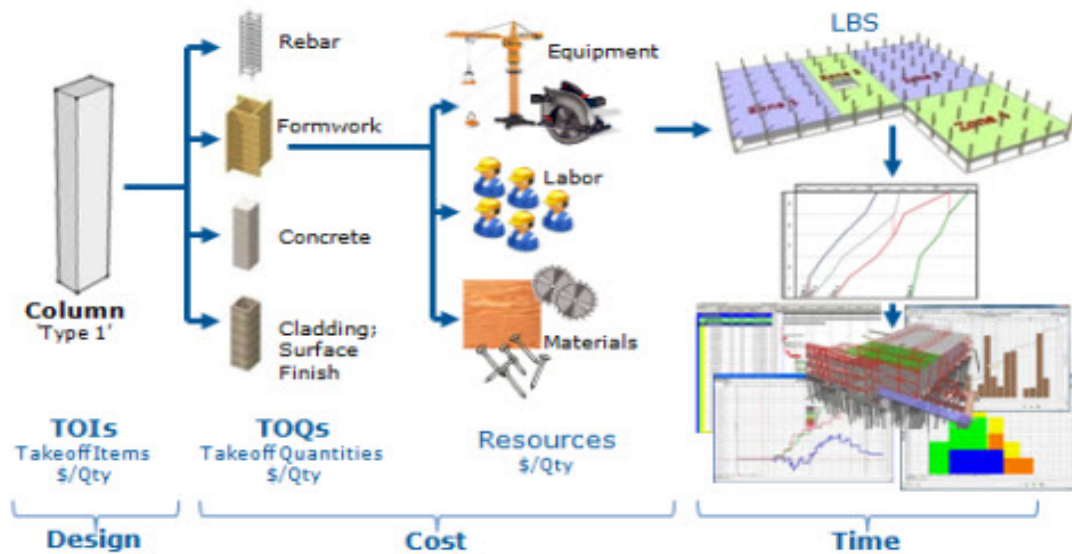


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΤΟΜΕΑΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΖΕΡΒΑΣ Χ. ΠΑΝΤΕΛΗΜΩΝ

Αθήνα, Ιούλιος 2011

Υπογραφή _____



Επιβλέπων: Π. Παντουβάκης, Αναπλ. Καθ. – Εποπτεία: Δ. Τουλιάτος, Επ. Συν/της

Το περιεχόμενο της ανά χείρας διπλωματικής εργασίας αποτελεί προϊόν της δικής μου πνευματικής προσπάθειας.

Η ενσωμάτωση σε αυτήν υλικού τρίτων, δημοσιευμένου ή μη, γίνεται με δόκιμη αναφορά στις πηγές του Παραρτήματος Α και με τρόπο που δεν επιτρέπει ασάφειες ή παρερμηνείες.

Υπογραφή _____

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Περίληψη

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση της μεθόδου Ψηφιακής Απεικόνισης Κτιριακών Πληροφοριών (BIM) για τον ολοκληρωμένο σχεδιασμό και τη διαχείριση οικοδομικών έργων.

Η ΨΑΚΠ είναι η μέθοδος για το βέλτιστο σχεδιασμό ενός έργου ψηφιακά, απεικονίζοντας λεπτομερώς όλες τις πληροφορίες του σε μια ενιαία πλατφόρμα, στην οποία έχουν πρόσβαση όλοι οι συμμετέχοντες στο σχεδιασμό και στην κατασκευή του έργου, σε όλη τη διάρκεια ζωής του κύκλου ζωής του, δηλαδή από τον πρώτο αρχικό σχεδιασμό μέχρι και τη μετέπειτα λειτουργία του και συντήρηση του.

Η ΨΑΚΠ έχει πολλές εφαρμογές και χρήσεις, στις οποίες συνεχώς προσθέτονται καινούργιες και σε αυτή βασίζεται πλέον ο σχεδιασμός των νέων λογισμικών εργαλείων για τους μηχανικούς. Η ΨΑΚΠ επιτρέπει την συνεργασία όχι μόνο των μηχανικών του έργου, αλλά όλων των συμμετόχων για το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός έργου. Η ΨΑΚΠ οδηγεί στη μείωση του χρόνου και του κόστους κατασκευής. Ο χρόνος περιορίζεται με το σωστό χρονικό προγραμματισμό και τον έλεγχο της αλληλουχίας των εργασιών. Το κόστος ελαχιστοποιείται με τον εντοπισμό των ασυμβατοτήτων της κατασκευής και την επίλυση τους με την έγκαιρη διερεύνηση εναλλακτικών σεναρίων, τη μείωση της απώλειας υλικών και των εργατικών με το λεπτομερή σχεδιασμό των στοιχείων του έργου.

Abstract

The subject of the present diploma thesis is the presentation of the Building Information Modeling (BIM) process which integrates design and project management.

BIM optimizes digital representation of the design process by integrating all the information in one platform, used by all participants of the project during design and construction stages, from the early conceptual plan until the completion and the maintenance.

BIM has many applications and even more will be added since it is the base for new engineering design software. It allows collaboration not only among the engineers of the project, but also among the design and construction team members. It minimizes both project duration and cost. The reduced duration is achieved through correct scheduling and construction sequence. The reduced cost is achieved through the early detection of clashes and the development of alternative scenarios, the minimization of wasted material and work hours due the detailed component design.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Τομέα Προγραμματισμού & Διαχείρισης Τεχνικών Έργων του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κύριο **Πάρι Παντουβάκη** και τον Επιστημονικό Συνεργάτη του Τομέα Προγραμματισμού & Διαχείρισης Τεχνικών Έργων του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κύριο **Δ. Τουλιάτο** για την άψογη συνεργασία τους και γιατί με τη βοήθεια τους και την καθοδήγησή τους έγινε δυνατή η ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υποστήριξη τους κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|------------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 1-1 |
| Σκοπός | 1-1 |
| 1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας..... | 1-1 |
| 1.2 Η μεθοδολογία της ΨΑΚΠ | 1-1 |
| 1.2.1 Γενικά | 1-2 |
| 1.2.2 ΗΨΑΚΠ στα τεχνικά έργα..... | 1-3 |
| 1.3 Στόχοι της παρούσας εργασίας..... | 1-3 |
| 1.4 Σχολιασμός για τη φύση της εργασίας..... | 1-4 |
| 1.5 Δομή της διπλωματικής εργασίας | 1-4 |
| | |
| Κεφάλαιο 2: ΟΙ ΕΦΤΑ ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (ΔΟΣ), (INTEGRATED DESIGN PROCESS, IDP) | 2-1 |
| Σκοπός | 2-1 |
| 2.1 Ορισμός..... | 2-1 |
| 2.2 Περίληψη των Εφτά Φάσεων της Διαδικασίας Ολοκληρωμένης Σχεδίασης (ΔΟΣ), (Integrated Design Process, IDP) | 2-2 |
| 2.2.1 Φάση 1 – Προμελέτη | 2-3 |
| 2.2.2 Φάση 2 – Οριστική Μελέτη | 2-4 |
| 2.2.3 Φάση 3 – Μελέτη Εφαρμογής | 2-5 |
| 2.2.4 Φάση 4 – Τεύχη Δημοπράτησης | 2-7 |
| 2.2.5 Φάση 5 – Διαδικασία Ανάθεσης Κατασκευής του Έργου | 2-8 |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Περιεχόμενα

| | | |
|-------|--|------|
| 2.2.6 | Φάση 6 – Έναρξη Λειτουργίας Κτιρίου | 2-9 |
| 2.2.7 | Φάση 7 – Χρήση-Συντήρηση-Λειτουργία | 2-11 |
| 2.3 | Η ΨΑΚΠ και οι επτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (IDP) | 2-12 |

Κεφάλαιο 3: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ **3-1**

| | |
|---|------|
| Σκοπός | 3-1 |
| 3.1 Εισαγωγή..... | 3-1 |
| 3.2 Ιστορική Αναδρομή | 3-4 |
| 3.2.1 Προέλευση του όρου ΨΑΚΠ (BIM) | 3-4 |
| 3.2.2 Τα πρώτα συστήματα ψηφιακής απεικόνισης κτιρίων | 3-5 |
| 3.2.3 Ψηφιακή Απεικόνιση Πληροφοριών Παραγόμενου Προϊόντος . | 3-6 |
| 3.3 Επεξήγηση της μεθοδολογίας ΨΑΚΠ | 3-7 |
| 3.3.1 Ορισμός | 3-7 |
| 3.3.2 CAD και ΨΑΚΠ - μια συνοπτική συγκριτική αναφορά..... | 3-10 |
| 3.3.3 Εισαγωγή στη μεθοδολογία και την ιδέα της ΨΑΚΠ | 3-13 |
| 3.3.4 Σκοπός της ΨΑΚΠ..... | 3-17 |
| 3.4 Περιοχές άμεσης δραστηριότητας της ΨΑΚΠ | 3-19 |
| 3.4.1 Η εφαρμογή της ΨΑΚΠ στο California Community College | 3-19 |
| 3.4.2 Η Senate Properties και ο οδηγός «BIM requirements 2007». | 3-19 |
| 3.4.3 Η ΨΑΚΠ στη Government Services Administration (GSA)» | 3-20 |
| 3.5 Τα ενδιαφερόμενα για τη ΨΑΚΠ μέρη | 3-21 |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Περιεχόμενα

| | |
|--|------------|
| Κεφάλαιο 4: ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ (INTEROPERABILITY)..... | 4-1 |
| Σκοπός | 4-1 |
| 4.1 Προτυποποίηση της ΨΑΚΠ και Διαλειτουργικότητα | 4-1 |
| 4.2 Εισαγωγή στη Διαλειτουργικότητα | 4-3 |
| 4.3 Ορισμός της Διαλειτουργικότητας..... | 4-4 |
| 4.4 Η ανάγκη για Διαλειτουργικότητα | 4-5 |
| 4.5 Ο λόγος ύπαρξης της Διαλειτουργικότητας | 4-6 |
| 4.6 Ο Ρόλος της Διαλειτουργικότητας..... | 4-7 |
| 4.7 Αποθήκευση και διανομή των πληροφοριών | 4-8 |
| 4.8 Πρότυπα και Πρωτόκολλα για τη Διαλειτουργικότητα | 4-8 |
| | |
| Κεφάλαιο 5: ΟΦΕΛΗ, ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ ΕΜΠΟΔΙΑ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΨΑΚΠ..... | 5-1 |
| Σκοπός | 5-1 |
| 5.1 Τα γενικά οφέλη της ΨΑΚΠ | 5-1 |
| 5.1.1 Απεικόνιση..... | 5-2 |
| 5.1.2 Συνεργασία..... | 5-6 |
| 5.1.3 Περιορισμός των προβλημάτων | 5-7 |
| 5.2 Ειδικότερα οφέλη της ΨΑΚΠ στη διαχείριση της κατασκευής των έργων | 5-10 |
| 5.2.1 Συμβολή στη μείωση του κόστους..... | 5-10 |
| 5.2.2 Συμβολή στο περιορισμό των απωλειών | 5-11 |
| 5.2.3 Βελτίωση της ποιότητας..... | 5-12 |
| 5.3 Εμπόδια στην εφαρμογή και κίνδυνοι της ΨΑΚΠ..... | 5-13 |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Περιεχόμενα

| | |
|---|------|
| 5.3.1 Τα εμπόδια στην εφαρμογή της ΨΑΚΠ | 5-13 |
| 5.3.2 Κίνδυνοι κατά τη χρησιμοποίηση της ΨΑΚΠ | 5-13 |

Κεφάλαιο 6: 4D ΨΑΚΠ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ ΓΙΑ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ 6-1

| | |
|--|------|
| Σκοπός | 6-1 |
| 6.1 4D ΨΑΚΠ..... | 6-2 |
| 6.2 5D ΨΑΚΠ..... | 6-11 |
| 6.3 Τα οφέλη της ΨΑΚΠ για τη διαχείριση του κόστους και του χρόνου.... | 6-16 |
| 6.3.1 Τα οφέλη για το κόστος και το χρόνο με τη ΨΑΚΠ σε μια μελέτη | 6-16 |
| 6.3.2 Καθαρά κέρδη και απόδοση της επένδυσης της ΨΑΚΠ..... | 6-19 |

Κεφάλαιο 7: ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΨΑΚΠ 7-1

| | |
|--|------|
| Σκοπός | 7-1 |
| 7.1 Περιγραφές των Λογισμικών..... | 7-1 |
| 7.2 Εργαλεία ανάπτυξης 3D μοντέλων..... | 7-2 |
| 7.2.1 Bentley | 7-2 |
| 7.2.2 Autodesk..... | 7-7 |
| 7.2.3 Vico | 7-12 |
| 7.2.4 Tekla | 7-20 |
| 7.3 Εργαλεία οπτικοποίησης/προβολής μοντέλων | 7-26 |
| 7.3.1 NavisWorks | 7-26 |
| 7.3.2 Google-SketchUp..... | 7-29 |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Περιεχόμενα

| | | |
|--|--|------------|
| 7.4 | Εργαλεία υπολογιστικής ανάλυσης των μοντέλων | 7-31 |
| 7.4.1 | Energy+ | 7-31 |
| 7.4.2 | DAYSIM..... | 7-31 |
| 7.4.3 | ApacheSIM | 7-31 |
| 7.4.4 | LifeCycle | 7-32 |
| Κεφάλαιο 8: Η ΨΑΚΠ ΣΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ..... | | 8-1 |
| | Σκοπός | 8-1 |
| 8.1 | Πρώτη περίπτωση μελέτης: AGC, (Associated General Contractors of America) στη Lake Tahoe | 8-1 |
| 8.1.1 | Περιγραφή της εφαρμογής..... | 8-2 |
| 8.1.2 | Περιγραφή των βημάτων της πειρατικής άσκησης | 8-2 |
| 8.1.3 | Η περιγραφή της συνεργασίας | 8-3 |
| 8.1.4 | Μερικά δείγματα της συνεργασίας | 8-4 |
| | 8.1.3.1 Στατικά μοντέλα | 8-4 |
| | 8.1.3.2 Ηλεκτρομηχανολογικά και υδραυλικά συστήματα..... | 8-5 |
| 8.1.4 | Μελέτη του φέροντα οργανισμού (σκυρόδεμα και χάλυβα) | 8-6 |
| 8.2 | Δεύτερη περίπτωση μελέτης: Το DUBAI MALL..... | 8-8 |
| 8.2.1 | Μια σύντομη περιγραφή του έργου | 8-8 |
| 8.2.2 | Πρόβλημα..... | 8-9 |
| 8.2.3 | Λύση..... | 8-10 |
| 8.2.4 | Αποτελέσματα | 8-11 |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Περιεχόμενα

| | |
|---|-------------|
| Κεφάλαιο 9: Η ΨΑΚΠ ΣΤΑ ΕΡΓΑ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ..... | 9-1 |
| Σκοπός | 9-1 |
| 9.1 Η ΨΑΚΠ και η Διαχείριση Έργων Πολιτικού Μηχανικού | 9-1 |
| 9.2 Τα οφέλη της ΨΑΚΠ στο Πολιτικό Μηχανικό | 9-2 |
| 9.2.1 Κατασκευασιμότητα | 9-2 |
| 9.2.2 Βιωσιμότητα..... | 9-2 |
| 9.3 Η ΨΑΚΠ στα μεγάλα έργα του Πολιτικού Μηχανικού | 9-4 |
| 9.3.1 Η εφαρμογή της ΨΑΚΠ στο «Alaskan Way Viaduct and Seawall Replacement» | 9-4 |
| 9.3.2 Η εφαρμογή της ΨΑΚΠ στο «Central Arizona Project» | 9-6 |
| 9-4 DynaRoad, ένα λογισμικό για τον πολιτικό μηχανικό | 9-7 |
| 9.4.1 Ανάλυση των λογισμικών εργαλείων του DynaRoad..... | 9-8 |
| 9.4.1.1 DynaRoad Plan | 9-9 |
| 9.4.1.3 DynaRoad Schedule | 9-13 |
| 9.4.1.3 DynaRoad Control..... | 9-16 |
| 9.4.2 Προγραμματισμός με βάση την οριζοντιογραφία | 9-18 |
| | |
| Κεφάλαιο 10: ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ , ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ | 10-1 |
| Σκοπός | 10-1 |
| 10.1 Οι Προοπτικές της ΨΑΚΠ | 10-1 |
| 10.1.1 Οι άμεσες προοπτικές βελτιώσεις της ΨΑΚΠ..... | 10-1 |
| 10.1.2 Η ΨΑΚΠ στο έτος 2020..... | 10-3 |
| 10.2 Συμπεράσματα - Προτάσεις | 10-4 |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Περιεχόμενα

Παραρτήματα:

- A. Αναφορές - Πηγές
- B. Κόστος Προμήθειας Λογισμικών ΨΑΚΠ (ενδεικτικός κατάλογος)
- Γ. Ψηφιακό Υλικό που παραδίδεται με τη διπλωματική σε CD (Resources-1, -2, -3)
 - 1 Κείμενα από Αναφορές και Πηγές σε Ψηφιακή μορφή
 - 2 Παρουσιάσεις από εταιρείες και φορείς (Resources-2)
 - 3 Video (Resources-3)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός:

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας δηλαδή η «Ψηφιακή Απεικόνιση Κτιριακών Πληροφοριών (ΨΑΚΠ), (Building Information Modeling, BIM) στη διαχείριση των τεχνικών έργων». Παρουσιάζεται η μεθοδολογία και η σημασία της. Περιγράφεται η μέθοδος επεξεργασίας του θέματος της εργασίας, γίνεται σχολιασμός για τη φύση της εργασίας και περιγράφεται η δομή της διπλωματικής εργασίας.

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανασκόπηση και η παρουσίαση της μεθοδολογίας ΨΑΚΠ, η παρουσίαση εφαρμογών της στη κατασκευή και ειδικότερα στα θέματα της διαχείρισης των τεχνικών έργων και τέλος η αναφορά των ωφελειών που αποκομίζονται από την εφαρμογή αυτής της διαδικασίας.

1.2 Η μεθοδολογία της ΨΑΚΠ [1]

Η Ψηφιακή Απεικόνιση Κτιριακών Πληροφοριών (ΨΑΚΠ), (Building Information Modeling, BIM) είναι η ενιαία αποτύπωση των φυσικών, τεχνικών, χρονικών, οικονομικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών μιας κατασκευής σε ψηφιακή μορφή (σε ένα μοντέλο). Η απεικόνιση αυτή αφορά τις κάθε φύσεως μελέτες της κατασκευής (γεωτεχνικές, αρχιτεκτονικές, στατικές, υδραυλικές, ηλεκτρομηχανολογικές, οικονομικές κ.α.), καθώς και την καταγραφή ποσοτικών, οικονομικών και χρονικών των προς εκτέλεση εργασιών και η παρακολούθηση πληροφοριών των εκτελούμενων εργασιών σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

1.2.1 Γενικά

Η ΨΑΚΠ είναι ένα εργαλείο όχι μόνο για όλους τους μηχανικούς αλλά και για όλους τους συμμετέχοντες στο σχεδιασμό, τη διοίκηση, την εκτέλεση και τη λειτουργία ενός έργου. Με τη ΨΑΚΠ δημιουργείται ένα τρισδιάστατο εικονικό μοντέλο του έργου, που πρόκειται να κατασκευαστεί. Με τη βοήθεια του μοντέλου το τεχνικό έργο γίνεται άμεσα κατανοητό από όλους τους συμμετέχοντες στην υλοποίηση του έργου

Σκοπός της ΨΑΚΠ (BIM) είναι η δημιουργία ενός κτιρίου σε εικονική μορφή, πριν αυτό κατασκευαστεί στη πραγματικότητα, ώστε να αναλυθούν τα προβλήματα, να αξιολογηθούν οι πιθανές επιδράσεις τους, με σκοπό την επίλυση τους. Η καρδιά της ψηφιακής απεικόνισης είναι ένα ρεαλιστικό μοντέλο κτιριακών πληροφοριών, που μας εξυπηρετεί σαν μια κοινή πηγή γνωστικών πληροφοριών μιας κατασκευής. Έτσι έχουμε μια ρεαλιστική βάση, χρήσιμη για αποφάσεις κατά τη διάρκεια ζωής του έργου.

Μια βασική προϋπόθεση της ψηφιακής απεικόνισης κτιριακών πληροφοριών είναι η συνεργασία από διαφορετικούς συμμετέχοντες στις διαφορετικές φάσεις του κύκλου ζωής της μελέτης και της κατασκευής για να εισάγουν, να εξαγάγουν, να ανανεώσουν και να τροποποιήσουν τις πληροφορίες στη διαδικασία διαμόρφωσης του ψηφιακού μοντέλου, ώστε να υποστηρίζεται ο ρόλος του κάθε συμμετέχοντα.

Η ανάγκη συγκέντρωσης όλων των πληροφοριών μίας κατασκευής σε ψηφιακή μορφή (σχέδια, οικονομικά δεδομένα, χρονικός προγραμματισμός κ.λ.π) είναι αυτή που κάνει την εφαρμογή του BIM αναγκαία. Η δημιουργία της ψηφιακής απεικόνισης πληροφοριών ενός έργου ξεκινάει από τον αρχικό σχεδιασμό του. Από αυτό το σημείο και έπειτα το μοντέλο χρησιμοποιείται σαν μια αυτόνομη πηγή πληροφοριών για τη κατασκευή. Το μοντέλο αυτό πρέπει να συμπληρώνεται πριν από τη φάση της κατασκευής και όλα τα προβλήματα, που προκύπτουν από τις πολλές φορές αλληλοσυγκρουόμενες εφαρμογές των διάφορων μελετών, μπορούν να αναλύονται και να επιλύονται πριν από την έναρξη των εργασιών.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

Αυτό σημαίνει ότι έχουν επιλεγεί ορθά όλα τα στοιχεία, που εισέρχονται στο μοντέλο και έχουν πραγματοποιηθεί όλες οι εξομαλύνσεις, που μας παρέχουν τις συνδεδετικές λεπτομέρειες μεταξύ των φάσεων. Κάθε συμμετέχοντας μπορεί να κάνει την ίδια δουλειά όπως και πριν αλλά πιο γρήγορα και σε ένα πιο ολοκληρωμένο περιβάλλον. Η λεπτομερής ανάλυση του μοντέλου σε όλα τα στάδια χρησιμεύει στην καλύτερη εκμετάλλευση της παρεχόμενης ενέργειας, της πιο βιώσιμης, χαμηλότερου κόστους και φιλικότερης ως προς το περιβάλλον κατασκευής. Το μοντέλο είναι ο συνδεδετικός κρίκος και διασφαλίζει την ακριβή χωροθέτηση του χώρου. Επίσης το μοντέλο είναι πάντα συγχρονισμένο με την πραγματική κατάσταση, έτσι ώστε η πληροφορία να είναι χρήσιμη από όλα τα συμβαλλόμενα μέρη του έργου.

1.2.2 Η ΨΑΚΠ στα τεχνικά έργα

Η ΨΑΚΠ εφαρμόζεται στο χρονικό προγραμματισμό, στη κοστολόγηση, στη διαχείριση της κατασκευής και της λειτουργίας ενός τεχνικού έργου, δηλαδή σε όλα τα θέματα που αφορούν τη διαχείριση τεχνικών έργων. Στο μοντέλο ΨΑΚΠ περιέχονται όλα τα δεδομένα σχετικά με τη κατασκευή και λειτουργία του έργου με άμεση πρόσβαση όλων των συμμετεχόντων. Τέλος ο χρονικός προγραμματισμός, η χρονική σειρά των δραστηριοτήτων και η κοστολόγηση εξάγονται άμεσα από το μοντέλο της ΨΑΚΠ χωρίς λάθη και προσαρμόζονται στις πιθανές αλλαγές κατά τη διαδικασία της μελέτης και κατασκευής.

1.3 Στόχοι της παρούσας εργασίας

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο: να γίνει κατανοητή η μεθοδολογία της ΨΑΚΠ και να δείξει πως εφαρμόζεται κυρίως στη διαχείριση τεχνικών έργων αλλά και γενικότερα στη μελέτη και στη κατασκευή των τεχνικών έργων, να καταγραφούν οι μέχρι σήμερα αναφορές, να καταγραφούν σχετικά λογισμικά, να περιγραφεί η Διαδικασία Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (Integrated Design Process), να καταγραφούν τα ωφελήματα, να καταγραφούν εφαρμογές της ΨΑΚΠ σε έργα, εταιρείες, οργανώσεις και οργανισμούς, να βρεθεί ένα σχετικό λογισμικό για εκπαιδευτική χρήση με εφαρμογή στον χρονικό προγραμματισμό και την κοστολόγηση των έργων και τέλος να αναφερθούν οι προοπτικές και τα συμπεράσματα.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

1.4 Σχολιασμός για τη φύση της εργασίας

Η εργασία αυτή είναι κυρίως αποτέλεσμα βιβλιογραφικής έρευνας και αναζήτησης πληροφοριών στο διαδίκτυο. Μελετήθηκαν επίσης και σχετικά λογισμικά (π.χ. το Vico, το Tekla) των οποίων η δωρεάν χρήση επιτρέπεται για περιορισμένο χρονικό διάστημα (π.χ. ένα μήνα) για διαφημιστικούς λόγους.

Ειδικότερα

Το Vico προσφέρεται δωρεάν σε εκπαιδευτικά ιδρύματα που έχουν εντάξει στο πρόγραμμά τους σχετικό μάθημα (βλ. ειδικότερα προτάσεις)

1.5 Δομή της διπλωματικής εργασίας

Κεφάλαιο 2: ΟΙ ΕΦΤΑ ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (ΔΟΣ), (Integrated Design Process, IDP)

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η Διαδικασία Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ), (Integrated Design Process, IDP) και περιγράφονται συνοπτικά οι επτά φάσεις της διαδικασίας.

Κεφάλαιο 3: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ, ώστε να κατανοηθούν το αντικείμενο και ο τρόπος λειτουργίας της ΨΑΚΠ, η ανάγκη που οδήγησε στην ανάπτυξη της ΨΑΚΠ, η εξέλιξη της ως τη σημερινή μορφή και τέλος να αναφερθούν τα πεδία εφαρμογής της και τα ενδιαφερόμενα για τη ΨΑΚΠ μέρη.

Κεφάλαιο 4: ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ (INTEROPERABILITY)

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η μεθοδολογία της διαλειτουργικότητας, που είναι σημαντική προϋπόθεση για τη ΨΑΚΠ και το τρόπο εφαρμογής της, καθώς επίσης τα αντίστοιχα πρότυπα και πρωτόκολλα.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

Κεφάλαιο 5: ΟΦΕΛΗ, ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ ΕΜΠΟΔΙΑ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ της ΨΑΚΠ

Στο κεφάλαιο αυτό παραθέτονται και κατηγοριοποιούνται οι ωφέλειες της ΨΑΚΠ, ώστε να γίνει κατανοητή η αναγκαιότητα της και η χρησιμότητα της σε ένα έργο και αναφέρονται τα εμπόδια και οι κίνδυνοι, που προκύπτουν από αυτή η διαδικασία.

Κεφάλαιο 6: 4D ΨΑΚΠ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ ΓΙΑ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η εφαρμογή της ΨΑΚΠ στη διαχείριση του χρόνου (4D) και του κόστους (5D) κατασκευής και ο τρόπος που γίνεται εφικτή η αποτελεσματική διαχείριση του χρόνου και του κόστους των έργων με τη ΨΑΚΠ. Η παρουσίαση γίνεται με τη βοήθεια ενός παραδείγματος.

Κεφάλαιο 7: ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΨΑΚΠ

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται και παρουσιάζονται τα πιο σημαντικά λογισμικά της ΨΑΚΠ, ώστε να υπάρχει μια σύγκριση μεταξύ των λογισμικών και να παρουσιαστούν οι προσφερόμενες δυνατότητες.

Κεφάλαιο 8: Η ΨΑΚΠ ΣΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται περιπτώσεις έργων, στα οποία εφαρμόστηκε η ΨΑΚΠ στο σχεδιασμό ή στη κατασκευή τους, συμβάλλοντας στην αντιμετώπιση προβλημάτων.

Κεφάλαιο 9: Η ΨΑΚΠ ΣΤΑ ΕΡΓΑ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η δυνατότητα εφαρμογής της ΨΑΚΠ στη διαχείριση έργων πολιτικού μηχανικού (πλην κτιριακών), περιγράφονται οι ωφέλειες από αυτή την υιοθέτηση, αναφέρονται σχετικά παραδείγματα εφαρμογής της ΨΑΚΠ σε πραγματικά έργα και περιγράφεται το λογισμικό DynaRoad για έργα οδοποιίας.

Κεφάλαιο 10: ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι προοπτικές της ΨΑΚΠ και τα συμπεράσματα από αυτή την εργασία και προτάσεις για την εισαγωγή στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 2ο: Οι επτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΙ ΕΦΤΑ ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (ΔΟΣ), (INTEGRATED DESIGN PROCESS, IDP)

Σκοπός:

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η Διαδικασία Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ), (Integrated Design Process, IDP) και περιγράφονται συνοπτικά οι επτά φάσεις της διαδικασίας.

Η ΔΟΣ είναι αυτή που οδήγησε στην ανάπτυξη της μεθοδολογίας ΨΑΚΠ και που αξιοποιεί κατά τον καλύτερο τρόπο τις δυνατότητες αυτής της μεθοδολογίας

2.1 Ορισμός [2]

Η Διαδικασία Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (Integrated Design Process) είναι μία μέθοδος για την κατασκευή υψηλής ποιότητας κτιρίων, τα οποία συμβάλλουν στη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των χρηστών του κτιρίου (sustainability). Η ΔΟΣ επικεντρώνεται στη μελέτη, στη κατασκευή, στη λειτουργία και στη χρήση ενός κτιρίου. Η ΔΟΣ επιτρέπει στον κύριο του έργου και στους άλλους συμμετέχοντες να αναπτύσσουν και να αντιλαμβάνονται με σαφήνεια τους λειτουργικούς, περιβαλλοντικούς και οικονομικούς στόχους, είτε αυτοί έχουν προκαθοριστεί, είτε έχουν προκύψει στη πορεία.

Με τη ΔΟΣ ο μεγαλύτερος όγκος πληροφοριών των επιλογών του σχεδιασμού περιλαμβάνονται στις πρώιμες φάσεις του σχεδιασμού

Η ΔΟΣ είναι αυτή που οδήγησε στην ανάπτυξη της μεθοδολογίας ΨΑΚΠ και που αξιοποιεί κατά τον καλύτερο τρόπο τις δυνατότητες αυτής της μεθοδολογίας

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

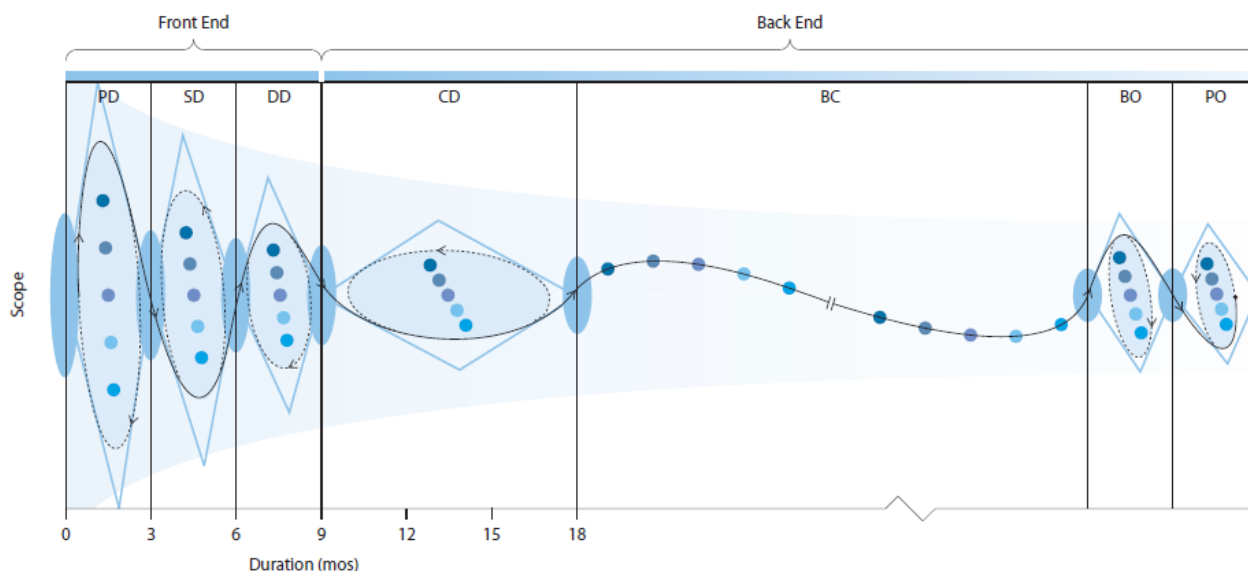
Κεφάλαιο 2ο: Οι επτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ)

2.2 Περίληψη των επτά φάσεων της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ), (Integrated Design Process, IDP) [2]

Στην ενότητα αυτή γίνεται μια συνοπτική αναφορά της συμβολής της ΔΟΣ σε κάθε φάση του κύκλου ζωής ενός κτιρίου.

Οι επτά φάσεις της ΔΟΣ (Σχήμα 2.1) είναι οι ακόλουθες:

- Προμελέτη (Pre-design(PD))
- Οριστική Μελέτη (Schematic Design (SD))
- Μελέτη Εφαρμογής (Design Development (DD))
- Τεύχη Δημοπράτησης (Construction Documentation (CD))
- Διαδικασίες Ανάθεσης, Κατασκευής και Παραλαβής του Έργου(Bidding, Construction, and Commissioning (BC))
- Έναρξη Λειτουργίας Κτιρίου (Building Operation (startup) (BO))
- Χρήση-Συντήρηση-Λειτουργία (Post Occupancy (long-term operation) (PO))

**Σχήμα 2.1** Διαδικασία Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 2ο: Οι επτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ)

2.2.1 Φάση 1 – Προμελέτη

Η διαδικασία ολοκληρωμένου σχεδιασμού διαφέρει εντελώς από τον συμβατικό σχεδιασμό ενός έργου θέτοντας από την αρχή προτεραιότητα στην καθιέρωση των σκοπών, των κυρίων στόχων και των κατευθύνσεων του έργου κατά το στάδιο της προμελέτης. Η προμελέτη ερευνά τις σχέσεις μεταξύ του έργου και του γύρω περιβάλλοντος ώστε να βρεθούν οι βέλτιστες λύσεις για την περιοχή, τους χρήστες και τον ιδιοκτήτη. Γίνεται ανάλυση των επιλεγμένων περιοχών και των λεπτομερειών τους, λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις του έργου έτσι ώστε να επιλεγθούν οι καλύτερες προσφορές και συμπράξεις. Οι στόχοι της βιωσιμότητας (sustainability) επιλέγονται ώστε να καλύπτουν όσο το δυνατόν τα οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια. Η ικανοποίηση αυτής της φιλοδοξίας απαιτεί από την αρχή πολλούς ειδικούς στην ομάδα σχεδιασμού.

2.2.1.1 Διαδικασία

Συντονισμός ομάδας:

- Δημιουργία πεπειραμένης ομάδας πολλών διαφορετικών ειδικοτήτων
- Επιλογή ενός συντονιστή της ΔΟΣ

Καθορισμός του φορέα χρηματοδότησης:

- Καθορισμός της μισθοδοσίας για τη δημιουργία κατάλληλων κίνητρων στην ομάδα μελέτης

2.2.1.2 Αποτελέσματα

- Μητρώα μελλοντικών απολογισμών, στόχων και σκοπών
- Τεύχη προμελέτης έργου, που περιλαμβάνουν τα πρακτικά των συναντήσεων
- Αρχική χρηματοδότηση για τις δαπάνες των δραστηριοτήτων της ΔΟΣ όπως η δημιουργία ενεργειακού μοντέλου
- Δημιουργία διαύλων επικοινωνίας

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 2ο: Οι εφτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ)

2.2.1.3 Βασικά μέλη ομάδας

- Κεντρική ομάδα: κύριος του έργου, αρχιτέκτονας, πολιτικός, μηχανολόγος, ηλεκτρολόγος και τοπογράφος μηχανικός
- Τα πρόσθετα μέλη της ομάδας και οι εμπλεκόμενοι, που περιλαμβάνονται:
 - Ανάδοχος-Κατασκευαστής (ανάλογα με το τρόπο ανάθεσης του έργου)
 - Αντιπρόσωπος των μελλοντικών ενοίκων
 - Διαχειριστής του κτιρίου (αν είναι δυνατόν)
 - Επιπλέον ειδικοί (π.χ. περιβαλλοντολόγος, ενεργειακός μηχανικός κ.α.)

2.2.2 Φάση 2 – Οριστική Μελέτη

Η οριστική μελέτη βασίζεται πάνω στην προμελέτη. Στην οριστική μελέτη δίνεται η δυνατότητα στους ειδικούς από όλους τους επιστημονικούς κλάδους να αναλύσουν τις ιδιαιτερότητες και τους περιορισμούς στην περιοχή του κτιρίου και να ερευνήσουν συνολικά την εφαρμογή των επιστημονικών στοιχείων στην συγκεκριμένη περιοχή του έργου.

Ενώ είναι σημαντικό να διατηρηθεί το πεδίο της εφαρμογής της έρευνας ευρύ, οι σκοποί και οι στόχοι πρέπει να συγκεκριμενοποιηθούν. Οι εναλλακτικές λύσεις της οριστικής μελέτης πρέπει να αναπτύσσονται με βάση την ειδίκευση και τη γνώση όλης της ομάδας. Με την αξιολόγηση τους με πολλαπλά κριτήρια, μπορεί να επιλεχτεί η καταλληλότερη ιδέα για τον σχεδιασμό.

2.2.2.1 Διαδικασία

Συντονισμός ομάδας:

- Βελτίωση της συνεκτικότητας της ομάδας και καθορισμός των αρχών της ομάδας
- Ενθάρρυνση της νοοτροπίας για δημιουργικότητα και συστηματική σκέψη στην ομάδα

Καθορισμός στόχου:

- Διατήρηση του οράματος (vision) και των στόχων (goals) του έργου

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 2ο: Οι επτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ)

- Σαφής κατανόηση των ζητημάτων και των ιδιαιτεροτήτων της περιοχής
- Εξασφάλιση των προϋποθέσεων για τη λειτουργικότητα του προγράμματος και ο τρόπος εφαρμογή του είναι κατανοητός από όλους τους παρευρισκόμενους επιστήμονες

2.2.2.2 Αποτελέσματα

- Μητρώα στόχων (goals) και σκοπών (targets)
- Πρωταρχική ενεργειακή ανάλυση
- Αρχικός προϋπολογισμός
- Τεύχη οριστικής μελέτης
- Μητρώα ρόλων και ευθυνών

2.2.2.3 Βασικά μέλη ομάδας

- Ο πυρήνας της ομάδας της προηγούμενης φάσης
- Πρόσθετα μέλη της ομάδας, που περιλαμβάνονται:
 - Ενεργειακός μηχανικός
 - Οικονομικός σύμβουλος
 - Συντονιστής πιστοποίησης (Certification coordinator)
 - Εκπρόσωπος του φορέα ανάθεσης
 - Επαγγελματίας εκτιμητής (Valuation professional)

2.2.3 Φάση 3 – Μελέτη Εφαρμογής

Η μελέτη εφαρμογής είναι η μελέτη, στην οποία οριστικοποιούνται και επικυρώνονται οι επιλογές, που προέκυψαν από την οριστική μελέτη, αφού έχουν εξεταστεί και εγκριθεί από τον κύριο του έργου. Σε όλα τα αρχιτεκτονικά, υδραυλικά, μηχανολογικά και ηλεκτρολογικά συστήματα προσδιορίζεται η αναμενόμενη απόδοση τους και η εφαρμογή τους στα άλλα συστήματα, καθώς ο σκοπός (goals) και οι στόχοι τους (targets).

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 2ο: Οι επτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ)

2.2.3.1 Διαδικασία

Συντονισμός ομάδας:

- Εμπλοκή νέων ειδικοτήτων (π.χ. εκπρόσωποι του φορέα ανάθεσης, εμπειρογνώμονες εκτός ομάδας)
- Προάγεται η συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας

Καθορισμός στόχου:

- Αξιολόγηση της δυνατότητας επίτευξης (feasibility) και της οικονομικής βιωσιμότητας (viability) των στρατηγικών και των τεχνολογιών για την κατασκευή πράσινων κτιρίων (green buildings)
- Χρήση εργαλείων για τη προσομοίωση (π.χ. το ενεργειακό μοντέλο) στις τεχνολογίες και στις στρατηγικές για τον υπολογισμό της απόδοσης του κτιρίου (π.χ. έλεγχος προσδοκώμενης θερμοκρασίας, φωτεινότητα, ακουστική κ.λ.π.)

2.2.3.2 ΔΟΣ Αποτελέσματα

- Τεύχη της μελέτης εφαρμογής περιλαμβάνοντας τα σχετικά αποτελέσματα των ζητημάτων της ΔΟΣ, όπως τα αποτελέσματα της ενεργειακής προσομοίωσης
- Λεπτομερή οικονομική έκθεση που περιλαμβάνει, εάν είναι δυνατόν, τις δαπάνες του κτιρίου στο κύκλο ζωής του
- Σύντομη περιγραφή των κατασκευαστικών χαρακτηριστικών που τηρούν τους κανονισμούς κατασκευής
- Αρχικά τεύχη δημοπράτησης
- Ενημέρωση μητρώων ρόλων και ευθυνών
- Ενημέρωση μητρώων στόχων

2.2.3.3 Βασικά μέλη ομάδας

- Ομάδα από την προηγούμενη φάση
- Πρόσθετα μέλη της ομάδας, που περιλαμβάνονται:
 - Ανάδοχος (αν είναι δυνατόν και από την προηγούμενη φάση)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 2ο: Οι επτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ)

- Προσωπικό λειτουργίας (operation) και συντήρησης (maintenance)
- Εμπειρογνώμονας για την ποιότητα των υλικών
- Ειδικός για την ηχομόνωση
- Εκπρόσωπος του κυρίου του έργου για τις αγορές (εάν θεωρηθεί απαραίτητο)
- Ειδικοί της κατασκευαστικής βιομηχανίας και ακαδημαϊκοί ειδικοί

2.2.4 Φάση 4 – Τεύχη Δημοπράτησης (ΤΔ)

Τα τεύχη δημοπράτησης (ΤΔ), (Construction Document, CDs) συντάσσονται βασισμένα σε εγκεκριμένα σχέδια και έγγραφα της μελέτης εφαρμογής, καθώς επίσης στους τελικούς υπολογισμούς και προδιαγραφές. Για τη πραγματοποίηση του έργου με επιτυχία, ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός, ο οποίος έχει επιτευχθεί στις προηγούμενες φάσεις, πρέπει να διατηρηθεί κατά τη διάρκεια και αυτής της φάσης, παρά την πίεση των επικείμενων προθεσμιών.

2.2.4.1 Διαδικασία

Συντονισμός ομάδας:

- Σύνταξη των ΤΔ ή CDs με τη συνεργασία των επιστημονικών τμημάτων

Καθορισμός στόχου:

- Επισκόπηση της τήρησης των κανονισμών
- Ενσωμάτωση του πράσινου σχεδιασμού (green aspects) στα ΤΔ

2.2.4.2 Αποτελέσματα

- Οι προδιαγραφές του έργου, τηρώντας τους κανονισμούς
- Τήρηση της δυνατότητας αντικατάστασης των υλικών
- Υποβολή εγγράφων με σαφής επεξήγηση των καινοτόμων εφαρμογών, των ευθυνών των αναδόχων για τις προδιαγραφές πράσινου κτιρίου, της απαιτούμενης εκπαίδευσης και της επίβλεψης των δραστηριοτήτων και των υπερβολών

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 2ο: Οι επτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ)

- Προγραμματισμός ανάθεσης
- Ενημερωμένα μητρώα ρόλων και ευθυνών
- Ενημερωμένα μητρώα στόχων

2.2.4.4 Βασικά μέλη ομάδας

- Ομάδα από την προηγούμενη φάση
- Πρόσθετα μέλη ομάδας, που περιλαμβάνονται:
 - Συντάκτης των προδιαγραφών
 - Ανάδοχος (το νωρίτερο δυνατόν)
 - Αρχή του φορέα ανάθεσης (commissioning authority)

2.2.5 Φάση 5 – Διαδικασία Ανάθεσης Κατασκευής του Έργου

Σε αυτήν την φάση πραγματοποιούνται τα τελικά σχέδια του έργου. Πολλοί παράγοντες πρέπει να μελετηθούν για να εξασφαλιστεί ότι οι στόχοι του έργου θα πραγματοποιηθούν με επιτυχία μετά την αποπεράτωση της κατασκευής του. Οι ανάδοχοι, που πληρούν καλύτερα τις προϋποθέσεις, επιλέγονται, οι επικοινωνιακές διαδικασίες ενεργοποιούνται, και η ομάδα, που επεξηγεί το έργο στους κατασκευαστές, εργάζεται για να μπορεί να εφαρμοστεί η θεωρία στη πράξη.

2.2.5.1 Διαδικασία

Συντονισμός ομάδας:

- Μετάβαση από την ομάδα σχεδιασμού στην κατασκευαστική ομάδα
- Κατατόπιση και εκπαίδευση του προσωπικού για τη συντήρησης, τη λειτουργία της κατασκευής και των ενοίκων

Καθορισμός στόχου:

- Ενημέρωση των επιδιώξεων (intent) του σχεδιασμού
- Συμπερίληψη τη τήρηση ειδικών κανονισμών στα συμβόλαια των συμβάσεων
- Ανάπτυξη του σχεδίου ανάθεσης

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 2ο: Οι επτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ)

2.2.5.2 Αποτελέσματα

- Φάκελος των σχεδίων της κατασκευής του έργου
- Αναφορά ανάθεσης
- Οδηγός για τη λειτουργία και τη συντήρηση, που περιλαμβάνει τις δραστηριότητες από την ανάθεση

2.2.5.3 Προγραμματισμός των ενεργειών της ομάδας ΔΟΣ

- Συνεργασία της κεντρικής ομάδας με τον ανάδοχο και τους υπεργολάβους
- Βελτίωση των διαδικασιών επικοινωνίας

2.2.5.4 Βασικά μέλη ομάδας

- Ομάδα από την προηγούμενη φάση
- Πρόσθετα μέλη ομάδας, που περιλαμβάνονται:
 - Διευθυντής του έργου
 - Ανάδοχος (το δυνατόν συντομότερα)
 - Επιβλέπουσα αρχή

2.2.6 Φάση 6 – Έναρξη Λειτουργίας Κτιρίου

Αυτή είναι μια σημαντική μεταβατική φάση κατά τη διάρκεια της οποίας η ομάδα πρέπει να μεταβιβάσει και να εξασφαλίσει κατάλληλα τις ευθύνες και τις γνώσεις για το νέο κτίριο στους νέους διαχειριστές του κτιρίου: ο κύριος του έργου, οι χρήστες/ένοικοι και το προσωπικό λειτουργίας του κτιρίου. Αυτή η φάση εξαρτάται από την ολοκλήρωση και την τεκμηρίωση της παραλαβής, που πραγματοποιείται στο τέλος της κατασκευής.

2.2.6.1 Διαδικασία

Συντονισμός ομάδας:

- Εξασφάλιση με κατάλληλο τρόπο της μεταβίβασης της γνώσης μεταξύ της ομάδας σχεδιασμού, του εξουσιοδοτημένου αντιπρόσωπου, του διαχειριστή του κτιρίου και των ενοίκων

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 2ο: Οι εφτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ)

- Καθορισμός στόχου:
- Παράδοση στον κύριο του έργου με την πλήρη τεκμηρίωση του κτιρίου, συμπεριλαμβάνοντας τα συμβόλαια ανάθεσης
- Ανάπτυξη μεθόδων για την συνέχιση της επίβλεψης της διατήρησης των προδιαγραφών

Κεντρικά θέματα συνεδριάσεων:

- Διοργάνωση ενός συνεδρίου αναφοράς για να μοιραστεί τα παθήματα που γίνανε μαθήματα (lessons learned)
- Εκπαίδευση του προσωπικού και των ιδιοκτητών στην απόδοση του κτιρίου και στα πράσινα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του
- Οργάνωση του εορτασμού του έργου για να μεταβιβαστεί το έργο στους νέους διαχειριστές

2.2.6.2 Αποτελέσματα

- Εκπαίδευση και εκπαιδευτικό υλικό
- Μέτρηση και επαλήθευση των στοιχείων
- Ολοκληρωμένη τεκμηρίωση της παραλαβής

2.2.6.4 Βασικά μέλη ομάδας

- Ομάδα από την προηγούμενη φάση
- Πρόσθετα μέλη ομάδας, που περιλαμβάνονται:
 - Διαχειριστές του κτιρίου
 - Ιδιοκτήτες του κτιρίου
 - Αντιπρόσωπος του φορέα ανάθεσης

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 2ο: Οι επτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ)

2.2.7 Φάση 7 – Χρήση-Συντήρηση-Λειτουργία

Ο ΔΟΣ δεν τελειώνει όταν η κατασκευή ολοκληρωθεί και οι ένοικοι εγκατασταθούν στο κτίριο. Η ΔΟΣ επιδιώκει να βελτιώσει ενεργειακά ολόκληρη τη ζωή του κτιρίου με την ενεργή συντήρηση, τη μέτρηση και επαλήθευση, και την εκτίμηση της απόδοσης του κτιρίου. Οι πληροφορίες από τα μετά-κατασκευαστικά τμήματα της διαδικασίας τροφοδοτούν το κύκλο ανάδρασης κλειστών βρόγχων, οι οποίοι διευκολύνουν τη συνέχιση της βελτιστοποίησης της απόδοσης του κτιρίου. Επιπλέον, τα μαθήματα από αυτόν το κύκλο ανάδραση μπορούν να προκαλέσουν μικρής κλίμακας βελτιώσεις στη λειτουργία του κτιρίου, οι οποίες μπορούν να επιφέρουν σημαντικά οφέλη στους ενοίκους, όπως και στο κύριο του έργου. Επίσης τα μελλοντικά έργα μπορούν να πληροφορηθούν για αυτά τα μαθήματα.

