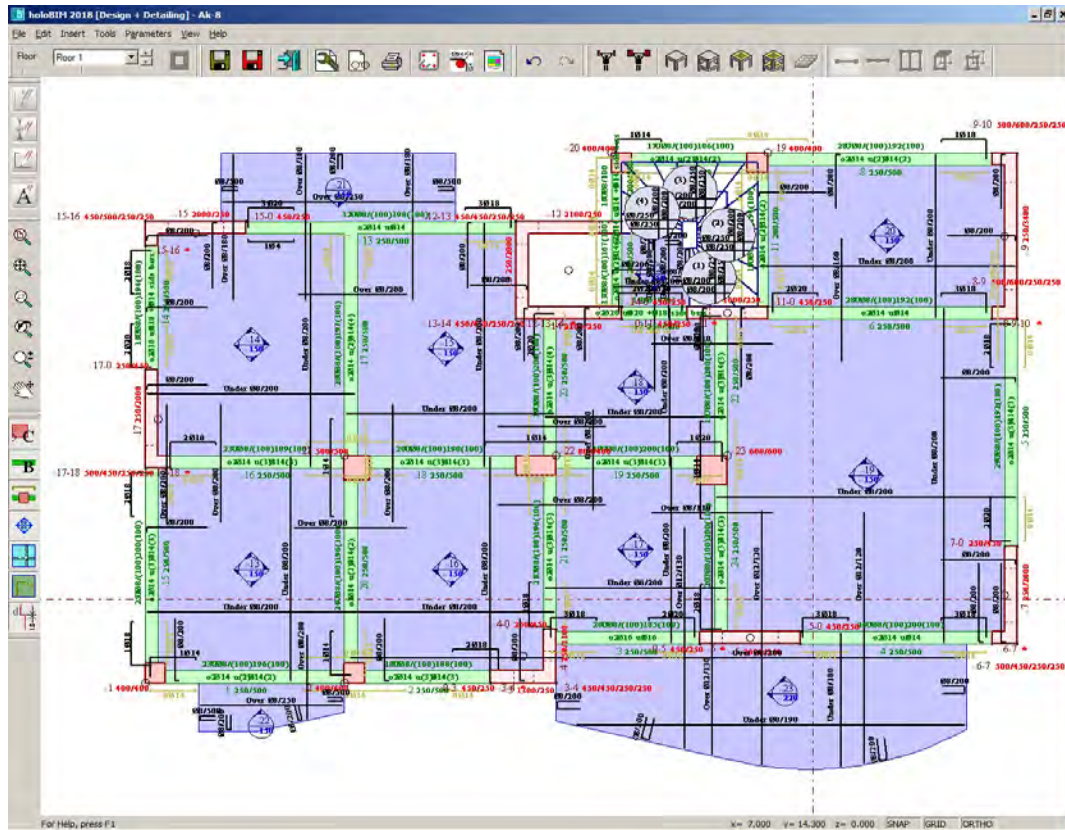


(5) 2D-3D-...-nD ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΚΕΛΕΤΟΥ



(5) Η τροποποίηση ενός στοιχείου του σκελετού, π.χ. της δοκού b15, μπορεί να γίνει επί της κάτοψης ή της τομής με Interface ή εσωτερικά, βάσει ενός σεναρίου χωρίς Interface. Κάθε τροποποίηση ενημερώνει ακαριαία κάθε 2D και 3D σχέδιο, τη μοντελοποίηση, τις προμετρήσεις, το κόστος, κτλ.