2.2.7.1 Διαδικασία

Συντονισμός ομάδας:

- Δημιουργία μια ομάδας για την αποτίμηση της απόδοσης του κτιρίου (building performance evaluation ή BPE)

Καθορισμός του φορέα χρηματοδότησης:

- Δέσμευση για χρηματοδότηση της αποτίμησης της απόδοσης του κτιρίου
- Επιβεβαίωση ότι ο εξοπλισμός καταγραφής είναι σε ισχύ

Κεντρικά θέματα συνεδριάσεων:

- Οργάνωση και συντονισμός των συνεδριάσεων της ΕΑΚ

2.2.7.2 Αποτελέσματα

- Ενημερωμένα τεύχη τεκμηρίωσης του κτιρίου
- Αποτελέσματα της αποτίμησης της απόδοσης του κτιρίου
- Συνέχιση της επίβλεψης
- Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 2ο: Οι επτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (ΔΟΣ)

2.2.7.3 Βασικά μέλη ομάδας

- Ομάδα από την προηγούμενη φάση
- Πρόσθετα μέλη ομάδας, που περιλαμβάνονται:
 - Ειδικός ηχομόνωσης
 - Ειδικός θερμικής μόνωσης
 - Αντιπρόσωπος του φορέα ανάθεσης

2.3 Η ΨΑΚΠ και οι επτά φάσεις της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού (IDP)

Η ΨΑΚΠ είναι μια διαδικασία υποστηρίζει τη διαδικασία και των επτά φάσεων της ΔΟΣ. Αποτελεί ένα εργαλείο, που διευκολύνει τη πραγματοποίηση της ΔΟΣ, συγκεντρώνοντας και διανέμοντας στους συμμετέχοντες τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την εξέλιξη της κάθε φάσης. Επίσης με τη ΨΑΚΠ αυτοματοποιούνται οι διαδικασίες και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτές έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια και αξιοπιστία. Τέλος η ΨΑΚΠ είναι από τους καλύτερους τρόπους για να επιτευχτεί η συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας το έργου, που είναι απαραίτητη για να επιτευχτεί η ΔΟΣ.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**Σκοπός:**

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ, ώστε να κατανοηθούν το αντικείμενο και ο τρόπος λειτουργίας της ΨΑΚΠ, η ανάγκη που οδήγησε στην ανάπτυξη της ΨΑΚΠ, η εξέλιξη της ως τη σημερινή μορφή και τέλος να αναφερθούν τα πεδία εφαρμογής της και τα ενδιαφερόμενα για τη ΨΑΚΠ μέρη.

3.1 Εισαγωγή [3]

Η ανθρωπότητα έχει ενδιαφερθεί για τη κατασκευή κτιρίων εδώ και χιλιάδες χρόνια. Όμως, τα κατασκευαστικά έργα συνήθως είναι πάρα πολύ μεγάλα για οποιονδήποτε άτομο να τα ολοκληρώσει μόνος του και για αυτό από πολύ νωρίς οι άνθρωποι είχαν αναπτύξει τρόπους ώστε να συνεργάζονται σε τέτοιου είδους προσπάθειες. Το κτίριο συχνά είναι ένα μέρος της δομής της κοινωνίας και ωφελεί ένα αριθμό ατόμων, οι οποίοι προσδίνουν σε αυτό αξία. Αυτά τα μεγάλης κλίμακας εγχειρήματα απαιτούν οπωσδήποτε τη συνεργασία των συμμετόχων, που λαμβάνουν μέρος. Διάφοροι πολιτισμοί οργανώνουν κοινωνικά γεγονότα γύρω από αυτές τις προσπάθειες συνεργασίας, η οποία είναι απαραίτητη για να κατασκευαστεί μια μονάδα για μια κοινότητα ή για ένα άτομο της κοινότητας. (Βλ. Σχήμα 3.1)

Από τότε που τα οικοδομικά έργα έγιναν μεγάλα και σύνθετα, για να προγραμματιστούν, να σχεδιαστούν, να κατασκευαστούν, και να συντηρηθούν, απαιτούνται πολλά ειδικευμένα πρόσωπα. Όσο η ανάγκη για πιο προσοδοφόρες και αποδοτικότερες κατασκευές γίνεται μεγαλύτερη για το κύριο του έργου, τους μελετητές, και τους αναδόχους, τόσο οι διαδικασίες, που αφορούν τα κτίρια και τις επιχειρήσεις, γίνονται όλο και περισσότερο σύνθετες. Για την πραγματοποίηση μίας κατασκευής απαιτείται η συνεργασία πολλών ατόμων με διαφορετικές ικανότητες και ενδιαφέροντα. Η οργάνωση της συνεργασίας μεταξύ αυτών των σύνθετων ανθρώπινων συνόλων, που απαιτούνται για την πραγματοποίηση της κατασκευής των έργων, αποτελεί το αντικείμενο της ΨΑΚΠ.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

Figure 1.1
Barn raising. A historical example of collaboration in construction. Amish barn raising in Ohio. (Photograph by Ian Adams.)



Σχήμα 3.1

Γενικά, οι στόχοι ενός τεχνικού έργου αντικατοπτρίζουν τις ανάγκες και τις επιθυμίες του **κυρίου του έργου**, δεδομένου ότι τα περισσότερα οικοδομικά έργα αναθέτονται από ένα άτομο, μια ομάδα προσώπων (επιχείρηση ή οργάνωση), ή μια κοινότητα. Σκοπός της **ομάδας του έργου**, δηλαδή το σύνολο των ατόμων που εργάζονται για το έργο, είναι να αντιλαμβάνεται και να καταλαβαίνει τους στόχους του ιδιοκτήτη. Ο κύριος στόχος όλων των μελών της κατασκευαστικής ομάδας του έργου είναι να συσχετίζονται με το έργο και να βοηθήσουν τον κύριο του έργου να επιτύχει τους στόχους του και το επιχειρηματικό του σχέδιο, όπως η βελτίωση της εκπαίδευσης, η φροντίδα της υγείας, η παραγωγικότητα του εργοταξίου, κ.λπ. Δευτερεύον στόχοι όπως η βελτίωση της ποιότητας του έργου, η καλύτερη απόδοση της κατασκευής (ως προς το χρόνο και το κόστος κατασκευής), η βελτίωση της ασφάλειας του έργου, ή η μείωση των κινδύνων γίνονται ομαδικοί στόχοι, οι οποίοι προσθέτουν αξία στο έργο.

Οι μεμονωμένοι και συλλογικοί στόχοι των μελών της ομάδας του έργου πρέπει να εναρμονίζονται, και όχι να έρχονται σε αντίθεση με τους γενικούς στόχους του κυρίου του έργου. Αυτό απαιτεί τη συνεργασία μεταξύ όλων των μελών της ομάδας, η οποία θα επιτρέψει την επιτυχία της ομάδας. Η χρησιμοποίηση της **Ψηφιακής Απεικόνισης Κτιριακών Πληροφοριών** ή **ΨΑΚΠ** ως ένα εργαλείο για τη διεξαγωγή του έργου βοηθάει να επιτευχθούν

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

οι στόχοι της ομάδας του έργου. Εντούτοις, η ΨΑΚΠ δεν πρέπει να είναι ο τελικός στόχος για το έργο- ουσιαστικά είναι ένα εργαλείο του έργου.

Ένα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό της διαδικασίας της ΨΑΚΠ είναι ότι φροντίζει να κάνει τη διαδικασία της διαχείρισης περισσότερο σαφής. Συγκεκριμένα το τρισδιάστατο (3D) μοντέλο παρουσιάζει γρήγορα τι έχει και τι δεν έχει επιτευχθεί σε οποιαδήποτε περιοχή του έργου. Οι αδυναμίες του έργου ανιχνεύονται ευκολότερα, δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού περιστρέφεται γύρω από την απεικόνιση ενός τρισδιάστατου μοντέλου. Αυτό είναι σαφώς ένα μεγάλο όφελος της διαδικασίας, αλλά μπορεί επίσης να αποτελέσει ένα εμπόδιο για τα μέλη ομάδας, τα οποία δεν έχουν συνηθίσει να δουλεύουν σε ένα τέτοιο περιβάλλον. Για την επιτυχία της εφαρμογής της διαδικασίας της ΨΑΚΠ απαιτείται περισσότερο μια διαφορετική ψυχολογική προσέγγιση και έπειτα να προσαρμοστεί ο σχεδιασμός των κτιρίων και η κατασκευαστική βιομηχανία σε αυτή τη διαδικασία. **Η αντιμετώπιση των δυσκολιών, που προκύπτουν στην εφαρμογή της ΨΑΚΠ, είναι το μεγαλύτερο όφελος, που αποκομίζεται από αυτή τη διαδικασία.** Στην απαιτούμενη προσπάθεια για την επιτυχή εφαρμογή της ΨΑΚΠ εμφανίζονται σημαντικά άμεσα οφέλη και επίσης η προσπάθεια αυτή υποστηρίζει και προάγει τις τέσσερις βασικές συνιστώσες των ανθρώπινων αλληλεπιδράσεων που παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.2. Ο κλάδος της κατασκευής δε θα αλλάξει μόνο εξαιτίας της εξέλιξης των λογισμικών και της τεχνολογίας. Η ανάγκη για αλλαγή είναι κάτι πολύ περισσότερο από βασική. Όλοι οι συντελεστές στο σχεδιασμό, στον προγραμματισμό, και στη κατασκευή ενός έργου πρέπει να συνεργαστούν και να δουλέψουν μαζί, ώστε να επέλθουν οι επιθυμητές αλλαγές-βελτιώσεις.

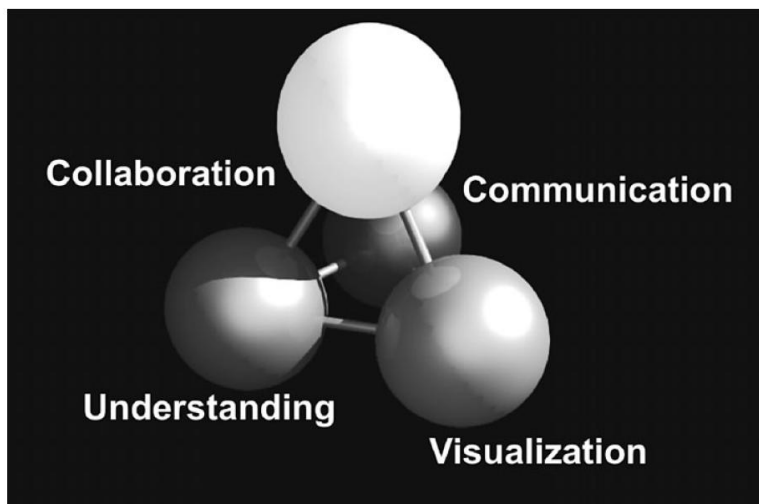
Το Σχήμα 3.2 απεικονίζει τις βασικές συνιστώσες της ανθρώπινης δραστηριότητας και τις αλληλεπιδράσεις τους, που αφορούν άμεσα τη ΨΑΚΠ: **η απεικόνιση, η κατανόηση, η επικοινωνία και η συνεργασία.** Είναι σαφές ότι και οι τέσσερις αυτές συνιστώσες συνδέονται αμφίδρομα και η κάθε μία προάγεται και ενισχύεται από την άλλη. Το διάγραμμα επίσης παρουσιάζει τις εναλλακτικές διαδρομές για να αποκτηθεί η κατανόηση (ενός δεδομένου θέματος), η οποία μπορεί να προσεγγιστεί μέσω της απεικόνισης, της επικοινωνίας, ή της συνεργασίας. Κάθε μια από τις τέσσερις λειτουργίες ενισχύει τις άλλες τρεις. Η δομή της σχέσης αυτών των λειτουργιών είναι παρόμοια με αυτήν των ατόμων του άνθρακα στο διαμάντι, το τετράεδρο

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

είναι η απλούστερη και σταθερότερη γεωμετρική σχέση τεσσάρων στοιχείων στο τρισδιάστατο χώρο.

Figure 1.2
The interrelationship of the four concepts that form the basis for human action and interaction.



Σχήμα 3.2

| | | |
|---------------|---|-------------|
| Visualization | = | Απεικόνιση |
| Understanding | = | Κατανόηση |
| Communication | = | Επικοινωνία |
| Collaboration | = | Συνεργασία |

3.2 Ιστορική Αναδρομή

3.2.1 Προέλευση του όρου ΨΑΚΠ (BIM) [9]

Μια θεωρία υποστηρίζει ότι ο καθηγητής Charles M. Eastman του Georgia Institute of Technology έπλασε αυτό τον όρο. Αυτή η θεωρία είναι βασισμένη σε μια άποψη ότι ο όρος **Ψηφιακή Απεικόνιση Κτιριακών Πληροφοριών (Building Information Modeling)** είναι βασικά ο ίδιος με τον **Ψηφιακή Μοντέλο Παραγωγής Κτιρίου (Building Product Model)**, τον οποίο ο καθηγητής Eastman είχε χρησιμοποιήσει εκτενώς στο βιβλίο του και στις σημειώσεις του από τα τέλη της δεκαετίας του '70. («μοντέλο παραγωγής (Product model)» σημαίνει «μοντέλο δεδομένων (data model)» ή «μοντέλο πληροφοριών (information model)» στην ορολογία του μηχανικού.)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

Εντούτοις, όλοι συμφωνούνε, στο ότι ο όρος διαδόθηκε από το Γερμανό στρατιώτη Laiserin ως το συνηθισμένο όνομα για τη ψηφιακή απεικόνιση της κτιριακής διαδικασίας που διευκολύνει την ανταλλαγή και τη διαλειτουργικότητα των πληροφοριών σε ψηφιακή μορφή αρχείων. Σύμφωνα με αυτόν και με άλλους, η πρώτη εφαρμογή της ΨΑΚΠ ήταν κάτω από τη μεθοδολογία **Εικονικό Κτίριο (Virtual Building)** του ArchiCAD της Graphisoft, στο ντεμπούτο του το 1987.

3.2.2 Τα πρώτα συστήματα ψηφιακής απεικόνισης κτιρίων [1]

Η μεθοδολογία τη ψηφιακής απεικόνισης κτιρίων δεν είναι νέα. Από νωρίς στα μέσα της δεκαετία του '70 η βρετανική κυβέρνηση χρηματοδότησε την έρευνα σε αυτό το τομέα, η οποία οδήγησε στα πρώτα συστήματα απεικόνισης κτιρίων συμπεριλαμβανομένου το **Σύστημα Κτιριακού Σχεδιασμού (Building Design System (BDS))** και RUCAPS, που ήταν από τα πρώτα που επιλέχθηκαν για να χρησιμοποιηθούν στο Η.Β. και στις Η.Π.Α. στα μέσα της δεκαετίας του '80. Ακόμη και αυτά τα πρώτης γενιάς συστήματα ψηφιακής απεικόνισης κτιρίων περιελάμβαναν μερικές από τις κεντρικές ιδέες για τη δημιουργία της σημερινής ΨΑΚΠ. Οι ιδέες όπως ο ορισμός των παραμετρικών στοιχείων, οι βιβλιοθήκες κτιριακών στοιχείων, οι πολλαπλές παρουσιάσεις (γραφικές και με αναλύσεις) και σχέδια, όπως όψεις ή γραφικές απεικονίσεις, δημιουργήθηκαν για την ολοκληρωμένη ψηφιακή απεικόνιση κτιρίων.

Το RUCAPS αντικαταστάθηκε από το δεύτερης γενιάς σύστημα ψηφιακής απεικόνισης κτιρίων το αποκαλούμενο SONATA το 1986, το οποίο υιοθετήθηκε πολύ ευρύτερα, ιδιαίτερα στο Η.Β., παρόλο που περιορίστηκε από το γεγονός ότι απαιτούσε τερματικό Η/Υ, όταν τα άλλα σχεδιαστικά CAD συστήματα λειτουργούσαν στο προσωπικό Η/Υ. Εντούτοις, στο ίδιο χρονικό διάστημα, ένα βασικό σύστημα ψηφιακής απεικόνισης κτιρίων στον Η/Υ, το ArchiCAD, ωρίμαζε και άρχισε να δημιουργεί μια βάση για το χρήστη, το οποίο συνεχίζεται μέχρι σήμερα.

Παράλληλα, τα GLIDE (Graphical Language for Interactive Design), GLIDE-II, και CAEADS (Computer Aided Engineering and Architectural Design System) συστήματα αναπτύχθηκαν από τη CAD-Graphics Laboratory του Carnegie-Mellon University. Παρόλο που δεν τα άφησαν να γίνουν εμπορικά προϊόντα, εισήγαγαν πιο προηγμένα στερεά γεωμετρικά μοντέλα για τη χρήση τους στο σχεδιασμό κτιρίων και τις τεχνικές για την ενσωμάτωση των

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

βάσεων-δεδομένων, που υποστηρίζουν τα πιο περίπλοκα μοντέλα, και επιφέρουν τη σύνδεση των δεδομένων με τις γεωμετρικές προβολές. Αυτές τις τεχνικές υιοθέτησαν ή μιμήθηκαν αργότερα τα εμπορικά προϊόντα.

Γενικά, αυτά τα πρώτα συστήματα αναπτύχθηκαν από τους ανθρώπους της κατασκευαστικής βιομηχανίας, οι οποίοι είχαν ως όραμα περισσότερο τη χρησιμοποίηση του υπολογιστή στη δημιουργία οικοδομικών πρωτοτύπων, όπως η συνδεσμολογία των οικοδομικών στοιχείων, παρά τη χρησιμοποίηση του υπολογιστή για τη δημιουργία των ίδιων των σχεδίων για το σχεδιασμό.

3.2.3 Ψηφιακή Απεικόνιση Πληροφοριών Παραγόμενου Προϊόντος [1]

Καθ' όλη τη διάρκεια της δεκαετίας του '80, παρόμοιες πρωτοβουλίες διαμόρφωσης μοντέλων ξεπρόβαλαν σε διάφορες βιομηχανικές παραγωγές και πιο ειδικά στις κατασκευαστικές βιομηχανίες. Τα κοινά ενδιαφέροντα και οι ανάγκες σε αυτές τις ομάδες και τα έργα τελικά οδήγησαν στη διαμόρφωση της μεθοδολογίας της **Ψηφιακής Απεικόνισης Πληροφοριών Παραγόμενου Προϊόντος (Product Information Models)** και στην ανάπτυξη του STEP (το πρότυπο για την ανταλλαγή δεδομένων προϊόντος (the Standard for the Exchange of Product Model Data)) και των προτύπων ISO 10303. Το STEP είχε έντονα υποστηριχθεί και είχε υιοθετηθεί ευρέως από τις αυτοκινητιστικές, και τις αεροδιαστημικές βιομηχανίες, όπου τα οφέλη της Ψηφιακής Απεικόνισης Παραγόμενων Πληροφοριών (βελτίωση της διανομής, της απόδοσης, και της ποιότητας των πληροφοριών) είχαν παρατηρηθεί ευρύτατα και είχαν αναφερθεί από την προηγούμενη δεκαετία.

Μία **Ψηφιακή Απεικόνιση Πληροφοριών Παραγόμενου Προϊόντος** μπορεί να θεωρηθεί ως μία βάση δεδομένων του προϊόντος που κατασκευάζεται. Αυτή η βάση δεδομένων έχει τη δυνατότητα να περιλαμβάνει ένα ευρύ σύνολο πληροφοριών του προϊόντος, περιλαμβάνοντας τη γεωμετρία, το υλικό, τις τεχνικές κατασκευής και συναρμολόγησης, τις αντοχές, τις δαπάνες, και οποιαδήποτε άλλη πληροφορία για την ενίσχυση της διαχείρισης της αλληλουχίας της εφοδιαστικής αλυσίδας, ή να περιέχει μερικές από αυτές. Η σημαντική βελτίωση της Ψηφιακής Απεικόνισης Πληροφοριών Παραγόμενου Προϊόντος (και των αναφερθέντων πρωτοποριακών προϊόντων) είναι ότι ενσωματώνονται τα σύνολα των πληροφοριών, το οποίο σημαίνει ότι τα δεδομένα ανανεώνονται αντί να επαναλαμβάνονται. Αυτή η εξάλειψη του πλεονασμού και της επαναχρησιμοποίησης των δεδομένων οδηγεί στη

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

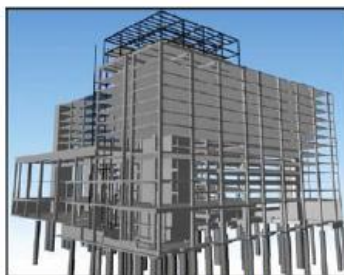
βελτίωση της ακρίβειας, της αποδοτικότητας, και της ποιότητας όλων των παραγόντων που οδηγούν σε καλύτερα προϊόντα και μεγαλύτερη παραγωγικότητα.

3.3 Επεξήγηση της μεθοδολογίας ΨΑΚΠ**3.3.1 Ορισμός [1],[5],[6]**

Η **Ψηφιακή Απεικόνιση Κτιριακών Πληροφοριών (Building Information Modeling ή BIM)** είναι μια μέθοδος για το βέλτιστο σχεδιασμό, την ανάλυση, την διαχείριση και τη τεκμηρίωση της κατασκευής των κτιρίων και εγκαταστάσεων. Στην ουσία, πρόκειται για τη διαχείριση των **πληροφοριών** σε όλες τις φάσεις της ζωής του έργου, από τη προμελέτη έως τη χρήση, συντήρηση και λειτουργία του έργου, βλ. Σχήμα 3.4. Με τη λέξη *πληροφορίες* εννοούνται όλες οι εισαγωγές δεδομένων που περιέχονται στο σχεδιασμό ενός κτιρίου: ο αριθμός των παραθύρων, το κόστος των υλικών, το μέγεθος του εξοπλισμού θέρμανσης και ψύξης, το σύνολο των ενεργειακών απωλειών του δαπέδου του κτιρίου, και ούτω καθεξής.



(a) Architectural Model



(b) Structural Model



(c) Plumbing Model

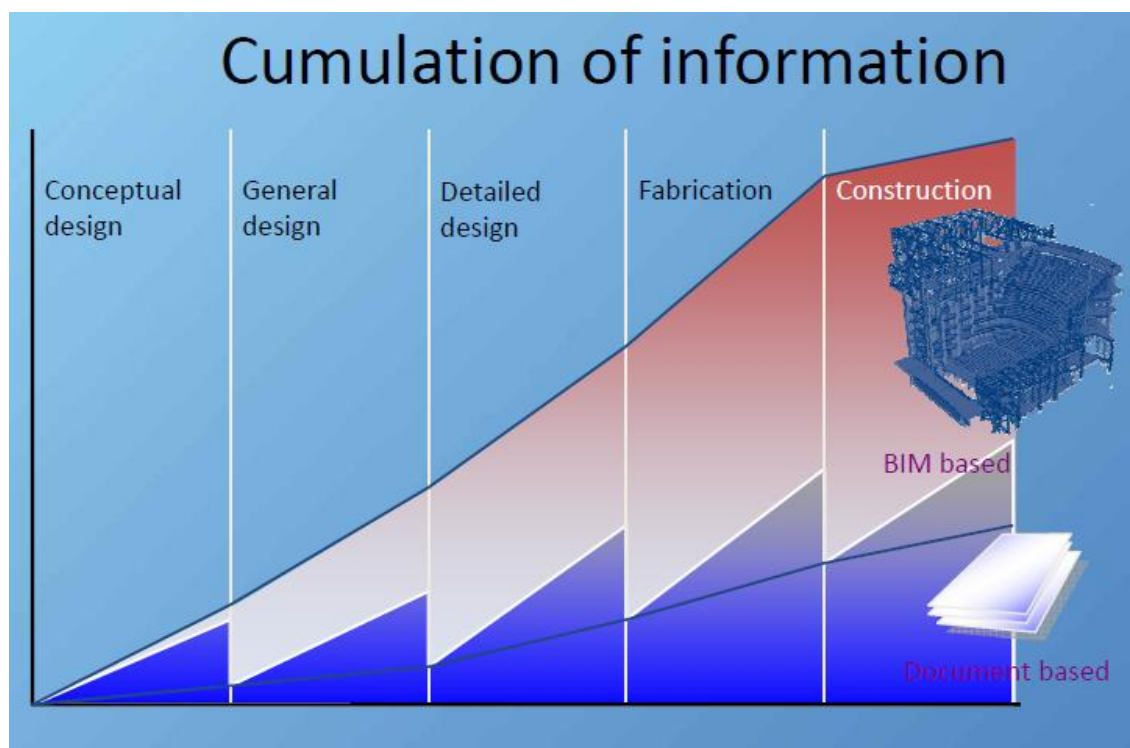
Σχήμα 3.3 Salman Azhar, Abid Nadeem, Johnny Y. N. Mok, Brian H. Y. Leung (Αύγουστος 2008), "Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects", First International Conference on Construction in Developing Countries (ICCIDC-I). (Πηγή Β.18)

Architectural Model = Μοντέλο Αρχιτεκτονικών πληροφοριών
Structural Model = Μοντέλο Στατικών πληροφοριών
Plumbing Model = Μοντέλο Υδραυλικών εγκαταστάσεων

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

Για να το πετύχει αυτό, η ΨΑΚΠ αποτυπώνει σε ένα ενιαίο μοντέλο τα φυσικά, τεχνικά, χρονικά, οικονομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά μιας κατασκευής σε ψηφιακή μορφή. Η απεικόνιση αυτή αφορά τις κάθε φύσεως μελέτες της κατασκευής (γεωτεχνικές, αρχιτεκτονικές, στατικές, υδραυλικές, ηλεκτρομηχανολογικές, οικονομικές κ.α.), καθώς και την καταγραφή των πραγματοποιούμενων κτιριακών πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια της κατασκευής, βλ. Σχήμα 3.3. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια «έξυπνων» 3D αντικειμένων, τα οποία περιέχουν τις ιδιότητες, τις ποσότητες και τις ονομασίες των στοιχείων του κτιρίου.



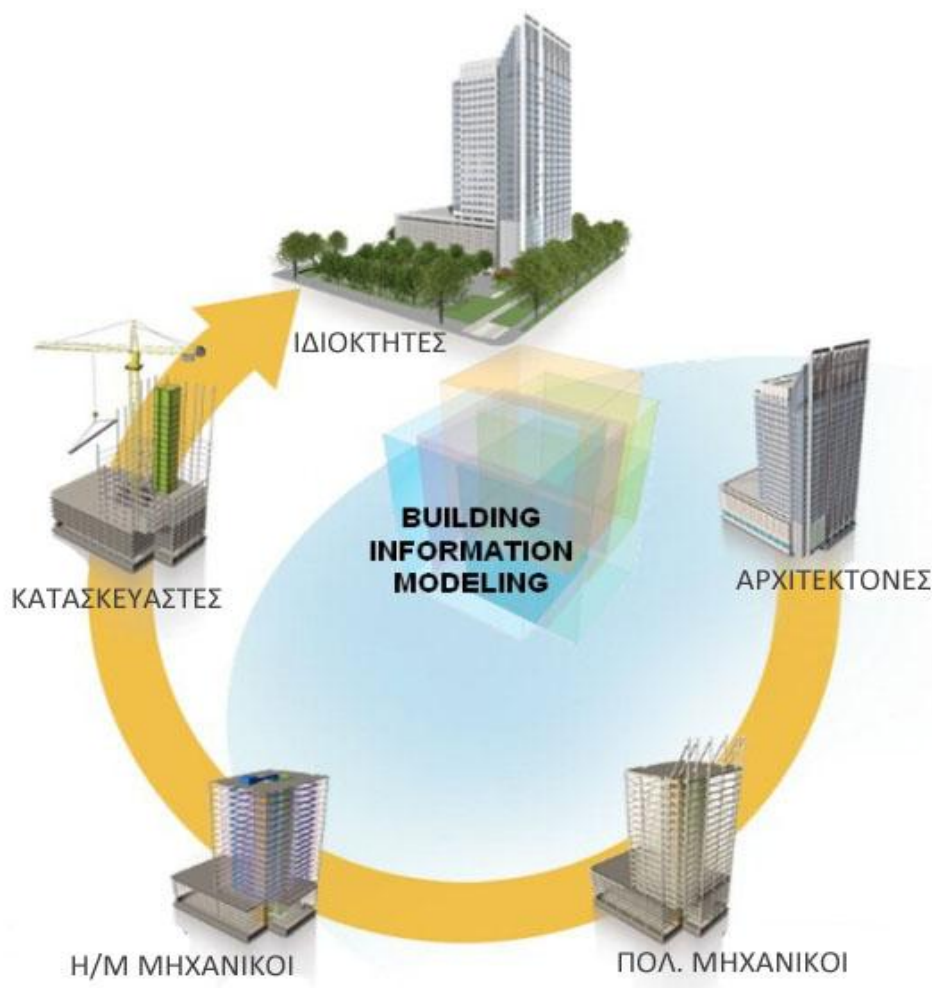
Σχήμα 3.4 Leif Granholm, Tekla Oyj (2009), "Effective project planning and tendering through Building Information Modeling", buildingSMART.ME.

Cumulation of information = Η συσσώρευση των πληροφοριών του κτιρίου
BIM based = Μεθοδολογία BIM
Document based = Χειρόγραφο σύστημα

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

Οι παραπάνω πληροφορίες αποτελούν μια ενιαία βάση δεδομένων αποτελούμενη από ένα σύνολο αλληλένδετων αρχείων και όχι μόνο ενός αρχείου, η οποία έχει τη μορφή οργανωμένων εγγράφων. Στη βάση δεδομένων έχουν πρόσβαση όλοι οι συμμετέχοντες του έργου και υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής, εξαγωγής στοιχείων και ανταλλαγής πληροφοριών, βλ. Σχήμα 3.5. Με αυτό το τρόπο ενισχύεται η συνεργασία, αυξάνεται η ακρίβεια της κατασκευής, εντοπίζονται τα τυχόν λάθη, διευκολύνονται οι υπολογισμοί και μειώνεται ο χρόνος της κατασκευής.

**Σχήμα 3.5** [5]

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

3.3.2 CAD και ΨΑΚΠ - μια συνοπτική συγκριτική αναφορά [7]

Η αρχική λογική ενός συστήματος CAD ήταν να αυτοματοποιήσει το σχεδιασμό ενός έργου. Επακόλουθο ήταν, οι εφαρμογές CAD να επικεντρωθούν αρχικά στο να απεικονίσουν τη γεωμετρία 2 διαστάσεων (2D) μέσω γραφικών στοιχείων, όπως γραμμές, τόξα, σύμβολα, και λοιπά. Σε αυτό το πλαίσιο, οι τοίχοι, παραδείγματος χάριν, απεικονίζονται μονάχα ως παράλληλες γραμμές. Για να δημιουργηθεί κάποια έννοια πίσω από αυτά τα γραφικά στοιχεία, εισήχθη η μεθοδολογία του σχεδιαστικού στρώματος (layer), η οποία ομαδοποιεί συναφή στοιχεία, για παράδειγμα οι γραμμές, που χρησιμοποιούνται για να απεικονίσουν τους τοίχους, αποδίδονται ως «στρώμα τοιχοποιίας». Με αυτόν τον τρόπο, διάφορα δισδιάστατα αρχεία σχεδίων μπορούν να δημιουργηθούν και να σχεδιαστούν από το CAD, αλλά οι πιο σύνθετες πληροφορίες, όπως οι σχέσεις μεταξύ των στοιχείων δεν μπορούν να απεικονιστούν. Η εμφάνιση του τρισδιάστατου CAD αρχικά εστίασε σχεδόν εξ' ολοκλήρου στη δημιουργία γεωμετρίας, που υποστηρίζεται από το εικονικό περιβάλλον, και οι επόμενες εξελίξεις του επικεντρώθηκαν στη δημιουργία ρεαλιστικής απόδοσης και στο φωτορεαλισμό.

Αργότερα, τα αντικείμενο-στρεφή (object-oriented) συστήματα CAD (**OOCAD**) αντικατέστησαν τα δισδιάστατα σύμβολα με οικοδομικά στοιχεία (αντικείμενα), ικανά να εμφανίζουν τη συμπεριφορά των οικοδομικών στοιχείων. Αυτά τα οικοδομικά στοιχεία μπορούν να παρουσιαστούν σε πολλαπλές οπτικές, καθώς επίσης να τους προσδοθούν μη-γραφικές ιδιότητες. Η συμπερίληψη της παραμετρικής τρισδιάστατης γεωμετρίας, με τις μεταβλητές διαστάσεις και τους καθορισμένους κανόνες, προσθέτει «τη νοημοσύνη» σε αυτά τα αντικείμενα, που επιτρέπει την απεικόνιση των πολύπλοκων γεωμετρικών και λειτουργικών σχέσεων μεταξύ των οικοδομικών στοιχείων. Έτσι, οι τοίχοι, π.χ. είναι αντικείμενα που μπορούν να επεκταθούν, να έχουν ύψος, να είναι συγκεκριμένης διατομής, και να έχουν «δικές» του ιδιότητες, όπως ο δείκτης πυρκαγιάς ή μόνωσης. Ομοίως, οι πόρτες και τα παράθυρα απεικονίζονται ως αντικείμενα, ικανά να απεικονίσουν τη σχέση τους με τους τοίχους στους οποίους τοποθετούνται και συμπεριφέρονται ανάλογα. Το πιο σημαντικό, τα θεωρητικά αντικείμενα, όπως ο χώρος, μπορούν να καθοριστούν από τις σχέσεις μεταξύ των φυσικών οικοδομικών στοιχείων, να προσδιοριστούν (π.χ. αριθμός δωματίου, όνομα δωματίου, κ.λπ.), να περιγραφούν (π.χ. περιοχή, όγκος, χρήση,

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

κατοχή, κ.λπ.), και να προμετρηθούν (π.χ. προμέτρηση ενός σχεδίου δωματίου, που μετριέται για να υπολογίσει τη συνολικό εμβαδόν των πατωμάτων, κ.λπ.).

Τα κλασικά εργαλεία CAD παράδειγμα δεν μπορούν να απεικονίσουν και να διαχειριστούν όλες αυτές τις σχέσεις, τις ιδιότητες και τις πληροφορίες των κτιριολογικών σχέσεων, βλ. Σχήμα 3.6.

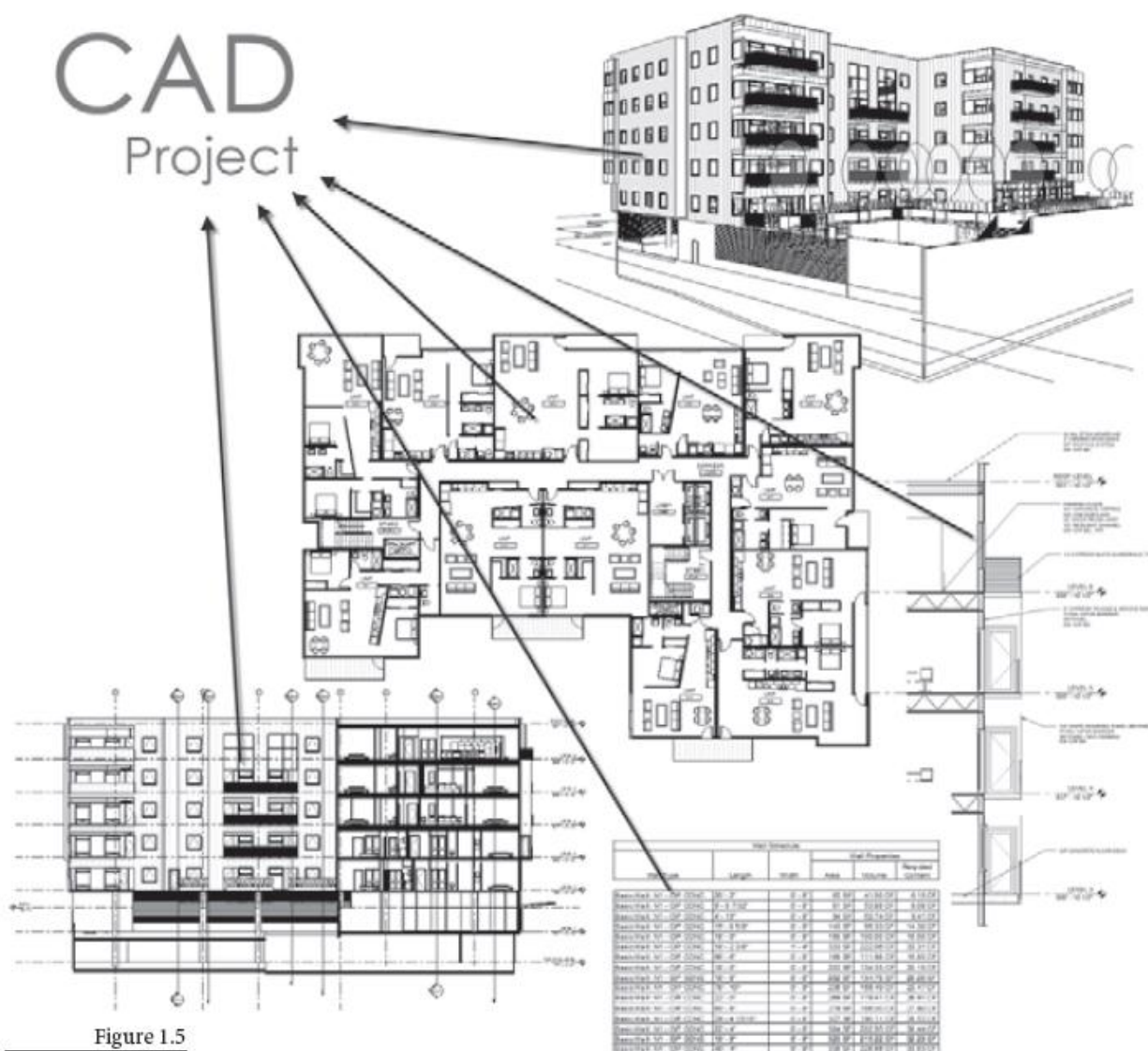


Figure 1.5
A CAD project

Σχήμα 3.6 [6]

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

Η Ψηφιακή Απεικόνιση Κτιριακών Πληροφοριών (BIM) είναι η πιο εξελιγμένη γενιά των συστημάτων OOCAD στην οποία όλα τα ευφυή οικοδομικά αντικείμενα, που συνδυάζονται στο σχέδιο του κτιρίου, μπορούν να συνυπάρξουν σε μια ενιαία «βάση δεδομένων του έργου» ή «εικονικό κτίριο» **που περιλαμβάνει οτιδήποτε είναι γνωστό για το κτίριο**. Μια Ψηφιακή Απεικόνιση Κτιριακών Πληροφοριών (θεωρητικά) προσφέρει μια μοναδική, λογική, σταθερή πηγή για όλες τις πληροφορίες που συνδέονται με το κτίριο, βλ. Σχήμα 3.7.

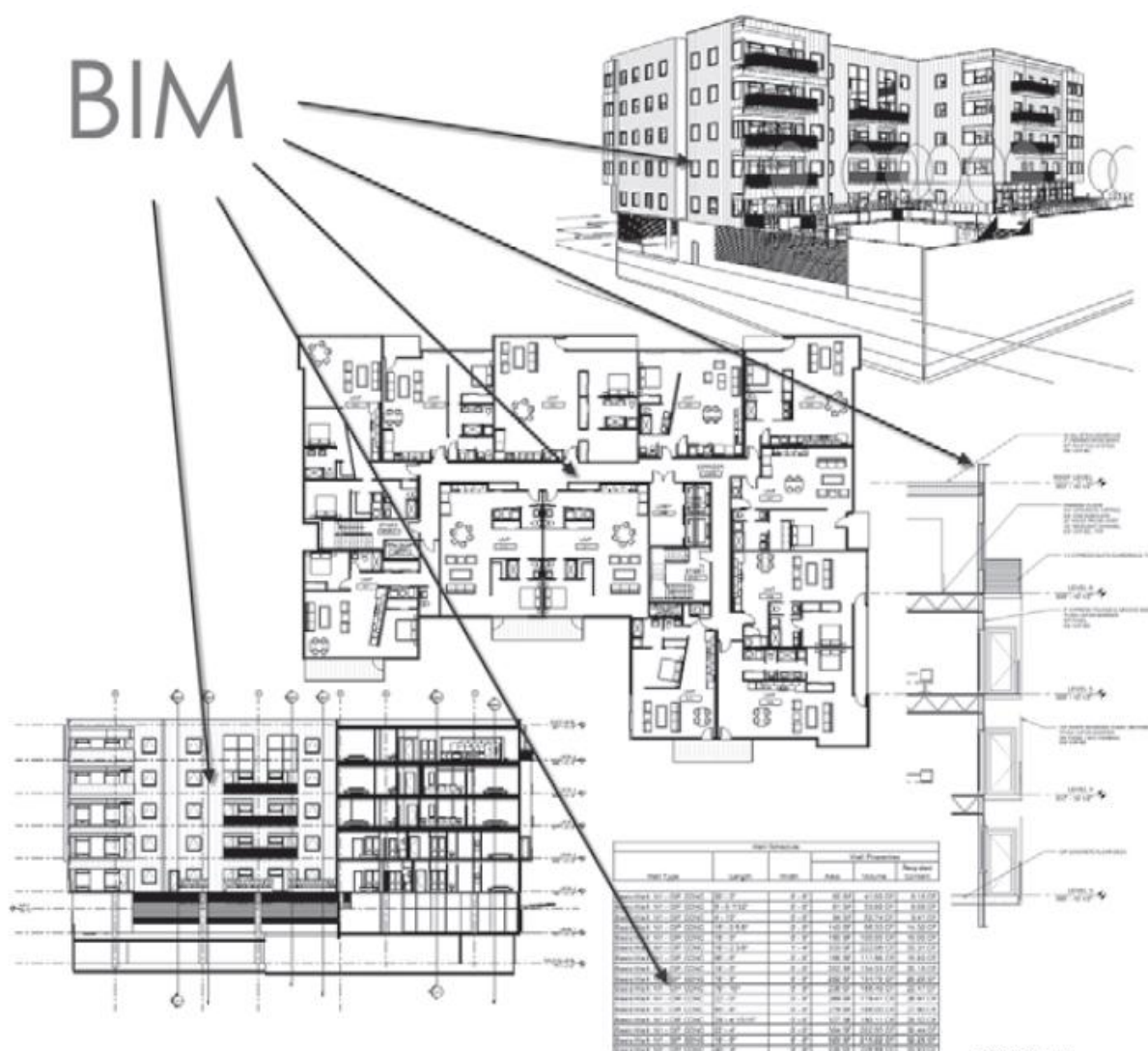


Figure 1.6

The BIM model is a centralized data-base in which all

Σχήμα 3.7 [6]

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

3.3.3 Εισαγωγή στη μεθοδολογία και την ιδέα της ΨΑΚΠ [1],[8]

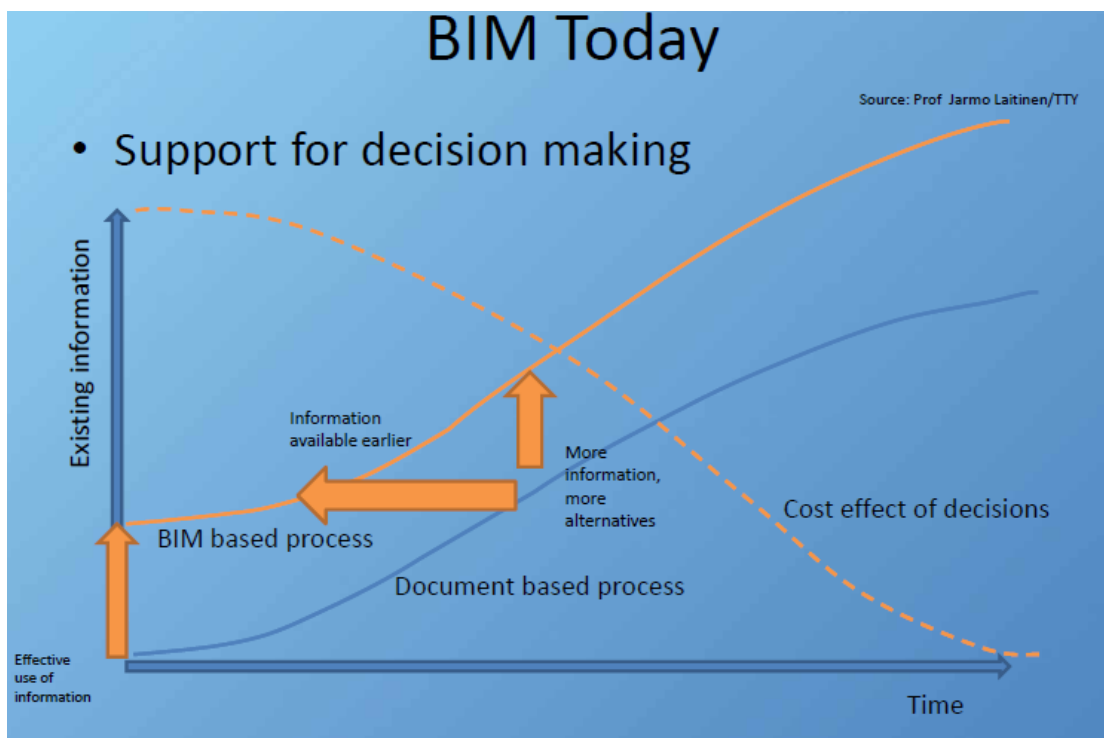
Η ΨΑΚΠ είναι η πιο εξελιγμένη μορφή λογισμικού CAD και ένας εξ ολοκλήρου νέος τρόπος σχεδιασμού και κατασκευής ενός κτιρίου. Μια από τις βασικές προϋποθέσεις της Ψηφιακής Απεικόνισης Κτιριακών Πληροφοριών είναι η συνεργασία των διάφορων συμμετεχόντων στις διάφορες φάσεις του κύκλου ζωής της μελέτης και της κατασκευής για την εισαγωγή, εξαγωγή, ανανέωση και τροποποίηση των πληροφοριών κατά τη διαδικασία της διαμόρφωσης του ψηφιακού μοντέλου ώστε να υποστηριχθεί ο ρόλος του κάθε συμμετέχοντα, βλ. Σχήμα 3.5.

Σκοπός της ψηφιακής απεικόνισης κτιριακών πληροφοριών (ΨΑΚΠ) είναι η δημιουργία ενός κτιρίου σε εικονική μορφή, πριν αυτό κατασκευαστεί στη πραγματικότητα, ώστε να αναλυθούν τα προβλήματα του, να προσομοιωθούν οι πιθανές επιδράσεις τους, με σκοπό την επίλυση τους. Μία σωστά υλοποιημένη ΨΑΚΠ είναι μία έγκυρη, ψηφιακή, τρισδιάστατη, «εικονική» παρουσίαση του έργου, που χτίζεται, η οποία χρησιμοποιείται για τη λήψη αποφάσεων στη φάση του σχεδιασμού, για τη δημιουργία τεχνικών εκθέσεων της κατασκευής, για το προγραμματισμό και το σχεδιασμό της κατασκευής, για τη πρόβλεψη του βαθμού εκτέλεσης του έργου και για τους προϋπολογισμούς του κόστους, βλ. Σχήμα 3.8. Όπως με όλες τις άλλες βασισμένες στον υπολογιστή εφαρμογές, η ποιότητα των δεδομένων που εξάγονται είναι πάντα περιορισμένη, και αυτό αντανακλάται, στην ποιότητα των δεδομένων που εισάγονται.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ουσιαστικά η ΨΑΚΠ είναι μια τρισδιάστατη απεικόνιση μιας κεντρικής βάσης δεδομένων που περιέχει όλα τα στοιχεία που θα αποτελέσουν το πραγματικό κτίριο. Σε αυτά περιλαμβάνονται, π.χ. η θέση, οι διαστάσεις, οι σχέσεις με άλλα στοιχεία, η σύνθεση των στοιχείων, το κόστος, καθώς επίσης ο χρόνος για τη παραγγελία ή την κατασκευή των επί μέρους κομματιών της κατασκευής. Αυτή η ψηφιακή απεικόνιση βασίζεται σε ένα ρεαλιστικό μοντέλο κτιριακών πληροφοριών, που χρησιμοποιείται ως μια κοινή πηγή πληροφοριών της κατασκευής. Έτσι υπάρχει μια ρεαλιστική βάση, χρήσιμη για τις αποφάσεις που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια ζωής του έργου. Με τη βοήθεια της ΨΑΚΠ ο ιδιοκτήτης, ο αρχιτέκτονας, ο μηχανικός, ο ανάδοχος, ο υπεργολάβος και ο κατασκευαστής έχει μια σαφή συνολική άποψη του έργου, σε ένα ενημερωμένο και ενσωματωμένο ψηφιακό περιβάλλον.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ



Σχήμα 3.8 Leif Granholm, Tekla Oyj (2009), "Effective project planning and tendering through Building Information Modeling", buildingSMART.ME

Η δυνατότητα συγκέντρωσης όλων των πληροφοριών μιας κατασκευής σε ηλεκτρονική μορφή (σχέδια, οικονομικά δεδομένα, χρονικός προγραμματισμός κ.α.), είναι ο καταλύτης που κάνει την εφαρμογή της ΨΑΚΠ πραγματοποιήσιμη. Η προσπάθεια είναι να συγκεντρωθούν όλες οι πληροφορίες μιας κατασκευής κατά τη διάρκεια της μελέτης. Για αυτό και η δημιουργία της ψηφιακής απεικόνισης πληροφοριών ενός έργου ξεκινάει από τον αρχικό σχεδιασμό του. Από αυτό το σημείο και έπειτα το μοντέλο χρησιμοποιείται ως μια αυτόνομη πηγή πληροφοριών της κατασκευής. Το μοντέλο αυτό πρέπει να έχει συμπληρωθεί πριν από τη φάση της κατασκευής και όλες οι αλληλοεπικαλύψεις ή ασυμβατότητες εφαρμογής των επιμέρους ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου που προτείνονται από τις διάφορες μελέτες, πρέπει να έχουν επιλυθεί πριν από την έναρξη των εργασιών.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

Αυτό σημαίνει ότι έχουν επιλεγεί όλα τα στοιχεία, που εισέρχονται στο μοντέλο και ότι όλοι όσοι λαμβάνουν μέρος στο έργο, έχουν όλες τις σχετικές λεπτομέρειες του έργου. Κάθε συμμετέχοντας μπορεί να κάνει την ίδια εργασία με πριν αλλά πιο γρήγορα σε ένα πιο ολοκληρωμένο περιβάλλον συνεργασίας. Με το ενιαίο μοντέλο εξαλείφονται τα παράδοξα της μελέτης. Η λεπτομερή ανάλυση του μοντέλου σε όλα τα στάδια χρησιμεύει στην καλύτερη εκμετάλλευση της παρεχόμενης ενέργειας, της πιο βιώσιμης, χαμηλότερου κόστους και φιλικότερης ως προς το περιβάλλον κατασκευής. Το μοντέλο, λοιπόν, διασυνδέεται με τα πραγματικά γεωγραφικά και χωρικά στοιχεία, τα οποία είναι απαραίτητα για την χωροθέτηση του έργου στο πραγματικό του περιβάλλον. Επίσης το μοντέλο είναι πάντα συγχρονισμένο με την πραγματική κατάσταση, έτσι ώστε η πληροφορία να είναι χρήσιμη από όλα τα συμβαλλόμενα μέρη του έργου.

Επίσης, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης ενός μοντέλου ΨΑΚΠ δεν γίνεται μόνο η επιλογή και η τοποθέτηση των υλικών που θα υπάρχουν στη τελειωμένη κατασκευή, - στα υλικά συμπεριλαμβάνονται το σκυρόδεμα των πλακών, ο οπλισμός του σκυροδέματος, οι μεταλλικές κατασκευές, τα υλικά που αποτελούνται οι τοίχοι και τα δάπεδα και τα υλικά των μηχανολογικών, υδραυλικών και ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων - αλλά και η δοκιμή όλων αυτών των μέρων για τυχόν ασυμβατότητες (conflicts) (εντοπισμός συγκρούσεων (clash detection)) ώστε να εξασφαλιστεί ότι όλα θα συνδυαστούν απρόσκοπτα. Και όλα αυτά ενώ υπάρχει η δυνατότητα ακόμα της χρησιμοποίησης του «διορθωτή» (eraser), αντί να πρέπει να επαναληφθεί η εργασία στο τμήμα που έχει εντοπιστεί το σφάλμα.

Ταυτόχρονα υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποιώντας αυτό το τρισδιάστατο κτιριακό μοντέλο να γίνει η ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης του σχεδιασμένου κτιρίου και τρέχοντας τα "εάν τι" (what if) σενάρια να οριστεί η καλύτερη από τις διάφορες εναλλακτικές λύσεις. Επιπλέον, ανάλογα με τη λεπτομέρεια του μοντέλου, μπορεί να γίνει αυτόματα η εξαγωγή όλων των ποσοτικών στοιχείων που συνδέονται με το μοντέλο και με αυτό τον τρόπο να παραχθεί με εντυπωσιακή ακρίβεια ο προϋπολογισμός του έργου, βλ. Σχήμα 3.9.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ



Σχήμα 3.9 Nancy Yen-wen Cheng, Building Information Modeling, University of Oregon

Η τεχνολογία, στα λογισμικά και στις βάσεις δεδομένων για τη διαχείριση, υπάρχει σήμερα για να ολοκληρώσει ακριβώς αυτό. Αυτό που πρέπει να συνειδητοποιηθεί ακόμα και να το δεχτούν ως αναγκαιότητα μια μεγάλη πλειονότητα της βιομηχανίας είναι ο απαιτούμενος βαθμός συνεργασίας και ο συντονισμός μεταξύ των διάφορων επιστημονικών κλάδων πάνω στη κατασκευή που επιβάλλεται με την εφαρμογή της ΨΑΚΠ.

Όχι μόνο οι ιδιοκτήτες και οι αρχιτέκτονες, αλλά και οι μηχανικοί, οι ανάδοχοι και οι υπεργολάβοι είναι ανάγκη να συμπεριληφθούν στην ομάδα του έργου εξαρχής, δηλαδή κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού του κτιρίου. Αυτό, φυσικά, σημαίνει ότι οδηγούμαστε στη μορφή της διαδικασίας ολοκληρωμένου σχεδιασμού (IPD) και σπανιότερα στη τωρινή επικρατούσα διαδικασία του κερματισμένου σχεδιασμού.

Κατά συνέπεια, αν θεωρηθεί ότι όλα τα δεδομένα που εισάγονται στο μοντέλο είναι σωστά, η ΨΑΚΠ θα προσφέρει στο μηχανικό την εύκολη αντίληψη της οπτικής ολόκληρου του έργου και των συσχετίσεων του, και του κάθε σημείου, το οποίο εμφανίζει ασυμβατότητες (conflicts) και προβλήματα. Και το πιο σημαντικό, παρέχει τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την επίλυση των ασυμβατοτήτων και άλλων ζητημάτων κατά

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

τη διάρκεια της φάσης σχεδιασμού, και όχι κατά τη διάρκεια της φάσης της κατασκευής.

Έτσι η ΨΑΚΠ κερδίζει και χρόνο και χρήματα, υπάρχουν λιγότερες ασυμβατότητες και λάθη σχεδιασμού - με μια δραστική μείωση των αλλαγών κατά την κατασκευή - και βελτιώνει την παραγωγικότητα.

Φυσικό είναι πολλές ομάδες να υποδέχονται τη ΨΑΚΠ ως πανάκεια για τα περισσότερα, εάν όχι όλα, αρνητικά στοιχεία της κατασκευαστικής βιομηχανίας, λύνοντας τα προβλήματα τόσο κατά το σχεδιασμό όσο και στη κατασκευή, ενώ προσφέρει ένα πλήρες δομημένο τρισδιάστατο κτιριακό μοντέλο, με το οποίο διευκολύνεται η διαχείριση του ακινήτου μετά τη διεκπεραίωση του έργου.

Αλλά ακόμα υπάρχουν πολλά ζητήματα να επιλυθούν. Το κυριότερο μεταξύ αυτών είναι το θέμα της **διαλειτουργικότητας** (βλ. Κεφάλαιο 4) μεταξύ των διάφορων λογισμικών της ΨΑΚΠ, της γνωστικής επάρκειας που είναι προϋπόθεση για την εφαρμογή της ΨΑΚΠ και της απαραίτητης αλλαγής των κανονισμών για το σχεδιασμό και την κατασκευή των κτιρίων.

3.3.4 Σκοπός της ΨΑΚΠ [9]

Ο συνολικός σκοπός της ΨΑΚΠ είναι ευρύς και μπορεί να περιγραφεί μέσω των τριών βασικών λειτουργιών της ΨΑΚΠ. Η πρώτη και η πιο αναγνωρίσιμη είναι η **ΨΑΚΠ ως ένα προϊόν** ή μια ευφυής ψηφιακή παρουσίαση των δεδομένων που αφορούν ένα οικοδομικό έργο. Τα εργαλεία για τη δημιουργία της ΨΑΚΠ (εργαλεία που παράγουν τις πληροφορίες και τις ψηφιακές απεικονίσεις ή τα ευφυή εικονικά μοντέλα) χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν και να ενοποιήσουν τις πληροφορίες, οι οποίες, πριν από τη ΨΑΚΠ, μεταφέρονταν στις διάφορες δραστηριότητες με μια διαδικασία που χρησιμοποιούσε χαρτιά και χωρίς να επεξεργάζονται από υπολογιστή.

Η δεύτερη είναι η **ΨΑΚΠ ως μια διαδικασία συνεργασίας** που καλύπτει όλους τους επιχειρησιακούς τομείς, αξιοποιώντας τις δυνατότητες των ανοικτών πρωτόκολλων πληροφοριών για την ανταλλαγή των στοιχείων.

Τέλος η τρίτη είναι η **ΨΑΚΠ ως ένα εργαλείο διαχείρισης πληροφοριών καθ' όλο τον κύκλο ζωής του έργου** για τις ανταλλαγές των πληροφοριών, τη ροή των εργασιών, και τις διαδικασίες της κατασκευής, που

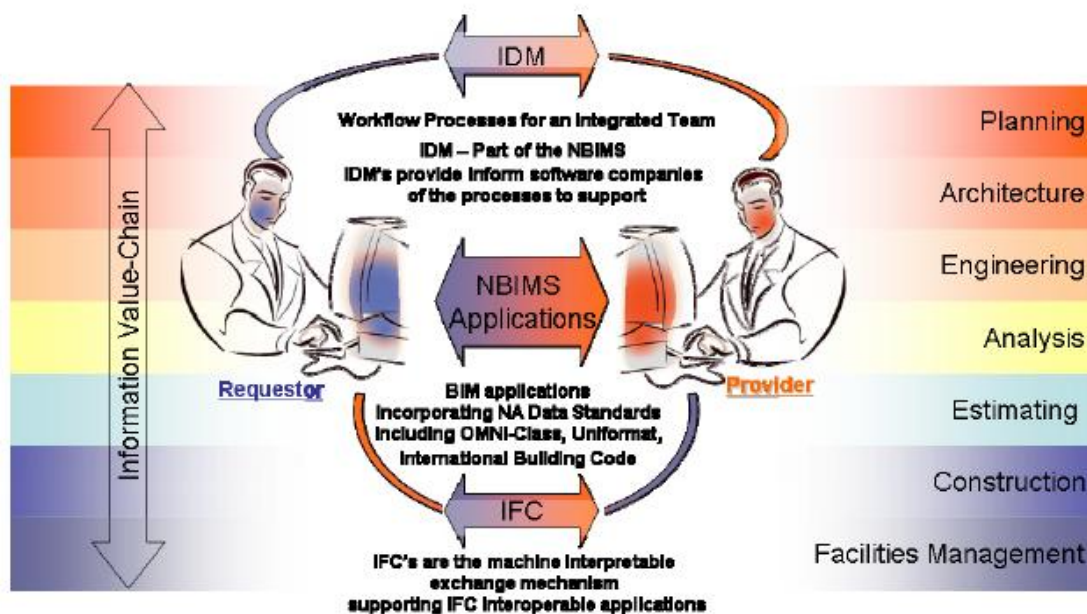
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

οι ομάδες του έργου τη χρησιμοποιούν ως ένα ευκολονόητο και αξιόπιστο περιβάλλον πληροφοριών σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του.

Η ΨΑΚΠ είναι μια ψηφιακή απεικόνιση των φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών ενός έργου και δημιουργεί μια κοινή πηγή πληροφοριών για ένα έργο διαμορφώνοντας μια αξιόπιστη βάση κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του.

Μια βασική προϋπόθεση της ΨΑΚΠ είναι η συνεργασία των διαφορετικών συμμετεχόντων στις διάφορες φάσεις του κύκλου ζωής ενός έργου ώστε να μπορεί να γίνει η εισαγωγή, η εξαγωγή, η ανανέωση, και η τροποποίηση των πληροφοριών. Η ΨΑΚΠ είναι μια κοινή ψηφιακή απεικόνιση που βασίζεται στα ανοιχτά πρότυπα για τη διαλειτουργικότητα, βλ. Σχήμα 3.10.



Σχήμα 3.10

| | | |
|-----------------------|---|--------------------------------------|
| Planning | = | Προγραμματισμός |
| Architecture | = | Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός |
| Engineering | = | Μηχανολογικός Σχεδιασμός |
| Analysis | = | Ενεργειακή Ανάλυση |
| Estimating | = | Κοστολόγηση |
| Construction | = | Κατασκευή |
| Facilities Management | = | Διαχείριση Κτιρίου και Εγκαταστάσεων |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

3.4 Πεδία Εφαρμογής της ΨΑΚΠ [9]

3.4.1 Η εφαρμογή της ΨΑΚΠ στο California Community College [16]

Το California Community College System (CCC) εξυπηρετεί 2.75 εκατομμύρια σπουδαστές σε 112 περιοχές της Καλιφόρνιας και είναι το μεγαλύτερο σύστημα δημόσιας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης στον κόσμο.

Στης 11 Μαρτίου 2011 το CCC FUSION System (Facilities Utilization, Space Inventory Options Net) μαζί με το γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών CCC Geographic Information System (GIS) Collaborative συνεργάστηκαν με το «ενδιάμεσο λογισμικό» (middleware) του ONUMA System για την απογραφή των πανεπιστημιακών χώρων και κτιρίων της σε ολόκληρη τη Καλιφόρνιας έκτασης 71 εκατομμύρια τετραγωνικά πόδια, πραγματοποιώντας τη μεγαλύτερη συγκέντρωση στοιχείων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή Ψηφιακής Απεικόνισης Κτιριακών Πληροφοριών (BIM) + GIS πλατφόρμας.

Ένας πλούτος του CCC και των σχετικών πληροφοριών για τα ακίνητα είναι προσιτός οπτικά και σε πραγματικό χρόνο σε μία απλή και άμεση επικοινωνία με τη πλατφόρμα, εξοικονομώντας με αυτόν τον τρόπο χρόνο και χρήματα μέσω του αυτοματοποιημένου συγχρονισμού των πολλαπλών βάσεων δεδομένων. Με τη ΨΑΚΠ 4000 κτίρια από όλη την πολιτεία είναι διαθέσιμα σε διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας, έτοιμα για επεξεργασία με διάφορα λογισμικά εργαλεία.

3.4.2 Η Senate Properties και ο οδηγός «BIM requirements 2007» [18]

Η Senate Properties είναι μια κρατική επιχείρηση υπεύθυνη για τη διαχείριση και την εκμίσθωση των ακινήτων του φινλανδικού κράτους. Στα περιουσιακά στοιχεία της περιλαμβάνονται πανεπιστήμια, σχολεία, γραφεία, ερευνητικά κέντρα, πολιτιστικά κτίρια και άλλα κτίρια.

Από το 2001, η Senate Properties έχει πραγματοποιήσει διάφορα πειραματικά προγράμματα για να αναπτύξουν και να μελετήσουν την εφαρμογή της ΨΑΚΠ. Η Senate Properties έχει μελετήσει και εκτιμήσει την τεχνολογία μοντέλου προϊόντος για να μπορεί να την εφαρμόσει στα έργα, και έχει αποφασίσει να απαιτεί την παράδοση μοντέλων ΨΑΚΠ που ανταποκρίνονται στις Θεμελιώδεις Κλάσεις Προϊόντος (IFCs - Industry Foundation Classes) για τα έργα της, από την 1η Οκτωβρίου 2007.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

Ο κύριος στόχος της Senate Properties είναι να εξασφαλίσει, ότι σε πρώτη φάση δεκάδες έργα θα αναπτυχθούν με τη ΨΑΚΠ και το συνολικό κόστος τους υπολογίζεται σε εκατοντάδες εκατομμύρια ευρώ.

Η ΨΑΚΠ, που απαιτείται από την 1η Οκτωβρίου 2007, είναι το πρώτο βήμα για την ευρύτερη χρήση της ΨΑΚΠ. Η Senate Properties θα αναπτύξει τις απαιτήσεις της στην ΨΑΚΠ μαζί με τις αντίστοιχες κρατικές εταιρείες και φορείς των σκανδιναβικών χωρών, των ΗΠΑ και της Ολλανδίας.

Το 2007 η Senate Properties ανέπτυξε τον οδηγό «BIM requirements 2007», ο οποίος καθορίζει με λεπτομέρειες την ανάπτυξη των μοντέλων της ΨΑΚΠ. Ο οδηγός περιγράφει τις προδιαγραφές των απαιτούμενων στοιχείων, που θα περιέχονται στο μοντέλο ΨΑΚΠ, σε κάθε φάση της διαδικασίας σχεδιασμού. Σε πρώτο στάδιο, θα χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό όλα τα λογισμικά εργαλεία που έχουν πιστοποίηση IFC 2x3.

3.4.3 Η ΨΑΚΠ στη Government Services Administration (GSA) [3],[19]

Ο φορέας Government Services Administration (GSA) ιδρύθηκε από τον πρόεδρο των ΗΠΑ Harry Truman, για να βελτιώσει τη διοίκηση της ομοσπονδιακής κυβέρνησης. Επιπλέον η GSA έχει αναλάβει την κατασκευή, διαχείριση και τη συντήρηση όλων των κτιρίων της κυβέρνησης, και την εκμίσθωση και τη διαχείριση της ακίνητης περιουσίας του δημοσίου.

Από το 2007 η Government Services Administration (GSA) έχει ως απαίτηση την εφαρμογή της ΨΑΚΠ σε όλα τα νέα έργα. Η εκπλήρωση αυτού του αιτήματος περιλαμβάνει και την ανάλυση της περιοχής, ώστε να διασφαλίζεται και η διαχείριση του χώρου τόσο στη φάση του προγραμματισμού όσο και μετέπειτα στη φάση της κατασκευής του έργου. Με αυτό το τρόπο εισάγεται και γίνεται γνωστή η μεθοδολογία της ΨΑΚΠ στον τομέα της διαχείρισης και εκτίμησης ακινήτων (Real Estate Management).

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

3.5 Τα ενδιαφερόμενα για τη ΨΑΚΠ μέρη [9]



Σχήμα 3.11 buildingSMARTalliance a council of the National Institute of Building Sciences

- **Ο κύριος του έργου** εξασφαλίζει υψηλού επιπέδου συνοπτικές πληροφορίες για το ακίνητο.
- **Οι αρμόδιοι για το προγραμματισμό** εξασφαλίζουν πληροφορίες για τη φυσική περιοχή και τις επιχειρησιακές ανάγκες του προγράμματος.
- **Οι κτηματομεσίτες** εξασφαλίζουν πληροφορίες για μια περιοχή ή ένα ακίνητο για να υποστηριχτεί η αγορά ή η πώληση του.
- **Οι εκτιμητές ακινήτων** εξασφαλίζουν πληροφορίες για ένα ακίνητο και για να υποστηριχτεί η εκτίμηση των ακινήτων.
- **Οι τραπεζίτες** εξασφαλίζουν πληροφορίες για τα δημογραφικά, τις εταιρίες, και τη βιωσιμότητα του επενδυτικού σχεδίου.
- **Οι μελετητές** εξασφαλίζουν πληροφορίες για το σχεδιασμό και για τη τοποθεσία.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή στη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ

- **Οι μηχανικοί** εξασφαλίζουν το ηλεκτρονικό μοντέλο, το οποίο εισάγεται σε λογισμικό για το σχεδιασμό και την ανάλυση του έργου.
- **Οι εκτιμητές κόστους και ποσοτήτων** λαμβάνουν ακριβείς ποσότητες από το ηλεκτρονικό μοντέλο.
- **Οι συντάκτες τευχών δημοπράτησης και οι νομικοί αντιπρόσωποι** εξασφαλίζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια περιγραφές για τη νομική υπεράσπιση ή στις οποίες βασίζεται η απόφαση της δίκης.
- **Οι ανάδοχοι κατασκευής** εξασφαλίζουν με τα ευφυή αντικείμενα στη κατάθεση προσφοράς και στη διαταγή ανάθεσης μια μέθοδο για την αποθήκευση των αποκτημένων πληροφοριών.
- **Οι υπεργολάβοι** εξασφαλίζουν καλύτερη επικοινωνία με τους αναδόχους και την υποστήριξη τους.
- **Οι υπό-κατασκευαστές** μπορούν να χρησιμοποιήσουν το ευφυές μοντέλο για να ελέγξουν τα νούμερα που χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή.
- Για τη **διαχείριση & τη συντήρηση** της κατασκευής προσδιορίζονται τα αντικείμενα που χρειάζονται επισκευή και εν μέρει ή όλη αντικατάσταση.
- Για την **ανακαίνιση και αποκατάσταση** περιορίζει τους απρόβλεπτους παράγοντες και το αντίστοιχο κόστος.
- Για τη **διαχείριση οικοδομικών απορριμμάτων και την ανακύκλωση** προσφέρει τη καλύτερη γνώση των οικοδομικών υλικών που ανακυκλώνονται.
- Η **επισκόπηση, η δοκιμή και η προσομοίωση** εξασφαλίζουν την ηλεκτρονική προσομοίωση της κατασκευής του έργου και το περιορισμό των ασυμβατοτήτων της κατασκευής.
- Για το **Περιβάλλον και τη ΝΕΡΑ** προσφέρει βελτιωμένες πληροφορίες για την ανάλυση της συμμόρφωσης της κατασκευής στο περιβάλλον.
- Για την **ενέργεια και τη LEED** εξασφαλίζει τη βελτίωση της ανάλυσης της ενεργείας που πραγματοποιείται η ολοκλήρωση της ευκολότερα, επιτρέποντας την εξέταση περισσότερων εναλλακτικών λύσεων.
- Για τη **Διαχείριση κινδύνων** εξασφαλίζεται η καλύτερη κατανόηση των πιθανών κινδύνων και τον τρόπο αντιμετώπισης ή περιορισμού τους.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 4ο: Διαλειτουργικότητα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ (INTEROPERABILITY)

Σκοπός:

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η μεθοδολογία της διαλειτουργικότητας, που είναι σημαντική προϋπόθεση για τη ΨΑΚΠ και το τρόπο εφαρμογής της, καθώς επίσης τα αντίστοιχα πρότυπα και πρωτόκολλα.

Η διαλειτουργικότητα αναφέρεται στη ιδιότητα των διαφορετικών μορφών αρχείων να εντάσσονται σε μία άλλη και να μεταφέρουν τις σχετικές πληροφορίες από τη μία μορφή στην άλλη. [3]

4.1 Προτυποποίηση της ΨΑΚΠ και Διαλειτουργικότητα [1]

Η προτυποποίηση είναι ένα λογικό βήμα για την εξέλιξη και υιοθεσία των νέων τεχνολογιών και διαδικασιών.

Η προτυποποίηση της ΨΑΚΠ ακολούθησε την ίδια λογική που ακολουθήθηκε για την προτυποποίηση της **Ψηφιακής Απεικόνισης Πληροφοριών Παραγόμενου Προϊόντος** (Product Information Models) με το πρότυπο ανταλλαγής δεδομένων προϊόντος (STEP ή STandard for the Exchange of Product model data). Η προτυποποίηση άρχισε το 1994, όταν τότε μια αρχαία ομάδα μηχανικών της Autodesk άρχισε την ανάπτυξη μιας πρότυπου βιβλιοθήκης των στοιχείων του κτιριακού μοντέλου ως βάση για τη διαλειτουργικότητα μεταξύ της AEC add-ons και του AutoCAD. Η επιτυχία του αρχικού πρωτότυπου, τελικά οδήγησε στο σχηματισμό της **Διεθνούς Ένωσης Διαλειτουργικότητας (IAI-Industry Alliance for Interoperability)**, που περιελάμβανε τις 12 κορυφαίες εταιρείες της βιομηχανίας λογισμικού CAD υπό την αιγίδα της Autodesk, η οποία ανέπτυξε τις πρώτες **Θεμελιώδεις Κλάσεις Προϊόντος (IFC-Industry Foundation Classes)**. Οι IFCs εισήχθησαν ως «η κοινή γλώσσα για τη διαλειτουργικότητα στη κατασκευαστική βιομηχανία» και οι 12 εταιρείες επέδειξαν τις πρωτότυπες εφαρμογές (AutoCAD και Add-ons), οι οποίες

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 4ο: Διαλειτουργικότητα

εφάρμοζαν τη διαλειτουργικότητα σε ένα κοινό κτιριακό μοντέλο, βλ. Σχήμα 4.1.

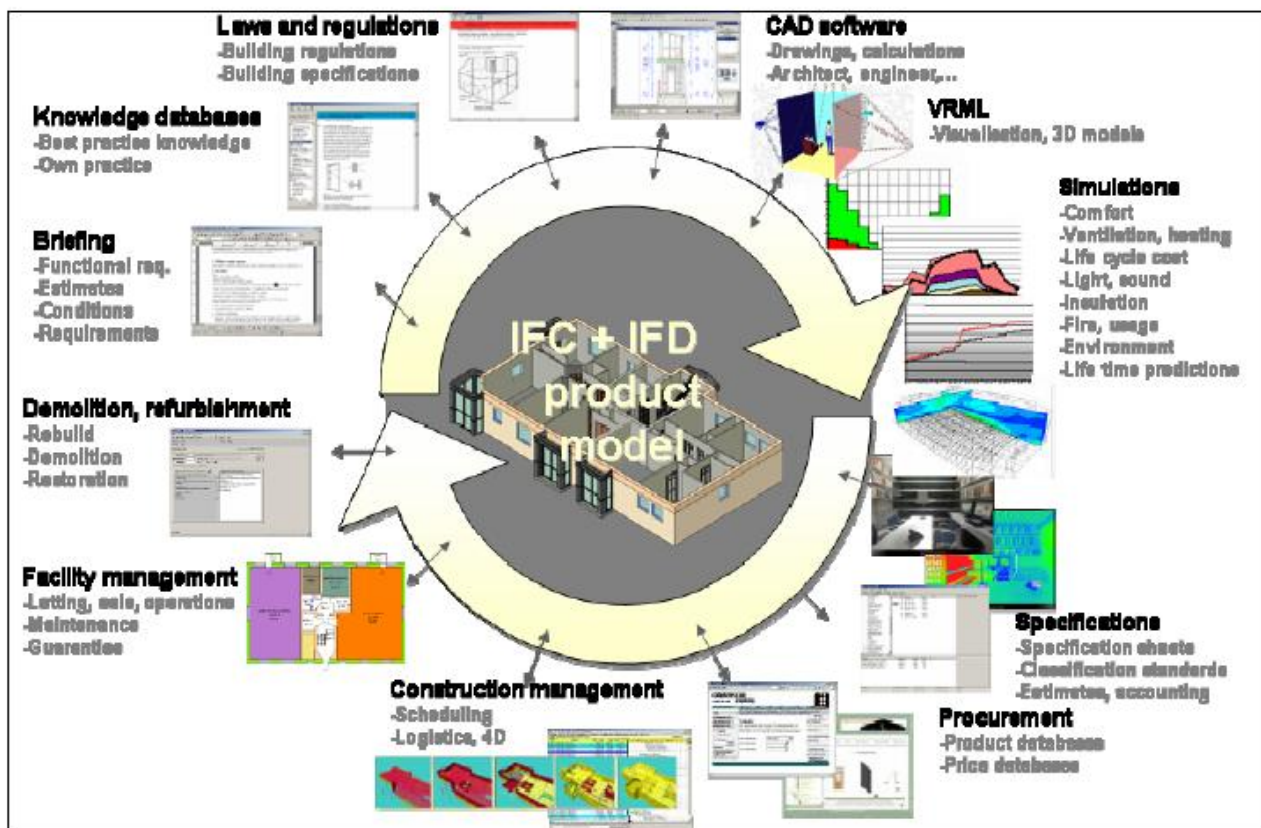


Figure 2.1-3 IAI Nordic Chapter 2000 BIM Product Model

Σχήμα 4.1 [9]

| | | |
|-----------------------------------|---|--|
| Laws and regulations | = | Νόμοι και ρυθμίσεις |
| Knowledge databases | = | Βάση δεδομένων με κατασκευαστικές γνώσεις |
| Demolition, refurbishment | = | Κατεδάφιση, ανακαινίσεις |
| Facility management | = | Διαχείριση εγκαταστάσεων |
| Construction management | = | Διαχείριση Κατασκευής |
| Procurement | = | Προμέτρηση |
| Specifications | = | Τεχνικά Χαρακτηριστικά |
| Simulations | = | Προσομοιώσεις |
| Virtual Reality Modeling Language | = | Η Γλώσσα για τη Διαμόρφωση της Εικονικής Πραγματικότητας |
| CAD software | = | Λογισμικό CAD |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 4ο: Διαλειτουργικότητα

Ο ενθουσιασμός των βιομηχανιών από την αρχική κυκλοφορία της IFC οδήγησε τις εταιρείες μέλη της IAI στη λήψη της απόφασης να δέχονται ως μέλη όλες τις εταιρείες της κατασκευαστικής βιομηχανίας. Ως το τέλος του 1995, υπήρξαν διάφορα διεθνή κεφάλαια και εκατοντάδες μέλη εταιρειών, που εντάχθηκαν στη Διεθνή Ένωση Διαλειτουργικότητας (IAI).

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του IFC από αυτήν την διευρυμένη συμμαχία ήταν πολύ περισσότερο επηρεασμένη από το STEP. Πράγματι, το IFC χρησιμοποιεί πολλά μέρη των προδιαγραφών, που αναπτυχθήκαν στο STEP, συμπεριλαμβάνοντας: τη γλώσσα μοντελοποίησης EXPRESS, τη μορφή αρχείου STEP, και τα σχήματα STEP για τη γεωμετρία και τη τοπολογία.

Η έκδοση 1.0 του IFC Schema για τη ΨΑΚΠ δημοσιεύθηκε από την IAI τον Ιανουάριο του 1997, η έκδοση 1.5 ακλούθησε το Νοέμβριο του 1997, και η έκδοση 2.0 τον Απρίλιο του 1999. Μέχρι σήμερα, έχουν υπάρξει 7 εκδόσεις της IFC, όπως περιγράφονται στον ιστοσελίδα της IAI (<http://www.iai-international.org>). Η τρέχουσα έκδοση είναι η IFC 2x3.

Η υποστήριξη για το προτεινόμενο πρότυπο στα λογισμικά προϊόντα καθυστέρησε, όπως με κάθε καινούργιο πρότυπο, αλλά άρχισε να επιταχύνεται γρήγορα όταν η κυβέρνηση και οι μεγάλοι ιδιωτικοί οργανισμοί (π.χ. US GSA) άρχισαν να απαιτούν την υποβολή των μελετών σε περιβάλλον IFC BIM πριν από μερικά χρόνια.

4.2 Εισαγωγή στη Διαλειτουργικότητα [10]

Η ψηφιακή απεικόνιση κτιριακών πληροφοριών είναι μια διαδικασία που προάγει τη συνεργασία μεταξύ των μελετητών. Για να είναι πλήρως αποτελεσματική η ΨΑΚΠ, απαιτείται από τις τεχνολογίες, που χρησιμοποιούνται από τους μελετητές, να στέλνουν και να λαμβάνουν ακριβώς τη πληροφορία ενιαία. Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των λογισμικών εργαλείων απαιτεί μια κοινή γλώσσα. Η διαδικασία για να επιτευχθεί αυτή ανταλλαγή πληροφοριών είναι γνωστή ως διαλειτουργικότητα.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 4ο: Διαλειτουργικότητα

4.3 Ορισμός της Διαλειτουργικότητας [10], [3]

Από μια καθαρά τεχνολογική οπτική, η διαλειτουργικότητα μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα της αποτελεσματικής επικοινωνίας και διαχείρισης των ηλεκτρονικών δεδομένων, χωρίς να χρειάζεται άλλη ενέργεια για την εισαγωγή δεδομένων σε κάθε φάση της διαδικασίας σχεδιασμού ή για το χειρισμό ή τη μετάφραση των δεδομένων.

Έτσι, από μια άποψη, η διαλειτουργικότητα είναι μια πολιτιστική παρά μια τεχνολογική απαίτηση. Σύμφωνα με αυτή την άποψη ένας πιο πλήρης νοηματικός ορισμός για τη διαλειτουργικότητα είναι η ικανότητα της πραγματοποίησης και της διαχείρισης τη συνεργασίας μεταξύ των μελών της ομάδας του έργου.

Η διαλειτουργικότητα είναι μια πολύ απαιτητική περιοχή, και υπάρχει μια μεγάλη προσπάθεια για την ανάπτυξη των προτύπων, ώστε να καθοριστεί η διαλειτουργικότητα μεταξύ των μοντέλων. Ένα μοντέλο για να είναι συμβατό με τα μοντέλα, που δημιουργούνται από άλλα λογισμικά εργαλεία, είναι απαραίτητο να μεταφράζεται σε μια ενιαία μορφή αρχείου, έτσι ώστε όλες οι πληροφορίες ενός αντικειμένου να μεταφέρονται αυτούσιες. Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι σημαντικό ζήτημα αυτή η μετάφραση, η οποία διατηρεί όλες τις πληροφορίες του μοντέλου, που περιέχει στην πρωτότυπη αρχική μορφή του.

Το σημαντικότερο όφελος της διαλειτουργικότητας είναι ότι τα μέλη της ομάδας μπορούν εύκολα να ανταλλάξουν πληροφορίες δια μέσου των πολυάριθμων πλατφόρμων και εφαρμογών που χρησιμοποιούνται σε ένα τυπικό έργο και με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η αποδοτικότητα και μειώνονται τα λάθη.

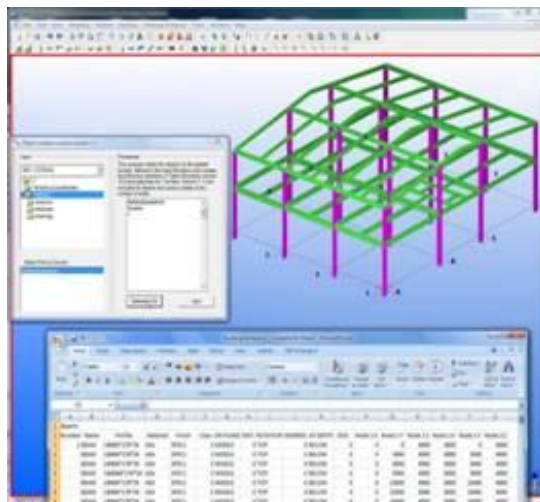
Δεδομένου ότι η Ψηφιακή Απεικόνιση Κτιριακών Πληροφοριών περιέχει ένα μεγάλο μέρος των οπτικών και των πραγματικών στοιχείων ενός έργου, η διαλειτουργικότητα είναι το αρχικό σημείο για την επιτυχία της εφαρμογής της ΨΑΚΠ σε μια διαδικασία κατασκευής.

Η εφαρμογή τη ΨΑΚΠ για την μεταβίβαση των πληροφοριών μεταξύ των μελών της ομάδας σχεδιασμού (κυρίως αρχιτεκτόνων, πολιτικών, μηχανολόγων και ηλεκτρολόγων μηχανικών), απαιτεί τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των διάφορων CAD συστημάτων που χρησιμοποιούνται από την ομάδα. Αυτό προήγαγε την ιδέα της τρισδιάστατη λύση (3D). Εντούτοις,

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 4ο: Διαλειτουργικότητα

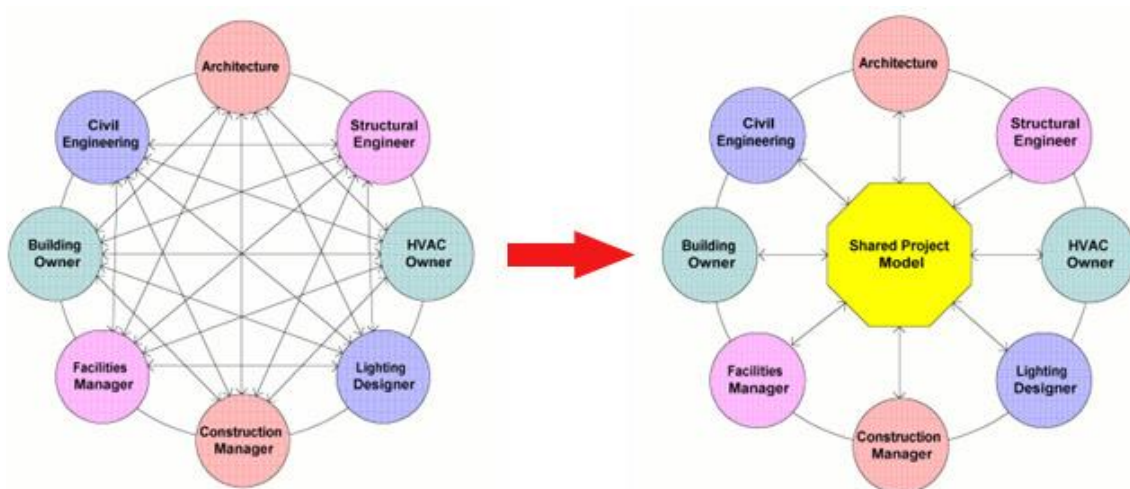
διευρύνοντας τη μεθοδολογία της διαλειτουργικότητας μπορούν να δημιουργηθούν 4 διαστάσεων (4D) μοντέλα με την ενσωμάτωση των προγραμμάτων για το προγραμματισμό και για τη κατασκευή. Τέλος αναπτύσσονται 5 διαστάσεων (5D) μοντέλα, που περιλαμβάνουν και τις δαπάνες του έργου και τον έλεγχο των οικονομικών στοιχείων του, βλ. Σχήμα 4.2. Στην πραγματικότητα, η διαδικασία μπορεί να επεκταθεί σε nD διαστάσεις - ενσωματώνοντας και άλλες δραστηριότητες όπως η ενεργειακή ανάλυση, κ.α.

**Σχήμα 4.2****4.4 Η ανάγκη για Διαλειτουργικότητα [5]**

Στον χώρο των κατασκευών εμπλέκονται πολλά μέλη: αρχιτέκτονες, πολιτικοί μηχανικοί, μηχανολόγοι, δημόσιες αρχές, προμηθευτές, κ.α. Αυτό σημαίνει, μεγάλη ανάγκη για επικοινωνία και συνεχή μεταφορά δεδομένων (κατασκευαστικά σχέδια, πολλών ειδών μελέτες, αλλαγές, λεπτομέρειες, υλικά, κ.α.). Λόγω του ότι όλοι αυτοί χρησιμοποιούν διαφορετικού είδους προγράμματα, σχεδόν πάντα απαιτείται η εισαγωγή από την αρχή όλων των δεδομένων, και ως εκ τούτου, πολύς χαμένος χρόνος και λάθη στην ανταλλαγή πληροφοριών. Το ζητούμενο λοιπόν είναι το πώς μπορούν αυτά να αποφευχθούν και να βελτιωθεί η ταχύτητα και η ποιότητα αυτής της διαδικασίας. Πάνω σε αυτό, ένας νέος όρος κάνει την εμφάνιση του τα τελευταία χρόνια, που λέγεται **διαλειτουργικότητα (Interoperability)**, και εκφράζει την ικανότητα συνεργασίας μεταξύ διαφορετικών ειδών λογισμικών όπως, αρχιτεκτονικά, στατικά κ.α., και την όσο το δυνατόν πιο εύκολη ανταλλαγή των δεδομένων, βλ. Σχήμα 4.3.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 4ο: Διαλειτουργικότητα

**Σχήμα 4.3****4.5 Ο λόγος ύπαρξης της Διαλειτουργικότητας [11]**

Η διαλειτουργικότητα - η διανομή των πληροφοριών μεταξύ διαφορετικών μοντέλων - είναι βασική για την επιτυχία της ΨΑΚΠ. Η απαιτούμενη υποστήριξη στα ανοικτά πρότυπα δεδομένων είναι επείγουσα προτεραιότητα για τη βιομηχανία, εάν θέλει να αποφύγει την αντιπαραγωγικότητα και τις επαναλαμβανόμενες ανακρίβειες λόγω της επανεισαγωγής των δεδομένων. Η διαλειτουργικότητα θα επιτρέψει την επαναχρησιμοποίηση των δεδομένων του έργου, που έχουν ήδη δημιουργηθεί και με αυτό το τρόπο εξασφαλίζεται η συνέπεια ανάμεσα στο κάθε ένα μοντέλο, που λειτουργεί ως μια διαφορετική απεικόνιση του ίδιου κτιρίου. Η διαλειτουργικότητα θα επιτρέψει επίσης τη σύγκριση και τον έλεγχο της ικανότητας σχεδιασμού και εκτέλεσης των κτιριακών μοντέλων υποστηρίζοντας τους γρηγορότερους κύκλους αναθεώρησης και την επαναληπτική φύση της διαδικασίας σχεδιασμού. Συνεπή και ακριβή δεδομένα, προσβάσιμα από ολόκληρη την ομάδα του έργου, θα συντελέσουν σημαντικά στο να περιορίσουν τις υπερβάσεις στο προγραμματισμού και στο κόστος του έργου.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 4ο: Διαλειτουργικότητα

4.6 Ο Ρόλος της Διαλειτουργικότητας [9]

Η διαλειτουργικότητα του λογισμικού είναι η αυτούσια ανταλλαγή δεδομένων σε επίπεδο λογισμικού μεταξύ των διαφόρων εφαρμογών, που κάθε μια μπορεί να έχει την δικιά της εσωτερική δομή δεδομένων. Η διαλειτουργικότητα επιτυγχάνεται αποτυπώνοντας μέρη της εσωτερικής δομής δεδομένων της κάθε συμμετέχουσας εφαρμογής σε ένα καθολικό μοντέλο δεδομένων και αντίστροφα. Εάν το εφαρμοζόμενο καθολικό μοντέλο δεδομένων είναι ανοικτό, τότε μπορεί οποιαδήποτε εφαρμογή να συμμετέχει στη διαδικασία της αποτύπωσης και να γίνεται έτσι διαλειτουργική με οποιαδήποτε άλλη εφαρμογή που συμμετέχει επίσης στην αποτύπωση. Η διαλειτουργικότητα εξαλείφει τη δαπανηρή μέθοδο της ενσωμάτωσης της κάθε εφαρμογής (και έκδοσης της) σε κάθε άλλη εφαρμογή (και έκδοση της).



Σχήμα 4.4 Η κατάλληλα πληροφορία στο κατάλληλο συνεργάτη (Nancy Yen-wen Cheng, **Building Information Modeling**, University of Oregon)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 4ο: Διαλειτουργικότητα

4.7 Αποθήκευση και διανομή των πληροφοριών [9]

Μια από τις καινοτομίες, που παρουσιάζεται σε αρκετά έργα της **Διεθνούς Ένωσης Διαλειτουργικότητας (IAI)**, είναι η χρήση μιας κοινής αποθήκης δεδομένων κτιριακών πληροφοριών. Μια αποθήκη μπορεί να δημιουργηθεί με τη βάση δεδομένων της ΨΑΚΠ και με τον καθορισμό κανόνων μέσω των οποίων συγκεκριμένα στοιχεία των μοντέλων της ΨΑΚΠ μπορούν να είναι προσβάσιμα ώστε να δημιουργηθεί ένα καταναμημένο κοινό μοντέλο. Για τους διαχειριστές της κατασκευής μπορούν να δημιουργηθούν νέες αποθήκες πληροφοριών για τη λειτουργία και τη συντήρηση του κτιριακού μοντέλου, οι οποίες θα συμπληρώνονται με νέες και ενημερωμένες πληροφορίες από τις φάσεις σχεδιασμού, κατασκευής, συντήρησης και λειτουργίας του έργου, βλ. Σχήμα 4.4.

4.8 Πρότυπα και Πρωτόκολλα για τη Διαλειτουργικότητα [10]

Τα πρότυπα και τα πρωτόκολλα για τη διαλειτουργικότητα σχετίζονται με συστήματα που έχουν αναπτυχθεί για να εφαρμοστεί μια γενική διαλειτουργικότητα μεταξύ των χρηστών. Το κύριο πλεονέκτημα τους είναι, ότι μπορεί να εφαρμοστεί ένα μέρος ή το σύνολο τους σε πολλές τεχνολογίες, που χρησιμοποιούνται συχνά σε έργα. Το μειονέκτημα τους είναι ότι δεν προσφέρουν έως σήμερα μια ολική λύση για όλες τις εφαρμογές.

Τα πλέον διαδεδομένα πρότυπα συνοψίζονται στα εξής:

- Θεμελιώδεις Κλάσεις Προϊόντος (IFC-Industry Foundation Classes)

Οι Θεμελιώδεις Κλάσεις Προϊόντος (IFC-Industry Foundation Classes) είναι το πρότυπο για την ενσωμάτωση που αναπτύχθηκε από τη buildingSMART (Σχήμα 4.5), που έγινε γνωστή επίσημα ως Διεθνής Ένωσης Διαλειτουργικότητας ή IAI. Αναπτύχθηκε και συνεχίζει να αναπτύσσεται για να βελτιώσει την επικοινωνία, την παραγωγικότητα, το χρόνο παράδοσης, το κόστος και την ποιότητα καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου της ζωής του κτιρίου, και σε αυτή βασίζονται τα μοντέλα, που περιέχουν αντικείμενα και δραστηριότητες της κατασκευής. Αυτό το πρότυπο βασίζεται στην ιδέα της ΨΑΚΠ. Το κύριο πλεονέκτημα των IFC είναι ότι η μορφή των αρχείων τους υποστηρίζει όλες τις δραστηριότητες σε όλα τα στάδια του κτιρίου κατά τη διαδικασία κατασκευής του.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 4ο: Διαλειτουργικότητα

- cis/2

Το πρότυπο CIS (Computer Integrated Manufacture of Constructional Steelwork ή CIMsteel Integration Standards) είναι αποτέλεσμα του έργου EUREKA CIMsteel. Η τρέχουσα έκδοση «cis/2» είναι η επέκταση και η αναβάθμιση της δεύτερης-γενιάς έκδοσης του CIS. Αναπτύχθηκε για να διευκολύνει τη μέθοδο ενσωμάτωσης των πληροφοριών, σε σχέση με τη διανομή και τη διαχείριση των πληροφοριών ανάμεσα και μεταξύ τους, για τις εταιρείες που εμπλέκονται στο σχεδιασμό, στο προγραμματισμό, στην ανάλυση και στη κατασκευή των μεταλλικών κατασκευών.

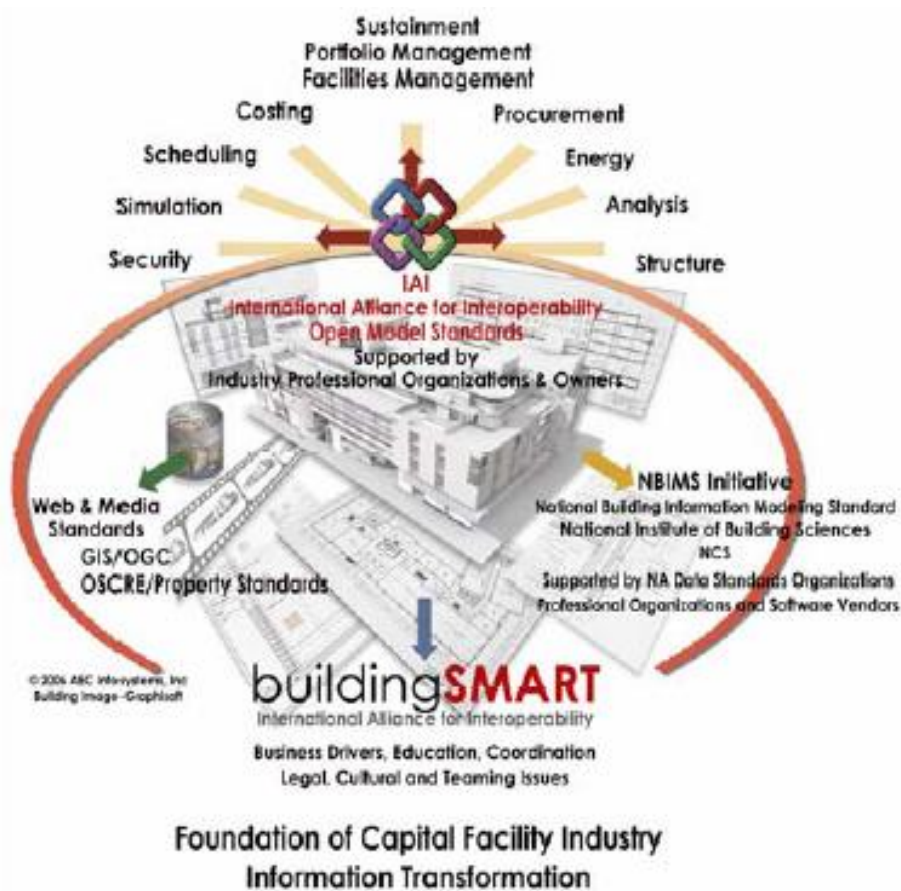


Figure 2.1-2 buildingSMART® Construct
(Courtesy of AEC Infosystems and Graphisoft)

Σχήμα 4.5 [9]

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 4ο: Διαλειτουργικότητα

- SDNF

Το πρότυπο Steel Detailing Neutral File (SDNF) καθορίστηκε αρχικά από την Intergraph[®], για την ανταλλαγή ηλεκτρονικών δεδομένων μεταξύ των συστημάτων για την ανάλυση και το σχεδιασμό, που σχετίζονται με τους δομοστατικούς μηχανικούς, και των συστημάτων για τη διαμόρφωση των μοντέλων των μεταλλικών κατασκευών. Η Έκδοση 3.0 είναι η τρέχουσα έκδοση που υποστηρίζεται από τη βιομηχανία λογισμικών και αυτή η μορφή αρχείου είναι τώρα που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά των πληροφοριών για τη διαμόρφωση μοντέλων μεταξύ των τρισδιάστατων συστημάτων.

- DWG

Ο τύπος αρχείου dwg είναι το πρότυπο μέσο μεταφοράς αρχείων της Autodesk's[®] κυρίως μεταξύ των δισδιάστατων (2D) εφαρμογών. Είναι επίσης δυνατό να δημιουργηθούν τρισδιάστατα (3D) αρχεία. Οι δύο τύποι αρχείων (2D και 3D) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αρχεία παραπομπών (reference files) στο εσωτερικό των εφαρμογών για τη διαμόρφωση μοντέλων.

- DXF

Ο τύπος αρχείου **D**rawing **eX**change **F**ormat (dxf) χρησιμοποιείται κυρίως στη μεταφορά των 2D πληροφοριών μεταξύ των χρηστών και χρησιμοποιείται για τα αντικείμενα παραπομπών στο εσωτερικό του συστήματος διαμόρφωσης τρισδιάστατων μοντέλων.

- DGN

Ο τύπος αρχείου DGN της MicroStation μπορεί είτε να χρησιμοποιηθεί για την ανταλλαγή πληροφοριών με άλλα συστήματα είτε να χρησιμοποιηθεί ως αντικείμενο παραπομπής για τις εφαρμογές διαμόρφωσης μοντέλων.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΦΕΛΗ, ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ ΕΜΠΟΔΙΑ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΨΑΚΠ

Σκοπός:

Στο κεφάλαιο αυτό παραθέτονται και κατηγοριοποιούνται οι ωφέλειες της ΨΑΚΠ, ώστε να γίνει κατανοητή η αναγκαιότητα και η χρησιμότητα της σε ένα έργο και αναφέρονται τα εμπόδια και οι κίνδυνοι, που προκύπτουν από αυτή.

5.1 Τα γενικά οφέλη της ΨΑΚΠ [3]

Πολλά οφέλη της ΨΑΚΠ είναι άμεσα, αλλά στην πραγματικότητα τα περισσότερα είναι τα έμμεσα οφέλη. Τα άμεσα οφέλη είναι ποιοτικά όπως η βελτιωμένη απεικόνιση και η διαχείριση των κτιριακών πληροφοριών (του έργου). Τα έμμεσα οφέλη περιλαμβάνουν την διευκόλυνση της συνεργασίας, την καλύτερη και αποτελεσματική κατανόηση του έργου, και τη μείωση των κινδύνων του έργου.