(6) ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΣΙΔΕΡΑ

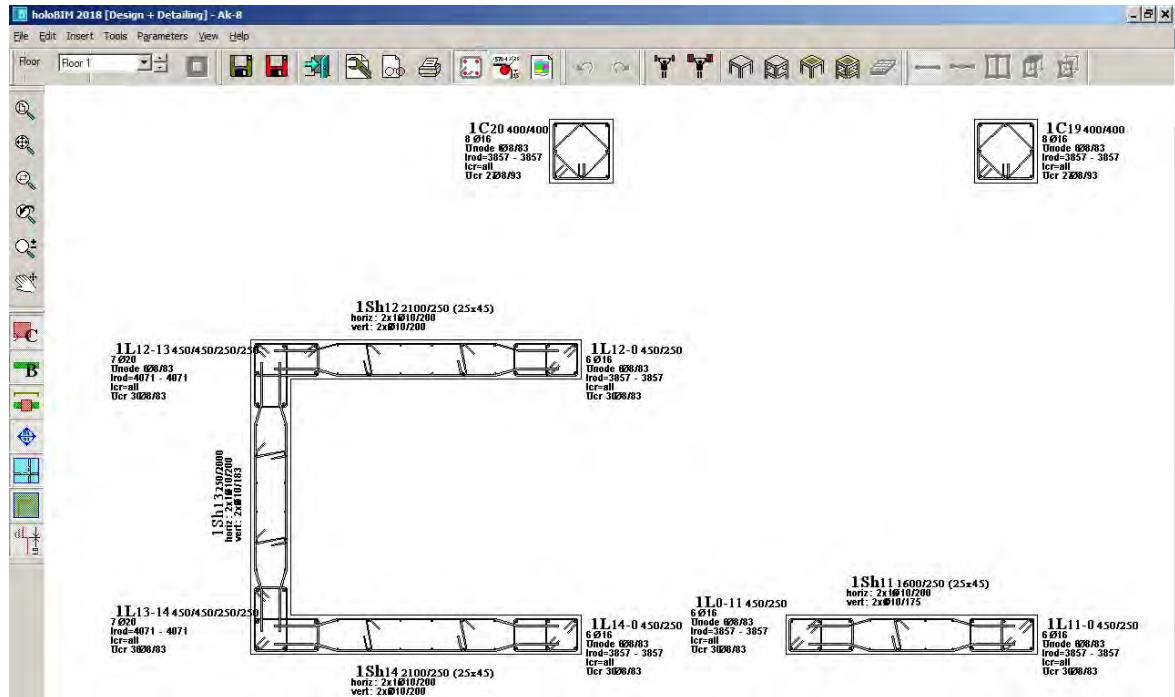


(7) ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΔΟΚΟΥ 1b16-1b18-1b19

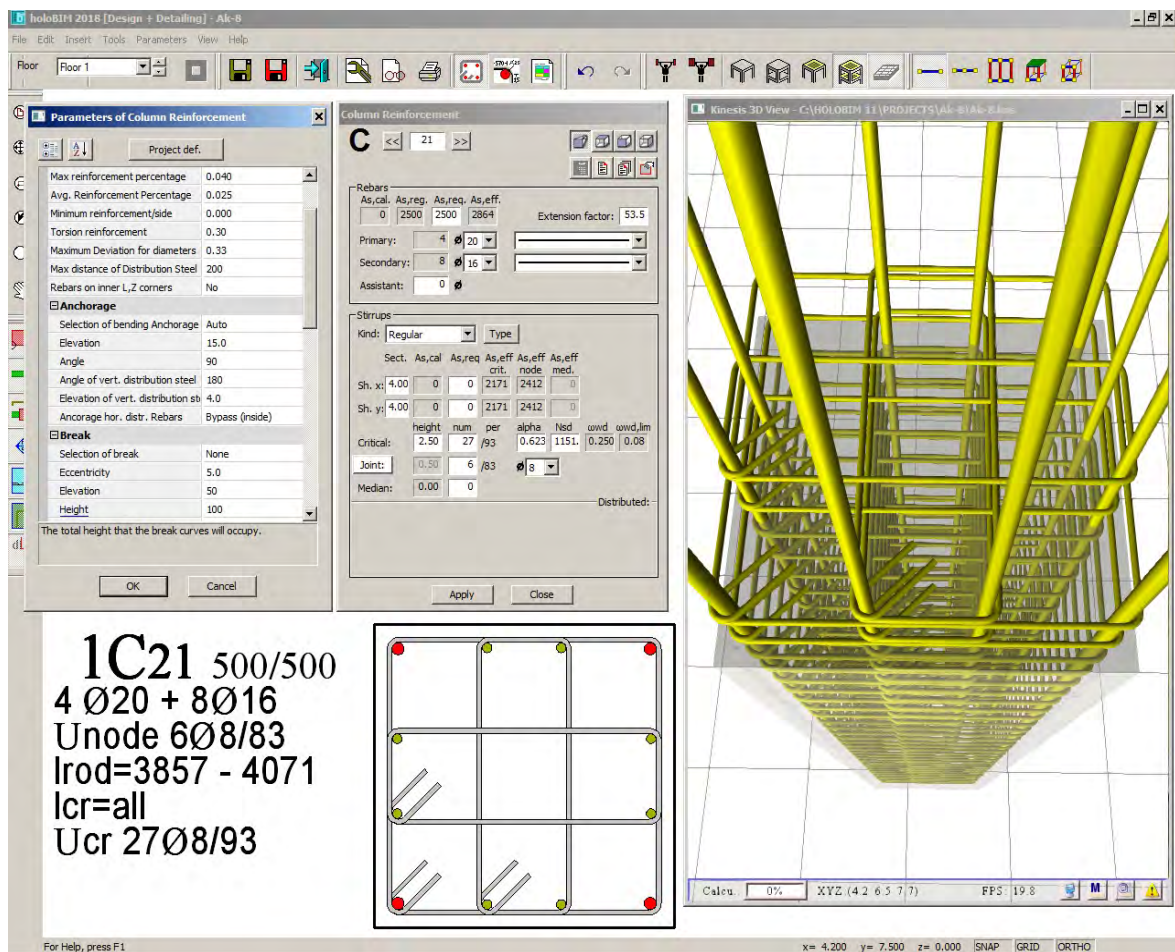


(6), (7) Τα σχέδια των ξυλοτύπων και τα αναπτύγματα των οπλισμών έχουν δημιουργηθεί αυτόματα

(8) ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΚΟΛΟΝΩΝ ΚΑΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟΥ



(9) ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΟΛΟΝΑΣ



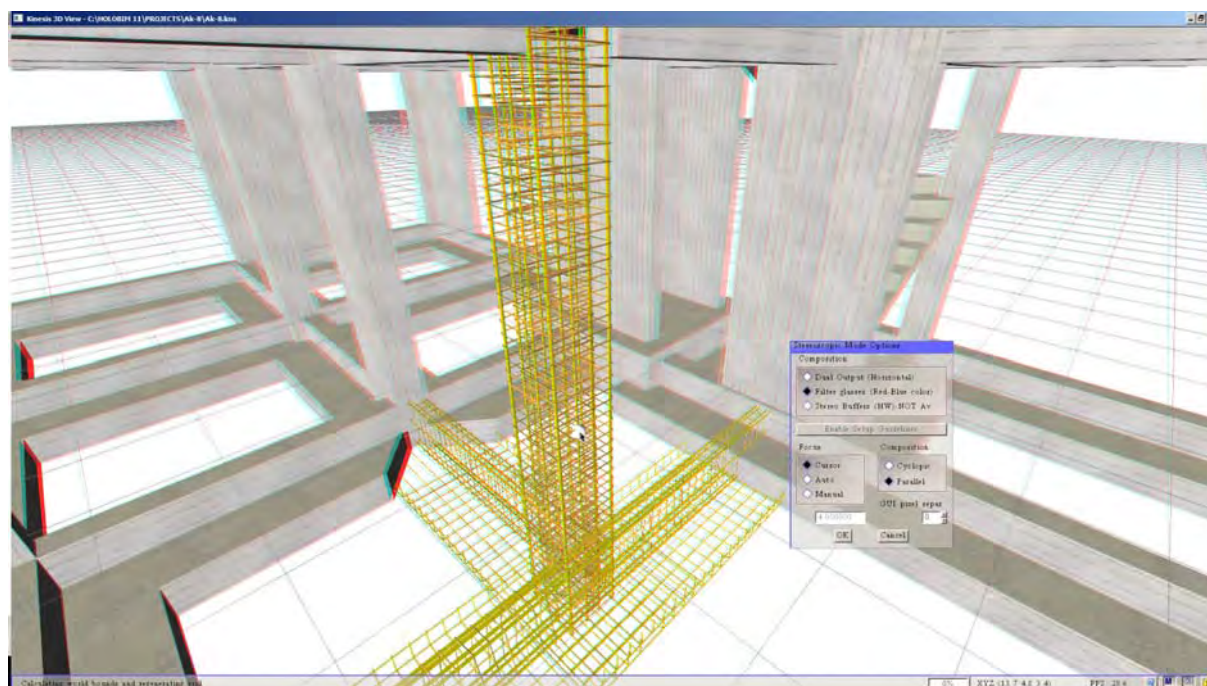
(8) Οι λεπτομέρειες των κολονών έχουν δημιουργηθεί αυτόματα, (9) Όταν ζητηθεί manual τροποποίηση χρησιμοποιείται μία ή περισσότερες από τις εκατοντάδες των παραμέτρων

(10) ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ/ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Project: Ak-8

Beams: Ground Floor								
Elem.	Description	Sketch	Pin (mm)	L (mm)	Quant. (v)	Length (L*v) (m)	Diam. Ø	
0b1	down		60	3602	2	7.20	14	
	down		190	5480	2	10.96	14	
	up		190	5530	2	11.06	14	
	Additional Up		190	1580	1	1.58	14	
	Stirrups Regular			1508	23	34.73	8	
0b2	down			4370	2	8.74	14	
	down			4370	2	8.74	14	
	up			4470	2	8.94	14	
	Additional Up			2411	1	2.41	18	
	Additional Up			3240	1	3.24	18	

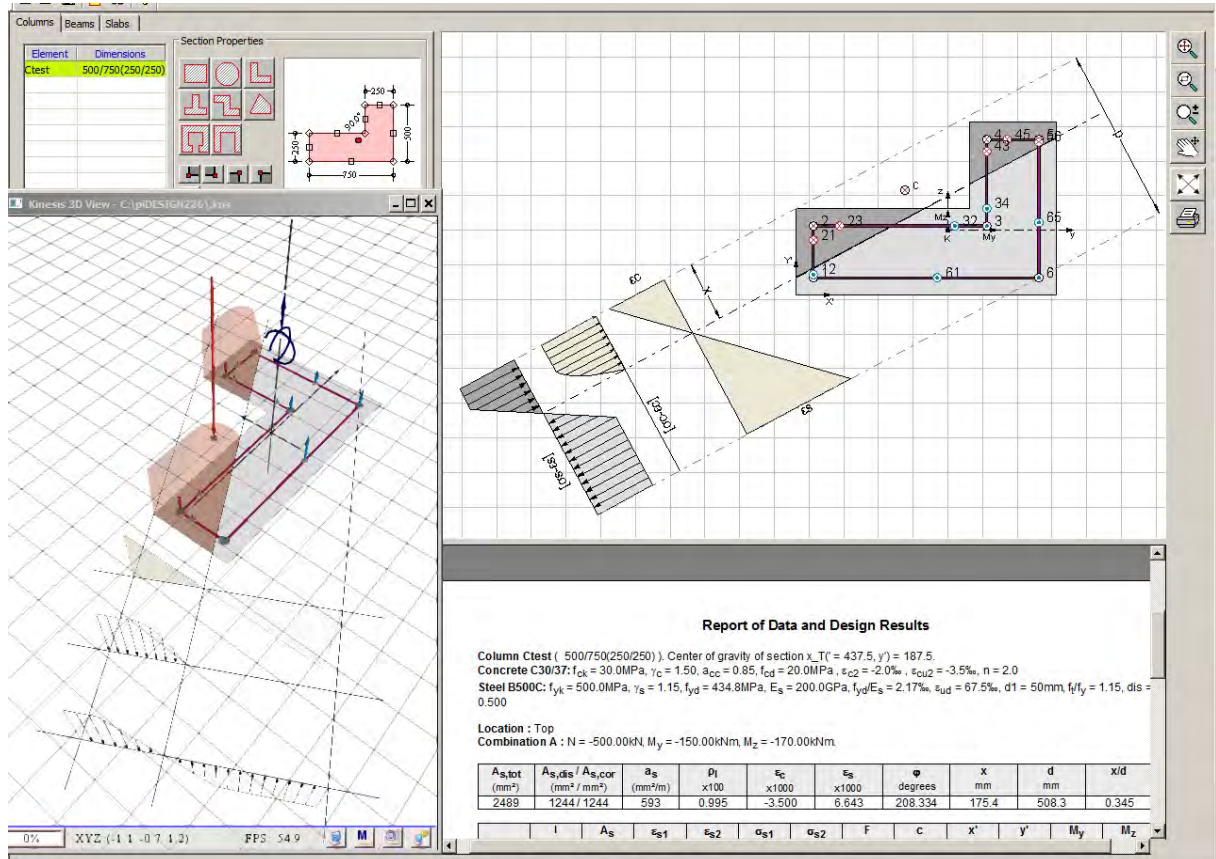
(11) 3D REAL-TIME ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ



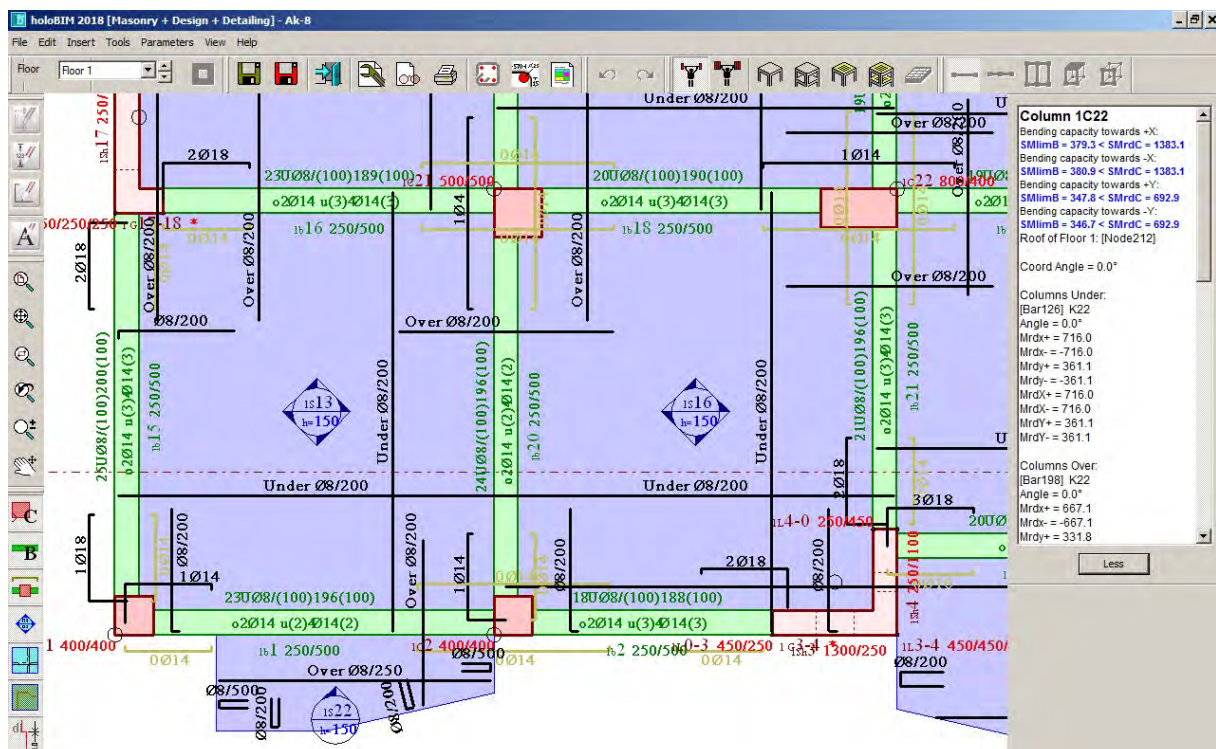
- (10) Οι κατάλογοι οπλισμού επιβεβαιώνονται οπτικά και έτσι δεν επιδέχονται καμία αμφισβήτηση.
- (11) Ο σφαιρικός cursor πέραν της 3D επιλογής της ράβδου δείχνει το σημείο του χώρου στο οποίο γίνεται η εστίαση (το focus) της στερεοσκοπικής προβολής, έτσι, η στερεοσκοπική παρατήρηση είναι ξεκούραστη και η ευκρίνεια η μέγιστη.