Οι προσομοιώσεις επιτρέπουν να προγραμματιστεί και να δοκιμαστεί εικονικά ο σχεδιασμός του έργου, πριν το πραγματικό έργο κατασκευαστεί. Ένα μοντέλο θα βοηθήσει να απεικονιστεί το έργο, να παρακινήσει τη σκέψη προς τις απαιτήσεις του έργου, και να βοηθήσει στην περιγραφή του έργου με ένα ικανοποιητικό τρόπο.

Πολλά οφέλη αυτής της θεμελιώδους αλλαγής στον προγραμματισμό και στην εκτέλεση της **κατασκευής των έργων** (construction projects) θα γίνουν εμφανή στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου. *Το πρωταρχικό όφελος της διαδικασίας της ΨΑΚΠ είναι η μείωση των κινδύνων του έργου (project risks).* Οι περισσότερες από τις διάφορες **μεθόδους παράδοσης** (delivery methods) της κατασκευής του έργου, που είχαν αναπτυχθεί κατά τη διάρκεια των προηγούμενων δεκαετιών, πετυχαίνανε περισσότερο τη μετάθεση των κινδύνων της κατασκευής μεταξύ των μελών της ομάδας του έργου, παρά να περιορίσουν αυτούς τους κινδύνους.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

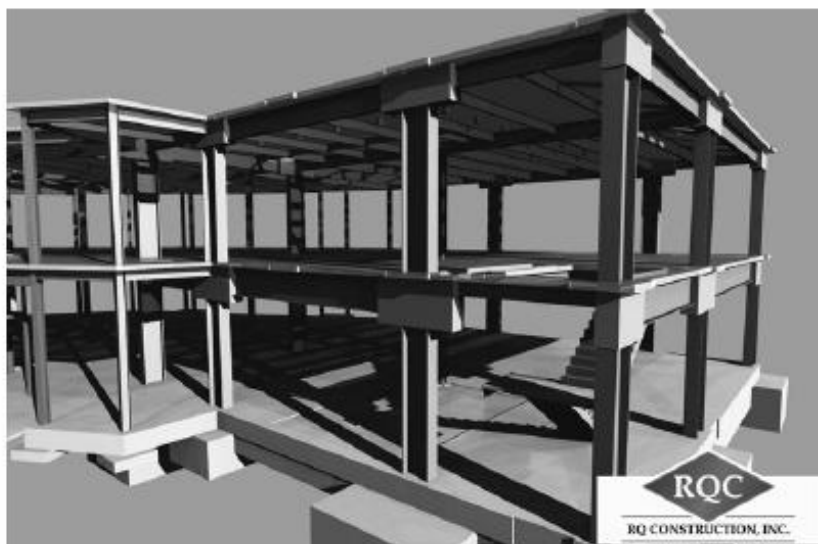
Τα οφέλη μιας διαδικασίας ΨΑΚΠ εμπεριέχονται στη φύση της διαδικασίας. Θα εξαρτηθεί από το συμμετέχοντα να γίνει η κατάλληλη χρήση της διαδικασίας, ώστε να αποκομιστούν τα οφέλη.

Τα γενικά οφέλη της ΨΑΚΠ χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες τα οφέλη της απεικόνισης, τα οφέλη της συνεργασίας, τα οφέλη από το περιορισμό των προβλημάτων. Η επιλογή αυτών των κατηγοριών έγινε έτσι ώστε να γίνουν τα οφέλη καλύτερα κατανοητά.

5.1.1 Απεικόνιση

Οι άνθρωποι λένε συχνά «βλέπω» όταν κάτι τους είναι κατανοητό. Η έκφραση αυτή έχει σημαντική σχέση με την απεικόνιση και δείχνει λοιπόν τη κοντινή συσχέτιση με τη λέξη *κατανόηση*. Το προφανές όφελος ενός τρισδιάστατου μοντέλου είναι η βελτιωμένη δυνατότητα της απεικόνισης (κατανόησης) του αντικειμένου που παρουσιάζεται. Πολλά πρόσωπα έχουν δυσκολία στο να βλέπουν και να καταλαβαίνουν τα δισδιάστατα σχέδια. Ένα τρισδιάστατο μοντέλο, εντούτοις, παρουσιάζει καθαρά το έργο και επιτρέπει την απεικόνιση πολλών χαρακτηριστικών του, ακόμα και μερικών εκκληκτικών λεπτομερειών.

Figure 2.13
A simple 3D model of the structural system. The model was made in Vico's Constructor and rendered in NavisWorks. (Image courtesy of RQ Construction.)



Σχήμα 5.1 Το μοντέλο έγινε στο Vico's Constructor και αποδόθηκε με το NavisWorks.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

Ένα αναπόσπαστο κομμάτι της απεικόνισης είναι η δυνατότητα πρόσβασης στις σωστές πληροφορίες με τη σωστή μορφή, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα έργο. Η δυνατότητα της χρησιμοποίησης της ΨΑΚΠ ως το κέντρο αποθήκευσης (ή διασύνδεσης) των πληροφοριών του έργου είναι αναγκαία για την απεικόνιση και για τη διαχείριση των πληροφοριών ενός έργου. Ένα μοντέλο ΨΑΚΠ επιτρέπει τη καλύτερη πρόσβαση στις πληροφορίες του έργου και έτσι βελτιώνεται η κατανόηση και ο έλεγχος του έργου, βλ. Σχήμα 5.1.

Όλα τα μέρη ενός έργου πρέπει να είναι σαφείς και κατανοητά για όλους τους συμμετέχοντες. Σημαντικό μέρος της επικοινωνίας είναι η ελεύθερη πρόσβαση και η ροή των πληροφοριών. Η ΨΑΚΠ χαρακτηρίζεται από τη διαθεσιμότητα και τη συνδεσιμότητα όλων των πληροφοριών που λαμβάνουν μέρος στο έργο, όπως οι **διαστάσεις- 2D, 3D, 4D** (η τέταρτη διάσταση ο χρόνος), **5D** (η πέμπτη διάσταση το κόστος), και οποιοσδήποτε άλλος τύπος πληροφορίας. Σε ένα συγκεντρωτικό μοντέλο (centralized model) όλες οι πληροφορίες είναι συνδεδεμένες στο μοντέλο και η πρόσβαση σε αυτές γίνεται με τις ενσωματωμένες **διασυνδέσεις**. Οι πληροφορίες πρέπει να υπάρχουν μόνο μία φορά, αντί να επαναλαμβάνονται χωρίς λόγο. Υπάρχει ένας σημαντικός κίνδυνος στην επανάληψη των πληροφοριών, ότι δημιουργεί δυσκολία στο χρήστη να διακρίνει τη πληροφορία, που είναι η πιο πρόσφατα καταχωρημένη. Μεγάλη μέριμνα χρειάζεται να λαμβάνεται στην ανάπτυξη μιας μεθόδου, με την οποία όλη η ομάδα του έργου έχει πρόσβαση στις πιο ενημερωμένες πληροφορίες του έργου.

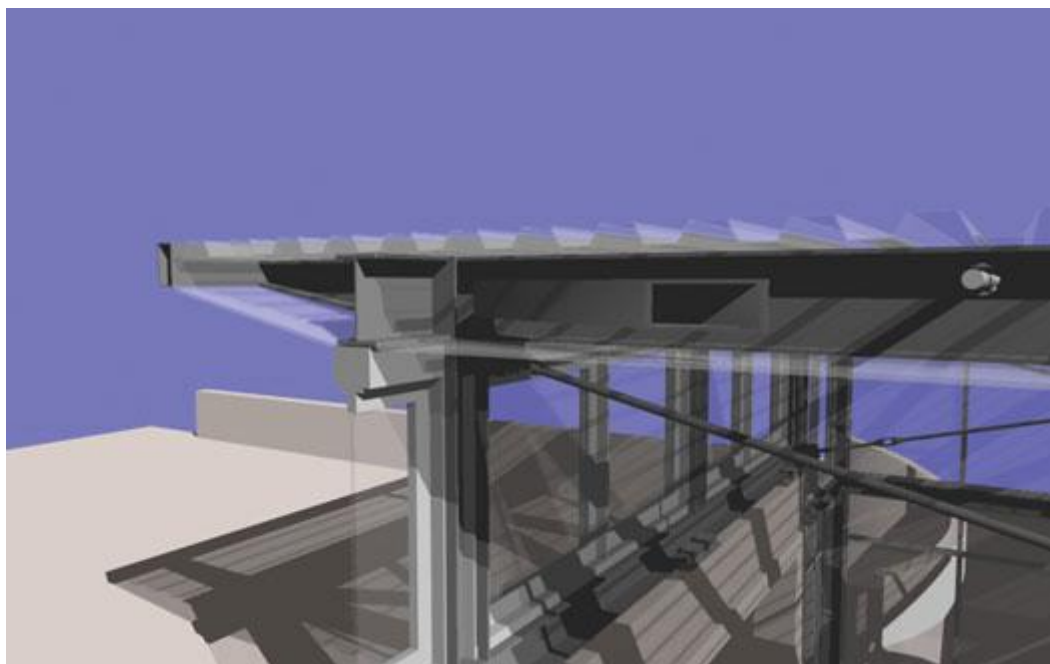
Επίσης με τη ΨΑΚΠ είναι δυνατόν να δημιουργηθούν οι προσομοιώσεις του κτιρίου (ή της διαδικασίας) για διάφορες εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού για σε ένα έργο, που μπορούν έπειτα να αξιολογηθούν για να επιλεγεί η καλύτερη εναλλακτική λύση.

Με ένα ολοκληρωμένο μοντέλο ΨΑΚΠ του έργου είναι δυνατόν να απεικονιστεί η **κατασκευασιμότητα** (constructability) του έργου, βλ. Κεφάλαιο 9. Το μοντέλο του Σχήματος 5.2 είναι ένα παράδειγμα τη κατασκευασιμότητας για τη σύνδεση του ανώτερου μέρους του τοίχου με τα παράθυρα. Τα στοιχεία του χάλυβα και του γυαλιού που παρουσιάζονται στο μοντέλο διαμορφώθηκαν με το TriForma της Bentley, τα στοιχεία του σκυροδέματος με το Vico's Constructor και η σύνθεση του αποδόθηκε με το NavisWorks. Τα αρχιτεκτονικά και δομικά σχέδια είχαν

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

αλληλεπικαλυπτόμενες πληροφορίες, οι οποίες ανάγκασαν τον ανάδοχο να δημιουργήσει αυτό το μοντέλο για να επιλυθεί η λεπτομέρεια στη σύνδεση του χάλυβα και του γυαλιού. Αυτό είναι ένα ιδιαίτερα λεπτομερές μοντέλο και δεν είναι πάντα απαραίτητη η διαμόρφωση ενός μοντέλου σε αυτό το επίπεδο λεπτομέρειας εκτός αν υπάρχει συγκεκριμένο πρόβλημα να επιλυθεί.



Σχήμα 5.2

Figure 2.15
The lab at CSU
Chico, with
students partici-
pating in a coordi-
nation meeting
with Turner
Construction.



Σχήμα 5.3

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

Επίσης ο συντονισμός του έργου βελτιώνεται πολύ με την τρισδιάστατη απεικόνιση ενός μοντέλου, το οποίο παρουσιάζει τα κρίσιμα σημεία του έργου. Οι οπτικές του μοντέλου επιτρέπουν στους συμμετέχοντες να μοιράζονται τις ανησυχίες τους για οποιαδήποτε τμήμα του έργου και την επικοινωνία μεταξύ τους για την επίτευξη της συνεργασίας στην επίλυση των ασυμβατοτήτων της κατασκευής (conflicts). Η απεικόνιση είναι αναγκαία στην εδραίωση της επικοινωνίας, που είναι απαραίτητη για τη συνεργασία των μελών και στο συντονισμό του έργου, βλ. Σχήμα 5.3.

Παρακάτω αναφέρονται τα πιο σημαντικά οφέλη της απεικόνισης του έργου με το μοντέλο της ΨΑΚΠ:

- Παρουσίαση με σαφήνεια του έργου και απεικόνιση πολλών χαρακτηριστικών του, ακόμα και μερικών εκπληκτικών λεπτομερειών.
- Βελτίωση της κατανόησης του κτιρίου και του χώρου με τη τρισδιάστατη απεικόνιση. [6]
- Οι πληροφορίες όπως οι διαστάσεις - 2D, 3D, 4D (τέταρτη διάσταση-χρόνος), 5D (πέμπτη διάσταση-κόστος), κ.α., είναι συνδεδεμένες σε ένα μοντέλο και υπάρχει άμεση πρόσβαση με τις ενσωματωμένες διασυνδέσεις.
- Η δυνατότητα παρουσίασης των εναλλακτικών λύσεων σχεδιασμού στην ομάδα του έργου και στο κύριο του έργου για την επιλογή της καλύτερης λύσης.
- Με το παραγόμενο μοντέλο είναι δυνατό να εξομοιωθούν οι διάφορες φάσεις της κατασκευής. Οι συναρμολογήσεις και τα στοιχεία στο μοντέλο μπορούν να σχεδιαστούν στις χρονικές περιόδους του σχεδιασμού, της κατασκευής, της μεταφοράς και της εγκατάστασης. [11]
- Οι σχεδιαστές και οι κατασκευαστές έχουν μία καλύτερη μέθοδο για να δημιουργούν, να ελέγχουν, και να παρουσιάσουν τις πληροφορίες. [6]
- Παρουσίαση των κρίσιμων σημείων του έργου.
- Η δυνατότητα για τους μη τεχνικούς συμμετέχοντες (πελάτες, χρήστες, κ.λπ.) να απεικονιστεί το τελικό προϊόν. [12]
- Μελέτη της κατασκευασιμότητας και της βιωσιμότητας του έργου, βλ Κεφάλαιο 9

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

- Άμεση σύνταξη και παραγωγή των τευχών της κατασκευής. [4]

5.1.2 Συνεργασία

Η αναγκαιότητα της συνεργασίας για να επιτευχθεί η προσομοίωση της κατασκευής είναι το μέγιστο όφελος της ΨΑΚΠ. Έχει αποδειχθεί ότι η νωρίς συνεργασία έχει μεγάλα οφέλη για το προγραμματισμό και την κατασκευή ενός έργου. Συνεπώς η ανάπτυξη ενός εικονικού μοντέλου είναι μία από τις καλύτερες μεθόδους της εξασφάλισης νωρίς και σε βάθος συνεργασία της ομάδας του έργου στα πιο ουσιώδη ζητήματα του προγραμματισμού, του σχεδιασμού, και τα της κατασκευής

Η διαδικασία της ΨΑΚΠ είναι ιδανική για να μάθει την ομάδα του έργου να συνεργάζεται. Η ΨΑΚΠ είναι ένα μέσο, που επιτρέπει στους συμμετέχοντες να αναμιγνύονται στο έργο όσο το δυνατόν περισσότερο και με τη χρήση του μοντέλου διευκολύνονται οι συζητήσεις, και η κατανόηση σχεδόν οποιουδήποτε ζήτημα. Η διαχείριση της ομάδας, η ΨΑΚΠ, και οι διασυνδέσεις των πληροφοριών αποτελούν σημαντικά ζητήματα για την επίτευξη του έργου. Το πνεύμα της ομαδικής εργασίας που δημιουργείται με τη χρήση της ΨΑΚΠ βασίζεται στην αίσθηση μιας κοινής κατανόησης των ζητημάτων μεταξύ των συμμετεχόντων. Οι συζητήσεις επικεντρώνονται στη τρισδιάστατη άποψη του μοντέλου, και δημιουργείται γρήγορα ένα συναίσθημα αμοιβαίας κατανόησης του έργου, αντί για την περιγραφή των δισδιάστατων σχεδίων με λέξεις.

Παρακάτω αναφέρονται τα πιο σημαντικά οφέλη στη συνεργασία μεταξύ των συμμετόχων του έργου με τη χρήση της ΨΑΚΠ:

- Εξασφάλισης νωρίς και σε βάθος συνεργασία της ομάδας του έργου
- Συνεργασία με άλλες ειδικότητες χωρίς να χάνεται καμία πληροφορία. [5]
- Αποτελεσματικός τρόπος επικοινωνίας ιδεών, μορφών, εννοιών και γενικά των τρόπων προσέγγισης ενός ζητήματος.
- Κοινή κατανόηση των ζητημάτων μεταξύ των συμμετεχόντων.
- Ευκολότερος συντονισμός του προσωπικού του έργου. [13]
- Τεκμηρίωση και γρηγορότερη λήψη αποφάσεων.

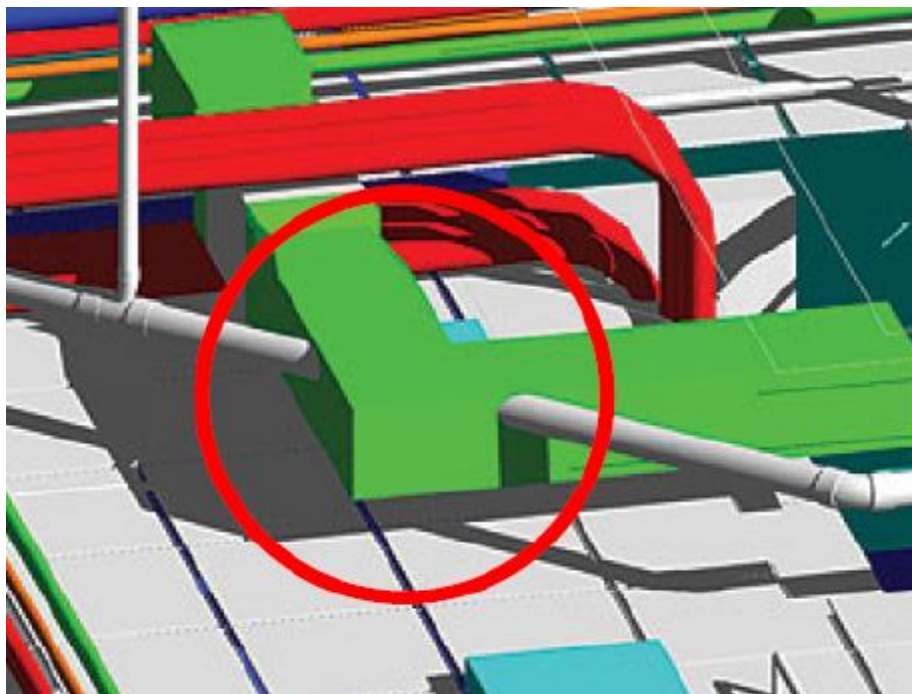
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

5.1.3 Περιορισμός των προβλημάτων [3]

Με τη χρήση της ΨΑΚΠ αυξάνεται η ικανότητα της απεικόνισης, της επικοινωνίας, της αξιολόγησης και του συντονισμού του έργου, και επιπλέον επιταχύνεται και βελτιώνεται η κατανόηση, ο συντονισμός, η χρήση των υλικών, κ.λπ., στη διαχείριση της κατασκευής ενός έργου. Με τη διαδικασία της ΨΑΚΠ μειώνονται οι κατασκευαστικές ασυμβατότητες (construction conflicts), οι απώλειες υλικών της κατασκευής (construction waste) και οι κίνδυνοι του έργου (project risk), και επομένως μειώνονται οι δαπάνες του έργου.

Οι ασυμβατότητες μπορούν να εντοπιστούν ευκολότερα με τη πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες του έργου. Οι ασυμβατότητες στο χώρο (conflicts in location), στο προγραμματισμό (conflicts in scheduling), κ.α., μπορούν να εντοπιστούν μέσω των προβολών της ΨΑΚΠ. Σε αυτό συμβάλει, ότι όλες οι πηγές πληροφοριών ,που συμμετέχουν σε αυτήν την διαδικασία, συγχρονίζονται με το χώρο, το χρόνο, και τη μορφή του αρχείου.



Σχήμα 5.4 Nancy Yen-wen Cheng, Building Information Modeling, University of Oregon

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

Οι ασυμβατότητες στο χώρο (location conflicts) δημιουργούνται, όταν δύο αντικείμενα του μοντέλου καταλαμβάνουν τον ίδιο χώρο. Αυτό αναφέρεται στο χώρο, που καταλαμβάνουν αντικείμενα, όπως οι αγωγοί, τα μέλη των φερόντων στοιχείων και οι διελεύσεις των καλωδίων, όπου ένα μέρος του αντικείμενου μπορεί να συμπίπτει με ένα άλλο αντικείμενο, βλ. Σχήμα 5.4. Οι ασυμβατότητες στο προγραμματισμό (scheduling conflicts) αναφέρονται στις εργασίες που γίνονται στην ίδια περιοχή τον ίδιο χρόνο από διαφορετικά συνεργεία, ή όταν το προαπαιτούμενο μέρος της εργασίας δεν είναι έτοιμο για να αρχίσει η επόμενη προγραμματισμένη δραστηριότητα. Μια ανάλυση της ακολουθίας (sequence analysis) των δραστηριοτήτων της κατασκευής του έργου αποκαλύπτει σε έναν πεπειραμένο παρατηρητή τις παραπάνω ασυνέπειες.

Η μείωση των απωλειών υλικών (construction waste) είναι μια άλλη δυνατότητα της ανάλυσης του μοντέλου. Η κατασκευή χωρίς απώλειες υλικών (Lean construction) ορίζει τις απώλειες ως «αυτά που δε χρειάζονται». Σε αυτό το πλαίσιο, η ανάλυση της προσομοίωσης της κατασκευής μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη αποδοτικότερων διαδικασιών για την κατασκευή, και στην ανάπτυξη των ιδεών για τη καλύτερη αξιοποίηση των υλικών, του χρόνου, και της ενέργειας.

Έχοντας βαθύτερη κατανόηση του έργου μέσω της καλύτερης απεικόνισης και του πιο λεπτομερούς προγραμματισμού, πολλές πιθανές ασυμβατότητες (conflicts) και άγνωστα (unknowns) μπορούν να αποφευχθούν από το έργο και οι κίνδυνοι κατά τη κατασκευή (construction risk) να μειωθούν. Η βελτιωμένη απεικόνιση καθιστά το έργο πιο συγκεκριμένο κατά τη διάρκεια των φάσεων της Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού, π.χ. οι τελικοί χρήστες του κτιρίου θα καταλαβαίνουν γρηγορότερα τι προτίθεται να σχεδιαστεί, περιορίζοντας έτσι το χρόνο της επανασχεδίασης και ο καλύτερος συντονισμός κατά την εγκατάσταση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων αυξάνει σημαντικά τη χρήση των προκατασκευών και μειώνει τον αριθμό των ερωτήσεων (Request for Information's ή RFIs) σχετικά με τη κατασκευή (και επομένως των ασυμβατοτήτων που έχουν ως αποτέλεσμα την επανάληψη της εργασίας).

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

Τα σημαντικά οφέλη από το περιορισμό των προβλημάτων με τη διαδικασία της ΨΑΚΠ είναι τα ακόλουθα:

- Ενσωμάτωση και η διασύνδεση σημαντικών πληροφοριών όπως τα μέσα παραγωγής, η θέση των αντικειμένων και οι ποσότητες τους. [4]
- Αυτόματη εξαγωγή των προμετρήσεων. [5]
- Έλεγχος και προγραμματισμός των δραστηριοτήτων κατά τη φάση της κατασκευής του έργου. [11]
- Περιορισμός του περιττού χρόνου επανασχεδίασης, ακρίβεια στο προγραμματισμό του έργου και έγκαιρη ολοκλήρωση του.
- Βελτίωση όλου του κόστους ζωής του έργου, μείωση του κόστους του προσωπικού, μείωση του κόστους της ενεργειακής κατανάλωσης, συμμόρφωση του έργου με το περιβάλλον. [10]
- Καλύτερος συντονισμός των ηλεκτρομηχανολογικών, υδραυλικών και πυρασφάλειας συστημάτων.
- Εντοπισμό των ασυμβατοτήτων της κατασκευής (π.χ., προσδιορισμός του αγωγού που περνάει από το εσωτερικό των δομικών μελών, κ.α.) μεταξύ των τρισδιάστατων αρχιτεκτονικών, δομικών, και ηλεκτρομηχανολογικών αντικειμένων. [6]
- Προσδιορισμός και περιορισμός των κινδύνων. [10]
- Προκατασκευές υλικών υψηλότερης ποιότητας και χαμηλότερου κόστους. [12]
- Λιγότερες επιδιορθώσεις και αντικαταστάσεις των αντικειμένων. [12]
- Παραγωγή τεχνικών εκθέσεων των μερών και των συναρμολογήσεων των αντικειμένων του μοντέλου. [11]
- Βελτίωση της ταχύτητας παράδοσης του έργου. [4]

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

5.2 Ειδικότερα οφέλη της ΨΑΚΠ στη διαχείριση της κατασκευής των έργων[10]

Τα οφέλη στη διαχείριση της κατασκευής των έργων θα επικεντρωθούν σε δύο θέματα:

1. Μείωση του κόστους με την αύξηση της απόδοσης εκείνων που συμμετέχουν στην υλοποίηση του έργου και το περιορισμό των απωλειών χρόνου και υλικών.
2. Βελτίωση της ποιότητας της τελειωμένης κατασκευής, της επικοινωνίας κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού και της κατασκευής, της συμμόρφωσης του έργου στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις και της ενεργειακή αποδοσης του κτιρίου.

5.2.1 Συμβολή στη μείωση του κόστους

1. Η γρήγορη ανταλλαγή των πληροφοριών στο σχεδιασμό και η εύκολη δημιουργία "εάν τι" σεναρίων επιτρέπουν στο χρήστη περισσότερες επαναλήψεις στο σχεδιασμό και μια πιο αποτελεσματική διαδικασία για τη λήψη των αποφάσεων.
2. Μείωση του χρόνου για τη τεκμηρίωση και τη λήψη αποφάσεων.
3. Τα σχέδια παράγονται με την απαιτούμενη ποιότητα άμεσα από το μοντέλο αντί να δημιουργείται το καθ' ένα ξεχωριστά.
4. Τα δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό του στατικού φορέα παράγονται από το μοντέλο.
5. Όλα τα δεδομένα για τη γεωμετρία και το χώρο του κτιρίου, που απαιτούνται για να εκτελεστούν οι υπολογισμοί για την ενεργειακή ανάλυση, παράγονται άμεσα από το μοντέλο και έτσι βελτιώνεται το κόστος ζωής όλου του έργου.
6. Η ακριβής προμέτρηση ποσοτήτων παράγεται άμεσα από το μοντέλο, που ενσωματώνει το κόστος και το χρονικό προγραμματισμό σε ένα ενιαίο περιβάλλον.
7. Το ολοκληρωμένο μοντέλο της κατασκευής περιέχει τα δεδομένα για τον έλεγχο της απαιτούμενης ποσότητας υλικών κατά τη κατασκευή.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

5.2.2 Συμβολή στο περιορισμό των απωλειών

Από τα παρακάτω στοιχεία γίνεται αντιληπτό ότι υπάρχουν σημαντικές απώλειες κατά τη κατασκευή:

- στη κατασκευή η επανάληψη της εργασίας ανέρχεται στο 30%
- η παραγωγικότητα των εργασιών ανέρχεται μόνο στο 40-60% της δυνατής τους απόδοσης
- χάνεται τουλάχιστον το 10% των υλικών

Στο τομέας της μείωσης του κόστους η ΨΑΚΠ έχει τη μεγαλύτερη συμβολή. Τα βασικά οφέλη συνοψίζονται στα εξής:

1. Η Τεκμηρίωση Σχεδιασμού (Design Validation) εξασφαλίζει την έγκαιρη ανάλυση του σχεδιασμού στο τρισδιάστατο περιβάλλον, προσδιορίζοντας τα μικρά και μεγάλα λάθη, περιορίζοντας τους κίνδυνους και μειώνοντας την επανάληψη της εργασίας.
2. Ο Σχεδιασμός Συντονισμού (Design Co-ordination) ενοποιεί τις μελέτες των ηλεκτρομηχανολογικών, υδραυλικών και πυρασφάλειας συστημάτων με τη στατική και την αρχιτεκτονική μελέτη, προσδιορίζει και περιορίζει τα προβλήματα στο συντονισμό και έτσι περιορίζονται οι κίνδυνοι, μειώνονται οι επαναλήψεις των εργασιών, ελαχιστοποιείται οι απώλειες υλικών και μειώνεται ο μόνιμος χρόνος.
3. Οι ιδέες από το Σχεδιασμό στη Κατασκευή και από τη Κατασκευή στο Σχεδιασμό εφαρμόζονται με τη δημιουργία της κατασκευής σε ένα εικονικό περιβάλλον, ώστε να παραχθούν με ακρίβεια τα αντικείμενα στο μοντέλο, που θα είναι σχεδόν ίδια με τα αντικείμενα στη περιοχή της κατασκευής του έργου, μειώνοντας έτσι την επανάληψη της εργασίας, τις απώλειες υλικών και το μόνιμο χρόνο.
4. Η βελτίωση της επίβλεψης της κατασκευής του έργου με τη καλύτερη διαχείριση των μέσων παραγωγής και των υλικών.
5. Η βελτίωση της προμέτρησης των ποσοτήτων έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό των δαπανών κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

6. Η βελτίωση της προμέτρησης βοηθά έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη ακρίβεια στο προγραμματισμό της κατασκευής, μειώνοντας το μόνιμο χρόνο και επιτρέποντας την έγκαιρη ολοκλήρωση του έργου.
7. Η μείωση των λαθών και της επανάληψης της εργασίας με το περιορισμό των ασυμβατοτήτων της κατασκευής.

5.2.3 Βελτίωση της ποιότητας

1. Η ολοκληρωμένη παράδοση, ο έγκαιρος προσδιορισμός και περιορισμός των κινδύνων/λαθών του έργου με τη τεκμηρίωση της κατασκευής και το συντονισμό των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων, προσφέροντας έτσι υψηλότερη ποιότητα
2. Η βελτίωση του κόστους ζωής όλου του έργου με τη μείωση των δαπανών κατά τη λειτουργία και τη συντήρηση του, τη μείωση των δαπανών για τη κατανάλωση ενέργειας, τη συμμόρφωση της κατασκευής στο περιβάλλον σύμφωνα με τους κανονισμούς.
3. Οι εικονικές πληροφορίες σε ένα ενιαίο τρισδιάστατα περιβάλλον επιτυγχάνουν την αποδοτικότερη επικοινωνία σε όλες τις φάσεις του έργου, ενισχύοντας έτσι τη κατανόηση του και διευκολύνοντας τη λήψη των αποφάσεων.
4. Οι λεπτομερείς πληροφορίες για το σχεδιασμό του έργου σε ένα ενιαίο περιβάλλον βελτιώνει την επικοινωνία με τους αναδόχους και τις της εκτέλεσης και της ποιότητας των δραστηριοτήτων κατά τη κατασκευή.
5. Η ενσωμάτωση του κόστους, της χρονικής διάρκειας και των ποσοτήτων των υλικών οδηγούν στη καλύτερη επικοινωνία και στην ευκολότερη διαχείριση/επίβλεψη του έργου.
6. Η επίβλεψη της κατασκευής και της προόδου του έργου σε ένα ενιαίο περιβάλλον διευκολύνεται με τις πληροφορίες της προμέτρησης των ποσοτήτων των υλικών και τις πληροφορίες για τη διαχείριση του έργου.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

5.3 Εμπόδια στην εφαρμογή και κίνδυνοι της ΨΑΚΠ

5.3.1 Τα εμπόδια στην εφαρμογή της ΨΑΚΠ [12],[13]

- Αρχικά, ο φόβος της αλλαγής σε μια καινούργια κατάσταση, ο φόβος των κινδύνων, ο φόβος για μια νέα επένδυση, κ.α.
- Με τη ΨΑΚΠ, που απαιτεί τη συνεργία όλων των συμμετόχων του έργου σε όλες τις φάσεις σχεδιασμού και κατασκευής του, δε μπορεί να υπάρχει η κάθετη διοίκηση, στην οποία βασίζονται οι περισσότερες εταιρείες.
- Το αρχικό κόστος της επένδυσης (τα απαιτούμενα λογισμικά, οι απαιτούμενες αναβαθμίσεις στον ηλεκτρονικό εξοπλισμό, κ.α.)
- Η δυσκολία στη μάθηση ενός νέου λογισμικού και η επαρκή κατάρτιση στη διαδικασία της ΨΑΚΠ
- Η μη αποδοχή του προσωπικού αυτής της νέας κατάστασης.
- Οι υπεύθυνοι της εταιρείας να καταλάβουν ότι θα είναι ωφέλιμο για την εταιρεία η επένδυση και η υιοθέτηση της διαδικασίας της ΨΑΚΠ.

5.3.2 Κίνδυνοι κατά τη χρησιμοποίηση της ΨΑΚΠ [13]

Δεδομένου ότι η ΨΑΚΠ αλλάζει τον τρόπο που οι εταιρίες δουλεύουν εσωτερικά και εξωτερικά, πολλές απορίες εμφανίζονται για τους πιθανούς **κινδύνους και τις νομικές υποχρεώσεις** κατά τη χρησιμοποίηση της ΨΑΚΠ.

- **Τα ζητήματα λαθών και ακρίβειας** στις πληροφορίες του έργου απασχολούν το κύριο του έργου περισσότερο από τους άλλους συμμετέχοντες. Τα λάθη μπορούν να οδηγήσουν στη σημαντική αύξηση του κόστους και σε πιθανά προβλήματα για την ασφάλεια της κατασκευής.
- **Οι νομικές υποχρεώσεις και τα νομικά ζητήματα** απασχολούν τους αρχιτέκτονες, τους μηχανικούς και τους αναδόχους. Η ΨΑΚΠ επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των μελών της ομάδας για τη κοινή χρησιμοποίηση τους στο σχεδιασμό του έργου Όμως υπάρχει μια ανησυχία μεταξύ των μελών για το βαθμό αξιοπιστίας αυτών των δεδομένων. Ένα περιβάλλον ενσωμάτωσης προσφέρει ιδιαίτερα πλεονεκτήματα στην παραγωγικότητα των διαδικασιών του έργου, αλλά αυτό προϋποθέτει τα μέλη της ομάδας να έχουν μεγαλύτερη εμπιστοσύνη μεταξύ τους. Η νωρίς

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 5ο: οφέλη, κίνδυνοι και εμπόδια στη ΨΑΚΠ

επίλυση των νομικών υποχρεώσεων και της νομικής ευθύνης είναι σημαντική για την επιτυχή εφαρμογή της ενσωμάτωσης των πληροφοριών στην ομάδα έργου.

- **Η απειρία των χρηστών και η δυσκολία μάθησης της διαδικασίας της ΨΑΚΠ** απασχολεί περισσότερο τους αρχιτέκτονες και το κύριο του έργου. Επειδή η ΨΑΚΠ είναι μια νέα τεχνολογία, τα επίπεδα εξοικείωσης μπορούν να ποικίλουν μέσα σε μια ομάδα έργου καθώς επίσης και σε μια ιδιωτική επιχείρηση. Οι αρχιτέκτονες είναι οι πρώτοι που εξοικειώνονται με τη διαδικασία της ΨΑΚΠ και έχουν συνήθως μεγαλύτερη εμπειρία από τους υπόλοιπους συμμετέχοντες. Επειδή τα δεδομένα ανταλλάσσονται συχνά μεταξύ των μελών της ομάδας στη διαδικασία της ΨΑΚΠ, υπάρχει ένας ευνόητος κίνδυνος ότι αυτός που είναι λιγότερο εξοικειωμένος με τη διαδικασία της ΨΑΚΠ έχει μεγάλη πιθανότητα να δημιουργήσει πρόβλημα στη διαδικασία σχεδιασμού του έργου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: 4D ΨΑΚΠ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ ΓΙΑ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ

Σκοπός:

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η εφαρμογή της ΨΑΚΠ στη διαχείριση του χρόνου (4D) και του κόστους (5D) κατασκευής και ο τρόπος που γίνεται εφικτή η αποτελεσματική διαχείριση του χρόνου και του κόστους των έργων με τη ΨΑΚΠ. Η παρουσίαση γίνεται με τη βοήθεια ενός παραδείγματος.

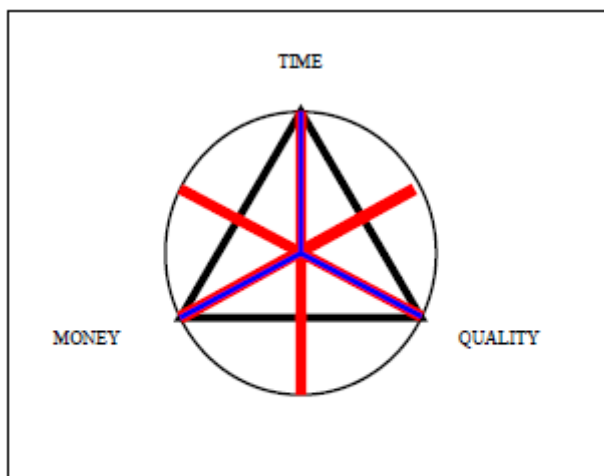


Figure1. Triangular relationship

Σχήμα 6.1 Toni Farah (Ιούλιος 2005), "REVIEW OF CURRENT ESTIMATING CAPABILITIES OF THE 3D BUILDING INFORMATION MODEL SOFTWARE TO SUPPORT DESIGN FOR PRODUCTION /CONSTRUCTION".

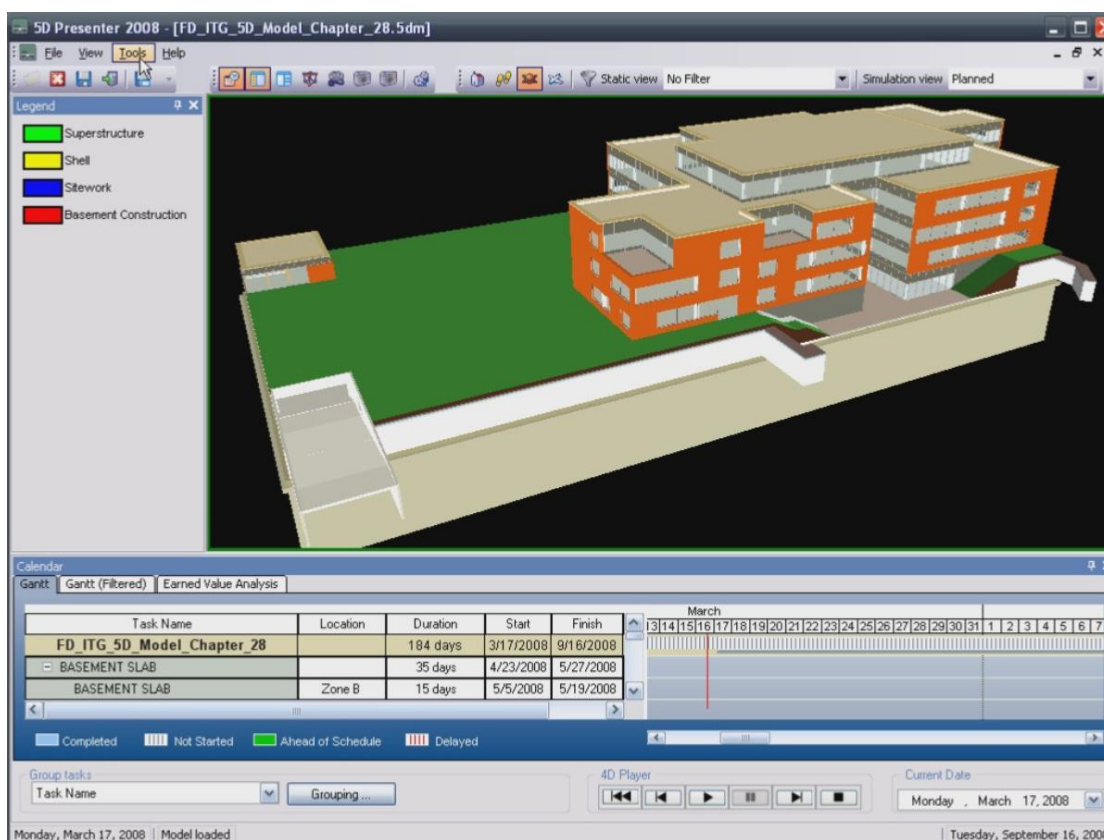
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ

6.1 4D ΨΑΚΠ [14]

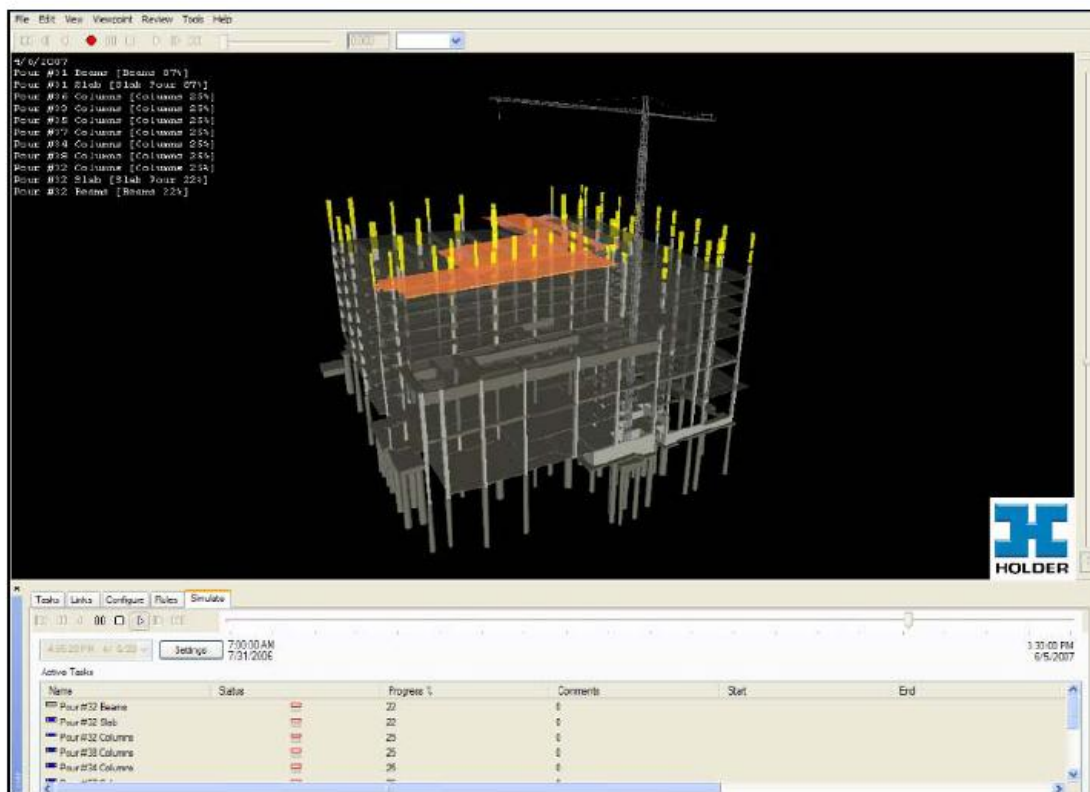
Η 4D ΨΑΚΠ είναι ο συνδυασμός του χρόνου και της γεωμετρίας, που δημιουργούν τις τέσσερις διαστάσεις (4D) της κατασκευής. Περιλαμβάνει και **το χρονικό προγραμματισμό** (scheduling) και **την ακολουθία** (sequencing) των δραστηριοτήτων και επιπλέον **τον επιτόπου έλεγχο της προόδου του έργου** (on-site production control). Η 4D ΨΑΚΠ ενσωματώνει **τον υπολογισμό των ποσοτήτων** (quantity takeoff), **τις ποσότητες στη κάθε θέση του έργου** (location-based quantities), **τα μέσα παραγωγής** (resources), **τις αποδόσεις των συνεργείων** (productivity rates), και **την απασχόληση των συντελεστών παραγωγής** (labor costs).

Ένα μοντέλο 4D ΨΑΚΠ μοιάζει ακριβώς με ένα 3D μοντέλο, αλλά είναι δυναμικό. Αυτό σημαίνει, ότι αν γίνει η επιλογή σε ένα στοιχείο του μοντέλου, θα φανερωθούν οι ιδιότητες του σε σχέση με το χρονικό προγραμματισμό: το χρόνο έναρξης του, τη χρονική του διάρκεια, το χρόνο ολοκλήρωσης του, τη θέση, το ρυθμό παραγωγής, κ.α., βλ. Σχήμα 6.2.

**Σχήμα 6.2**

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ



(d) 4D Phasing Model (i.e 3D Model + Schedule)

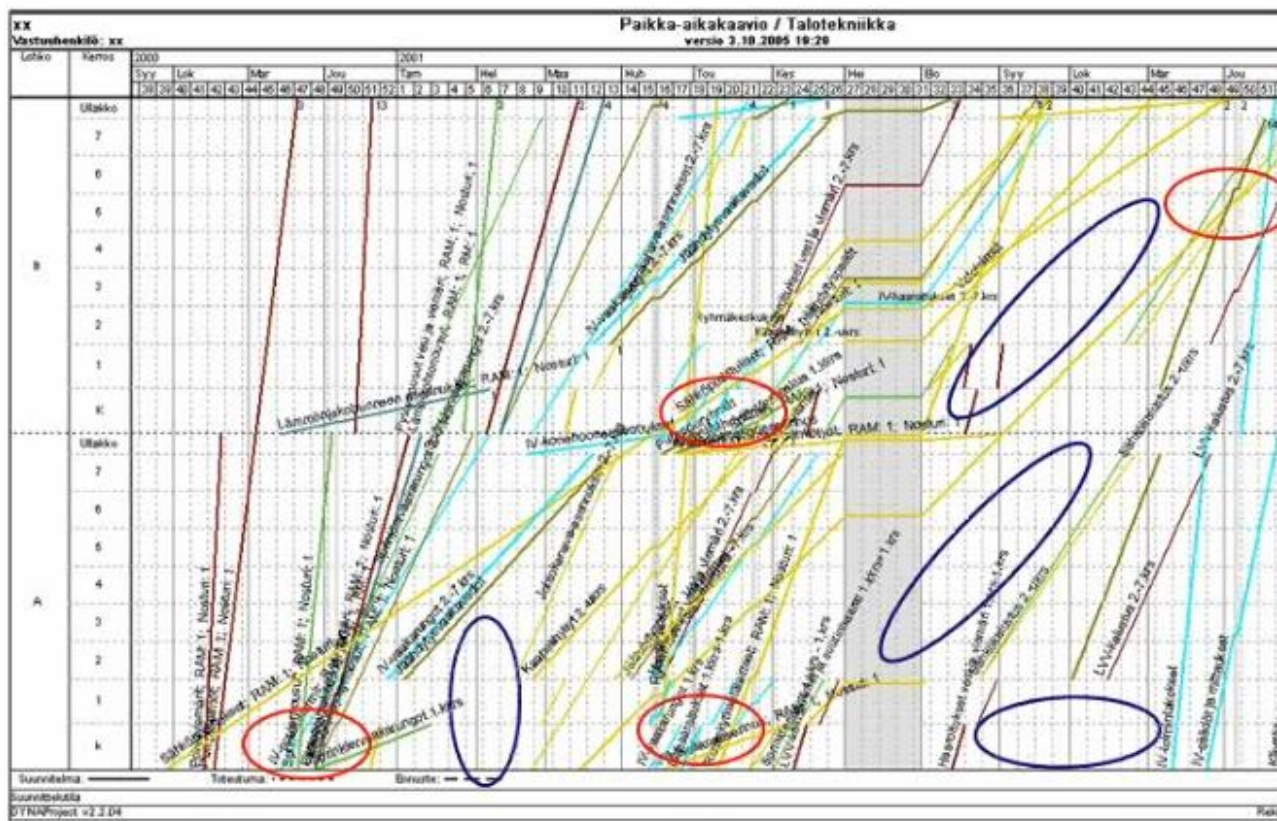
Σχήμα 6.3 Salman Azhar, Abid Nadeem, Johnny Y. N. Mok, Brian H. Y. Leung (Αύγουστος 2008), "**Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects**", First International Conference on Construction in Developing Countries (ICCIDC-I). (Πηγή B.18)

Η χρονική ακολουθία (sequencing) και ο σχεδιασμός (planning) της κατασκευής μπορούν να αναπαραχθούν σε μία **4D ηλεκτρονική προσομοίωση/αναπαράσταση ανέγερσης** (animation). Αυτό σημαίνει ότι τα στοιχεία του μοντέλου καθορίζονται σε μια λογική ακολουθία κατασκευής και δημιουργούν μια ηλεκτρονική προσομοίωση/αναπαράσταση ανέγερσης, που παρουσιάζει στον κύριο του έργου τα χρονικά στάδια κατασκευής του κτιρίου, βλ. Σχήμα 6.3.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ

Η μέθοδος των Γραμμών Ισορροπίας (flowline theory) προσφέρει μια καλύτερη προσέγγιση του προγραμματισμού με τη γραφική απεικόνιση των δραστηριοτήτων για τη κατασκευή του έργου (tasks). Οι κεκλιμένες γραμμές δείχνουν τη πρόοδο του έργου ανά κατηγορία εργασίας ή ανά είδος συνεργείου, η κλίση της γραμμής δείχνει την παραγωγικότητα, η οριζόντια απόσταση της γραμμής δείχνει τη χρονική διάρκεια της δραστηριότητας και ο κατακόρυφος άξονας δείχνει την αθροιστική πρόοδο ως χιλιομετρική θέση, όροφος, τμήμα του έργου κ.α., βλ. Σχήμα 6.4.



| | |
|-------------------|-------------------------|
| Collision on Site | Ineffective Use of Time |
|-------------------|-------------------------|

Σχήμα 6.5 Γραμμές Ισορροπίας

- Collision on Site = Σύγκρουση δραστηριοτήτων
- Ineffective Use of Time = Ανεκμετάλλετος Χρόνος

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ

Τα **χρονικά περιθώρια** (floats, buffers) των δραστηριοτήτων, που διασφαλίζουν τη συνέχεια της παραγωγής μιας δραστηριότητας, αποτρέπουν μια πιθανή χρονική καθυστέρηση, διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο στο προγραμματισμό των εργασιών **κατά θέση του έργου**. Ο **κατά θέση χρονικός προγραμματισμός** (location-based schedule) χρησιμοποιεί **τις ποσότητες και την απόδοση των συνεργείων** για να προσδιορίσει τις διάρκειες των δραστηριοτήτων, υποθέτοντας ότι τα συνεργεία εργάζονται με τη μέγιστη παραγωγικότητα τους. Ο κατά θέση σχεδιασμός (location-based planning) έχει ως στόχο να επιτευχθούν οι συνθήκες για τη μέγιστη παραγωγή, απομονώνοντας τα συνεργεία με τη χρήση κατάλληλων χρονικών περιθωρίων.

Στο παράδειγμα του Σχήματος 6.5 φαίνεται ότι πρέπει να αλλάξουν μερικές από τις ενάρξεις των δραστηριοτήτων (οι κόκκινοι κύκλοι) και έπειτα να εξεταστούν τα περιθώρια στους μπλε κύκλους. Τα περιθώρια χρησιμοποιούνται για να προστατεύσουν τη συνεχόμενη παραγωγή μιας δραστηριότητας από τη πιθανή καθυστέρηση της προηγούμενης δραστηριότητας. Όταν οι γραμμές δε τέμνονται μεταξύ τους, όταν οι γραμμές είναι συνεχείς, και όταν οι γραμμές είναι όμοιες στη γραφική παράσταση των γραμμών ισορροπίας, τότε υπάρχουν οι προϋποθέσεις για το βέλτιστο χρονικό προγραμματισμό.

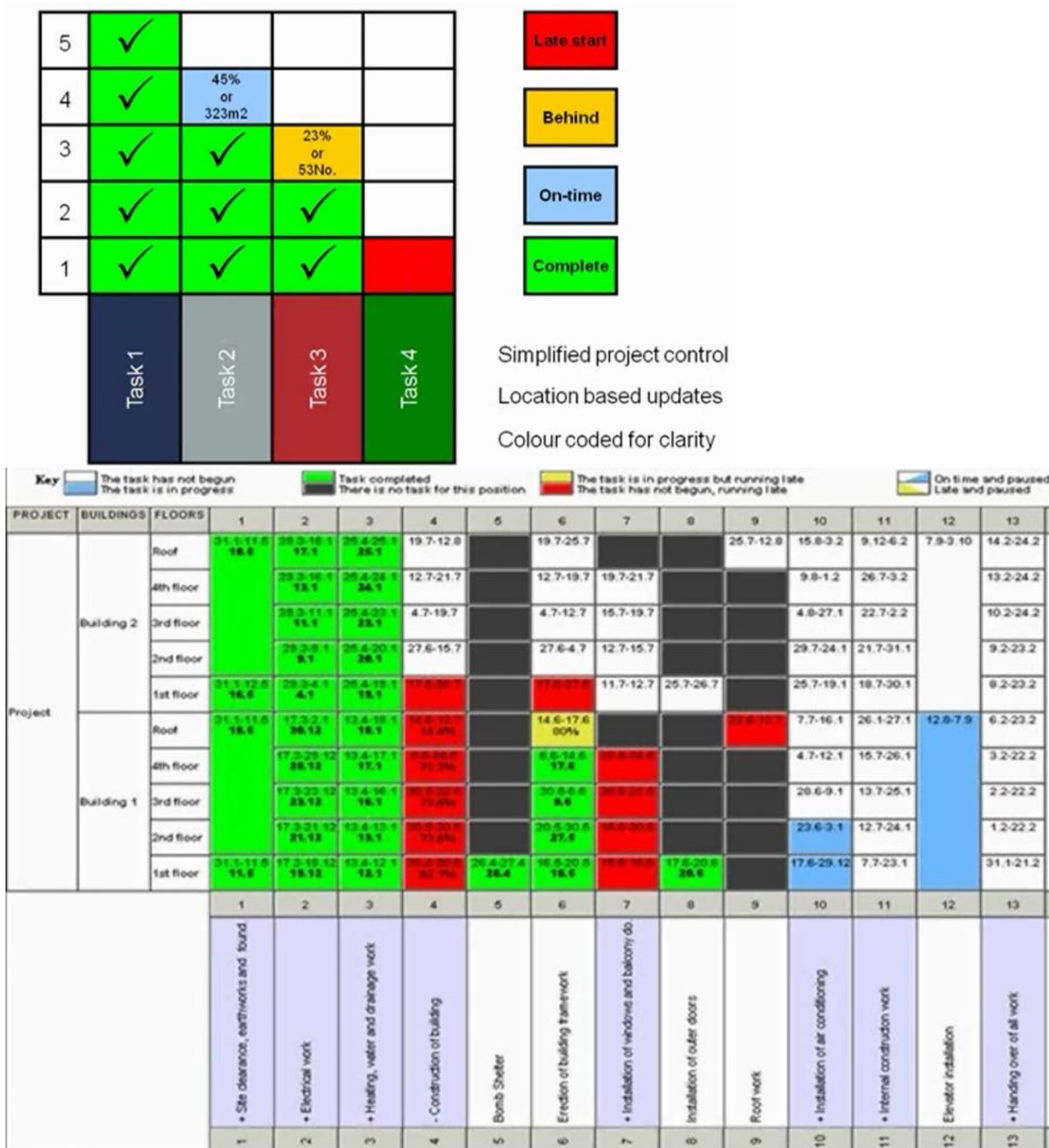
Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τα κατά βέλη προσανατολισμένα γραφήματα (CPM) αποτυγχάνουν να αλλάξουν τις χρονικές διάρκειες των δραστηριοτήτων, επειδή βασίζονται στην ιστορική απόδοση των δραστηριοτήτων και επομένως παρουσιάζουν συχνά μια υπερβολικά αισιόδοξη πρόβλεψη. Ενώ με το **κατά θέση Σύστημα Προγραμματισμού** (Location-Based Management System) μόνο οι δραστηριότητες που δεν έχουν αρχίσει ακόμα να επαναπρογραμματιστούν με βάση την ιστορική απόδοση των δραστηριοτήτων.

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής, ο χρονικός προγραμματισμός λειτουργεί ως ένα σύστημα για την έγκαιρη προειδοποίηση. Με την παρακολούθηση κατά θέση της ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων, το ποσό της συνολικής εργασίας σε κάθε θέση μπορεί εύκολα να υπολογιστεί. Με τις καθημερινές αναφορές (reports) για το ανθρώπινο δυναμικό στο κάθε χώρο εργασίας υπολογίζεται η πραγματική παραγωγικότητα και ο πραγματικά ρυθμός παραγωγής. Ο πραγματικός ρυθμός παραγωγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ

για τη πρόβλεψη της προόδου του έργου και για να προσδιοριστούν τα προβλήματα πολύ νωρίτερα σε σχέση με τα συστήματα CPM.



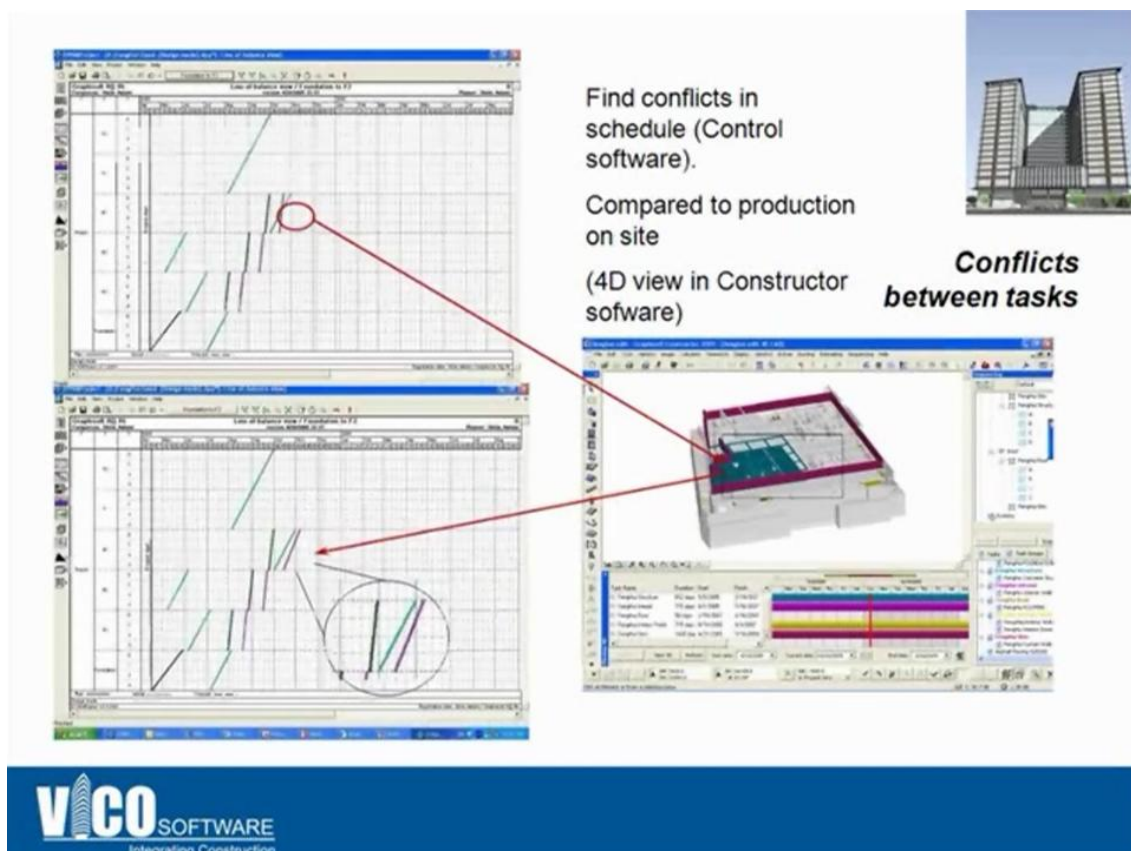
Σχήμα 6.6 Έλεγχος της προόδου του έργου

- Late Start = Η δραστηριότητα έχει αργήσει να ξεκινήσει
- Behind = Η δραστηριότητα έχει καθυστερήσει
- On-Time = Η δραστηριότητα προχωράει σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα
- Complete = Ολοκληρωμένη δραστηριότητα

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ

Ο επιβλέπων του έργου (Superintendent) σημειώνει στο «διάγραμμα ελέγχου» τα ποσοστά ολοκλήρωσης όλων των δραστηριοτήτων, βλ. Σχήμα 6.6. Με αυτό το διάγραμμα, η ομάδα του έργου μπορεί να ρυθμίσει γρήγορα τις δραστηριότητες του έργου στις πραγματικές απαιτήσεις. Όταν η πρόοδος των συνεργειών δεν είναι σταθερή, τότε η ομάδα του έργου μπορεί να παρατηρήσει τη γραμμή τους στις Γραμμές Ισορροπίας για να ελέγξει τη παραγωγικότητά τους (αν η κλίση κλίνει προς τα αριστερό (πάρα πολύ αργή) ή προς τα δεξιά (πάρα πολύ γρήγορη)). Εάν η ομάδα του έργου δε ρυθμίσει το ρυθμό παραγωγής, θα εμφανιστούν συγκρούσεις. Δύο συνεργεία στην ίδια θέση είναι μια συσσώρευση που μπορεί να αποφευχθεί από πριν με τη βοήθεια των γραμμών ισορροπίας, απλά ρυθμίζοντας το μέγεθος των συνεργειών και εξασφαλίζοντας ότι τα συνεργεία απασχολούνται σε διαφορετικές θέσεις, βλ. Σχήμα 6.7.

**Σχήμα 6.7**

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ

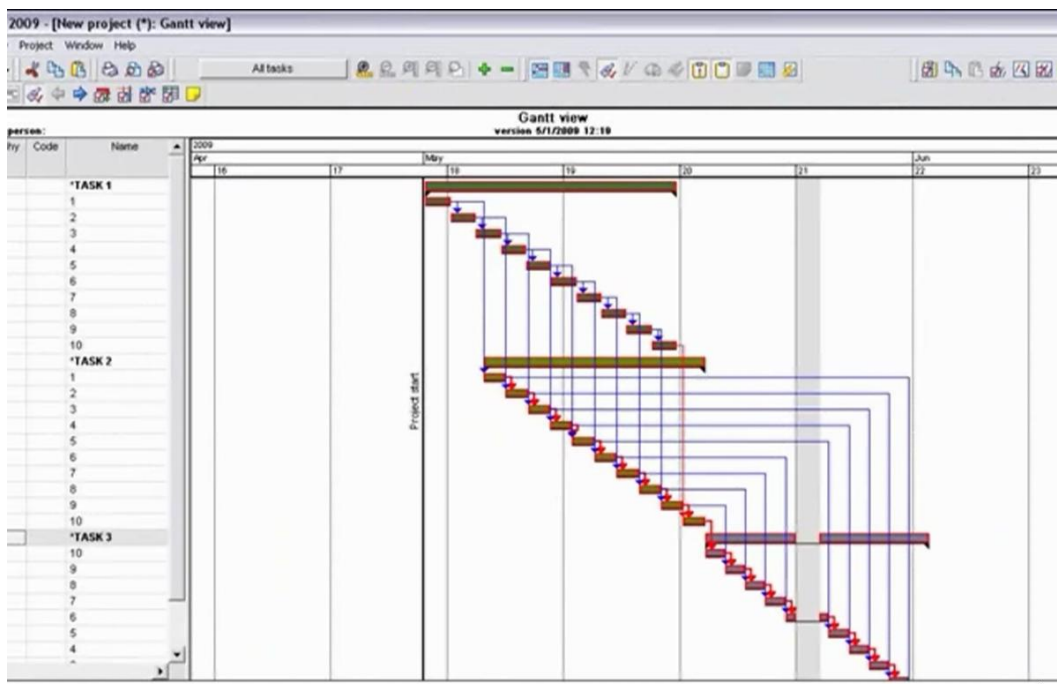
Έτσι η ομάδα του έργου έχει τις πληροφορίες που χρειάζεται για να ρυθμίσει τους συντελεστές ώστε να είναι το έργο εντός των ορίων του χρονικού προγραμματισμού. Η ομάδα έχει το Χρονικό Προγραμματισμό-Στόχο (Baseline Schedule), τη Πραγματικότητα (Actual) (από τα στοιχεία που συλλέγονται στο διάγραμμα ελέγχου) και τη Νέα Πρόβλεψη (New Forecast). Αυτή η σταθερή ενημέρωση προειδοποιεί την ομάδα για οποιαδήποτε πιθανή ασυμβατότητα στη κατασκευή (conflicts) και ο κάθε συμμετέχοντας είναι συγκεντρωμένος στα ορόσημα (milestones) και στην ημερομηνία παράδοσης του έργου.

Διάφορα παράγωγα προκύπτουν που από το χρονικό προγραμματισμό με γραμμές ισορροπίας, τα οποία χρησιμοποιούνται από τις υπεύθυνες ομάδες υλοποίησης έργου των αναδόχων (GC Management Teams), το κύριο του έργου (Owners), και τους άλλους συμμετέχοντες του έργου (project stakeholders):

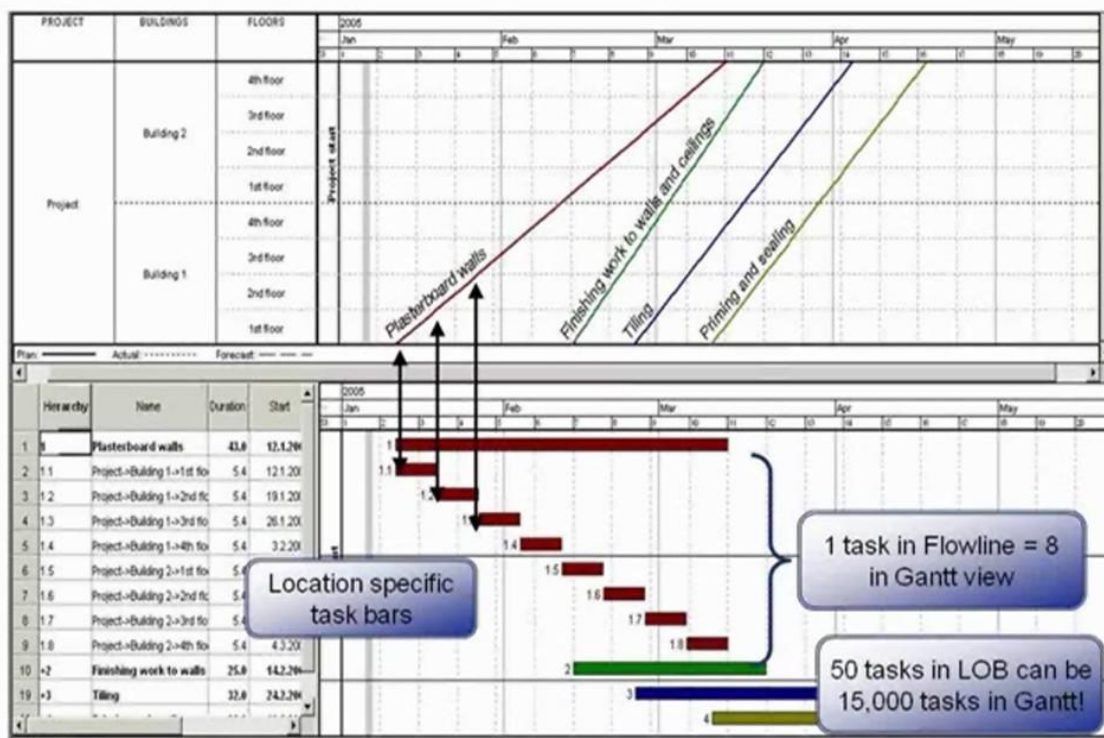
- Χρονικός προγραμματισμός που περιέχει και κόστος (cost-loaded schedules)
- Διάγραμμα του εργατικού δυναμικού (manpower charts)
- Διάγραμμα Gantt (Σχήμα 6.8)
- Ταυτόχρονη προβολή του διαγράμματος Gantt και της γραφικής παράστασης των Γραμμών Ισορροπίας (Σχήμα 6.9)
- Προειδοποιήσεις για εξηγήσεις (alerts for accounting) με τη γρήγορη σύγκριση του συνολικού ποσού των τιμολογίων των Υπεργολάβων με το ποσοστό ολοκλήρωσης του έργου στη περιοχή
- Πρόβλεψη της ροής του κόστους (cash flow forecasts)
- Προβλέψεις για τη χρήση των μέσων παραγωγής του ακόλουθου μήνα από τον κάθε υπεργολάβο (Σχήμα 6.10)
- Σύγκριση του ποσοστού ολοκληρωμένης παραγωγής με τη προγραμματισμένη παραγωγή (για ολόκληρο το έργο και για κάθε φάση της κατασκευής)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ



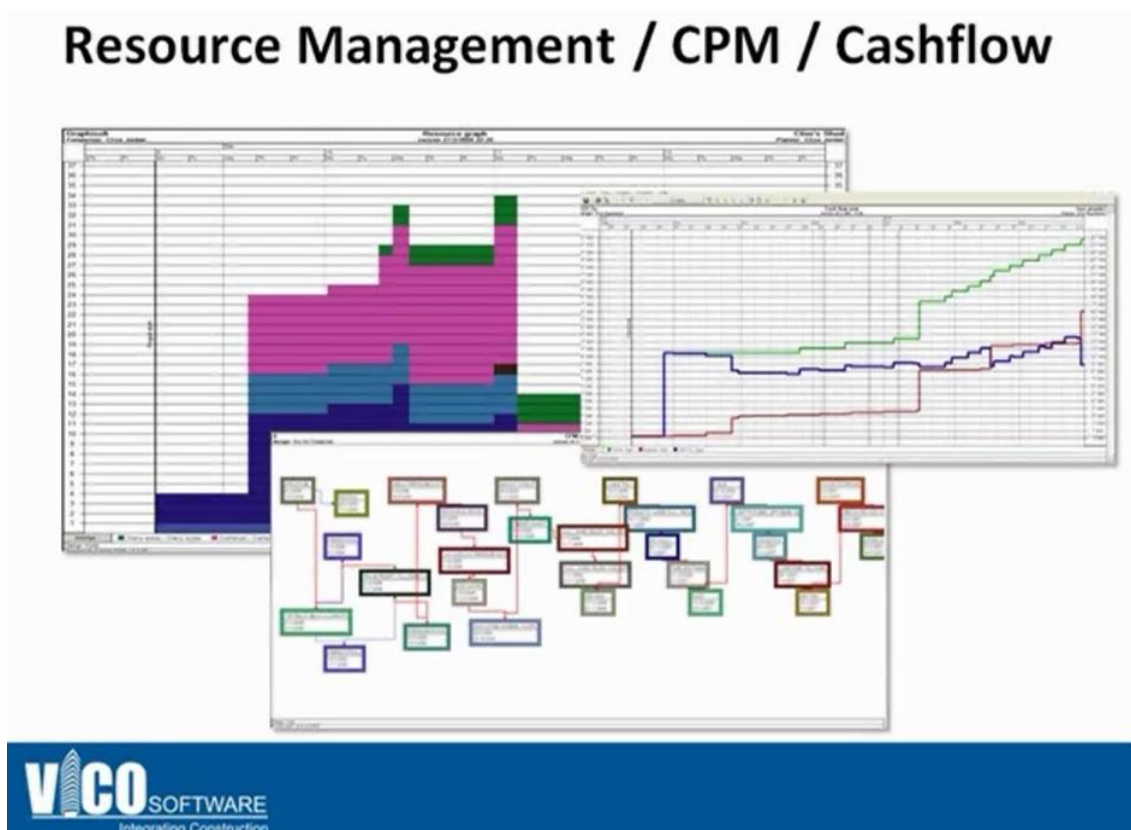
Σχήμα 6.8



Σχήμα 6.9

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

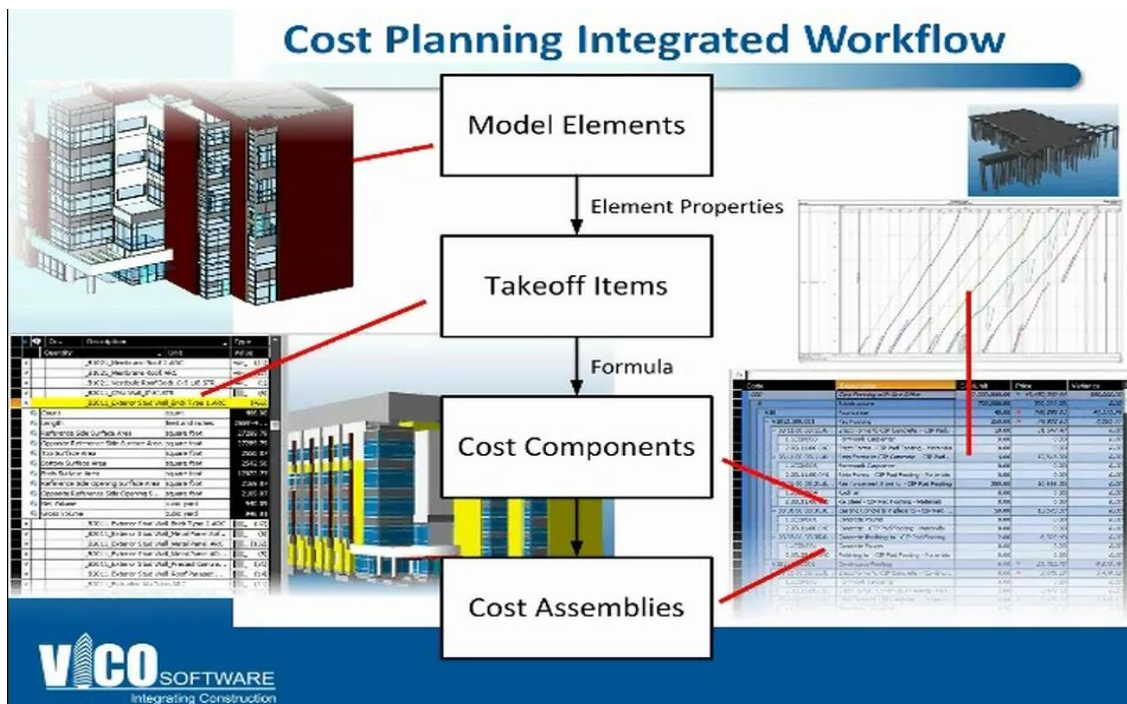
Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ

**Σχήμα 6.10****6.2 5D ΨΑΚΠ [14]**

Η 5D (πέντε διαστάσεων) ΨΑΚΠ σε σχέση με τη 4D ΨΑΚΠ έχει μια επιπλέον διάσταση που είναι το κόστος (cost) του έργου. Γίνεται η υπενθύμιση ότι η 3D ΨΑΚΠ είναι μια συλλογή αντικειμένων (objects), που το καθένα έχει τη δικιά του μοναδική γεωμετρία από την οποία εξάγονται οι κωδικοποιημένες ποσότητες της κατασκευής (construction-caliber quantities). Με την ΨΑΚΠ τα παρακάτω στοιχεία των αντικειμένων αποτελούν μέρος του φορέα (assembly structure), βλ. Σχήμα 6.11: το κόστος του αντικειμένου, το κόστος του συνεργείου που το τοποθετεί, τα εργαλεία και τα υλικά που είναι απαραίτητα για τη τοποθέτηση, και οι ποσότητες του σε κάθε θέση. Συγκεντρώνοντας όλα αυτά μαζί, παράγεται ένα προγραμματισμός (cost-loaded schedule) λαμβάνοντας υπόψη την αναμενόμενη αξία της παραγόμενης εργασίας (earned value analysis).

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ



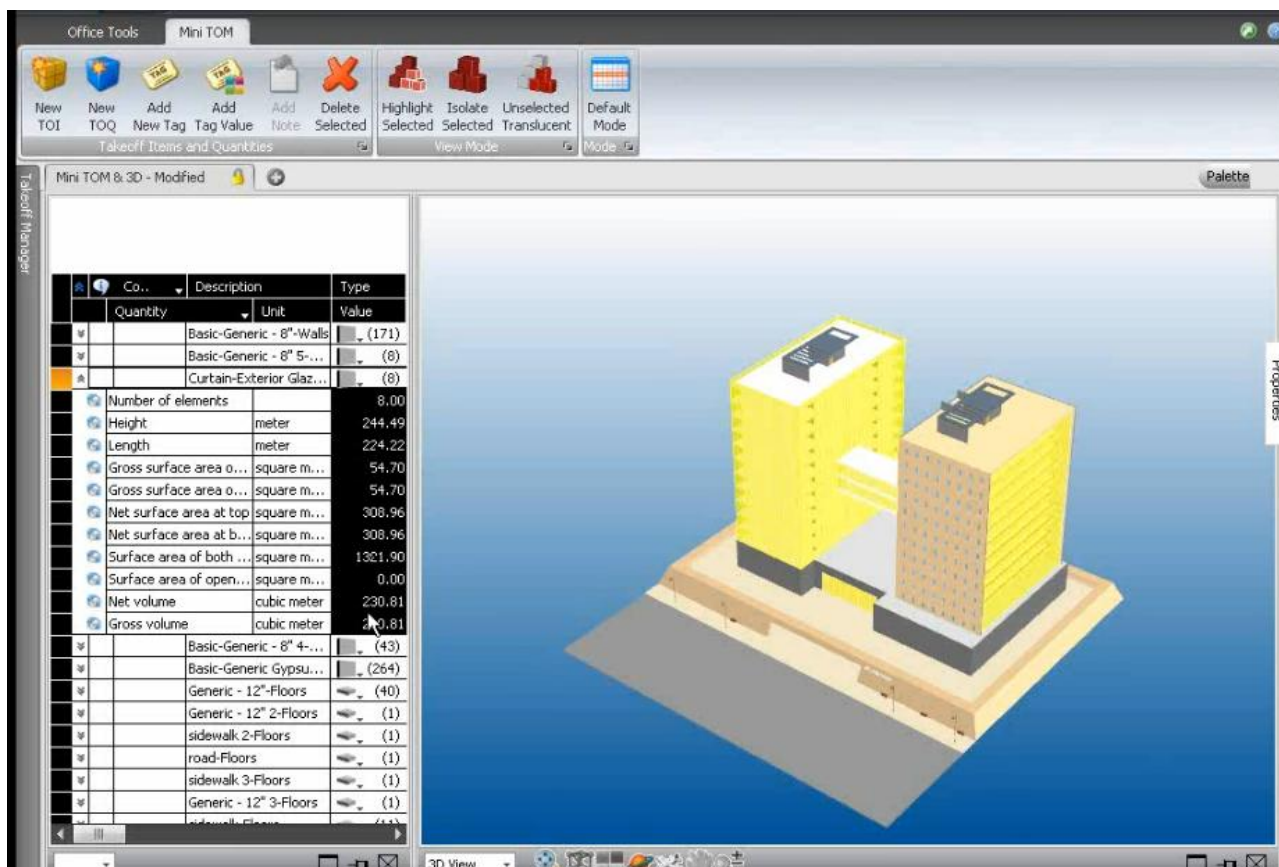
Σχήμα 6.11

- Model Elements = Στοιχεία του μοντέλου
- Takeoff Items = Προμέτρηση εργασιών
- Cost Components = Κόστος συστατικών στοιχείων
- Cost Assemblies = Κόστος οικοδομικών στοιχείων

Ένα μοντέλο ΨΑΚΠ που περιέχουν την τρισδιάστατη γεωμετρία, το 4D χρονικό προγραμματισμό, και τις 5D πληροφορίες κοστολόγησης μοιάζει ακριβώς όπως ένα τρισδιάστατο μοντέλο. Ακριβώς έτσι συμβαίνει, όταν γίνει η επιλογή οποιουδήποτε στοιχείου του κτιρίου, αμέσως φαίνονται τα στοιχεία κοστολόγησης του, οι ποσότητες, οι προδιαγραφές, κ.α., βλ. Σχήμα 6.12. Με αυτό το βάθος των πληροφοριών, μπορούν να απαντηθούν μέσω του μοντέλου οι απορίες σε σχέση με το κόστος: πώς το κόστος και ο χρονικός προγραμματισμός θα άλλαζαν εάν γινόταν αντικατάσταση του τοίχου με υαλότουβλα, ή γινόταν αναβάθμιση του πατώματος στην αίθουσα αναμονής, ή γινόταν αλλαγή στο ύψος της στέγης.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ



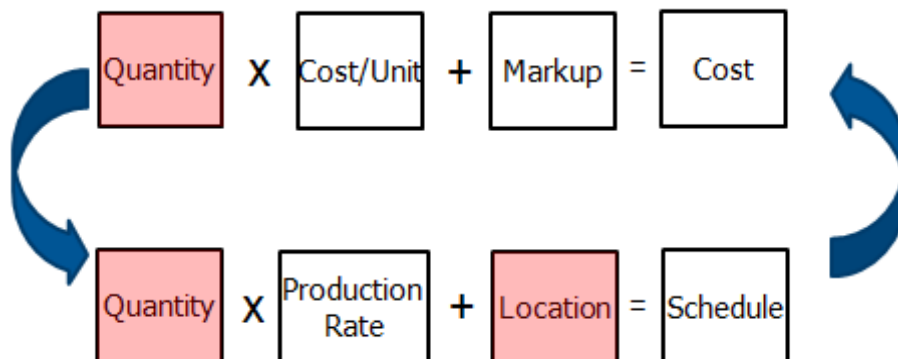
Σχήμα 6.12

Ο υπολογισμοί στο 5D μοντέλο ξεκινούν με την προμέτρηση των κατασκευαστικών-κωδικοποιημένων ποσοτήτων. Και με το εικονικό μοντέλο μπορεί κάποιος γρήγορα να δει ποια στοιχεία ή τμήματα του έργου έχουν κοστολογηθεί ήδη και ποια χρειάζονται ακόμα "προσοχή". Και αυτό επιτρέπει στο κύριο του έργου να αντιλαμβάνεται ποιες και πώς οι περιοχές του κτιρίου συμμετέχουν στο συνολικό κόστος του έργου. Βλ. Σχήμα 6.13

Έτσι καθώς αυξάνεται το επίπεδο λεπτομέρειας για το κάθε στοιχείο του μοντέλου, αυξάνονται και οι πληροφορίες για τον υπολογισμό του κόστους. Αυτό σημαίνει όσο περισσότερες λεπτομέρειες είναι γνωστές για την κατασκευή του έργου, τόσο ο προγραμματισμός για το κόστος έχει μεγαλύτερη ακρίβεια.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ



Σχήμα 6.13

| | | |
|-----------------|---|------------------|
| Quantity | = | Ποσότητα |
| Cost/Unit | = | Τιμή μονάδος |
| Markup | = | Επισήμανση |
| Cost | = | Κόστος |
| Production Rate | = | Ρυθμός Παραγωγής |
| Location | = | Θέση |
| Schedule | = | Προγραμματισμός |

Ο 5D προγραμματισμός για το κόστος (5D cost planning) είναι σχεδιασμένος ώστε να χειρίζεται και τα στοιχεία που είναι βασισμένα στο μοντέλο και τα μη βασισμένα στο μοντέλο στοιχεία. Αυτό σημαίνει πρώτον, ότι ο εκτιμητής δεν είναι απαραίτητο να μάθει να χειρίζεται το μοντέλο και δεύτερον, ότι οι χειριστές των μοντέλων δεν είναι απαραίτητο να εισάγουν κάθε στοιχείο σε η επίπεδο λεπτομέρειας έτσι ώστε να περιλαμβάνεται στον υπολογισμό του κόστους. Αυτή η μεθοδολογία της διαδικασίας βελτιώνει την δυνατότητά έμφασης στα κύρια σημεία των ζητημάτων, τη σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων και των αλλαγών στις διαδρομές των δραστηριοτήτων, καθώς ο σχεδιασμός οριστικοποιείται.

Με τη 5D ΨΑΚΠ μπορεί να γίνει η σύγκριση του προγραμματισμού για το κόστος με τον αρχικό προϋπολογισμό του έργου σε οποιοδήποτε χρονική στιγμή, βλ. Σχήμα 6.14. Αυτό επιτρέπει στους συμμετέχοντες να καταλάβουν τις αλλαγές στο έργο και εάν είναι απαραίτητο να προσαρμοστεί σε αυτές ο σκοπός (scope). Η ενσωμάτωση αυτών των πληροφοριών στο τρισδιάστατο μοντέλο βοηθά το κύριο του έργου να καταλάβει ποιες αλλαγές έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στον προϋπολογισμό.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ

| Code | Description | Quantity | Unit | Comp. U. | Unit Cost | Comp. Pr. | Total Price | Variance | Variance |
|-----------|-----------------------------|------------|------|----------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| RS2005 | REB LAB EXAMPLE-05 | 102,619.97 | | 0.00 | 278.74 | 0.00 | 28,604,758.23 | 28,604,758.23 | 278.74 |
| A | SUBSTRUCTURE | 102,619.97 | SF | 0.00 | 6.22 | 0.00 | 639,796.20 | 639,796.20 | 6.22 |
| B | SHELL | 102,619.97 | SF | 0.00 | 35.05 | 0.00 | 3,596,674.90 | 3,596,674.90 | 35.05 |
| B10 | Superstructure | 102,619.97 | SF | 23.00 | 20.89 | 2,360,297.67 | 2,144,044.88 | -216,252.79 | -2.11 |
| B1010 | Floor Construction | 1.00 | - | 0.00 | 2,000,083.35 | 0.00 | 2,000,083.35 | 2,000,083.35 | 2,000,083.35 |
| B1020 | Roof Construction | 1.00 | - | 0.00 | 83,967.83 | 0.00 | 83,967.83 | 83,967.83 | 83,967.83 |
| B20 | Exterice Enclosure | 61,667.32 | SF | 22.00 | 21.65 | 1,367,379.76 | 1,334,738.77 | -32,640.99 | -0.85 |
| B2010 | Exterice Walls | 1.00 | - | 0.00 | 1,225,711.62 | 0.00 | 1,225,711.62 | 1,225,711.62 | 1,225,711.62 |
| B2011_010 | Ext Metal Wall Panel-ID | 7,620.49 | SF | 0.00 | 26.44 | 0.00 | 201,786.62 | 201,786.62 | 26.44 |
| B2011_020 | CMU/Brick Cavity Wall-ID | 422.68 | SF | 0.00 | 27.45 | 0.00 | 11,602.50 | 11,602.50 | 27.45 |
| B2011_035 | Block Masonry-ID | 13,472.63 | SF | 0.00 | 3.66 | 0.00 | 49,104.93 | 49,104.93 | 3.66 |
| B2011_060 | Brick Wall-ID | 26,954.33 | SF | 0.00 | 3.66 | 0.00 | 98,852.84 | 98,852.84 | 3.66 |
| B2011_130 | Column Cladding (Wall)-ID | 657.32 | SF | 0.00 | 10.38 | 0.00 | 6,814.31 | 6,814.31 | 10.38 |
| B2011_160 | Wall Cladding (Wall)-ID | 1,724.07 | SF | 0.00 | 7.81 | 0.00 | 13,463.91 | 13,463.91 | 7.81 |
| B2011_170 | External Bender (Wall)-ID | 0.00 | SF | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| B2012_010 | Parapet Metal Wall Panel-ID | 3,228.97 | SF | 0.00 | 53.78 | 0.00 | 173,713.07 | 173,713.07 | 53.78 |
| B2013_020 | Louvre (Object)-ID | 63.67 | SF | 0.00 | 18.39 | 0.00 | 1,171.38 | 1,171.38 | 18.39 |
| B2014_010 | Solar Shade (Object)-ID | 2,529.23 | LF | 0.00 | 187.67 | 0.00 | 474,372.32 | 474,372.32 | 187.67 |
| B2020 | Exterice Windows | 1.00 | - | 0.00 | 68,536.47 | 0.00 | 68,536.47 | 68,536.47 | 68,536.47 |
| B2030 | Exterice Doors | 1.00 | - | 0.00 | 40,490.49 | 0.00 | 40,490.49 | 40,490.49 | 40,490.49 |
| B30 | Roofing | 17,595.77 | SF | 7.00 | 6.70 | 123,179.37 | 117,591.25 | -5,588.12 | -0.30 |
| C | INTERIORS | 102,619.97 | SF | 0.00 | 37.07 | 0.00 | 3,803,832.86 | 3,803,832.86 | 37.07 |
| D | SERVICES | 102,619.97 | SF | 991.00 | 58.72 | 60,264,619.67 | 59,730,612.42 | -533,997.25 | -2.28 |
| E | EQUIPMENT & FINISHINGS | 102,619.97 | - | 0.00 | 24.11 | 0.00 | 2,493,000.00 | 2,493,000.00 | 24.11 |
| G | BUILDING SITEWORK | 102,619.97 | - | 3.50 | 19.02 | 574,889.12 | 1,928,709.96 | 1,928,709.96 | 574,889.12 |
| Z | ALLOWANCES | 1.00 | - | 0.00 | 5,905,123.00 | 0.00 | 5,905,123.00 | 5,905,123.00 | 5,905,123.00 |

Σχήμα 6.14

Οι χαρακτηριστικές δυνατότητες της 5D ΨΑΚΠ είναι οι παρακάτω:

- Παρουσίαση στο κύριο του έργου τι συμβαίνει στο προγραμματισμό και τον προϋπολογισμό όταν γίνεται μια αλλαγή στο έργο.
- Οργάνωση της εσωτερικής βάσης δεδομένων με πληροφορίες για το κόστος και τη τιμολόγηση, ποσοστά προόδου των εργασιών και τα άτομα που συμμετέχουν στα συνεργεία.
- Δημιουργία του προγραμματισμού με κόστος.
- Δημιουργία πολλαπλών, επαναληπτικών (εξελισσόμενων) υπολογισμών για την εκτίμηση του κόστους που μπορούν γρήγορα να συγκριθούν με το επιθυμητό κόστος. (Σχήμα 6.14)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ

6.3 Τα οφέλη της ΨΑΚΠ για τη διαχείριση του κόστους και του χρόνου [15]







Το Stanford University Center for Integrated Facilities Engineering (CIFE) βασίστηκε σε 32 μεγάλα έργα, που πραγματοποιήθηκαν με τη ΨΑΚΠ, για να καταλήξει τα παρακάτω ωφελήματα (CIFE, 2007):

- Μέχρι 40% περιορισμός των προβλημάτων από τις αλλαγές εκτός προϋπολογισμού.
- Εκτίμηση με ακρίβεια του υπολογισμού κόστους με απόκλιση 3%.
- Μείωση μέχρι 80% του χρόνου που λαμβάνεται για να δημιουργηθεί ο προϋπολογισμός κόστους.
- Κέρδη που αναλογούν στο 10% της αξίας της σύμβασης από τον εντοπισμό των κατασκευαστικών ασυμβατοτήτων (clash detections).
- Μείωση μέχρι 7% του χρόνου του έργου.

6.3.1 Τα οφέλη για το κόστος και το χρόνο με τη ΨΑΚΠ σε μια μελέτη




Ο σκοπός αυτής της περίπτωσης μελέτης είναι να παρουσιαστούν τα οφέλη για το κόστος και το χρόνο που υπάρχουν με την ανάπτυξη και τη χρησιμοποίηση της ΨΑΚΠ σε ένα πραγματικό κατασκευαστικό έργο. Τα δεδομένα για αυτήν την περίπτωση μελέτης παρέχονται από την κατασκευαστική εταιρεία Holder Construction Company, Ατλάντα, Γεωργία.

Τα δεδομένα του έργου είναι τα ακόλουθα:

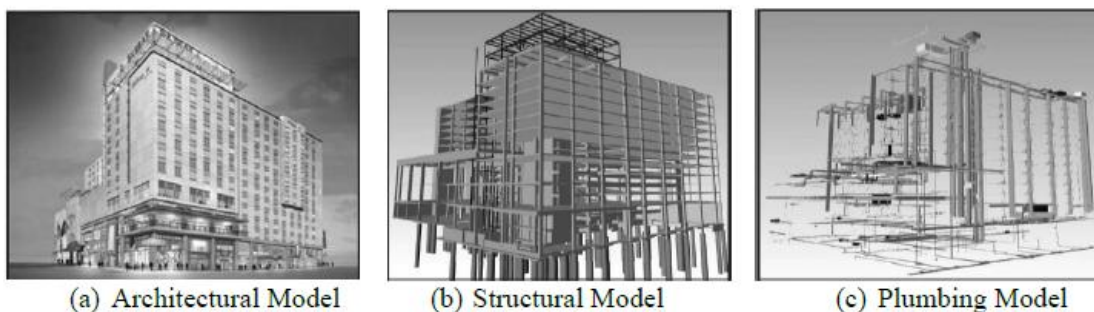
-  Όνομα έργου: Hilton Aquarium, Ατλάντα, Γεωργία
-  Σκοπός έργου: 46 εκατομμύρια δολάρια, ξενοδοχείο 484.000 τετραγωνικών ποδιών και κατασκευή για χώρο στάθμευσης
-  Τύπος σύμβασης: Εγγύηση για τη μέγιστη τιμή
-  Βοήθεια σχεδιασμού: Γενικοί Ανάδοχοι (GC) και υπερβολάβοι συμμετέχουν από τη φάση της προμελέτης του σχεδιασμού
-  Σκοπός της ΨΑΚΠ: Συντονισμός σχεδιασμού, ανίχνευση ασυμβατοτήτων στη κατασκευή, και ακολουθία των εργασιών
-  Πρότυπο Επικοινωνίας: Navisworks χρησιμοποιείται ως κοινή πλατφόρμα

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ

-  Κόστος ΨΑΚΠ για το έργο: 90.000\$ - 0.2% του προϋπολογισμού του έργου (τα 40.000\$ πληρώνονται από το κύριο του έργου)
-  Όφελος για το κόστος: 600.000 δολάρια που αποδίδονται στο περιορισμό των κατασκευαστικών ασυμβατοτήτων (elimination of clashes)
-  Όφελος για το προγραμματισμό: 1143 κερδισμένες ώρες

Η Holder Construction δημιούργησε τρισδιάστατα μοντέλα για το αρχιτεκτονικό σχεδιασμό (architectural model), για το στατικό φορέα (structural model) και για τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα (MEP systems) του προτεινόμενου κτιρίου, που φαίνεται στο Σχήμα 6.15. Αυτά τα μοντέλα δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια της φάσης της μελέτης εφαρμογής, χρησιμοποιώντας επίπεδα λεπτομέρειας, που βασίστηκαν στα σχέδια της ομάδας σχεδιασμού.

**Σχήμα 6.15**

Architectural Model = Μοντέλο Αρχιτεκτονικών πληροφοριών
Structural Model = Μοντέλο Στατικών πληροφοριών
Plumbing Model = Μοντέλο Υδραυλικών εγκαταστάσεων

Η μέθοδος της ΨΑΚΠ επέτρεψε στα μέλη της ομάδας του έργου να παράγουν με άνεση τα 2D σχέδια για τη διαδικασία παράδοσης του έργου, εξαλείφοντας τους πιθανούς κινδύνους που συχνά συνδέονται με την ανοικτή διανομή των ψηφιακών μοντέλων μεταξύ των συμμετόχων. Μέσω του τρισδιάστατου συντονισμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων, η ομάδα του έργου μπορούσε να εντοπίσει γρήγορα και να επιλύσει τις ασυμβατότητες στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα (system conflicts), και έτσι εξοικονομήθηκαν κατ' εκτίμηση 600.000 δολάρια από το προϋπολογισμό για τα απρόοπτα που θα προέκυπταν στη κατασκευή και αποφεύχθηκε μια ενδεχόμενη καθυστέρηση μηνών όπως φαίνεται στον Πίνακα 6.1.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ

Table 1: An Illustration of Cost and Time Savings via BIM in Hilton Aquarium Project
(Courtesy of: Holder Construction, Atlanta, GA)

| Collision Phase | Collisions | Estimated Cost Avoided | Estimated Crew Hours | Coordination Date |
|--|------------|------------------------|----------------------|-------------------|
| 100% Design Development Conflicts | 55 | \$124,500 | NIC | June 30, 2006 |
| Construction (MEP Collisions) | | | | |
| Basement | 41 | \$21,211 | 50 hrs | March 28, 2007 |
| Level 1 | 51 | \$34,714 | 79 hrs | April 3, 2007 |
| Level 2 | 49 | \$23,250 | 57 hrs | April 3, 2007 |
| Level 3 | 72 | \$40,187 | 86 hrs | April 12, 2007 |
| Level 4 | 28 | \$35,276 | 68 hrs | May 14, 2007 |
| Level 5 | 42 | \$43,351 | 88 hrs | May 29, 2007 |
| Level 6 | 70 | \$57,735 | 112 hrs | June 19, 2007 |
| Level 7 | 83 | \$78,898 | 162 hrs | April 12, 2007 |
| Level 8 | 29 | \$37,397 | 74 hrs | July 3, 2007 |
| Level 9 | 30 | \$37,397 | 74 hrs | July 3, 2007 |
| Level 10 | 31 | \$33,546 | 67 hrs | July 5, 2007 |
| Level 11 | 30 | \$45,144 | 75 hrs | July 5, 2007 |
| Level 12 | 28 | \$36,589 | 72 hrs | July 5, 2007 |
| Level 13 | 34 | \$38,557 | 77 hrs | July 13, 2007 |
| Level 14 | 1 | \$484 | 1 hrs | July 13, 2007 |
| Level 15 | 1 | \$484 | 1 hrs | July 13, 2007 |
| Subtotal Construction Labor | 590 | \$564,220 | 1143 hrs | |
| 20% MEP Material Value | | \$112,844 | | |
| Subtotal Cost Avoidance | | \$801,565 | | |
| Deduct 75% assumed resolved via conventional methods | | (\$601,173) | | |
| Net Adjusted Direct Cost Avoidance | | \$200,392 | | |

Πίνακας 6.1

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της κατασκευής, οι μη μνημένοι στη ΨΑΚΠ συμμετοχοί χρησιμοποίησαν τα εικονικά μοντέλα της Holder μέσω ενός εργαλείου προβολής μοντέλων (δηλ. το Navisworks). Η συνεργασία των τρισδιάστατων συστημάτων βελτίωσαν τις επικοινωνίες, δημιούργησαν εμπιστοσύνη μεταξύ των συμμετόχων και επέτρεψαν τη γρήγορη λήψη των αποφάσεων εγκαίρως στη διαδικασία. Τέλος, η δέσμευση της Holder για την ενημέρωση του μοντέλου με τα στοιχεία του έργου "όπως κατασκευάστηκαν" (as-built) για να ανταποκρίνεται στις άμεσες ανάγκες του κτιρίου, πρόσφερε στον κύριο του έργου, Legacy Pavilion, LLC, ένα ψηφιακό τρισδιάστατο μοντέλο του κτιρίου με τα διάφορα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του για να τον βοηθήσει στη λειτουργία και τη συντήρηση του κτιρίου (CIFE, 2007).

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 6ο: 4D ΨΑΚΠ ΚΑΙ 5D ΨΑΚΠ

6.3.2 Καθαρά κέρδη και απόδοση της επένδυσης της ΨΑΚΠ

Τα δεδομένα από 10 επιλεγμένα έργα των ΗΠΑ παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2 για να αποδώσουν τα καθαρά κέρδη της ΨΑΚΠ και την απόδοση της επένδυσης (Return Of Investment ή ROI) της ΨΑΚΠ.

Table 2: BIM Economics (CIFE, 2007)

| Year | Cost (\$M) | Project | BIM Cost (\$) | Direct BIM Savings (\$) | Net BIM savings | BIM ROI (%) |
|------|------------|-------------------------|---------------|-------------------------|-----------------|-------------|
| 2005 | 30 | Ashley Overlook | 5,000 | (135,000) | (130,000) | 2600 |
| 2006 | 54 | Progressive Data Center | 120,000 | (395,000) | (232,000) | 140 |
| 2006 | 47 | Raleigh Marriott | 4,288 | (500,000) | (495,712) | 11560 |
| 2006 | 16 | GSU Library | 10,000 | (74,120) | (64,120) | 640 |
| 2006 | 88 | Mansion on Peachtree | 1,440 | (15,000) | (6,850) | 940 |
| 2007 | 47 | Aquarium Hilton | 90,000 | (800,000) | (710,000) | 780 |
| 2007 | 58 | 1515 Wynkoop | 3,800 | (200,000) | (196,200) | 5160 |
| 2007 | 82 | HP Data Center | 20,000 | (67,500) | (47,500) | 240 |
| 2007 | 14 | Savannah State | 5,000 | (2,000,000) | (1,995,000) | 39900 |
| 2007 | 32 | NAU Sciences Lab | 1,000 | (330,000) | (329,000) | 32900 |

Πίνακας 6.2**Σημείωση:**

Για περισσότερες πληροφορίες για τις έννοιες, που αναφέρονται σε αυτό το Κεφάλαιο, σχετικά με τη μέθοδο προγραμματισμού με τις γραμμές ισορροπίας, μπορείτε να ανατρέξετε στις ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ για το 7^ο Εξάμηνο Πολιτικών Μηχανικών, ΤΕΥΧΟΣ Α' ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ & ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΡΓΩΝ, Πάρις Παντουβάκης, Αναπλ. Καθηγητής Ε.Μ.Π., Αθήνα 2003.