Σημαντική υπενθύμιση: Η σειρά εμφάνισης των επιμέρους αποτελεσμάτων εξαρτάται από την ανάγκη του χρήστη και δεν έχει σχέση με το σειριακό τρόπο εκτέλεσης μίας μελέτης, επειδή η μελέτη έχει ήδη ολοκληρωθεί.

(12) ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΔΙΑΞΟΝΙΚΗ ΚΑΜΨΗ



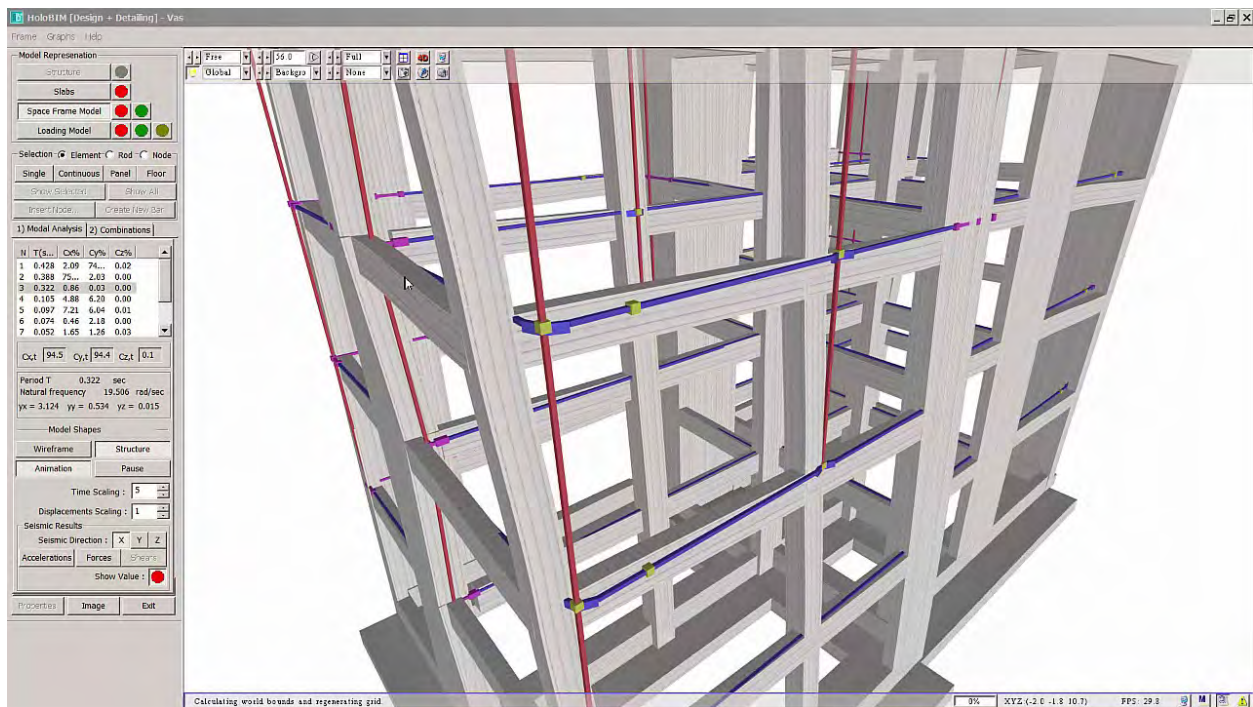
(13) ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΛΟΝΩΝ



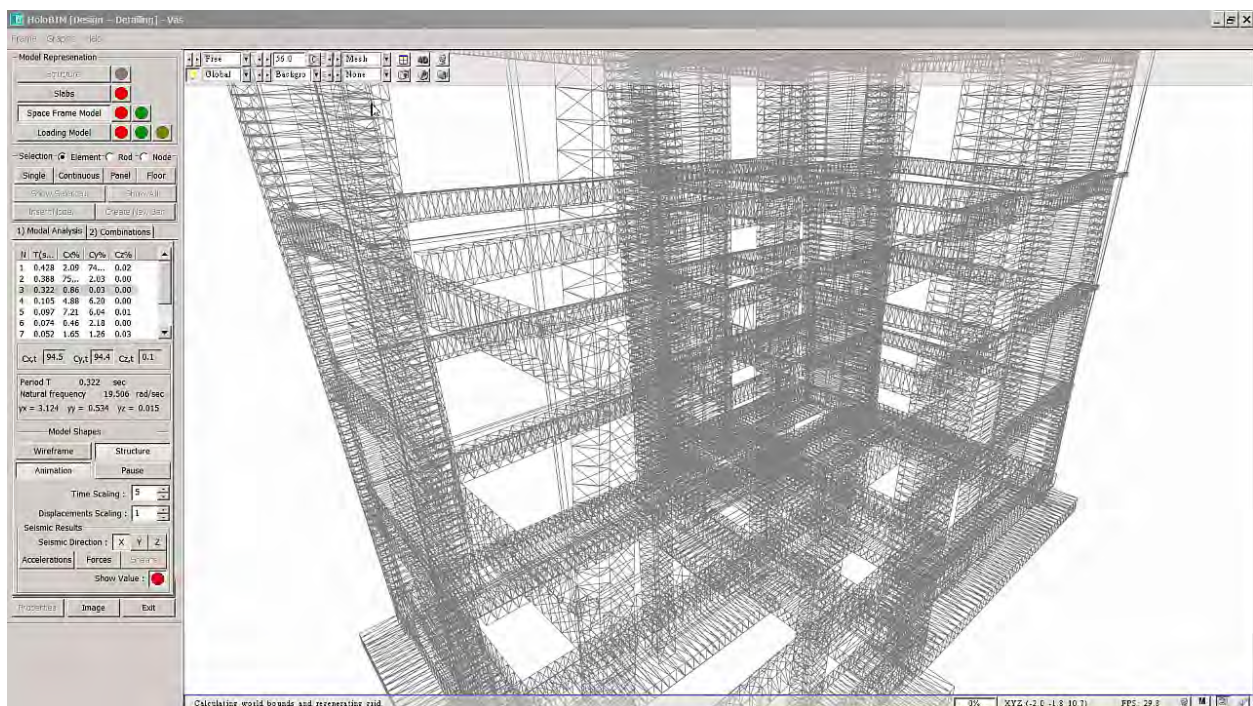
(12) Διαξονική διαστασιολόγηση με ακριβή προσδιορισμό της ουδέτερης γραμμής και όλων των εσωτερικών μεγεθών.