Σχετική αναφορά στη μέθοδο προγραμματισμού με τις γραμμές ισορροπίας γίνεται και στο κεφάλαιο 7 στην υποενότητα 7.2.3 της παρούσας διπλωματικής εργασίας

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΨΑΚΠ

Σκοπός:

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται και παρουσιάζονται τα πιο σημαντικά λογισμικά της ΨΑΚΠ, ώστε να υπάρχει μια σύγκριση μεταξύ των λογισμικών και να παρουσιαστούν οι προσφερόμενες δυνατότητες.

7.1 Περιγραφές των Λογισμικών [8]

Για να γίνει η περιγραφή των λογισμικών για τη ΨΑΚΠ, χρειάζεται πρώτα να χωρίσουμε τα λογισμικά σε τρία ευδιάκριτα διαφορετικά σύνολα εργαλείων:

- Εργαλεία ανάπτυξης 3D μοντέλων (3D modelers)
- Εργαλεία προβολής/οπτικοποίησης μοντέλων (Viewers/Surface modelers)
- Εργαλεία υπολογιστικής ανάλυσης των μοντέλων (Analyzers)

Τα εργαλεία ανάπτυξης 3D μοντέλων είναι τα πραγματικά εργαλεία της ΨΑΚΠ, που αναπτύσσουν τα στερεά και παραμετρικά αντικείμενα με επαρκή λεπτομέρεια για την εικονική κατασκευή του κτιρίου.

Εντούτοις, όλες οι προβολές του έργου δεν πρέπει να είναι με τόσες λεπτομέρειες. Ο χρηματοδότης-φορέας μπορεί να θέλει να δει πως το κτίριο «μοιάζει», όπως και ο κύριος του έργου και για να γίνει αυτό χρειάζεται ένα εργαλείο προβολής ή οπτικοποίησης μοντέλων, στο οποίο όλα τα σχήματα είναι επιφανειακά. Αυτό που είναι γνωστό, είναι οι εξωτερικές επιφάνειες (surfaces) των σχημάτων, τα οποία πρέπει να επεξεργαστούν προκειμένου να μελετηθούν οι εναλλακτικές λύσεις και να εντοπιστούν οι ασυμβατότητες (detect clashes) της κατασκευής.

Τα εργαλεία υπολογιστικής ανάλυσης των μοντέλων είναι κανονικά τρίτης κατηγορίας λογισμικά που επικοινωνούν με το κύριο εργαλείο της ΨΑΚΠ. Αυτό σημαίνει, ότι πρώτα πρέπει να εισαχθούν τα δεδομένα στα εργαλεία ανάπτυξης 3D μοντέλων και έπειτα να γίνει η ανάλυση των δεδομένων για να υπολογιστεί η ενεργειακή απόδοση, φωτεινότητα, κ.α. του μοντέλου.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

7.2 Εργαλεία ανάπτυξης 3D μοντέλων [8]

Τα ακόλουθα λογισμικά είναι ίσως τα πιο σημαντικά και πιο γνωστά λογισμικά για την ΨΑΚΠ που κυκλοφορούν αυτή τη περίοδο. Βέβαια υπάρχουν εξίσου σημαντικά λογισμικά και μερικά από αυτά αναφέρονται ονομαστικά στην ενότητα σημαντικές πηγές

7.2.1 Bentley [3]

Η Bentley ιδρύθηκε το 1984 και δημιουργεί λογισμικά για το σχεδιασμό, τη βιομηχανία και τη κατασκευή αρκετά χρόνια. Το κύριο προϊόν της ονομάζεται MicroStation TriForma, που είναι μια εξαιρετικά δημιουργική και σταθερή τρισδιάστατη πλατφόρμα και καλύπτει τις ανάγκες όλων των επιστημονικών τομέων για το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την ολοκλήρωση των τεχνικών έργων. Η εταιρεία προσφέρει πολύ καλή τεχνική υποστήριξη στους πελάτες και έχει σκεφτεί πολύ καλά τις λύσεις των λογισμικών εργαλείων που προτείνει για το κάθε έργο. Επίσης αναφέρεται, ότι είναι δύσκολο να μάθει κάποιος να χειρίζεται όλες τις λειτουργίες του λογισμικού, και για να επιτευχτεί αυτό απαιτείται ένα σοβαρό τμήμα IT (Information Technology). Όλα αυτό επιβεβαιώνει, ότι το λογισμικό είναι ένα δημιουργικό, αξιόπιστο προϊόν. Για αυτό και οι πελάτες της Bentley είναι συνήθως μεγάλες εταιρίες που χτίζουν περίπλοκα έργα. Όμως για μια μικρότερη επιχείρηση τα λογισμικά εργαλεία TriForma μπορεί να είναι πολύ απαιτητικά.

Η Bentley έχει μελετήσει πολύ προσεκτικά τη διαδικασία της ΨΑΚΠ και προτείνει μια πιο εξελιγμένη προσέγγιση σχεδιασμού στους πελάτες ώστε να μεταβούν πλήρως (από το παραδοσιακό 2D περιβάλλον) στη ΨΑΚΠ. Η Bentley αναπτύσσει τα προϊόντα της ώστε να διατηρούν τη σταθερότητα και την αξιοπιστία τους από την αρχή ως το τέλος. Για αυτό και οι αναβαθμίσεις στα προϊόντα της Bentley δεν απαιτούν από τους χρήστες μεγάλη κλίμακα αλλαγών ή προσαρμογών.

Το Bentley Buildings αντιμετωπίζει το κατακερματισμό (fragmentation) της κατασκευαστικής βιομηχανίας ως κρίσιμο πρόβλημα. Αυτός ο κατακερματισμός έχει παρατηρηθεί στη πράξη στις ομάδες του έργου, που αποτελούνται από αποκομμένους ανθρώπους, στη διαδικασία της κατασκευής, που κατακερματίζονται σε αποκομμένες δραστηριότητες και, και στα κατακερματισμένα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στους αποκομμένους κλάδους της κατασκευής. Και όλο αυτό είναι η αιτία της απώλειας χρόνου,

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

της μειωμένης ποιότητας και της αύξησης του κόστους. Η Bentley δημιούργησε τη φράση «Χτίσε σε Ένα (Build As One)», η οποία βασίζεται στη χρήση της ΨΑΚΠ που λειτουργεί ως το κέντρο για την προσπάθεια συνεργασίας στο σχεδιασμό και στη κατασκευή. (βλ. Κεφ.5).

Η διαχείριση των δεδομένων της γίνεται με την ανάπτυξη μιας ομόσπονδης βάσης δεδομένων (federated database) και όχι μιας συγκεντρωτικής βάσης δεδομένων (centralized database). Αυτή η επιλογή έγινε, επειδή η Bentley διαπίστωσε ότι η ανάπτυξη μιας συγκεντρωτικής βάσης δεδομένων σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής ενός έργου κινδυνεύει να μην είναι αξιόπιστη. Ακόμα κι αν η κεντρική βάση δεδομένων είναι μια ελκυστική εναλλακτική λύση για μικρότερα έργα, γίνεται γρήγορα ανεξέλεγκτη για μεγαλύτερα, πιο σύνθετα όπου παύει να υπάρχει μια επιλογή.



Σχήμα 7.1

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ



Σχήμα 7.2



Σχήμα 7.3

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

Τα προϊόντα της Bentley υποστηρίζονται από μια ενιαία, αναλυτική και αμετάβλητη πλατφόρμα, που η λειτουργικότητα της συνεχώς βελτιώνεται, και το λογισμικό της αυξάνεται με βοηθητικά εργαλεία, που συνεργάζονται με το κύριο λογισμικό της. Η Bentley έχει καταφέρει να εξελίξει τις εφαρμογές CAD σε εφαρμογές ΨΑΚΠ. Τα Σχήματα 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 και 7.5 δείχνουν παραδείγματα, που διαμορφώθηκαν με το MicroStation TriForma.

Παρακάτω γίνεται μια συνοπτική αναφορά στα βοηθητικά εργαλεία της Bentley [8]

Το Bentley Architecture εισήχθη το 2004 και είναι μια εξέλιξη της προηγούμενης πλατφόρμας TriForma. Μερικά από τα βοηθητικά εργαλεία λογισμικού της Bentley, που ενσωματώνονται με το Bentley Architecture, είναι τα ακόλουθα:

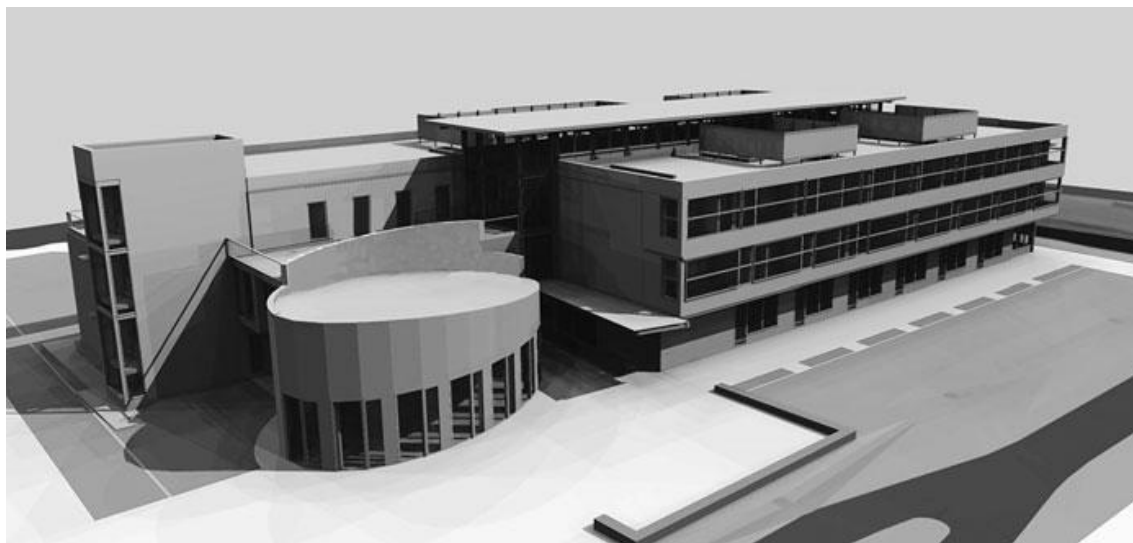
- Bentley Structural
- Bentley Building Mechanical Systems
- Bentley Building Electrical Systems
- Bentley Facilities
- Bentley Power Civil
- Bentley Generative Components

Με αυτά τα λογισμικά εργαλεία, η Bentley μελετά σχεδόν όλες τις φάσεις του σχεδιασμού ενός έργου.

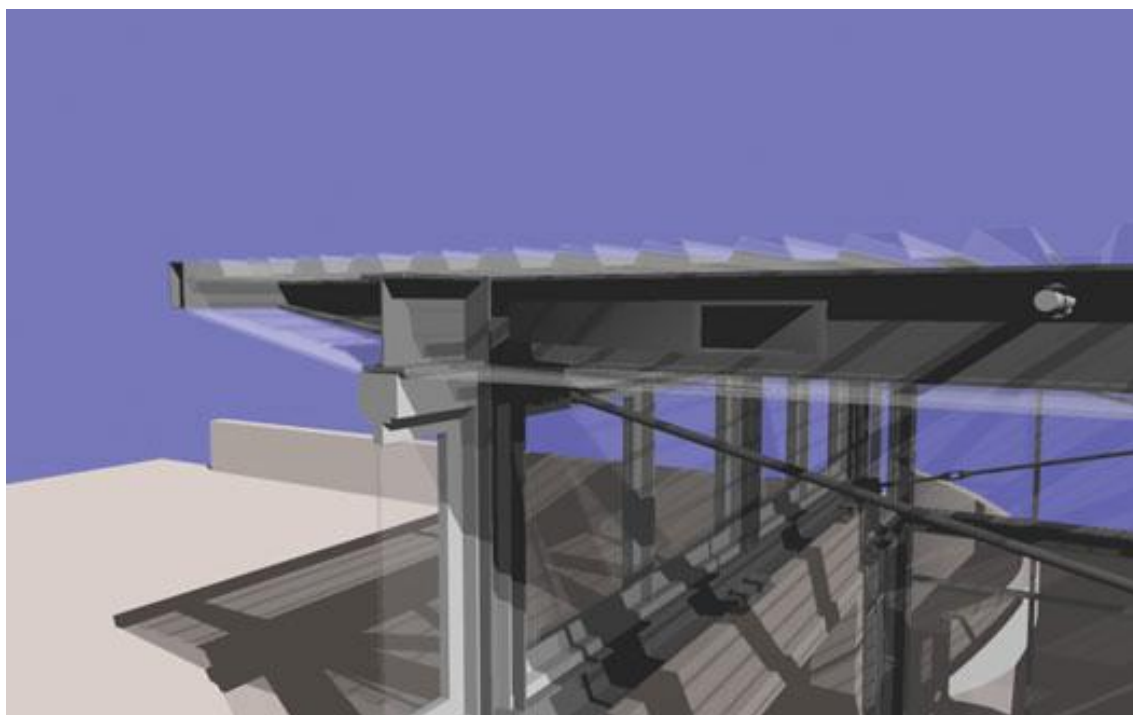
Η ιστοσελίδα της εταιρίας είναι <http://www.bentley.com/en-US/>

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ



Σχήμα 7.4



Σχήμα 7.5

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

7.2.2 Autodesk [3]

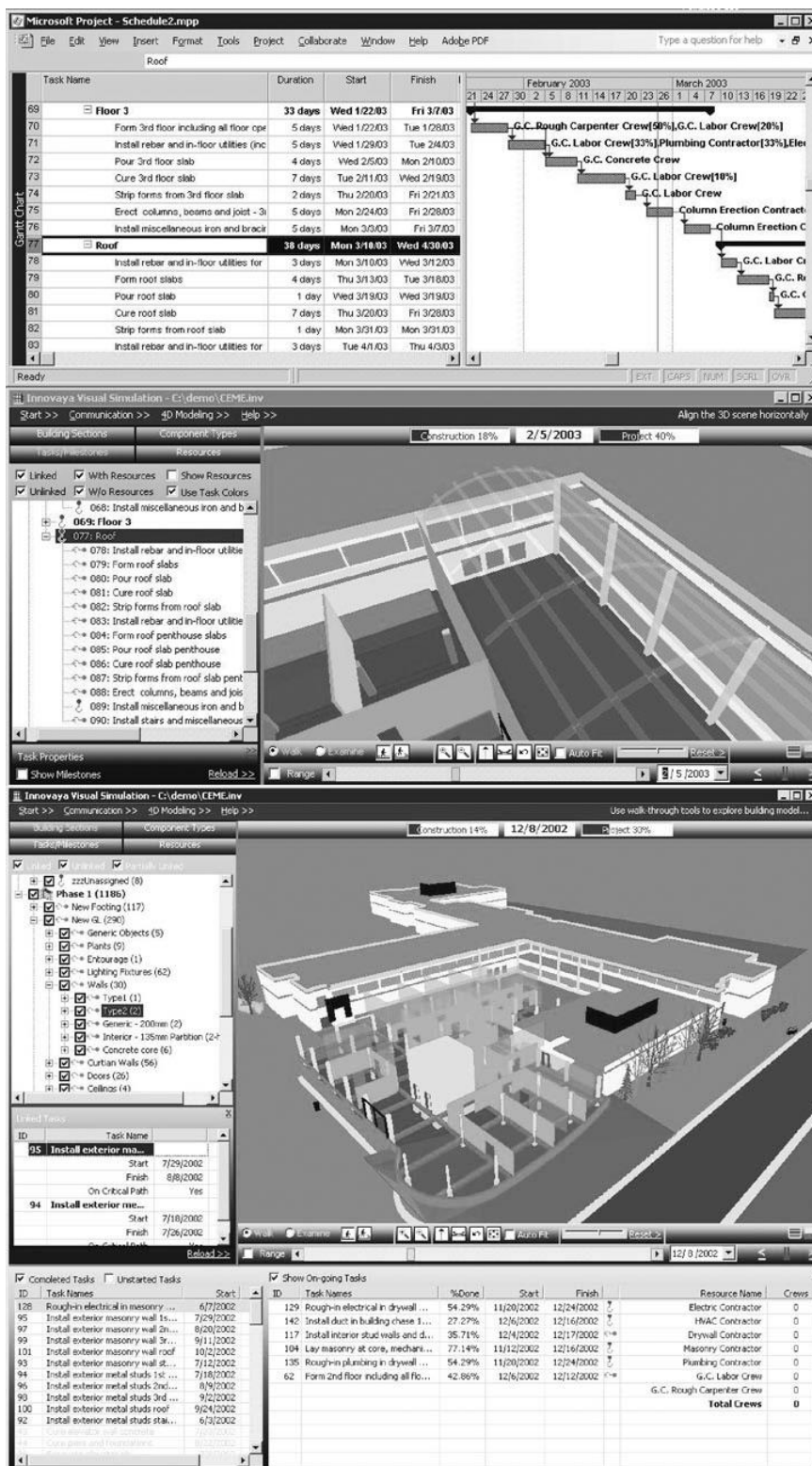
Το κύριο προϊόν της Autodesk για τη ΨΑΚΠ είναι το Revit. Παρόλο που είναι το νεώτερο από τα λογισμικά, που αναφέρονται σε αυτό το κεφάλαιο, είναι το εργαλείο ανάπτυξης μοντέλων που χρησιμοποιείται περισσότερο. Η δύναμη της Autodesk είναι σαφώς το μάρκετινγκ. Απευθύνεται στην αγορά, που χρησιμοποιεί το AutoCAD και προσφέρει το Revit στους πελάτες της ως την επόμενη αναβάθμιση του λογισμικού τους. Πολλοί πελάτες της Autodesk είναι συχνά απλά απληροφόρητοι για τις δυνατότητες των άλλων λογισμικών. Εντούτοις, το Revit είναι ένα σοβαρό εργαλείο ΨΑΚΠ (ήταν ήδη ένα διαμορφωτής μοντέλων με καλές δυνατότητες πριν το αγοράσει η Autodesk και όταν δεν είχε γίνει γνωστό) και το μεγάλο πλήθος χρηστών είναι αναμφισβήτητο πολύ χρήσιμο στην περαιτέρω ανάπτυξη του. Η Autodesk διαφημίζει το Revit ως εργαλείο ανάπτυξης μοντέλων με μια συγκεντρωτική βάση δεδομένων. Όμως υπάρχουν πολύ λίγες ενδείξεις που αποδεικνύουν ότι η βάση δεδομένων σε ένα μοντέλο Revit είναι περισσότερο συγκεντρωτική από ένα μοντέλο TriForma ή Constructor ή άλλων εργαλείων.

Όταν κάποιος ανταλλάζει πληροφορίες στη ΨΑΚΠ, χρειάζεται ακόμα να διαχειρίζεται οτιδήποτε περιβάλλει το μοντέλο, επομένως οι διασυνδέσεις για άλλες θέσεις του μοντέλου από μόνες τους δεν δημιουργούν συγκεντρωτικά δεδομένα. Το Revit έχει πολύ παρόμοια λειτουργικότητα με τα άλλα σημαντικά εργαλεία ανάπτυξης μοντέλων. Πιο συγκεκριμένα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται το μοντέλο και στα άλλα εργαλεία λογισμικού. Ένα μεγαλύτερο μέλημα του λογισμικού είναι η ικανότητα να οργανώνονται και να διαχειρίζονται οι πληροφορίες που συλλέγονται στη διαδικασία της ΨΑΚΠ πέρα από την εξέλιξη του έργου. Σε αυτό το Revit είναι από τα πιο χρήσιμα εργαλεία, παρόλο που είναι πρακτικό το θέμα της διαχείρισης των δεδομένων, όπου οι διαμορφωτές μοντέλων για ένα τέτοιο ζήτημα ποικίλουν και χρειάζεται πολλή εμπειρία για να γνωρίζει κάποιος το εργαλείο, που είναι το πιο κατάλληλο για ένα συγκεκριμένο έργο σε μια εταιρεία σχεδιασμού, διαχείρισης, ή κατασκευής έργων.

Το Revit δεν χρησιμοποιεί στρώματα (layers) για να οργανώσει τα στοιχεία του μοντέλου. Αυτό το χαρακτηριστικό για ένα έργο, που γίνεται αρκετά πολύπλοκο, μπορεί να είναι ένα πλεονέκτημα να έχει πρόσθετα μέσα για να ταξινομήσει τα στοιχεία του.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ



Σχήμα 7.6

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

Το Revit είναι σε θέση να διασυνδέεται με το MS Project και να ανταλλάζει αμφίδρομα πληροφορίες για το χρονικό προγραμματισμό, βλ. Σχήμα 7.6. Τα στοιχεία του μοντέλου μπορούν να διασυνδεθούν με πολλαπλές δραστηριότητες, π.χ. ένα στοιχείο τοίχου μπορεί να χρειάζεται να περιέχει πληροφορίες για τη τοποθέτηση του πλαισίου, της πέτρινης στρώσης, της πόρτας και των παραθύρων, και το χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών και όλα αυτές οι εργασίες να παρουσιάζονται ως δραστηριότητες σε ένα χρονοδιάγραμμα.

Το Revit έχει επίσης τη δυνατότητα να εξάγει τις μετρήσεις των ποσοτήτων του μοντέλου στο λογισμικό για την εκτίμηση κόστους, βλ. Σχήμα 7.7. Λόγω της φύσης του μοντέλου, οι υπολογισμοί των ποσοτήτων έχουν μεγάλη ακρίβεια και αυτό έχει αντίκτυπο στην αξιοπιστία του σχεδιασμού του έργου. Η σύνδεση των ποσοτικών πληροφοριών είναι μονόδρομη με το λογισμικό για την εκτίμηση κόστους. Όμως υπάρχουν απορίες για αυτή τη λειτουργικότητα των διασυνδέσεων των υπολογισμών.

Η Autodesk αυξάνει το εργαλείο ανάπτυξης μοντέλων με το Revit Structures (για τους δομοστατικούς μηχανικούς) και το Revit MEP (για τους Η/Μ και υδραυλικούς μηχανικούς). Και τα δύο αυτά βοηθητικά εργαλεία λογισμικού έχουν ως σκοπό τη δημιουργία ειδικών στοιχείων για τη παρουσίαση των αντικειμένων που χρησιμοποιούνται στα σχέδια τους. Το Revit Structures δεν μοιάζει σε κανένα σημείο με το Tekla. Τα βοηθητικά εργαλεία λογισμικού του Revit για τα κτίρια μεταλλικών κατασκευών και για τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα έχουν μεγάλη απήχηση στις ομάδες του έργου, όπου αυτά τα εργαλεία μοντέλων δεν προσφέρονται για οδηγούς σχεδιασμού ή κατασκευής, και δεν συντονίζονται καλά χωρίς ένα τρισδιάστατο μοντέλο.

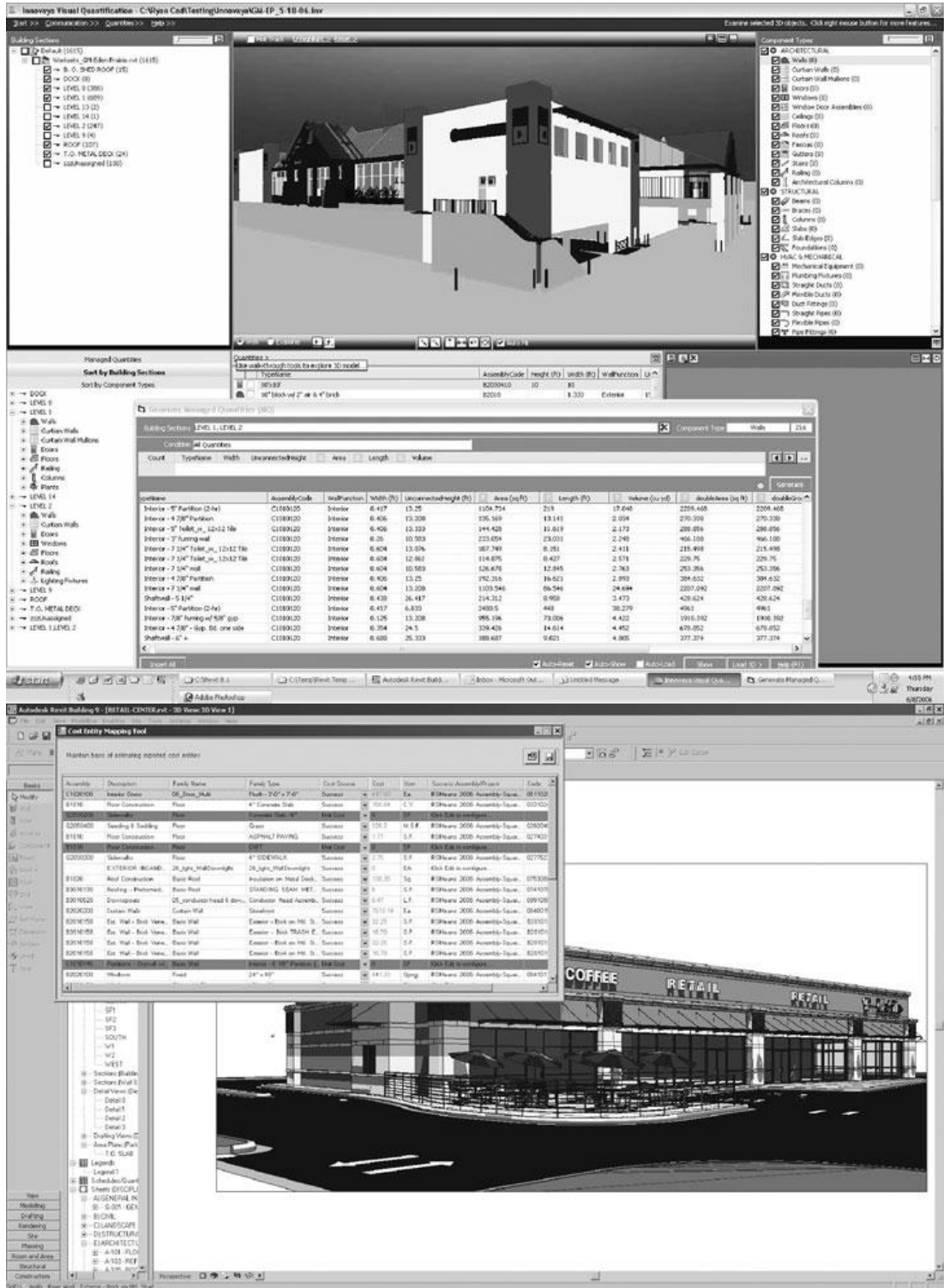
Συνοψίζοντας, το Revit είναι ένα νέο, αλλά ισχυρό εργαλείο για τον προγραμματισμό και τη διαχείριση των τεχνικών έργων. Με τη πάροδο του χρόνου θα δείξει η Autodesk εάν μπορεί να αναπτύξει το Revit ώστε να καλύψει τις απαιτήσεις που υπάρχουν στο σχεδιασμό ενός έργου και στη κατασκευαστική βιομηχανία.

Οι εικόνες στο Σχήμα 7.8 παρουσιάζουν ένα μοντέλο Revit ενός έργου που ανατέθηκε από τη Government Services Administration (GSA). Υπενθυμίζεται, ότι η GSA απαιτεί σε όλα τα έργα της την εφαρμογή της ΨΑΚΠ.

Η ιστοσελίδα της εταιρίας στην Ελλάδα είναι <http://greece.autodesk.com/>

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ



Σχήμα 7.7

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

Figure 3.16

A space (floor area) analysis in the Revit model (format based on the GSA mandate). (Images courtesy of Autodesk.)

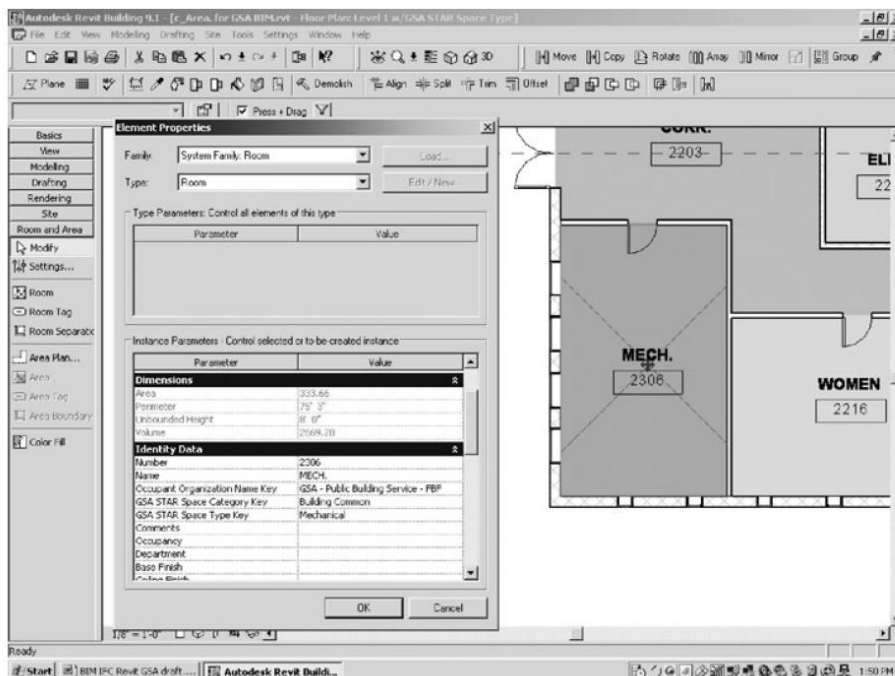
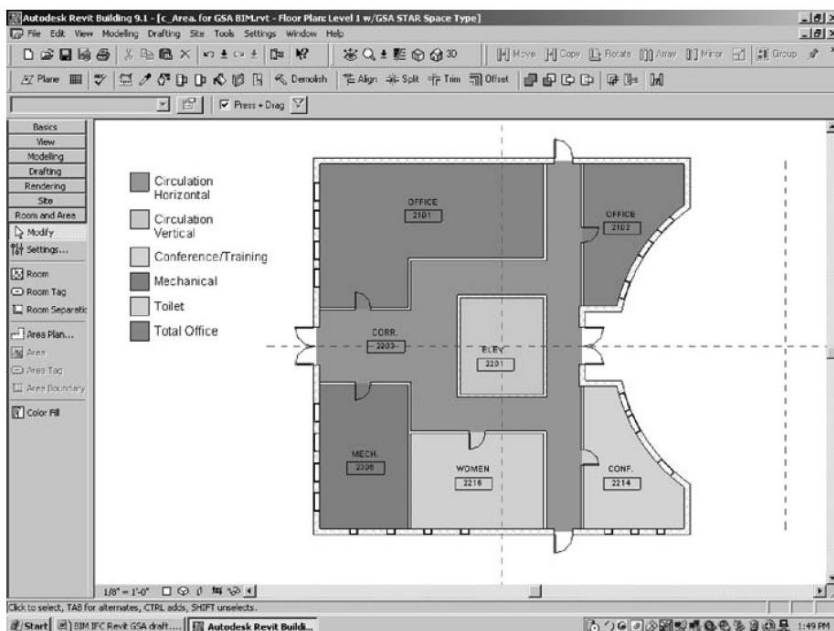


Figure 3.16
(Continued)

Σχήμα 7.8

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

7.2.3 Vico [3]

Η Vico Software, Inc., είναι μια νέα εταιρεία και το βασικό λογισμικό που βασιζόταν το Constructor (που μετέπειτα εξελίχτηκε στο Vico Office) ήταν μόνο το ArchiCAD, ενώ τώρα περιλαμβάνονται και το Tekla και το Revit. Το 2007 η Graphisoft πούλησε το ArchiCAD σε μια γερμανική εταιρεία λογισμικού και το Constructor, που είναι μια σειρά λογισμικών είναι για την κατασκευαστική βιομηχανία, δημιουργήθηκε από τη Vico Software, που είναι μια νέα διαμορφωμένη εταιρεία και κυρίως επικεντρώνεται στο σχεδιασμό των έργων και στη κατασκευαστική βιομηχανία. Η σειρά προϊόντων της εταιρείας αποτελείται από το βασικό λογισμικό εργαλείο ανάπτυξης μοντέλων, το ArchiCAD (που είναι ένα πραγματικό επαγγελματικό εργαλείο ανάπτυξης μοντέλων από τα μέσα της δεκαετίας του '80) ή το Tekla ή το Revit, και τα βοηθητικά εργαλεία λογισμικού που διευκολύνουν τη διαχείριση των τεχνικών έργων: το Cost Explorer και το Cost Planner, που είναι μια βάση δεδομένων για την εκτίμηση του κόστους, το LBS Manager, το 4D Manager, το Schedule Planner και το Production Controller που είναι λογισμικά για το χρονικό προγραμματισμό με η μέθοδο των γραμμών ισορροπίας (Line of Balance) και τον έλεγχο παραγωγής (Production Control), το Takeoff Manager για τη προμέτρηση των ποσοτήτων, το Constructability Manager για το εντοπισμό των ασυμβατοτήτων της κατασκευής και το Office Client (πρώην 5D Presenter) που διευκολύνει τη παρουσίαση του έργου. Όλα τα παραπάνω λογισμικά διασυνδέονται αμφίδρομα το ένα με το άλλο.

Το εργαλείο ανάπτυξης μοντέλων του ArchiCAD και του Vico Office είναι το ίδιο με εξαίρεση μερικές συγκεκριμένες λειτουργίες και αντικείμενα των βιβλιοθηκών που εστιάζουν είτε στο αντικείμενο μελέτης του αρχιτέκτονα είτε στη κατασκευαστική βιομηχανία. Η δημιουργία ενός μοντέλου είναι απλή και σαφής για να το μάθει κάποιος. Τα αρχεία του φορέα του κτιρίου είναι οργανωμένα σε στρώματα (layers) και αποθήκες (stories), οι οποίες περιέχουν όλα τα αντικείμενα είτε δημιουργούνται από τα εργαλεία του λογισμικού είτε εισάγονται από τις βιβλιοθήκες αντικειμένων. Όλο αυτό είναι παρόμοιο στα περισσότερα εργαλεία ανάπτυξης μοντέλων. Το Navigator είναι πολύ αποτελεσματικό για το χρήστη της στη λήψη οποιασδήποτε όψης του μοντέλου που έχει σωθεί (αυτό ισχύει και για το 2D και 3D) και οποιοδήποτε συνδυασμού στρωμάτων, κ.λπ. Δεδομένου ότι το ArchiCAD αναπτύσσεται εδώ και πολλά έτη, έχει σχεδόν τελειοποιηθεί χωρίς να χάσει

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

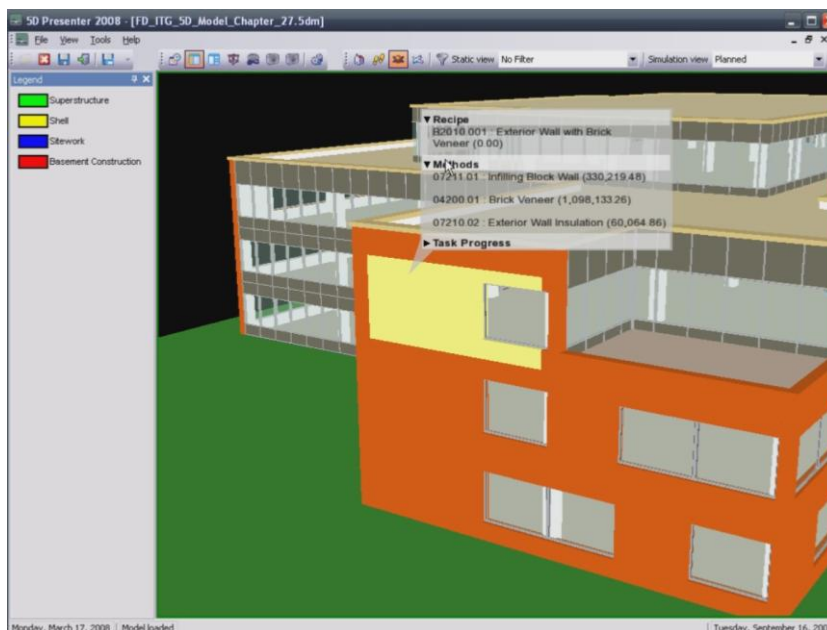
Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

το όραμα που υπήρχε στις αρχές της δεκαετίας του 1990, που τότε ήταν ένα από τα λίγα επαγγελματικά εργαλεία ανάπτυξης τρισδιάστατων μοντέλων στο χώρο της αγοράς. Με αυτό το εργαλείο ανάπτυξης μοντέλων είναι εύκολο να δημιουργηθούν αντικείμενα και να σωθούν ως μέρη της βιβλιοθήκης. Δεν είναι επίσης δύσκολο να δημιουργηθούν αντικείμενα σε κώδικα GDL, ο οποίος δεν είναι συμβατός στα περισσότερα εργαλεία λογισμικού. Τα αντικείμενα που φτιάχνει κάποιος με τα εργαλεία ανάπτυξης μοντέλων, δεν μπορούν να γίνουν εύκολα παραμετρικά αντικείμενα. Όμως με το GDL, εντούτοις, δεν υπάρχουν όρια στη νοημοσύνη, που υπάρχει με τη μορφή κώδικα στα αντικείμενα.

Τα λογισμικά της σειράς Vico Office έχουν μεγάλο ενδιαφέρον στο προγραμματισμό και στη διαχείριση των τεχνικών έργων. Οι υπολογισμοί για το κόστος μπορούν να δημιουργηθούν από το μοντέλο έχοντας μιας διασύνδεση με τη μέθοδο επίτευξης (recipe) σε ένα μέρος του μοντέλου, βλ. Σχήμα 7.9. Η μέθοδος επίτευξης για ένα συγκεκριμένο μέρος του κτιρίου είναι η περιγραφή των υλικών (materials), της εργασίας (labor), και των μέσων παραγωγής (resources) που απαιτούνται για αυτό το μέρος του κτιρίου, είναι ένα τμήμα της βάσης δεδομένων για το κόστος, βλ. Σχήμα 7.10. Έπειτα, το αντικείμενο του μοντέλου πραγματοποιεί τη μέτρηση των ποσοτήτων για τον υπολογισμό του κόστους εκείνου του αντικείμενου. Μια μέθοδος επίτευξης αποτελείται από μια ή περισσότερες διαδικασίες (δραστηριότητες του έργου όπως η σκυροδέτηση, ο ξυλότυπος κτιρίου, κ.λπ.), και μια διαδικασία αποτελείται από ένα ή περισσότερα μέσα παραγωγής (υλικά, εργασία, κ.α.). Αυτό προσδίδει στη μέθοδο επίτευξης μια ευελιξία που της δίνει την ικανότητα να χρησιμοποιείται σχεδόν σε οποιαδήποτε εφαρμογή, από την απεικόνιση μιας περιοχής της πλάκας του ορόφου με το συνολικό κόστος του τετραγωνικού μέτρου, μέχρι την ανάλυση των χαρακτηριστικών του σκυροδέματος, όπως ο ξυλότυπος, η αρχή και το τέλος της πήξης, η αρχική και η τελική αντοχή, κ.α. Αυτή η ευελιξία επιτρέπει την ανάλυση του κόστους ενός έργου σε οποιοδήποτε στάδιο του και έτσι διευκολύνεται η παρακολούθηση της μεταβολής του κόστους στην εξέλιξη του έργου. Η τελειοποίηση της μεθόδου επίτευξης και των αντικειμένων του μοντέλου κατά την ανάπτυξη της πορείας του έργου συντελεί στη δημιουργία ενός εργαλείου για τη διαχείριση, βλ Σχήμα 7.11.

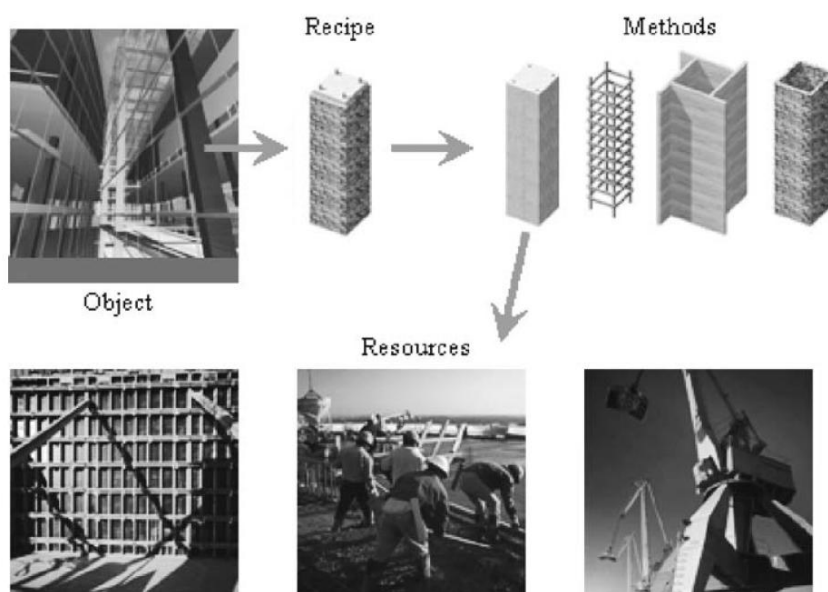
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ



Σχήμα 7.9 [14]

Figure 3.17
The structure of a recipe. (Image courtesy of Vico.)

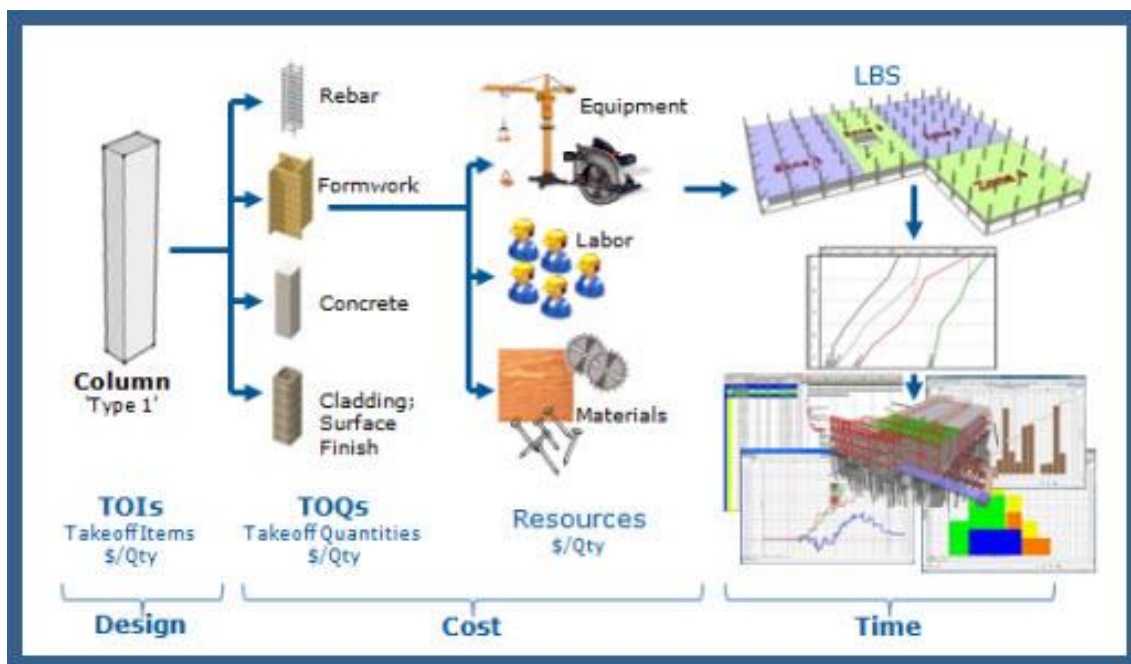


Σχήμα 7.10

- Object = το αντικείμενο
- Recipe = η μέθοδος επίτευξης
- Methods = οι διαδικασίες
- Resources = τα μέσα παραγωγής

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ



Σχήμα 7.11 [14]

Design = Σχεδιασμός

Cost = Δαπάνες

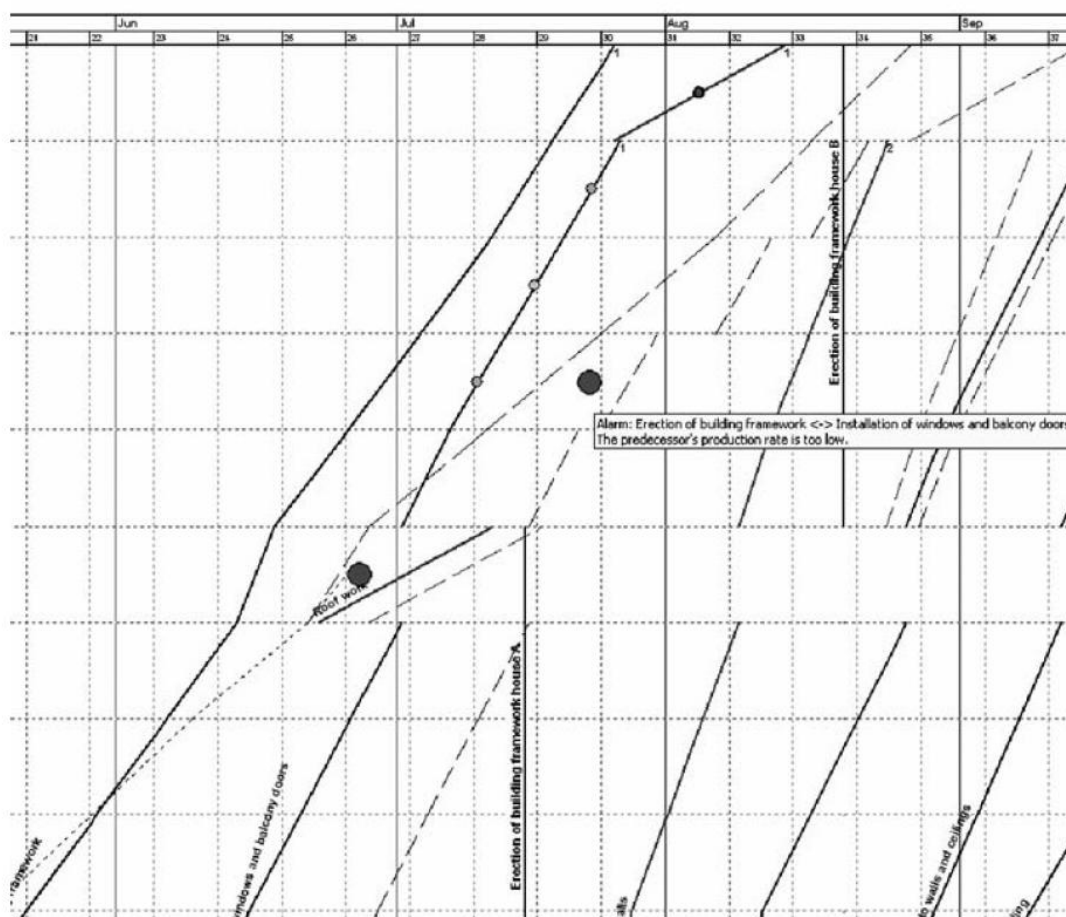
Time = Χρόνος

Τα εργαλεία LBS Manager και Schedule Planner είναι Συστήματα Προγραμματισμού με τη μέθοδο των **Γραμμών Ισορροπίας** (Line of Balance Scheduler). Στη μέθοδος των Γραμμών Ισορροπίας η κάθε γραμμή αντιπροσωπεύει μια δραστηριότητα του έργου, και η κλίση της γραμμής δείχνει το ρυθμό παράγωγος της δραστηριότητας. Έτσι η γραμμή απεικονίζει και το χρόνο και τη διάρκεια της εργασίας καθώς επίσης και τη τοποθεσία όπου η εργασία λαμβάνει μέρος, βλ. Σχήμα 7.12. Η μέθοδος των Γραμμών Ισορροπίας είναι πολύ πιο οπτική από ένα κοινό Gantt διάγραμμα, όπου οι δραστηριότητες δεν απεικονίζονται γραφικά, αλλά με τη μορφή κουτιών. Το Empire State Building χτίστηκε σε 13 μήνες χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο προγραμματισμού. Το LBS Manager συνδέει τις ποσοτικές πληροφορίες (η ποσότητα των υλικών και ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί τη δραστηριότητα) του μοντέλου με τις γραμμές ισορροπίας στο Schedule Planner. Έπειτα το Schedule Planner σχεδιάζει τις γραμμές επιτρέποντας την επεξεργασία τους για να προστεθεί το στοιχείο του χρόνου στις δραστηριότητες και η επεξεργασία των ποσοτήτων των υλικών μπορεί

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

να γίνει μόνο από το μοντέλο. Έτσι η αρχή της δραστηριότητας και η διάρκεια της μπορούν να ρυθμιστούν μέχρι να βελτιστοποιηθεί όλο το έργο σε σχέση με το ρυθμό παραγωγής των συνεργείων και την εργασία κατά θέση στο έργο. Οι αλλαγές στο σχεδιασμό συγχρονίζονται με το προγραμματισμό εισάγοντας τα νέα δεδομένα του μοντέλου από το Cost Planner. Ο χρονικός προγραμματισμός μπορεί έπειτα να ληφθεί από το 5D εργαλείο οπτικοποίησης που θα προσομοιώσει την ακολουθία των δραστηριοτήτων για τη κατασκευή.



Σχήμα 7.12

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

Η Vico περιγράφει επίσης τις ιδέες από το Σχεδιασμό στη Κατασκευή και από τη Κατασκευή στο Σχεδιασμό για το τρισδιάστατο μοντέλο. Η ιδέα από το Σχεδιασμό στη Κατασκευή αναφέρεται στη δημιουργία ενός μοντέλου του υποτιθέμενου έργου, στο οποίο απεικονίζονται οι πραγματικές τεχνικές κατασκευής, συμπεριλαμβανομένου οι πραγματικές ανοχές στη κατασκευή των αντικειμένων του μοντέλου. Αυτό διευκολύνει το συντονισμό της μεταφοράς των σχεδίων στη κατασκευή με την αποβολή της υπερβολικής προσοχής σε λεπτομέρειες και ακρίβειες. Έπειτα η ιδέα από τη Κατασκευή στο Σχεδιασμό αναφέρεται στη σύγκριση των βασικών σημείων του μοντέλου με τις διαστάσεις της κατασκευής στη πραγματικότητα μέσω της αποτύπωσης τους με λέιζερ (ή με άλλα μέσα) για να ελεγχθεί η τήρηση των ανοχών του σχεδιασμού, ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή εφαρμογή των στοιχείων της μελέτης σύμφωνα με το μοντέλο.



Σχήμα 7.13 Η ιδέα από τη Κατασκευή στο Σχεδιασμό [14]

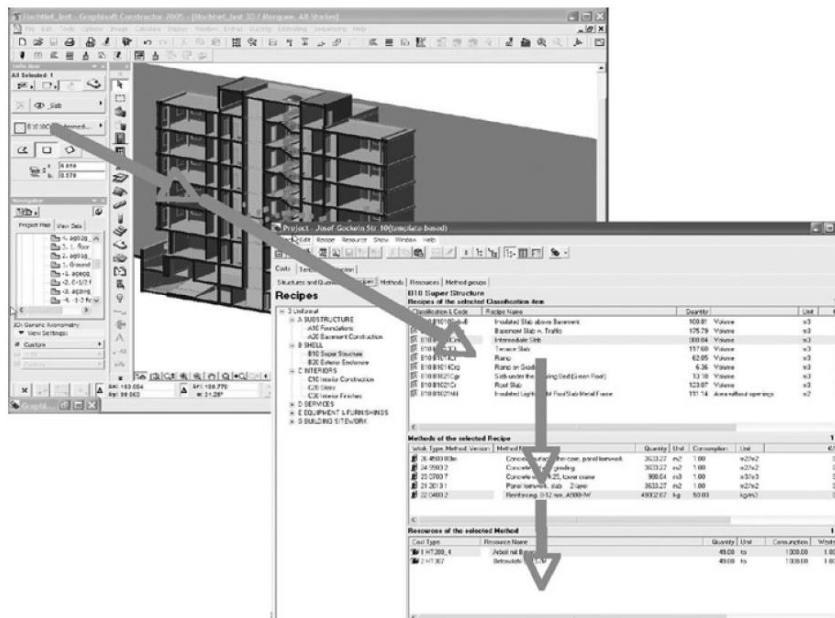
| | | |
|----------------------------|---|---------------------------------|
| Accurate Model Data | = | Ακριβής Δεδομένα από το Μοντέλο |
| Trimble Field Controller | = | Ψηφιακός Θεοδολίχος Trimble |
| Used Directly in the Field | = | Αποτύπωση της Περιοχής |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

Figure 3.20

The 3D model screen shows the recipe connected to the selected objects; the imported model data in Estimator (right) shows recipes on top, methods in the middle, and resources below. (Image courtesy of Vico.)



Σχήμα 7.14

Ολόκληρη η διαδικασία της δημιουργίας μιας 4D προσομοίωσης μπορεί να περιγραφεί σε βήματα. Το πρώτο βήμα απεικονίζεται στο Σχήμα 7.13, η σύνδεση των γεωμετρικών δεδομένων του μοντέλου με τη μέθοδο επίτευξης, που περιγράφει τις διαδικασίες και τις πηγές. Το επόμενο βήμα είναι η ημιαυτόματη δημιουργία μιας εκτίμησης κόστους και ενός χρονικού προγραμματισμού του έργου βασισμένο στις διασυνδέσεις μεταξύ των πληροφοριών με τη μέθοδο επίτευξης και με τα στοιχεία του μοντέλου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 7.14.

Όταν ο σχεδιασμός ή το κόστος, ή ο χρόνος αλλάζουν, τα άλλα δύο ενημερώνονται αυτόματα. Λίγα εργαλεία έχουν εξελίξει σε αυτό το επίπεδο λειτουργίας τις διασυνδέσεις τους.

Δεδομένου, ότι οι δραστηριότητες του χρονικού προγραμματισμού μιας κατασκευής περιέχουν την εργασία που πρόκειται να γίνει σε πολλαπλά αντικείμενα, όπως ο αριθμός υποστυλωμάτων στη πλάκα του ορόφου, κ.α., είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν ζώνες για να περιγραφούν οι τοποθεσίες, στις οποίες ολοκληρώνονται οι δραστηριότητες. Αυτό είναι το βήμα 3 της διαδικασίας, βλ. Σχήμα 7.15.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

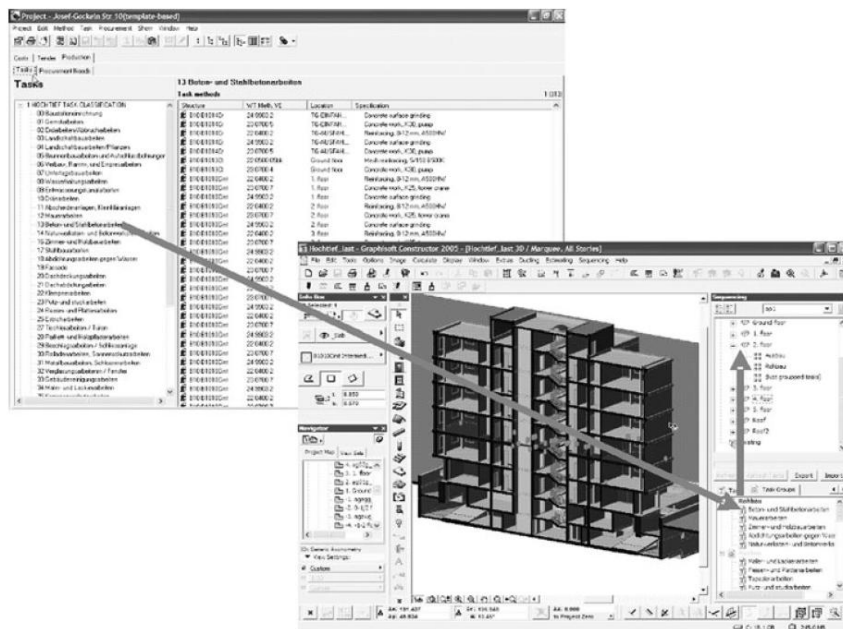


Figure 3.21

Tasks are mapped to objects, which belong to a construction zone, defined in the 3D model. (Image courtesy of Vico.)

Σχήμα 7.15

Μόλις οριστούν οι ζώνες στο μοντέλο με μια γραμμή, οι δραστηριότητες και οι αντίστοιχες μέθοδοι επίτευξης ορίζονται αυτόματα στην κατάλληλη ζώνη. Αυτές οι ζώνες αναλύονται σε **επίπεδα ελέγχου του έργου** (work breakdown structure, WBS), που εκφράζουν τις ποσοτικές πληροφορίες του έργου μιας ζώνης ή μιας θέσης, και αυτά μετατρέπονται σε μια βάση για το προγραμματισμό με τη μέθοδο των γραμμών ισορροπίας. Οι ποσότητες από τις διαδικασίες και τις πηγές εισάγονται για τους υπολογισμούς της διάρκειας των δραστηριοτήτων. Ο χρονικός προγραμματισμός περιέχει τις διάρκειες των δραστηριοτήτων, που ορίζονται από τη θέση (ζώνη), σύμφωνα με τα επίπεδα ελέγχου του έργου. Όλα τα τρισδιάστατα στοιχεία στα επίπεδα ελέγχου του έργου συνδέονται με τις δραστηριότητες, και το παραγόμενο 4D μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη προσομοίωση και την ανάλυση του χρονικού προγραμματισμού.

Οι διάφορες διαδρομές των δραστηριοτήτων μπορούν να οργανωθούν σε ομάδες δραστηριοτήτων και να προσδιοριστούν με ένα χρώμα στο 4D μοντέλο, έτσι ώστε η δράση των ομάδων να προσομοιωθεί εικονικά. Αυτό το επίπεδο οπτικοποίησης προσφέρει τη δυνατότητα τελειοποίησης της διαδικασίας προγραμματισμού της κατασκευής.

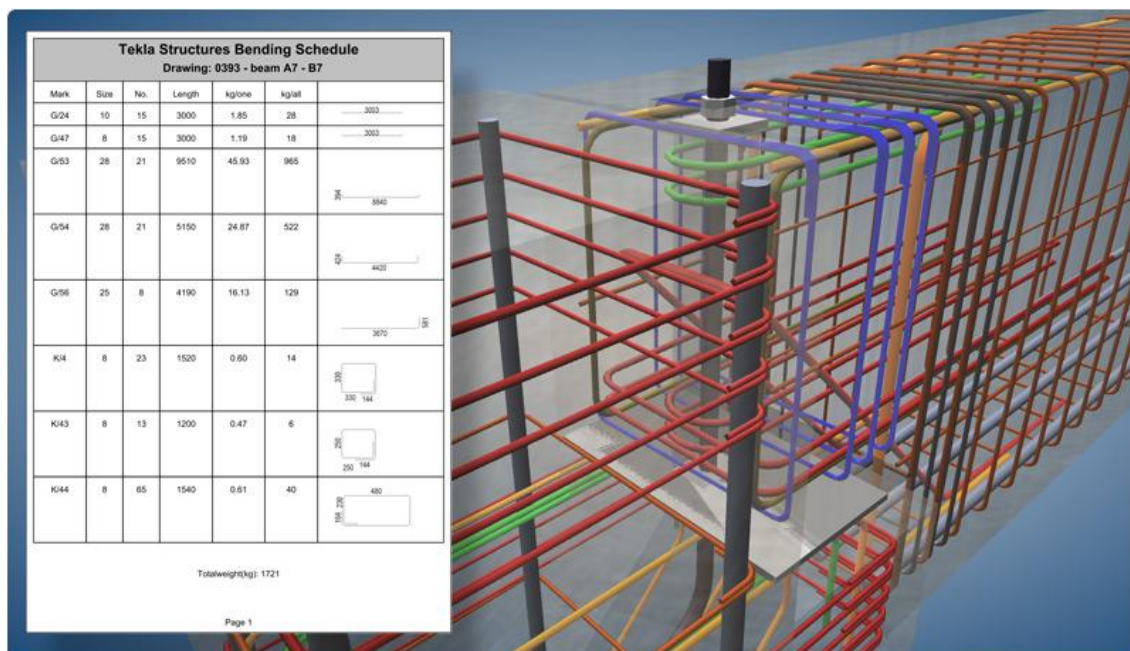
Η ιστοσελίδα της εταιρίας είναι <http://www.vicosoftware.com/>

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

7.2.4 Tekla [3]

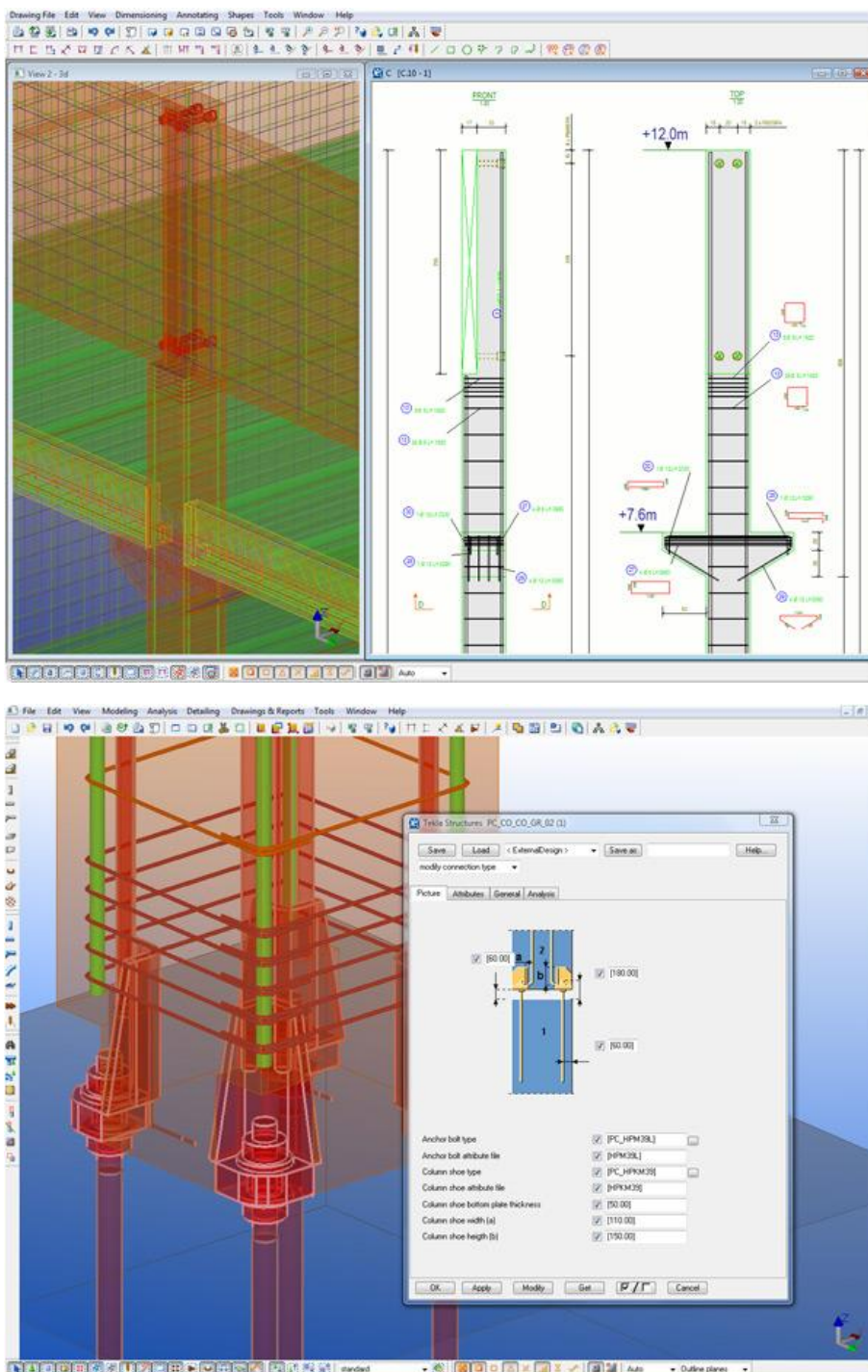
Η Tekla είναι μια Φιλανδική εταιρεία, που δημιουργεί τα δικά της λογισμικά για τη μελέτη των μεταλλικών κατασκευών, τον οπλισμό του σκυροδέματος και του σκυροδέματος με τη μέθοδο της ΨΑΚΠ. Τα λογισμικά της είναι ικανά να μεταβιβάσουν το έργο από τη φάση του σχεδιασμού, μέσω των λεπτομερειών τους, στη φάση κατασκευής και συναρμολόγησης. Ο μηχανικός μπορεί με το Tekla Structures να δημιουργήσει ένα μοντέλο για την ανάλυση του σχεδιασμού και του στατικού φορέα και έπειτα να χρησιμοποιήσει το μοντέλο στη πραγματοποίηση της κατασκευής του έργου. Το λογισμικό έχει επίσης τη δυνατότητα να διαμορφώσει τα στοιχεία του οπλισμού του σκυροδέματος καθώς και του σκυροδέματος για μια κατασκευή (βλ. Σχήμα 7.16, 7.17). Η Tekla είναι ένα πολύ εστιασμένο εργαλείο, που εφαρμόζεται σε ένα πολύ συγκεκριμένο επιστημονικό τομέα. Τα μοντέλα της Tekla μπορούν να συνδυαστούν με τα μοντέλα που δημιουργούνται με άλλα λογισμικά εργαλεία οπτικοποίησης όπως το NavisWorks, έτσι ώστε το μοντέλο της Tekla να χρησιμοποιείται στο συντονισμό της κατασκευής.



Σχήμα 7.16 Tekla, Tekla Structures, λεπτομέρεια του οπλισμό του σκυροδέματος

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

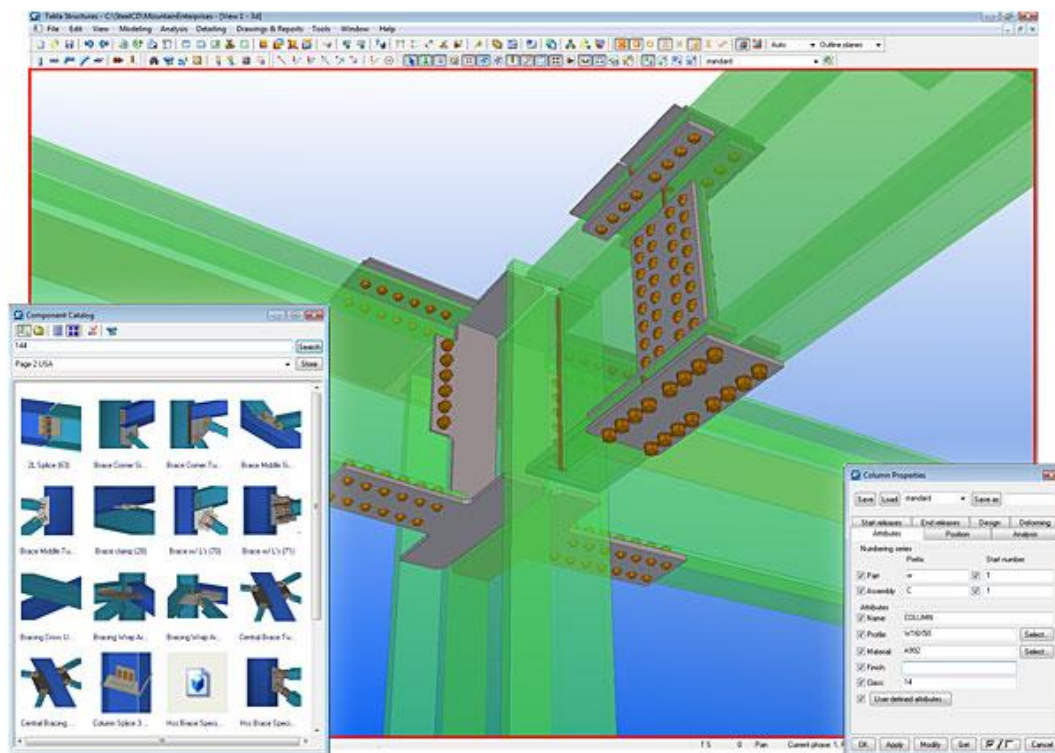
Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ



Σχήμα 7.17 Tekla, Tekla Structures, λεπτομέρεια των στοιχείων του σκυροδέματος

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ



Σχήμα 7.18 Tekla, Tekla Structures, λεπτομέρεια μιας μεταλλικής κατασκευής

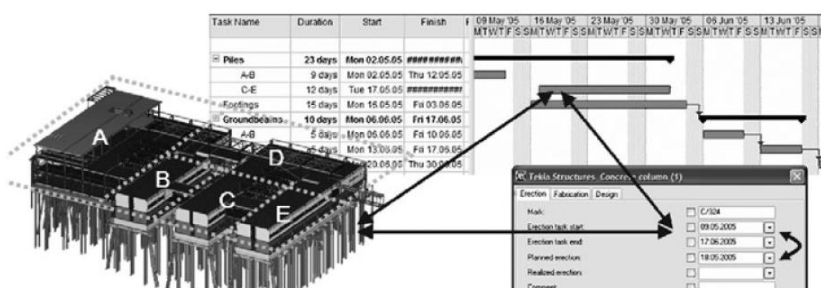
Η ανάπτυξη των μοντέλων στο Tekla είναι παραμετρική, αυτό σημαίνει ότι τα στοιχεία του μοντέλου προσαρμόζονται στις απαιτήσεις του έργου. Υπάρχουν τρία βοηθητικά εργαλεία λογισμικού, που μπορούν να ενσωματωθούν στο Tekla Structure (η πρότυπη δομή σχεδιασμού της Tekla), ονομαστικά είναι: οι λεπτομέρειες των μεταλλικών κατασκευών, οι λεπτομέρειες των προκατασκευασμένων στοιχείων, και οι λεπτομέρειες του οπλισμού του σκυροδέματος (βλ. Σχήμα 7.16, 7.17 και 7.18). Όλα τα σχέδια, που παράγονται από το ευφυές μοντέλο, εμφανίζονται αυτόματα στη τρέχουσα έκδοση του μοντέλου και δεν απαιτείται η χειροκίνητη ενημέρωσή τους. Οποιαδήποτε τμήμα του κτιρίου μπορεί να απεικονιστεί στο μοντέλο από τις συνδέσεις και τους συνδέσμους των μεταλλικών στοιχείων μέχρι και τα κιγκλιδώματα, τα σκαλοπάτια και τις ζεύξεις. Στη περίπτωση, που τα αντικείμενα της βιβλιοθήκης δεν ταιριάζουν ικανοποιητικά με το επιθυμητό αντικείμενο, τότε το επιθυμητό αντικείμενο μπορεί να δημιουργηθεί στο Tekla Structure με τη βοήθεια απλούστερων στοιχείων και να σωθεί έπειτα ως αντικείμενο της βιβλιοθήκης.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

Η προηγμένη γραφική διεπιφάνεια εισαγωγής (graphical input interface) μετατρέπει το Tekla Structure σε ένα άριστο εργαλείο ανάπτυξης και διαχείρισης μοντέλων, καθώς επίσης σε ένα πολύ αποτελεσματικό πλοηγό του μοντέλου και των διάφορων απόψεων του ή των μορφοποιημένων σχεδίων του. Ο χρονικός προγραμματισμός της κατασκευής μπορεί να προσομοιωθεί οπτικά από το μοντέλο και να συνδέεται με τη θέση και το χρόνο κατασκευής των στοιχείων του μοντέλου (βλ. Σχήμα 7.19).

Figure 3.22
Construction schedule to model connection in Tekla. (Image courtesy of Tekla.)



Σχήμα 7.19

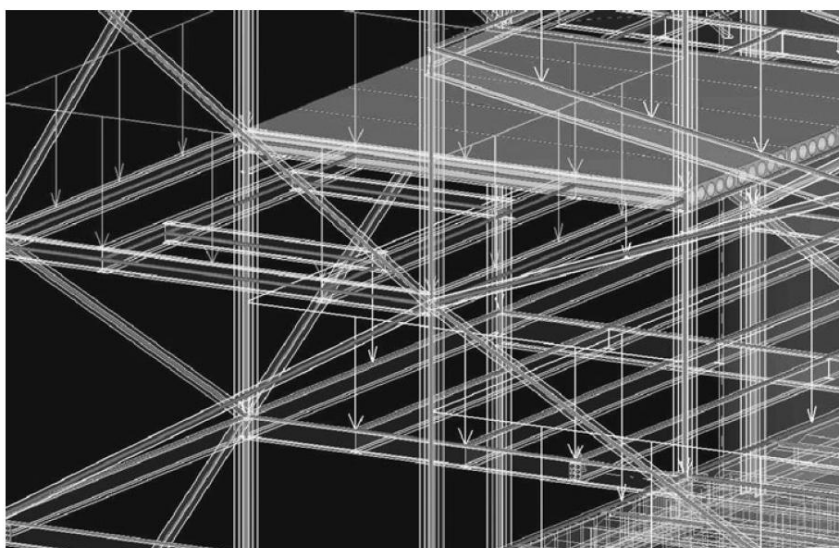


Figure 3.23
Loading assignments in structural model. (Image courtesy of Tekla.)

Σχήμα 7.20

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

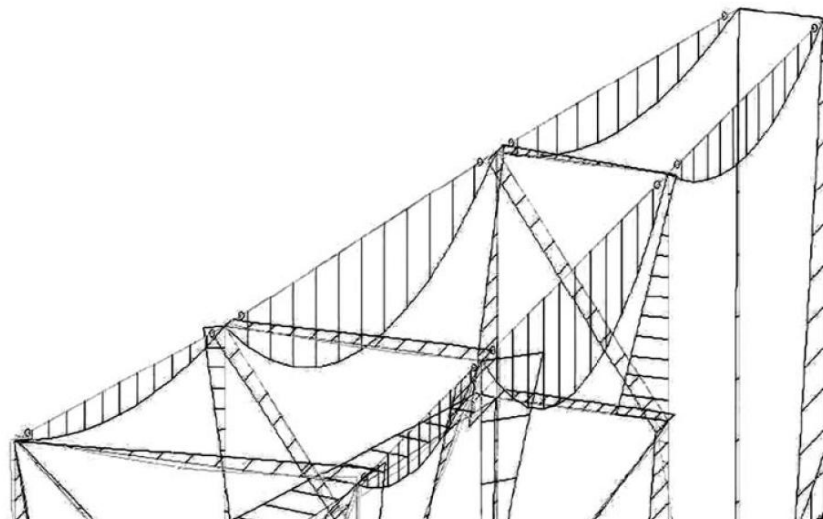
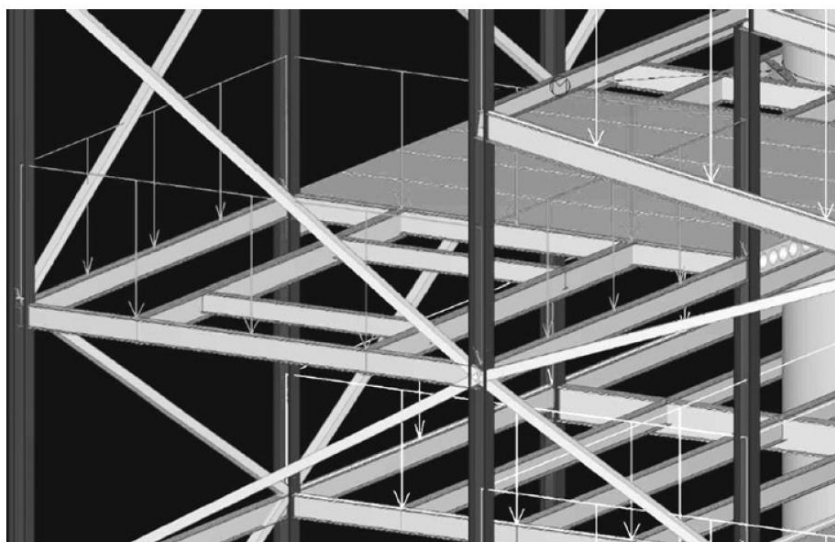


Figure 3.24
Structural analysis
in alternative
views. (Image
courtesy of Tekla.)



Σχήμα 7.21

Η μορφή αρχείου του μοντέλου της Tekla περιλαμβάνει και αυτή διεπιφάνειες με τις πιο συνηθισμένες μορφές αρχείου και επιτρέπει τη διασύνδεση με μερικά από τα εργαλεία ανάπτυξης μοντέλων των άλλων εταιρειών για τη μεταφορά και την ενσωμάτωση των πληροφοριών. Ο μηχανικός για το σχεδιασμό μπορεί να πραγματοποιήσει την ανάλυση του φορέα μιας μεταλλικής κατασκευής, ορίζοντας τις φορτίσεις και τις συνθήκες του φορέα στο τρισδιάστατο μοντέλο και από την ανάλυση του φορέα θα προκύψει ο

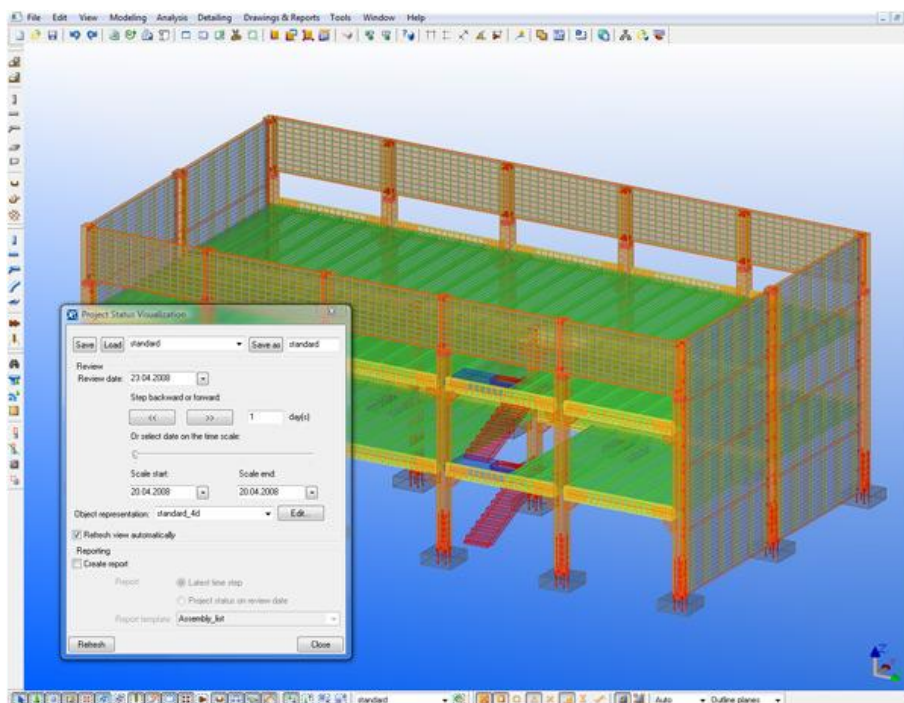
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

σχεδιασμός των μελών του φορέα. Όταν οι φορτίσεις ή το μοντέλο αλλάξουν, η ανάλυση θα ενημερωθεί αυτόματα όπως και οι υπολογισμοί των σχετικών τμημάτων του φορέα, (βλ. Σχήματα 7.20 και 7.21). Οι συνδέσεις δημιουργούνται (ημι)αυτόματα από το παραμετρικό σχεδιασμό με τις προδιαγραφές των μελών και ενημερώνονται αυτόματα με τις αλλαγές των διατάξεων για το σχεδιασμό των μελών.

Το ίδιο το μοντέλο μπορεί να αναπτυχθεί σε μοντέλο για τη παραγωγή των μελών του έργου και έπειτα να χρησιμοποιηθεί για την ανέγερση της κατασκευής, (βλ. Σχήμα 7.22). Η χρήση του μοντέλου για τη παραγωγή των μελών αναφέρεται ως Άμεση Ψηφιακή Ανταλλαγή (Direct Digital Exchange). Επίσης το μοντέλο είτε για το σχεδιασμό είτε για τη παραγωγή μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο συντονισμό των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων. Η δύναμη της Tekla είναι ο σχεδιασμός λογισμικού και η υποστήριξη των πελατών της. Η σειρά των λογισμικών προϊόντων πρόκειται να επεκταθεί σύντομα με διάφορα βοηθητικά λογισμικά εργαλεία για τη διαχείριση της κατασκευής.

Η ιστοσελίδα της εταιρίας είναι <http://www.tekla.com/>



Σχήμα 7.22 Tekla, Tekla Structures, τοποθέτηση των προκατασκευασμένων μελών

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

7.3 Εργαλεία οπτικοποίησης/προβολής μοντέλων [8]

Ένα εργαλείο οπτικοποίησης/προβολής μοντέλων δημιουργεί ολόκληρο το μοντέλο στη διάσταση της επιφάνειας. Που σημαίνει, ότι ένα κουτί θα έχει έξι πλευρές, οι οποίες όλες θα αποδίδονται ως μητρωϊκά επίπεδα, αλλά όσο και να εμπλέκεται το λογισμικό, το κιβώτιο δε θα περιέχει τίποτα στο εσωτερικό του.

7.3.1 NavisWorks [3]

Το NavisWorks είναι το καλύτερο λογισμικό εργαλείο για την πρώτη επαφή με την ΨΑΚΠ. Το NavisWorks είναι ένα εργαλείο οπτικοποίησης μοντέλων και έχει πολλές χρήσιμες εφαρμογές σχεδόν σε όλες τις φάσεις του έργου που χρησιμοποιείται η ΨΑΚΠ. Για όποιον δεν έχει συνηθίσει τα τρισδιάστατα μοντέλα, είναι το κατάλληλο λογισμικό για να αρχίσει να μαθαίνει να βλέπει, να πλοηγείται, και να καταλαβαίνει το εικονικό περιβάλλον. Το NavisWorks λειτουργεί περισσότερο ως ένα παιχνίδι Η/Υ, και επειδή δεν είναι ένα εργαλείο ανάπτυξης μοντέλων, καθορίζει αυστηρά τα όρια και τον αριθμό των στοιχείων που συμμετέχουν στην ανάλυση.

Ο κύριος στόχος του NavisWorks είναι να προσφέρει ένα τρισδιάστατο διαλειτουργικό μοντέλο για το σχεδιασμό ενός κτιρίου και για τη φάση της κατασκευής. Πολλά διαφορετικά εργαλεία λογισμικού χρησιμοποιούνται από διάφορους επιστημονικούς κλάδους, τα οποία χρησιμοποιούν διαφορετικές μορφές αρχείων, για αυτό και η ανάγκη για διαλειτουργικότητα στα λογισμικά είναι βασική για την εφαρμογή της ΨΑΚΠ. Όμως τα περισσότερα από αυτά τα εργαλεία δεν εισάγουν ή εξάγουν τη μορφή αρχείου του άλλου λογισμικού εργαλείου. Το NavisWorks είναι ένα εργαλείο οπτικοποίησης μοντέλων και διαβάζει σχεδόν οποιαδήποτε τρισδιάστατη μορφή αρχείου. Μια ομάδα του έργου, που χρησιμοποιεί τη ΨΑΚΠ αντιμετωπίζει τέσσερα σημαντικά ζητήματα με τα οποία το NavisWorks ασχολείται: να διαβάζει διαφορετικές μορφές αρχείων από διαφορετικά λογισμικά, να εισάγει και να χειρίζεται τεράστια αρχεία, να συνδυάζει διαφορετικούς τύπους αρχείων στο ίδιο αρχείο μαζί επιτυχώς, και να διευκολύνει τις γραφικές ανταλλαγές πληροφοριών μεταξύ ολόκληρης της ομάδας του έργου. Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει άλλο λογισμικό που το κάνει όλα αυτά τόσο καλά όσο το NavisWorks.

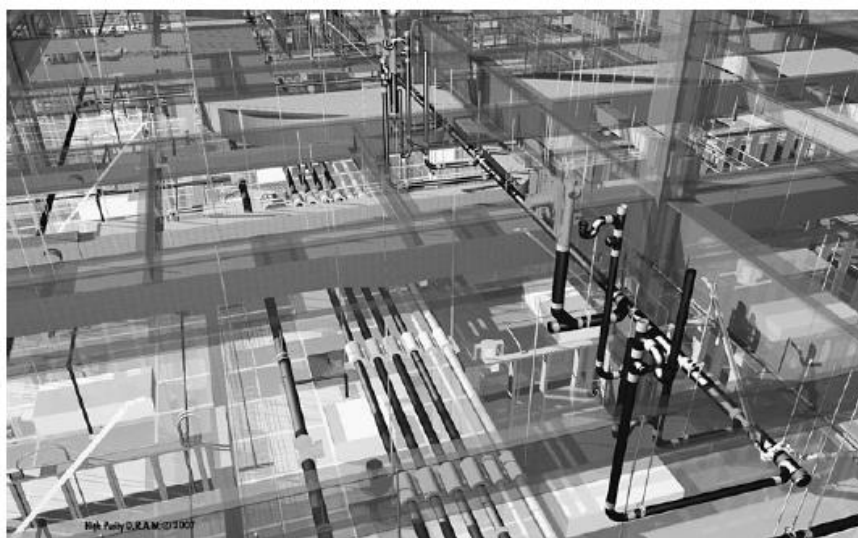
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

Ένας λόγος, που το NavisWorks μπορεί να χειρίζεται τεράστια αρχεία και να πλοηγείται στο εικονικό περιβάλλον τόσο εύκολα, είναι ότι όλα τα μοντέλα μεταφράζονται σε μοντέλα προβολής. Για να γίνει αυτό αναγκαστικά αφαιρούνται μερικές από τις πληροφορίες (και το μεγαλύτερο μέρος της νοημοσύνης τους) από το αρχικό μοντέλο, αλλά αυτό δεν είναι γενικά ιδιαίτερο πρόβλημα. Αυτό που απομένει είναι όλες οι επιφανειακές και οι χωρικές πληροφορίες και έτσι διατηρούνται όλα τα εικονικά δεδομένα και μπορεί να πραγματοποιηθεί η ανάλυση της ακολουθίας των δραστηριοτήτων και των ασυμβατοτήτων της κατασκευής. Στη σειρά λογισμικών εργαλείων του NavisWorks περιέχεται το Roamer, το οποίο είναι το βασικό «εργαλείο» για το NavisWorks και μπορεί να προβάλει και να συνδυάζει μοντέλα. Επίσης υπάρχει ένας ελεύθερος προβολέας, που ονομάζεται Freedom και μπορεί να διαβάσει το ήδη έτοιμο πολυσύνθετο (ή αυτοτελές) μοντέλο στη σωστή μορφή αρχείου. Το Freedom είναι για τους χρήστες, οι οποίοι δεν επιθυμούν να αναλύσουν ή να διαχειριστούν τα έργα, αλλά απλά επιθυμούν να έχουν μια οπτική πρόσβαση στο μοντέλο. Ειδικές λειτουργίες μπορούν να προστεθούν στο Roamer, όπως το Clash Detective για το συντονισμό της ανάλυσης των ασυμβατοτήτων, το Publisher που παρέχει τα αρχεία που διαβάζονται από το Freedom, το Presenter για την επεξεργασία σε υψηλή απόδοση των όψεων του μοντέλου, και το Time Liner για τη δημιουργία της ανάλυσης της χρονικής ακολουθίας των δραστηριοτήτων για τη κατασκευή.

Figure 3.11

A sample of a detailed model "above the ceiling" in a medical facility, rendered in NavisWorks. (Image courtesy of NavisWorks.)

**Σχήμα 7.23**

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

Το Clash Detective είναι το δημοφιλέστερο από τα εργαλεία του NavisWorks. Είναι ικανό να βρίσκει και να προσδιορίζει τις περιοχές όπου τα μέρη του μοντέλου αλληλεπικαλύπτονται (έχουν το ίδιο χώρο στο μοντέλο). Αυτό είναι ανεκτίμητο για το συντονισμό των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου. Οι αλληλεπικάλυψες όχι μόνο βρίσκονται και απαριθμούνται, αλλά και μπορούν να ρυθμιστούν μέσω του ίδιου λογισμικού έως ότου εξαφανιστούν ή επιλυθούν. Το Time Liner είναι πολύ χρήσιμο στην δημιουργία μιας προσομοίωσης της χρονικής ακολουθία των δραστηριοτήτων της κατασκευής (ή των εγκαταστάσεων) ενός έργου. Είτε εισάγοντας ένα χρονοδιάγραμμα της κατασκευής από ένα εξωτερικό λογισμικό ή είτε με την κατασκευή ενός νέου χρονοδιαγράμματος στο Time Liner, τα στοιχεία του τρισδιάστατου μοντέλου μπορούν να διασυνδεθούν με μια προγραμματισμένη δραστηριότητα, και με αυτό το τρόπο τα στοιχεία εμφανίζονται (ή εξαφανίζονται) κατά τη διάρκεια μιας ηλεκτρονικής προσομοίωσης της χρονικής σειράς της κατασκευής. Αυτό είναι ένας άριστος τρόπος για να δει κάποιος τη πρόοδο της κατασκευής εικονικά. Το 2007 η Autodesk αγόρασε το NavisWorks.

**Σχήμα 7.24**

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

Τα Σχήματα 7.23, 7.24 αποδόθηκαν με το NavisWorks. Υπάρχουν πολλά πακέτα λογισμικών που ειδικεύονται στη δημιουργία υψηλής ευκρίνειας απόδοσης εικόνων από το τρισδιάστατο μοντέλο, αλλά για το NavisWorks αυτή η δυνατότητα είναι μια εύκολη διαδικασία.

Η ιστοσελίδα της εταιρίας είναι <http://usa.autodesk.com/navisworks/>

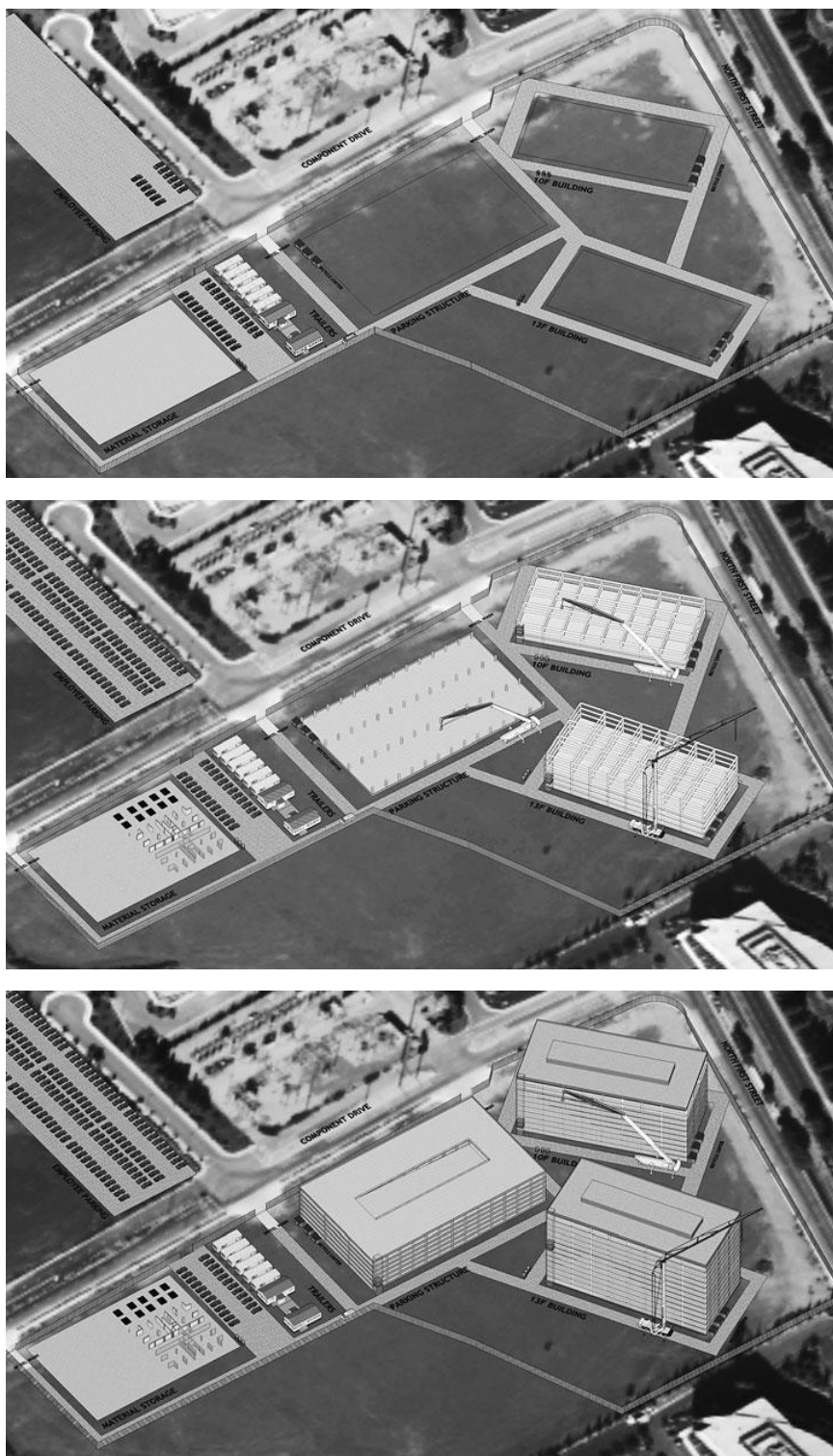
7.3.2 Google-SketchUp [3]

Το πρωτότυπο SketchUp αναπτύχθηκε από τη @Last Software και έχει μεγάλη απήχηση στη βιομηχανία σχεδιασμού. Το λογισμικό ανήκει πλέον στη Google. Το SketchUp είναι ένα εργαλείο προβολής μοντέλων· δεν προσπαθεί να είναι ένα εργαλείο της ΨΑΚΠ, αλλά οπωσδήποτε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα εργαλείο της ΨΑΚΠ. Φυσικά αυτό σημαίνει ότι οι περιορισμοί του μοντέλου που πρέπει να ληφθούν από ένα πιο «δημιουργικό» μυαλό. Οι περιορισμοί συσχετίζονται κατά κύριο λόγο με το είδος των πληροφοριών που μπορούν να περιληφθούν από το ίδιο το μοντέλο· αυτές οι πληροφορίες συσχετίζονται συνήθως με το μέγεθος, τη τοποθεσία, και την όψη του κτιρίου. Τα στοιχεία του είναι απλά συλλογές επιφανειών. Ο τρόπος με τον οποίο το SketchUp μπορεί να γίνει ένα εργαλείο της ΨΑΚΠ έγκειται στην ικανότητα του να μεταβιβάζει γρήγορα ουσιαστικές πληροφορίες για μια περίπτωση (συνήθως σχετικά με το μέγεθος, τοποθεσία, και την όψη του κτιρίου) σε ένα τρισδιάστατο μοντέλο. Αυτό το μοντέλο δεν πρέπει πάντα να είναι μέρος ή να επισυνάπτεται σε μια πιο πολύπλοκη ΨΑΚΠ, απλά μπορεί να είναι ένα εργαλείο επικοινωνίας για ένα συγκεκριμένο ζήτημα. Ένα μοντέλο SketchUp μπορεί να εισαχθεί στο NavisWorks και να διαβάζουν μαζί οποιοδήποτε άλλο μοντέλο που μπορεί επίσης να εισαχθεί στο εργαλείο προβολής μοντέλων. Ακόμα στο NavisWorks, είναι ακόμα δυνατό να λειτουργήσει το Clash Detective στο SketchUp μοντέλο, ή να χρησιμοποιηθεί το Time Liner. Αλλά και πάλι, οι περιορισμοί του μοντέλου πρέπει να ληφθούν υπόψη, γιατί το SketchUp δεν προορίζεται να είναι εργαλείο ανάπτυξης μοντέλων με πολλές πληροφορίες, (βλ. Σχήμα 7.25).

Η ιστοσελίδα της εταιρίας είναι <http://sketchup.google.com/>

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ



Σχήμα 7.25

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

7.4 Εργαλεία υπολογιστικής ανάλυσης των μοντέλων [8]

Τα εργαλεία υπολογιστικής ανάλυσης των μοντέλων είναι εκείνα τα ανεξάρτητα εργαλεία λογισμικού που ειδικεύονται να εισάγουν δεδομένα από τα εργαλεία ανάπτυξης μοντέλων με σκοπό τη προσομοίωση και την ενεργειακή ανάλυση. Υπάρχει ένα ευρύ σύνολο αυτών των λογισμικών, μερικά από τα οποία είναι τα ακόλουθα:

7.4.1 Energy+

Το EnergyPlus είναι το κύριο εργαλείο λογισμικού που χρησιμοποιείται για την ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης των εμπορικών κέντρων από το Department of Energy's Building Technologies Program. Αναπτύχθηκε το 1996 από το DOE (Department of Energy), το EnergyPlus είναι ένα εργαλείο λογισμικού νέας γενιάς για τη ενεργειακή κτιριακή προσομοίωση και στηρίζεται στα χαρακτηριστικά και στις ικανότητες του BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) και DOE-2.

7.4.2 DAYSIM

Το DAYSIM είναι ένα εργαλείο υπολογιστικής ανάλυσης της ηλιακής ενέργειας και υπολογίζει την ετήσια διαθέσιμη ηλιοφάνεια της ημέρας στα κτίρια καθώς επίσης την ηλιακή ενέργεια, που χρησιμοποιείται με τα αυτοματοποιημένα ηλιακά χειριστήρια (αισθητήρες ανίχνευσης, φωτοκύτταρα) σε σχέση με τους τυποποιημένους on/off διακόπτες. Στις μετρήσεις της απόδοσης της δυναμική ηλιακής ενέργειας από το DAYSIM συμπεριλαμβάνονται η αυτονομία της ηλιακής ενέργειας και ο δείκτης της ημερησίας ηλιοφάνειας.

7.4.3 ApacheSIM

Αυτό το εργαλείο υπολογιστικής ανάλυσης επιτρέπει στο χρήστη να ορίσει το μέγεθος της απόδοσης κάθε είδος θερμικής ενέργειας από την ετήσια ενεργειακή κατανάλωση και εκπομπή του άνθρακα έως και τις μεμονωμένες επιφανειακές θερμοκρασίες. Το ApacheSim είναι στον πυρήνα της λογικής της IES (Illuminating Engineering Society) για τα παράγωγα της θερμικής ανάλυση, που προσομοιάζει τη κάθε τμήμα θερμικής απόδοσης: η ηλιακή σκίαση και επίδραση (SunCast), τα συστήματα HVAC (Heating, Ventilation,

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 7ο: Λογισμικά για τη ΨΑΚΠ

and Air Conditioning) και ο έλεγχος (ApacheHVAC) και ο φυσικός εξαερισμός και ο συνδυασμός συστημάτων (MacroFlo).

7.4.4 LifeCycle

Η NREL (National Renewable Energy Laboratory) και οι συνεργάτες της δημιούργησαν τη U.S. Life-Cycle Inventory Database για να βοηθήσει τους ειδικούς εκτίμησης του κύκλου ζωής στο προσδιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υλικών που χρησιμοποιούνται στη κατασκευαστική βιομηχανία και στις άλλες βιομηχανίες. Η βάση δεδομένων παρέχει από την αρχή ως το τέλος του έργου μια μέτρηση των ενεργειακών και υλικών ροών μέσα και έξω από το περιβάλλον που συνδέονται με την παραγωγή ενός υλικού, ενός συστατικού ή μιας μονάδας. Είναι μια απευθείας συνδεδεμένη αποθήκη των συλλεγμένων δεδομένων, που αυτά είναι κατά γενικό κανόνα τα υλικά που χρησιμοποιούνται, τα προϊόντα και οι διαδικασίες.

Επισήμανση:

Οι παραπάνω περιγραφές είναι μόνο ένα δείγμα από τις πιο χαρακτηριστικές εταιρείες λογισμικού και εργαλείων BIM. Δεν εξαντλεί σε καμία περίπτωση τις εταιρείες λογισμικού που περιέχουν εργαλεία για την ψηφιακή απεικόνιση κτιριακών πληροφοριών ή τα προϊόντα που διαθέτουν οι εταιρείες. Είναι επίσης απαραίτητο να αναφερθεί, ότι τα υφιστάμενα εργαλεία εξελίσσονται συνεχώς, και κατά συνέπεια οι παραπάνω περιγραφές των χαρακτηριστικών των συγκεκριμένων εργαλείων θα είναι σύντομα πεπαλαιωμένες. [3]

Σημείωση:

*Για περισσότερες πληροφορίες για τη μέθοδο με **Γραμμές Ισορροπίας** (Line of Balance) και **επίπεδα ελέγχου του έργου** (work breakdown structure, WBS), που αναφέρονται στην υποενότητα 7.2.3, μπορείτε να ανατρέξετε στις ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ για το 7^ο Εξάμηνο Πολιτικών Μηχανικών, ΤΕΥΧΟΣ Α' ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ & ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΡΓΩΝ, Πάρις Παντουβάκης, Αναπλ. Καθηγητής Ε.Μ.Π., Αθήνα 2003.*

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 8ο: Η ΨΑΚΠ στη κατασκευή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Η ΨΑΚΠ ΣΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Σκοπός:

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται περιπτώσεις έργων, στα οποία εφαρμόστηκε η ΨΑΚΠ στο σχεδιασμό ή στη κατασκευή τους, συμβάλλοντας στην αντιμετώπιση προβλημάτων.