(13) Με αυτόματο τρόπο αυξάνεται ο οπλισμός της κολόνας ώστε να υπάρχει Ικανοτική Αντοχή σε κάμψη.

(14) ΣΤΡΕΠΤΙΚΗ ΙΔΙΟΜΟΡΦΗ ΣΚΕΛΕΤΟΥ



(15) ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΡΕΠΤΙΚΗΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΗΣ



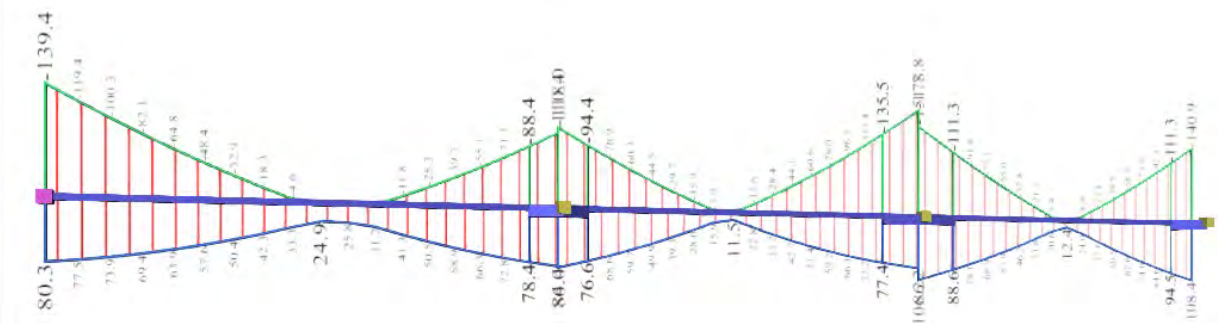
(14) Η παρουσίαση του παραμορφωμένου φορέα είναι στερεοσκοπική ή μη, όπως εδώ και ανανεώνεται 30 φορές ανά ένα sec με την ενσωματωμένη Τεχνολογία Εικονικής Πραγματικότητας.

(15) Για να επιτευχθεί αυτό έχει μοντελοποιηθεί ο σκελετός με 420,000 τρίγωνα και κάθε 1/30 του sec υπολογίζονται οι ακριβείς συντεταγμένες της κορυφής κάθε τριγώνου

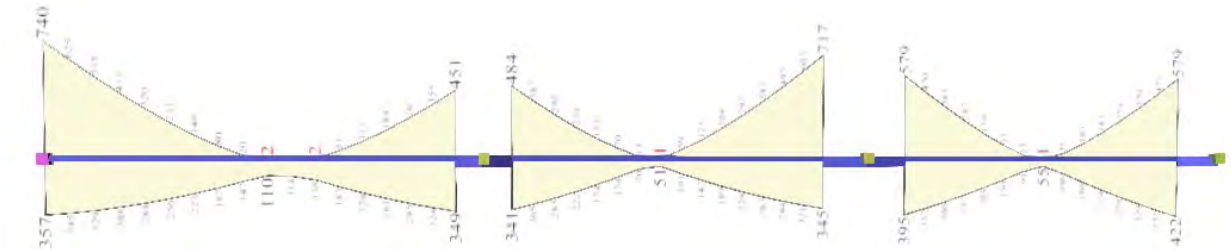
**(16) ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΡΟΠΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΔΟΚΟΥ
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΤΡΙΩΝ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ**



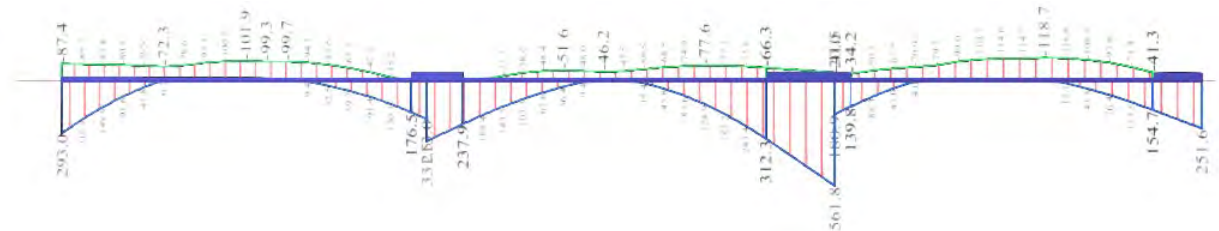
(17) ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΡΟΠΩΝ 33 ΣΥΝΔΥΑΣΜΩΝ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ



(18) ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΑΝΑΓΚΑΙΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΜΨΗΣ



(19) ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΡΟΠΩΝ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗΣ ΠΕΔΙΛΟΔΟΚΟΥ

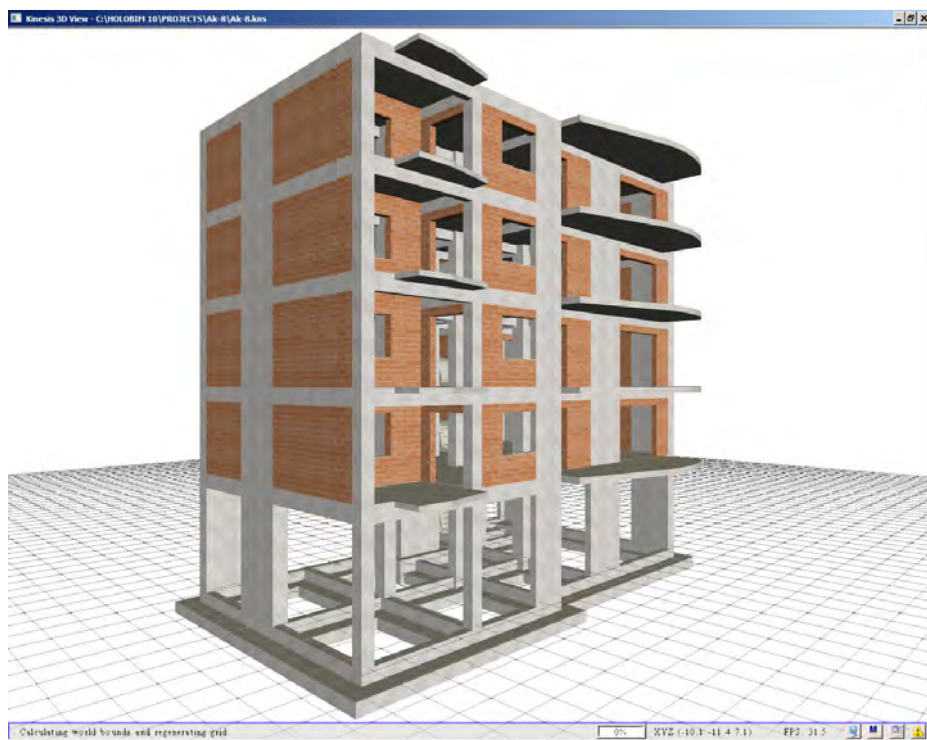


(16) Οι τρεις συνδυασμοί: $1.35G+1.50Q$, $1.00G+0.30Q+1.00E_x$, $1.00G+0.30Q-1.00E_x$

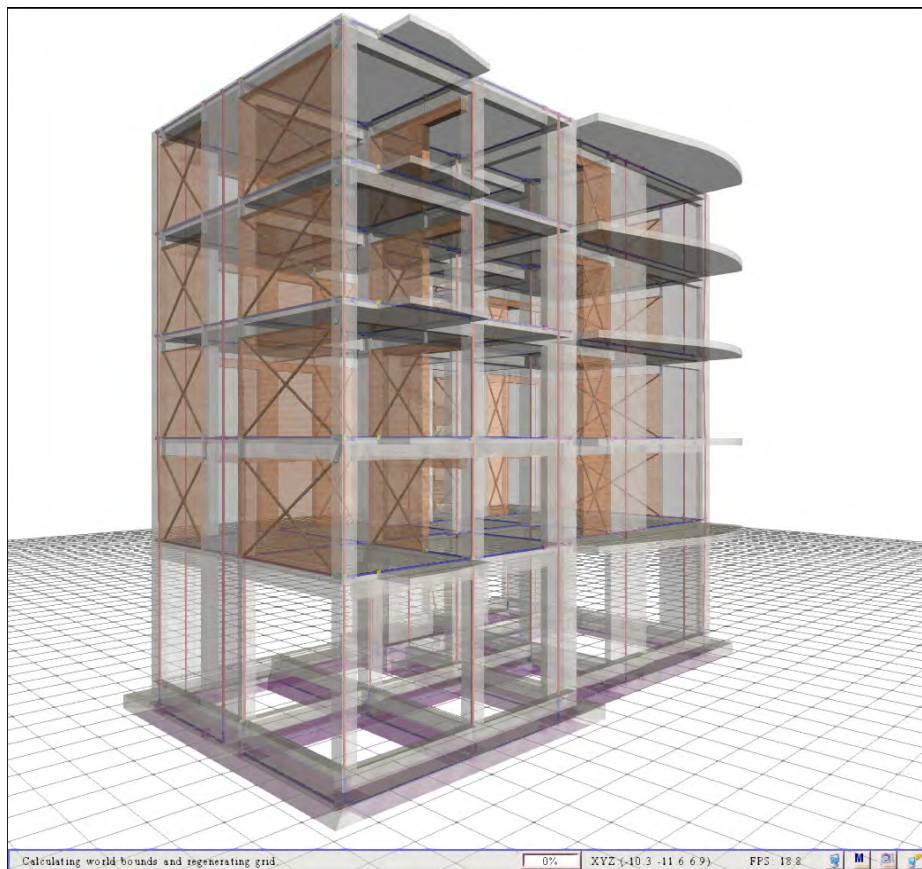
(17), Η περιβάλλουσα ροπών του συνδυασμού $1.35G+1.50Q$ και οι 32 σεισμικοί συνδυασμοί.

(17), (18), (19) Οι τιμές των μεγεθών είναι ανά $0.20m$ επειδή βάσει αυτών των τιμών θα γίνει η όπλιση και τα αναπτύγματα των οπλισμών.

**(20) ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ
ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ**



(21) Η ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΚΑΙ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ



(21) Η προαιρετική μοντελοποίηση των τοίχων γίνεται με έναν ζεύγος διαγώνιων ράβδων, όπου όμως σε κάθε εντατική κατάσταση λειτουργεί μόνο η μία, αυτή που θλίβεται

Επίλογος Παραρτήματος II

Οι εικόνες που προβλήθηκαν στις προηγούμενες σελίδες εμπεριέχουν ένα τεράστιο πλήθος εξισώσεων, εντατικών μεγεθών, διαστασιολογήσεων και κοστολογικών στοιχείων. Η δουλειά του μηχανικού της πράξης, στο άμεσο μέλλον, θα είναι η αξιολόγηση τέτοιων εικόνων. Παλιά, όλο το χρόνο εργασίας του τον εξαντλούσε ο μηχανικός για να επιλύει τις ‘εξισώσεις’, να κάνει τις διαστασιολογήσεις, να φτιάχνει ένα-ένα τα σχέδια και να συντάσσει ατελείωτους καταλόγους υλικών, υπό το άγχος της έγκαιρης παράδοσης της μελέτης, που εκτός των άλλων, ήταν χαμηλότερης ακρίβειας και πάντοτε εμπεριείχε τη σχεδόν βέβαιη πιθανότητα σφαλμάτων. Σήμερα, η δουλειά του μηχανικού της πράξης είναι να χρησιμοποιεί όλη τη θεωρητική του κατάρτιση και να δαπανάει τον χρόνο του αναλύοντας και συνθέτοντας τέτοιες εικόνες, που θα του δίνουν ασφάλεια, αντοχή και οικονομία στις κατασκευές που μελετάει και κατασκευάζει.

Κατά κάποια έννοια, θα λέγαμε ότι μεγάλο μέρος της δουλειάς του σημερινού μηχανικού της πράξης είναι η λεγόμενη, ‘διαρκής και συνεχιζόμενη εκπαίδευσή του’.

Αυτό μπορεί να το επιβεβαιώσει ο συγγραφέας αυτού του άρθρου ο οποίος έχει διευρύνει κατά πολύ το επίπεδο των γνώσεων του, δημιουργώντας το λογισμικό HoloBIM™ και αξιοποιώντας τα απεριόριστα outputs του.

Βέβαια, έως εδώ μιλήσαμε κυρίως για τον μηχανικό που εκτελεί την υπολογιστική μελέτη, τον μηχανικό της μελέτης εφαρμογής και τον μηχανικό της βιομηχανίας, καθόλου όμως για τη βιομηχανία του σκυροδέματος, του οπλισμού και των καλουπιών.

Η λογική BIM και η τεχνολογία της Τεχνητής Νοημοσύνης, εξασφαλίζουν στη βιομηχανία αυτό που πάγια είχε ανάγκη, δηλαδή την ακριβή και αξιόπιστη μελέτη εφαρμογής. Η βιομηχανία χαίρεται να έχει τα ίδια data με τον μελετητή, να παρακολουθεί on-line την κατασκευή του έργου και να προγραμματίζει τη δική της συνεισφορά στο έργο.

Η τεχνολογία της λογικής BIM και της Τεχνητής Νοημοσύνης, ωφελεί το Μηχανικό, τον Εργολάβο, τη Βιομηχανία και κυρίως τον Ιδιοκτήτη του κτιρίου.

Στα παρακάτω links θα μπορούσε κάποιος να δει περισσότερο υλικό από outputs του HoloBIM:

- Video 11 λεπτών: <https://www.youtube.com/watch?v=nj8rGEHgLX8>
- 30 στερεοσκοπικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες (χρειάζονται γυαλιά κόκκινο/μπλε): <http://www.buildinghow.com/en-us/Store/3D-Booklet>
- Για δωρεάν εκπαιδευτικό υλικό: <http://www.buildinghow.com/el-gr/Προϊόντα/Βιβλία>