8.1 Πρώτη περίπτωση μελέτης: AGC, (Associated General Contractors of America) στη Lake Tahoe [16]

Η αναφορά της συγκριμένης περίπτωσης έχει ως στόχο να παρουσιάσει τη δυνατότητα εφαρμογής της ΨΑΚΠ για το λεπτομερή σχεδιασμό ενός μεγάλου σε μέγεθος έργου, όπως αυτό εμφανίζεται στο Σχήμα 8.1, από συμμετέχοντες, οι οποίοι δεν βρίσκονται στον ίδιο χώρο. Ο σχεδιασμός έγινε στο περιβάλλον του λογισμικού Planning System της Onuma και είχε τη μορφή πειραματικής άσκησης.

Ο στόχος της πειραματικής άσκησης του AGC, BIMForum (η Associated General Contractors of America (AGC) είναι η Ένωση Γενικών Εργολάβων Αμερικής και το BIMForum είναι η ομάδα πρωτοβουλίας της AGC για την εφαρμογή της ΨΑΚΠ στα Τεχνικά Έργα) στη Lake Tahoe το 2008 ήταν να εξετάσουν τη συνεργασία μεταξύ μελετητών, οι οποίοι δε βρίσκονται στον ίδιο χώρο για το σχεδιασμό μιας περιοχής στη Lake Tahoe. Περίπου 150 συμμετέχοντες, ανάμεσα τους μελετητές, ανάδοχοι, υπεργολάβοι, ιδιοκτήτες, δικηγόροι και ακαδημαϊκοί, έλαβαν μέρος σε αυτό το πρόγραμμα.

Το **Onuma Planning System** ήταν το λογισμικό, που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη παγκόσμια συνεργασία σε πραγματικό χρόνο για την χρήση της ΨΑΚΠ. Σε 24 ώρες, οι συμμετέχοντες στο BIMForum, (εκπρόσωποι δημόσιων αρχών, αρχιτέκτονες, κατασκευαστές, ανάδοχοι και ο κύριος του έργου), σχεδίασαν ένα πολυώροφο κτίριο με ζωντανή ανταλλαγή πληροφοριών και με τη χρήση της ΨΑΚΠ μέσω διαδικτύου.

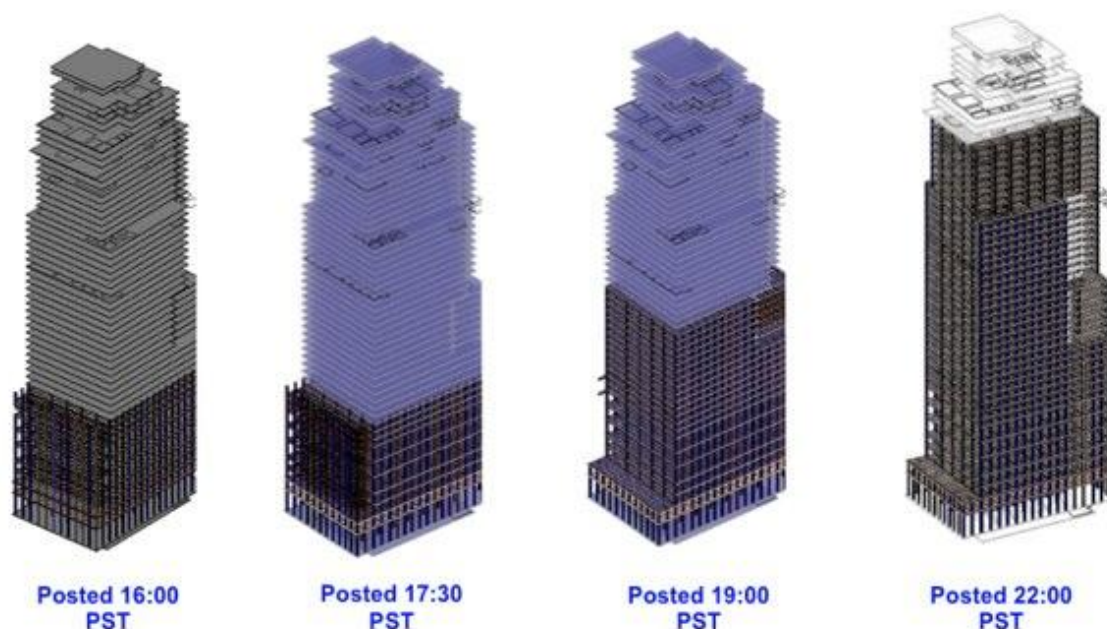
Παρακάτω γίνεται η συνοπτική παρουσίαση της πειραματικής άσκησης. Για τα ανωτέρω προγράμματα πληροφορίες μπορεί να ανατρέξει κανείς στη πηγή Δ.5 του παραρτήματος Α.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 8ο: Η ΨΑΚΠ στη κατασκευή

8.1.1 Περιγραφή της εφαρμογής

- Η εφαρμογή παρουσιάστηκε από το AGC, BIMForum στη Lake Tahoe στις 26-27 Ιουνίου 2008.
- Στη πειραματική άσκηση σχεδιάστηκε πολυώροφο κτίριο σε 24 ώρες. Το επόμενο βήμα ήταν η ανάθεση του έργου για να κατασκευαστεί.
- Στη πειραματική άσκηση έγινε:
 - Ο έλεγχος της κατασκευασιμότητας του έργου
 - Η κατάρτιση του προϋπολογισμού του έργου
 - Η διαστασιολόγηση των τμημάτων του φέροντα οργανισμού
 - Ο προγραμματισμός της εξέλιξη του έργου
 - Η ταυτόχρονη συμμετοχή του κύριου το έργου, των εκπροσώπων του δημοσίου, των αρχιτεκτόνων, των λοιπών μελετητών και των κατασκευαστών



Σχήμα 8.1 Το έργο που μελετήθηκε επιδεικτικά

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 8ο: Η ΨΑΚΠ στη κατασκευή

8.1.2 Περιγραφή των βημάτων της πειρατικής άσκησης

Τα βήματα της διαδικασίας που πραγματοποιήθηκαν για το σχεδιασμό είναι τα εξής, βλ. Σχήμα 8.1:

- Άρχισε η μελέτη με ένα πίνακα Excel των 1600 κελιών την 31 Ιανουαρίου. (8:00 πμ)
- Τα στοιχεία του Excel μεταφέρθηκαν στο λογισμικό της Opuma και δημιουργήθηκε το πρώτο μοντέλο. (8:10 πμ)
- Το τελικό μοντέλο ολοκληρώθηκε στις 9:00 πμ. Οριστικοποιήθηκαν οι πλάκες των ορόφων και ο πυρήνας των ανελκυστήρων.
- Η ομάδα στατικής μελέτης του φορέα, το γραφείο SSFM στη Χονολουλού, παίρνει το αρχείο σε μορφή IFC από την Opuma και αρχίζει την εργασία διαστασιολόγησης του φορέα με το πρόγραμμα **Revit Structure** της Autodesk.
- Το πρώτο στατικό μοντέλο υποβλήθηκε πριν τις 4:00 μμ ώρα Ειρηνικού.
- Άλλη ομάδα της SSFM στη Μανίλα παίρνει στο τέλος της ημέρας την αρχική διαστασιολόγηση και ολοκληρώνει το στατικό μοντέλο.

8.1.2 Η περιγραφή της συνεργασίας

Η ομάδα της AGC έλαβε το σχεδιασμό των πύργων και μια σειρά σχεδίων για τη κατασκευασιμότητα, με την λεπτομερή ανάλυση του φορέα και των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων (δείγματα των μοντέλων παρουσιάζονται παρακάτω). Πραγματοποιήθηκε μία καταπληκτική συλλογική συνεργασία σε πολύ λίγο χρόνο για τη μελέτη της κατασκευής από σκυρόδεμα και της μεταλλικής κατασκευής. Το ύψος των ορόφων μειώθηκε και έτσι το γενικό ύψος, και ο συνολικός όγκος μειώθηκαν. Η λεπτομερής μελέτη της μεταλλικής κατασκευής με τα λογισμικά **Revit Structural** και **Tekla** βελτίωσε ακόμα περισσότερο το σχεδιασμό. Η λεπτομερής ηλεκτρομηχανολογική μελέτη οριστικοποίησε τις επιλογές σχεδιασμού των αντίστοιχων συστημάτων. Το τελικό αποτέλεσμα ολοκληρώθηκε σε μερικές ημέρες. **Συνήθως χρειάζονται εβδομάδες ή μήνες για να φτάσει ο σχεδιασμός μεταξύ των ομάδων σε αυτό το επίπεδο λεπτομέρειας.**

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 8ο: Η ΨΑΚΠ στη κατασκευή

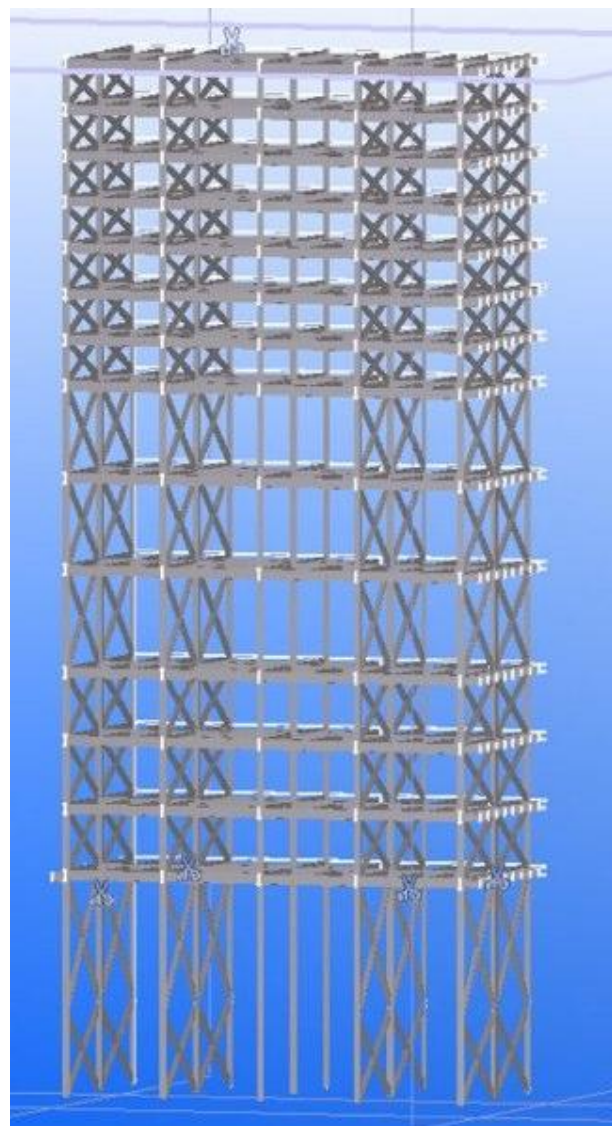
8.1.3 Μερικά δείγματα της συνεργασίας

8.1.3.1 Στατικά μοντέλα

Η λεπτομερή ανάλυση του στατικού μοντέλου στο Σχήμα 8.2 έγινε με το Revit (Autodesk), και στο Σχήμα 8.3 με το λογισμικό της Tekla.



Σχήμα 8.2



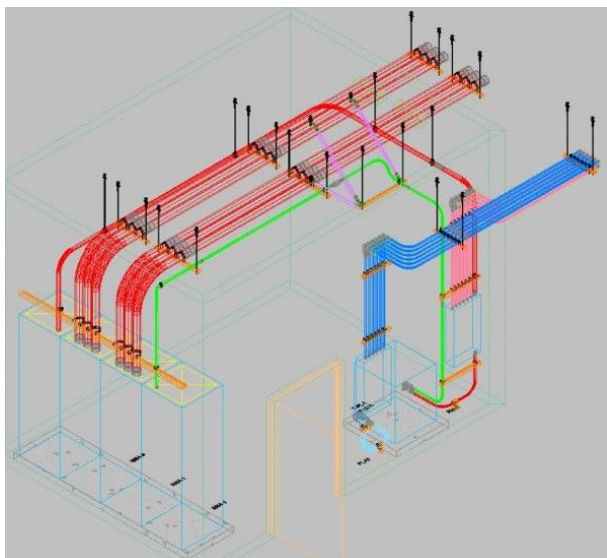
Σχήμα 8.3

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

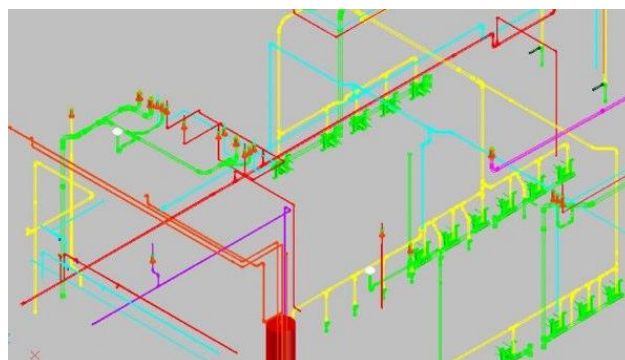
Κεφάλαιο 8ο: Η ΨΑΚΠ στη κατασκευή

8.1.3.2 Ηλεκτρομηχανολογικά και υδραυλικά συστήματα

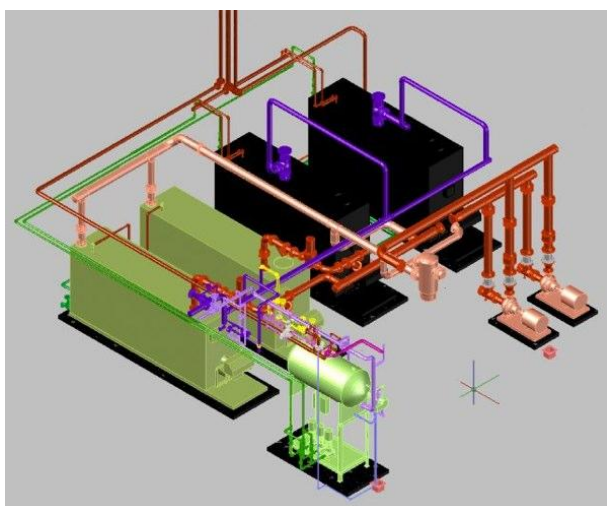
Παρακάτω γίνεται η παρουσίαση εικόνων από τα μοντέλα, που δημιουργήθηκαν, για τα Η/Μ και υδραυλικά συστήματα.



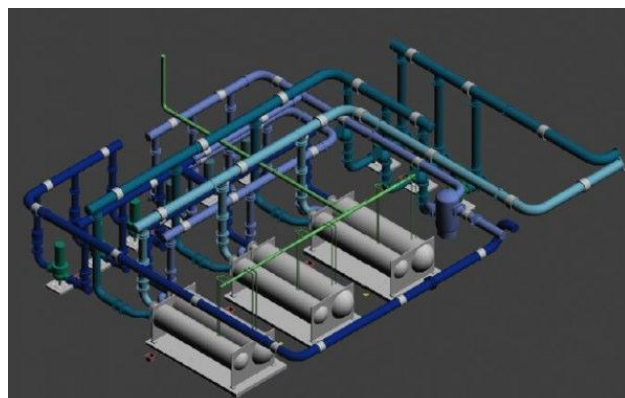
Σχήμα 8.4, Χώρος Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (Electrical Room)



Σχήμα 8.5, Υδραυλικές εγκαταστάσεις (Plumbing)



Σχήμα 8.6, Λέβητας (Boiler)



Σχήμα 8.7, Μονάδα Κλιματισμού (Chiller)

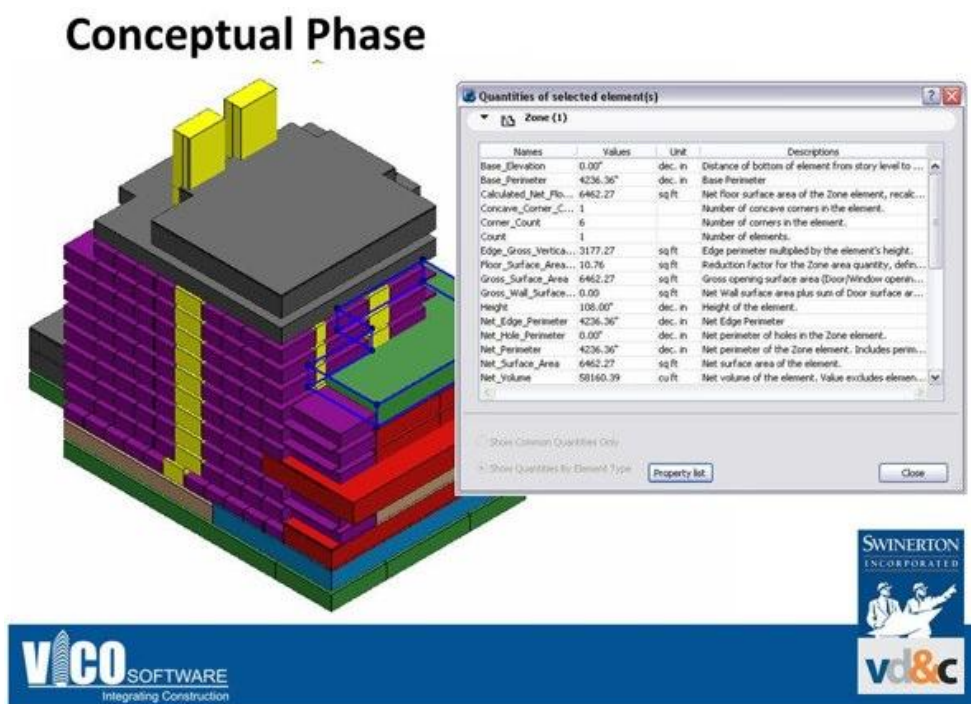
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 8ο: Η ΨΑΚΠ στη κατασκευή

8.1.4 Μελέτη του φέροντα οργανισμού (σκυρόδεμα και χάλυβα)

Η εταιρεία Schuff ανέλαβε τη μελέτη του φορέα. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές προτάσεις για το σχεδιασμό των εικονικών αντικειμένων στο φορέα του κτιρίου:

- Καθορίστηκε η ακολουθία των εργασιών κατά όροφο. Μέχρι τον 3ο όροφο η κατασκευή του ορόφου διαρκεί 3 εβδομάδες και από το 4ο όροφο διαρκεί 2 εβδομάδες.
- Έγινε η προμέτρηση και ο προϋπολογισμός του φέροντα οργανισμού (βλ. Σχήμα 8.10)

**Σχήμα 8.9**

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 8ο: Η ΨΑΚΠ στη κατασκευή

Concrete Estimate

| Structures and Quantities | | Recipes | Methods | Resources | | | | | |
|---------------------------|---|---------|---------|-----------|----------------------|-----------|-----------------|-----------------------|-------------|
| Code | Specification | | | | Quantity | Unit | USD/Unit | USD | Hours |
| B | SHELL | | | | | | | 102 301 675.92 | |
| B10 | SUPERSTRUCTURE | | | | | | | 74 544 833.01 | |
| B1010 | Structure | | | | | | | 26 124 737.36 | |
| B1010 B1010.2101 | PreCast Beam 30ft | | | | 197 997.94 | cf | 44.97 | 8 904 660.35 | 0.00 |
| 03410.00 1002 | PreCast Beams 30ft Span (PreCast Structure) | | | | 7 333.25 | cy | 1 214.29 | 8 904 660.35 | 0.00 |
| 3 03410.0002 | PreCast Beams 30ft Span (PreCast Structure) | | | | 10 476.07 | cy | 850.00 | 8 904 660.35 | |
| B1010 B1010.2110 | PreCast Column | | | | 290 589.09 | cf | 59.26 | 17 220 077.00 | 0.00 |
| 03410.00 1008 | PreCast Columns 12ft (PreCast Structure) | | | | 10 762.55 | cy | 1 600.00 | 17 220 077.00 | 0.00 |
| 3 03410.0008 | PreCast Columns 12ft (PreCast Structure) | | | | 16 557.77 | cy | 1 040.00 | 17 220 077.00 | |
| B1020 | Floor Decks | | | | | | | 48 420 095.65 | |
| B1020 B1020.1200 | Slab on Deck-Composit | | | | 1 291 023.30 | cf | 37.51 | 48 420 095.65 | 0.00 |
| 03210.92 1001 | Concrete Reinforcing (Slab on Composite Deck) | | | | 71 006 281.50 | lb | 0.55 | 39 053 454.83 | 0.00 |
| 3 03210.9201 | Concrete Reinforcing (Slab on Composite Deck) | | | | 35 503.14 | ton | 1 100.00 | 39 053 454.83 | |
| 03310.00 1017 | 3500 psi Concrete Material (Slab on Composite Deck) | | | | 47 815.63 | cy | 72.00 | 3 442 725.36 | 0.00 |
| 2 03310.0017 | 3500 psi Concrete Material (Slab on Composite Deck) | | | | 47 815.63 | cy | 72.00 | 3 442 725.36 | |
| 03315.00 1024 | Place SOD w/Pumped Concrete (Slab on Composite Deck) | | | | 47 815.63 | cy | 20.50 | 980 220.41 | 0.00 |
| 3 03315.0024 | Place SOD w/Pumped Concrete (Slab on Composite Deck) | | | | 47 815.63 | cy | 20.50 | 980 220.41 | |
| 03315.00 1025 | Finish Slab on Deck (Slab on Composite Deck) | | | | 1 936 534.50 | sf | 0.65 | 1 258 747.43 | 0.00 |
| 3 03315.0025 | Finish Slab on Deck (Slab on Composite Deck) | | | | 1 936 534.50 | sf | 0.65 | 1 258 747.43 | |
| 05310.72 1010 | Composite Deck 20 Ga 2.0in (Slab on Composite Deck) | | | | 1 936 534.50 | sf | 1.75 | 3 388 935.38 | 0.00 |
| 3 05310.7210 | Composite Deck 20 Ga 2.0in (Slab on Composite Deck) | | | | 1 936 534.50 | sf | 1.75 | 3 388 935.38 | |

Σχήμα 8.10 Προϋπολογισμός του φέροντος οργανισμού από σκυρόδεμα

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 8ο: Η ΨΑΚΠ στη κατασκευή

8.2 Δεύτερη περίπτωση μελέτης: Το DUBAI MALL [10]

Στην περίπτωση αυτή παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο η Consolidated Contractors Company (CCC) πέτυχε τη μείωση του κόστους του έργου με την εφαρμογή της τεχνολογίας ΨΑΚΠ για τον έλεγχο και τη διαχείριση των υπολογισμών για την εκτίμηση των ποσοτήτων (Quantity Surveyor ή QS).

8.2.1 Μια σύντομη περιγραφή του έργου**Σχήμα 8.11**

Το DUBAI MALL είναι το μεγαλύτερο εμπορικό κέντρο στον κόσμο. Προσφέρει έναν τεράστιο αριθμό καταστημάτων και ένα πλήθος ανέσεων, Σχήμα 8.11.

Το γενικό κόστος της κατασκευής του ανέρχεται στα 1,3 δισεκατομμύρια δολάρια. Περιλαμβάνει μια συνολική περιοχή έκτασης 12 εκατομμυρίων τετραγωνικών ποδιών, από τα οποία

τα εννέα εκατομμύρια τετραγωνικά πόδια ενοικιάζονται ως εμπορικός χώρος. Το εμπορικό κέντρο προσφέρει ένα πλήθος επιλογών ψυχαγωγίας, συμπεριλαμβανομένου μιας αίθουσα παγοδρομίας ολυμπιακών διαστάσεων και ενός εσωτερικού ενυδρείου 10 εκατομμυρίων λίτρων. Στα διαστήματα αιχμής αναμένονται πάνω από 50.000 πελάτες και συνολικά πάνω από 30 εκατομμύρια επισκέπτες ετησίως.

Το DUBAI MALL είναι ένα μέρος του μέγα-έργου των 20 δισεκατομμυρίων δολαρίων «Downtown Burj Dubai Development», στο οποίο περιλαμβάνεται το πιο ψηλό κτίριο στον κόσμο. Το κύριο δομικό υλικό του εμπορικού κέντρου είναι το σκυρόδεμα, που υπολογίζεται περίπου σε **600.000 κυβικά μέτρα**.

Ο υπεύθυνος ανάδοχος για τη μελέτη και τη κατασκευή του ήταν **η CCC με έδρα την Αθήνα**. Η CCC δημιουργήθηκε το 1952 από τρεις νέους επιχειρηματίες που ένωσαν τις δυνάμεις τους για να δημιουργήσουν μία από τις πρώτες σύγχρονες αραβικές κατασκευαστικές εταιρείες.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 8ο: Η ΨΑΚΠ στη κατασκευή



Σχήμα 8.12

Με πάνω από μισό αιώνα συνεχόμενης ανάπτυξης, η CCC (Σχήμα 8.12) έχει γίνει μία από τις παγκοσμίως μεγαλύτερες κατασκευαστικές εταιρείες - με περισσότερους από 150.000 υπαλλήλους και ετήσια έσοδα 4 δισεκατομμύρια δολάρια.

Η φιλοσοφία της CCC βασίζεται στην αμοιβαία εμπιστοσύνη με τους πελάτες και το σεβασμό του κοινωνικού περιβάλλοντος, στο οποίο λειτουργούν.

8.2.2 Πρόβλημα

Τα πρακτικά προβλήματα των συνηθισμένων διαδικασιών για την προμέτρηση των ποσοτήτων σε ένα έργο τέτοιου μέγεθους, (σχήμα 8.13), θα είχαν τεράστιες επιπτώσεις στο κόστος και στο χρόνο παράδοσης του έργου.

Με τη συνηθισμένη διαδικασία για τους υπολογισμούς, ο πραγματικός αριθμός των υπολογισμών ήταν υπερβολικά μεγάλος:

- Το εμπορικό κέντρο περιελάμβανε 32 κτίρια, απαιτώντας για το κάθε ένα κατά μέσο όρο 360 υπολογιστικά φύλλα στο Microsoft Excel.
- Κάθε ομάδα υπολογιστικών φύλλων απαιτούσε κατά μέσον όρο, ένα τεύχος χιλίων σελίδων με τους υπολογισμούς των ποσοτήτων
- Σε κάθε έγγραφο έπρεπε να υπάρχει ακρίβεια στους υπολογισμούς και να έχει μία αυστηρά συγκεκριμένη μορφή.



Σχήμα 8.13

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 8ο: Η ΨΑΚΠ στη κατασκευή

- Οι νέες αναθεωρήσεις για αλλαγές στο σχεδιασμό ή σε ένα τμήμα του έργου έπρεπε να παρουσιαστούν με ένα αναθεωρημένο πακέτο υπολογισμών για την προμέτρηση των ποσοτήτων (quantity surveyor ή QS).
- Για κάθε ενδιάμεση πληρωμή των αναδόχων απαιτείτε ένα καινούργιο τεύχος με υπολογισμούς κάθε μήνα καθ' όλη τη διάρκεια της τρίχρονης κατασκευής.
- Υπήρξαν 32.000 σελίδες υπολογισμών σε λογιστικά φύλλα (spreadsheet) κάθε μήνα - 1.152.000 κατά τη διάρκεια του έργου.

Με τη παραδοσιακή διαδικασία με πληκτρολόγηση, ο κίνδυνος των λαθών ήταν τεράστιος και θα απαιτούσε τη πλήρως απασχόληση μιας **ομάδας 25 ατόμων για τους υπολογισμούς των ποσοτήτων**.

Προκειμένου η CCC να πετύχει τους στόχους της αυξήθηκε μια πιο αποδοτική διαδικασία για τον υπολογισμό των ποσοτήτων (QS).

8.2.3 Λύση

Η CCC αποφάσισε να επιλέξει μια καινοτόμα λύση, με την αυτοματοποίηση της διαδικασίας για τους υπολογισμούς των ποσοτήτων εφαρμόζοντας τη ΨΑΚΠ.

Το πρώτο μέρος της διαδικασίας ήταν να αναπτυχθεί μια ροή εργασίας για να εφαρμοστεί το σύστημα για τον υπολογισμό των ποσοτήτων στους πολλαπλούς κύκλους έγκρισης και αναθεώρησης των σχεδίων.

Μια ομάδα οκτώ ατόμων για την ανάπτυξη των τρισδιάστατων μοντέλων δημιούργησε το μοντέλο της ΨΑΚΠ από τα υπάρχοντα δισδιάστατα αρχεία της μελέτης.

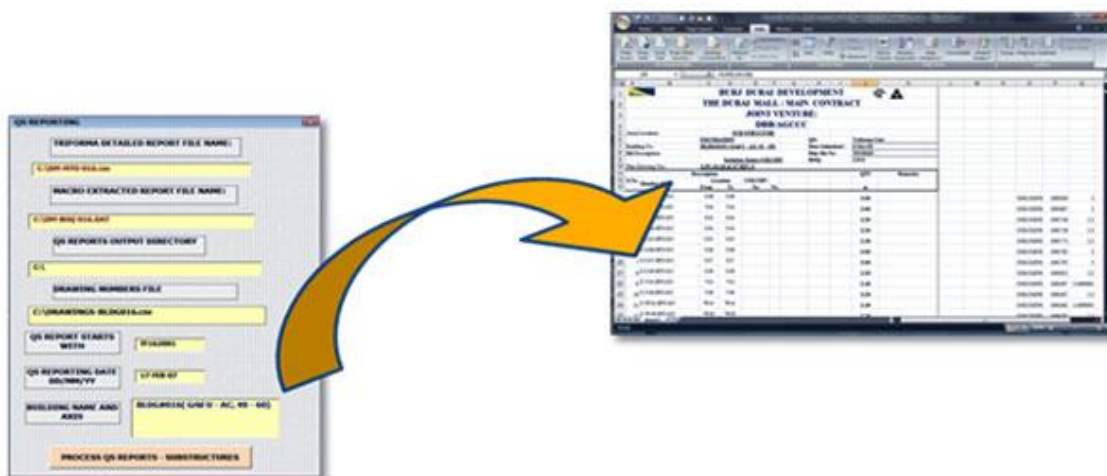
Δεδομένου ότι τα προγράμματα του MS Office χρησιμοποιούνται για να δημιουργηθεί η τεχνική έκθεση της τεκμηρίωσης της κατασκευής, ένας προγραμματιστής ειδικευμένος στις βασικές εικονικές εφαρμογές ανέλαβε να αναπτύξει τα απαιτούμενα εργαλεία και τα βοηθητικά προγράμματα για να επικοινωνούν τα προγράμματα του MS Office με το σύστημα, ενσωματώνοντας όλους τους επιχειρησιακούς κανόνες και τις μεθόδους για το διαχωρισμό των προμετρήσεων.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 8ο: Η ΨΑΚΠ στη κατασκευή

Με την ενσωμάτωση της ΨΑΚΠ με τους υπολογισμούς των ποσοτήτων ολοκληρώθηκαν τα πρωτοκόλλα επικοινωνίας. Ένας υπεύθυνος και ένας βοηθός μηχανικός, εξοικειωμένοι με την ΨΑΚΠ, εκπαιδεύτηκαν για να μπορούν να χρησιμοποιούν το σύστημα, ώστε να μπορούν να παραδίδουν τα τεύχη υπολογισμών και τα υπολογιστικά φύλλα. Αυτή η ομάδα έπειτα χρησιμοποίησε τα βοηθητικά προγράμματα για τις συνεχείς αλλαγές στο μοντέλο ΨΑΚΠ και για να αυτοματοποιήσει την παραγωγή των τευχών για τους υπολογισμούς των ποσοτήτων, βλ. Σχήμα 8.14.

Αυτή η αυτοματοποιημένη διαδικασία παραγωγής τευχών 32.000 σελίδων υπολογισμών γινόταν κάθε μήνα ή όσο συχνά το απαιτούσε το έργο.

**Σχήμα 8.14****8.2.4 Αποτελέσματα**

Τα οφέλη με τη χρήση της ΨΑΚΠ και την αυτοματοποίηση της διαδικασίας των υπολογισμών ήταν σημαντικά.

Το μοντέλο ΨΑΚΠ βοήθησε στην απεικόνιση των σύνθετων τμημάτων του έργου, στο προγραμματισμό των δραστηριοτήτων και στη μείωση των λαθών κατά τη κατασκευή.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 8ο: Η ΨΑΚΠ στη κατασκευή

Αντί της αρχικής απαίτησης με τη χρήση της συνηθισμένης διαδικασίας με τη πλήρη απασχόληση 25 ατόμων για τους υπολογισμούς των ποσοτήτων, η CCC με τη ΨΑΚΠ ήταν σε θέση να απασχολεί **δύο μηχανικούς για τον ίδιο σκοπό** για την παραγωγή των τευχών για του υπολογισμούς των ποσοτήτων. Επίσης με την αυτοματοποίηση της διαδικασίας των υπολογισμών, αποφεύχθηκαν τα ανθρώπινα λάθη και τη πληκτρολόγηση.

Επιπλέον μια ομάδα οκτώ ατόμων διαμόρφωσε το μοντέλο και πρόβαλε ολόκληρο τα σύστημα του φορέα του έργου.

Ο πραγματικός χρόνος που κερδήθηκε με την αυτοματοποίηση της δραστηριότητας για τον υπολογισμό των ποσοτήτων ήταν **πάνω από 700 μήνες εργασίας ενός ατόμου**, το οποίο μεταφράζεται σε μια βελτίωση της απόδοσης κατά 86% και **μια γενική εξοικονόμησης 7 εκατομμυρίων δολαρίων**.

Οι προμέτρηση των υλικών ολοκληρώθηκε με απόλυτη ακρίβεια επιτρέποντας στην κατασκευαστική ομάδα να αγοράζει ακριβώς τη ποσότητα σκυροδέματος που χρειάζεται (όχι περισσότερη και όχι λιγότερη). Αυτό περιορίσε την εκτίμηση για απώλειες υλικού λόγω απροβλέπτων της κατασκευής, και με αυτόν τον τρόπο μειώθηκαν οι απώλειες υλικών κατά 5% και εξοικονομήθηκαν 3 εκατομμύρια δολάρια από τις απώλειες του σκυροδέματος.

Συνολικά, η CCC εξοικονόμησε 10 εκατομμύρια δολάρια, υιοθετώντας την ενοποιημένη και αυτοματοποιημένη διαδικασία ΨΑΚΠ για τον υπολογισμό των Ποσοτήτων.

Σχόλιο για τη περιβαλλοντική διάσταση:

Μια εξοικονόμηση 5% σε 600.000 κυβικά μέτρα σκυροδέματος ισοδυναμούν με 30.000 κυβικά μέτρα. Ανάλογα με τη μέθοδο υπολογισμού, οι πραγματικοί αριθμοί μπορεί να διαφοροποιηθούν. Σε κάθε περίπτωση απαιτείται μεγάλη ποσότητα CO₂ για να παραχθεί ένα κυβικό μέτρο σκυροδέματος και ακόμα περισσότερο για να μεταφερθεί. Η παραπάνω εξοικονόμηση ισοδυναμεί περίπου με 500.000 γαλόνια βενζίνης, που ισοδυναμούν περίπου με 1000 λιγότερα αυτοκίνητα στους δρόμους του Ντουμπάι σε ένα έτος.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Η ΨΑΚΠ ΣΤΑ ΕΡΓΑ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

Σκοπός:

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η δυνατότητα εφαρμογής της ΨΑΚΠ στη διαχείριση έργων πολιτικού μηχανικού (πλην κτιριακών), περιγράφονται οι ωφέλειες από αυτή την υιοθέτηση, αναφέρονται σχετικά παραδείγματα εφαρμογής της ΨΑΚΠ σε πραγματικά έργα και περιγράφεται το λογισμικό *DynaRoad* για έργα οδοποιίας.

9.1 Η ΨΑΚΠ και η Διαχείριση Έργων Πολιτικού Μηχανικού [10]

Δεδομένου ότι η εφαρμογή της ΨΑΚΠ έχει γίνει κάτι περισσότερο από ένα πρωτόκολλο για τους αρχιτέκτονες και τους κατασκευαστές, επόμενο είναι να εμπλέκεται και στα ζητήματα του πολιτικού μηχανικού. Αυτό το κεφάλαιο αναλύει τη ΨΑΚΠ από την οπτική του πολιτικού μηχανικού.



Σχήμα 9.1

Με τη διαδικασία της ΨΑΚΠ, ο σχεδιασμός για τη παράδοση του έργου (Project Delivery) μπορεί να δημιουργηθεί άμεσα από το μοντέλο πληροφοριών. Η παράδοση του έργου δε περιλαμβάνει μόνο τα 2D σχέδια για την τεκμηρίωση της κατασκευής, αλλά και το ίδιο το μοντέλο με όλες τις πληροφορίες, και έτσι διευκολύνεται η προμέτρηση των ποσοτήτων, η ακολουθία των δραστηριοτήτων της κατασκευής, οι συγκρίσεις διάφορων λύσεων στη μελέτη και η μετέπειτα λειτουργία και συντήρηση του έργου. Η ΨΑΚΠ επιτρέπει στους μηχανικούς να χρησιμοποιούν περισσότερο χρόνο στην αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων (what if scenarios), ώστε να βελτιωθεί ο σχεδιασμός και η οργάνωση της κατασκευής να γίνεται σε λιγότερο χρόνο.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

9.2 Τα οφέλη της ΨΑΚΠ στο Πολιτικό Μηχανικό [10]

Τα πιο άμεσα ωφελήματα της ΨΑΚΠ για το σχεδιασμό δρόμων και εθνικών οδών είναι ο καλύτερος σχεδιασμός και η μεγαλύτερη αποδοτικότητα και παραγωγικότητα στη κατασκευή. Επειδή η τεκμηρίωση του σχεδιασμού και της κατασκευής διασυνδέεται δυναμικά, ο χρόνος, που απαιτείται για τη μελέτη των εναλλακτικών λύσεων, για την ενσωμάτωση των αλλαγών στο σχεδιασμό, και για την παραγωγή της τεχνικής έκθεσης της κατασκευής, μειώνεται σημαντικά. Τα έργα ολοκληρώνονται σε λιγότερο χρόνο και με πιο αξιόπιστα χρονοδιαγράμματα.

Επίσης η ΨΑΚΠ συμπεριλαμβάνει την απεικόνιση, την προσομοίωση και την ανάλυση των αυτοκινητόδρομων στη Διαδικασία Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού. Παρακάτω περιγράφονται δυο κριτήρια που περιλαμβάνονται για το βέλτιστο σχεδιασμό οδοστρωμάτων.

9.2.1 Κατασκευασιμότητα

Οι πολιτικοί μηχανικοί τυπικά σχεδιάζουν με γνώμονα την εφαρμογή των κανονισμών και όχι τόσο τη κατασκευασιμότητα. Αλλά η λάθος ερμηνεία των κανονισμών κατά το σχεδιασμό γίνεται η αιτία για τη δημιουργία τεχνικών εκθέσεων με ασάφειες, που οδηγούν στη καθυστέρηση των χρονοδιαγραμμάτων, σε αλλαγές στη κατασκευή και στη υποβολή αιτημάτων για διευκρινήσεις (**Request for information, RFI**) κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Με την ΨΑΠ, η μελέτη της κατασκευασιμότητας γίνεται δυνατή με την απεικόνιση και την προσομοίωση του έργου, η τεκμηρίωση της κατασκευής αυτοματοποιείται με την άμεση παραγωγή τεχνικών εκθέσεων χωρίς ασάφειες και οι απορίες κατά την κατασκευή είναι λιγότερες και μπορούν να λυθούν με μια απλή επισκόπηση στο μοντέλο.

9.2.2 Βιωσιμότητα

Ο σχεδιασμός της βιωσιμότητας ενισχύεται με τη συμμετοχή των πολιτικών μηχανικών, και αρχίζει να εισάγεται ως πρότυπη μέθοδος. Η ΨΑΚΠ επιτρέπει στους πολιτικούς μηχανικούς την αξιολόγηση της βιωσιμότητας του έργου με τη μελέτη περισσότερων εναλλακτικών λύσεων σχεδιασμού και με την ενσωμάτωση της ανάλυσης της κατασκευής στη διαδικασία σχεδιασμού.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

Με τη χρησιμοποίηση των λογισμικών εργαλείων της ΨΑΚΠ, οι πολιτικοί μηχανικοί μπορούν να προβλέπουν καλύτερα τα αποτελέσματα των έργων, πριν αυτά κατασκευαστούν. Η βιωσιμότητα του έργου βελτιστοποιείται με την ανάλυση, τη προσομοίωση, και την απεικόνιση. Η ΨΑΚΠ επιτρέπει στην ομάδα πολιτικών μηχανικών να εξαγάγει σημαντικά δεδομένα από το μοντέλο για την έγκαιρη λήψη αποφάσεων, τον καλύτερο σχεδιασμό της βιωσιμότητας και την γρήγορη και οικονομική παράδοση του έργου.

**Σχήμα 9.2**

βιωσιμότητας. Η ανάλυση της εφαρμογής των διάφορων εναλλακτικών λύσεων και ο έλεγχος τους για τη τήρηση των κανονισμών χρειάζεται εύλογα πολύ χρόνο. Με τη χρήση της ΨΑΚΠ, ο πολιτικός μηχανικός μπορεί να μελετήσει τις διάφορες εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού γρήγορα και με τα ενσωματωμένα εργαλεία ανάλυσης, όπως τα εργαλεία για την ανάλυση του εδάφους και του δικτύου αποχέτευσης, προκύπτει η λύση, που εξυπηρετεί καλύτερα τη συμμόρφωση με το περιβάλλον, τους κανονισμούς και την οικονομία στο κόστος.

Το πρόγραμμα πιστοποίησης **Leadership in Energy and Environmental Design New Construction** (LEED-NC) της US Green Building Council και το πειραματικό πρόγραμμα του Neighborhood Development (LEED-ND) παρέχουν τη πιστοποίηση των δραστηριοτήτων του σχεδιασμού, που καθοδηγούνται και επιβλέπονται από τον πολιτικό μηχανικό. Οι πολιτικοί μηχανικοί μπορούν να διευκολυνθούν με τα λογισμικά εργαλεία της ΨΑΚΠ για να πετύχουν τη πιστοποίηση LEED.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

9.3 Η ΨΑΚΠ στα μεγάλα έργα του Πολιτικού Μηχανικού

Σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούν ο τρόπος εφαρμογής της ΨΑΚΠ στα μεγάλα έργα του πολιτικού μηχανικού και οι ωφέλειες που αποκομίζονται. Για παράδειγμα η New York City Metropolitan Transportation Authority χρησιμοποίησε τον εικονικό σχεδιασμό και κατασκευή στο έργο ενός δισεκατομμυρίου δολαρίων «Fulton Street Transit Center» και των 4.5 δισεκατομμυρίων δολαρίων «Phase One Second Avenue Subway», πραγματοποιώντας έτσι την πρακτική εφαρμογή της απεικόνισης και τη χρονική αναπαράσταση της αλληλουχίας της κατασκευής με τη διαδικασία της ΨΑΚΠ.

9.3.1 Η εφαρμογή της ΨΑΚΠ στο «Alaskan Way Viaduct and Seawall Replacement» [17]

Η Parsons Brinckerhoff χρησιμοποίησε την ΨΑΚΠ για τον εικονικό σχεδιασμό και κατασκευή του έργου «Alaskan Way Viaduct and Seawall Replacement» στο Σιάτλ το 2004. Ο σκοπός του έργου ήταν η αντικατάσταση του υπάρχον υπερυψωμένου αυτοκινητοδρόμου "Alaskan Way Viaduct", που έπαθε βλάβη από σεισμό το 2001.

Αρχικά, οι προσπάθειες της PB εστίασαν στην απεικόνιση του έργου, όταν τεθεί σε δημόσια κυκλοφορία. Η ομάδα ανέπτυξε μοντέλα για δύο λύσεις - ένα υπερυψωμένο φορέα και μια σήραγγα- δημιουργώντας ένα πεντάλεπτο βίντεο που επιτρέπει στις αρμόδιες αρχές να δουν εικονικά την οδήγηση με τις προτεινόμενες χάραξη του αυτοκινητοδρόμου. Εκτός από την ανάπτυξη του μοντέλου του φορέα, δημιουργήθηκε η τρισδιάστατη απεικόνιση των περιβαλλόντων κτιρίων. Για να βελτιωθεί ακόμα περισσότερο η αίσθηση της εικονικής πραγματικότητας, αυτοκίνητα, δέντρα και άνθρωποι προστέθηκαν στο εικονικό περιβάλλον.

Εκτός από τις προσομοιώσεις της κυκλοφορίας του αυτοκινητοδρόμου, τα μοντέλα διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στη μελέτη της συμμόρφωσης του έργου στο περιβάλλον, παρουσιάζοντας όψεις του έργου από την οπτική των πεζών. Η ομάδα συνδύασε το τρισδιάστατο μοντέλο με πραγματικές φωτογραφίες για να δημιουργήσει μια πιο ρεαλιστική αίσθηση του τοπίου.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

Καθώς η σχετική βάση δεδομένων των πληροφοριών του έργου αναπτυσσόταν, προέκυπταν και άλλοι στόχοι. Για την παρουσίαση της εφαρμογής του έργου στις αρχές της τοπικής κοινότητας, η ΡΒ **δημιούργησε εικονικές προσομοιώσεις των φάσεων της κατασκευής**. Τα δεδομένα από τις μελέτες της κυκλοφοριακής ροής προστέθηκαν στο μοντέλο, έτσι ώστε οι θεατές μπορούσαν να δουν εικονικά ακριβώς τις επιδράσεις αυτής της κατασκευής, που θα να είχε στην κυκλοφοριακή ροή. Ένα διαδραστικό web εργαλείο δημιουργήθηκε για να βοηθήσει την **παρουσίαση της κυκλοφοριακής ροής σε κάθε φάση της κατασκευής κατά τη διάρκεια της ημέρας**.

Αν και οι δύο αρχικές λύσεις απορρίφθηκαν, η βάση δεδομένων ήταν διαθέσιμη για τη χρήση της σε δέκα νέες επιλογές που δημιουργήθηκαν. Ανάμεσα στις εναλλακτικές λύσεις ήταν η δημιουργία μιας υπόγειας κυλινδρικής σήραγγας (Σχήμα 9.3) που απαιτούσε εργαλεία ανάπτυξης μοντέλων για την προσθήκη όλων των υπογείων των περιβαλλόντων κτιρίων καθώς επίσης των σιδηροδρόμων, υπονόμων και σηράγγων. Σε αυτό το σημείο, ο στόχος της ομάδας για το μοντέλο άρχισε να μεταβάλλεται από ένα εργαλείο που βοηθά στη παρουσίαση του έργου σε **ένα οδηγό για τις αποφάσεις στο σχεδιασμό**.



Σχήμα 9.3 Η λύση της υπόγειας κυλινδρικής σήραγγας για το έργο Alaskan Way Viaduct and Seawall Replacement

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

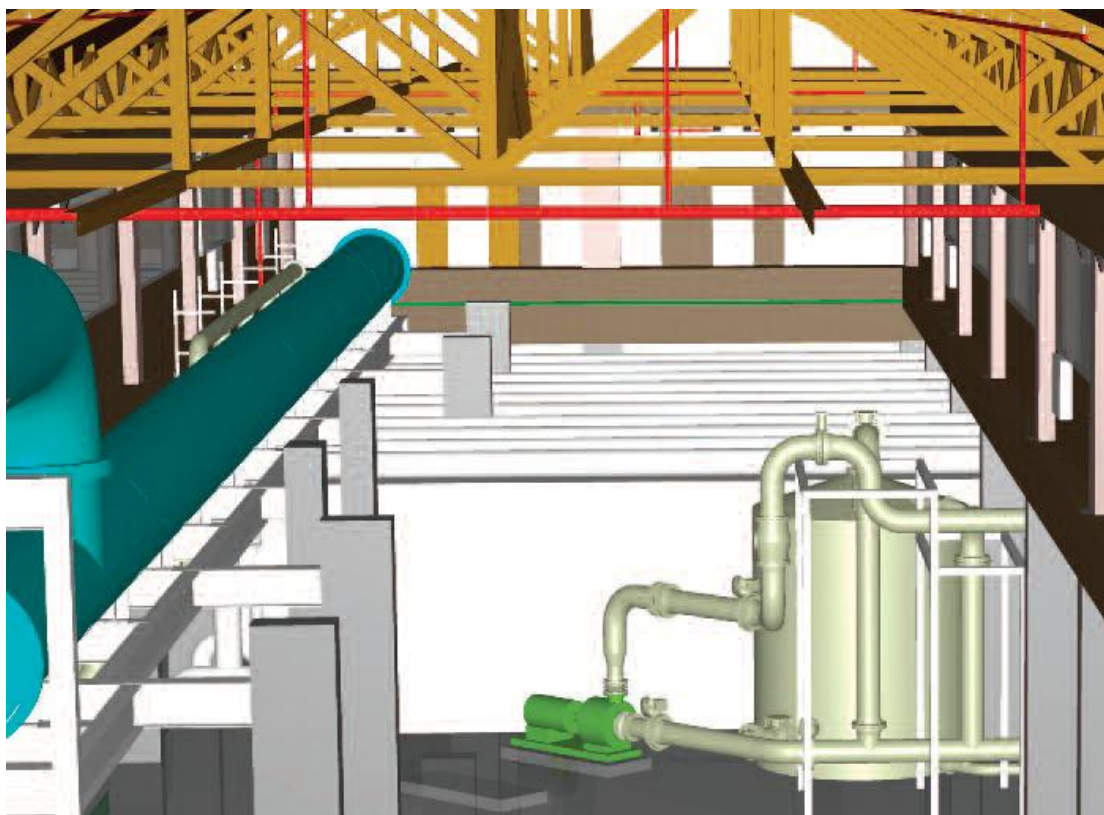
Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

Τον Απρίλιο του 2009, η λύση της υπόγειας κυλινδρικής σήραγγας εγκρίθηκε. Ακριβείς μελέτες της ηλιοφάνειας σχεδιαστήκαν από τα μοντέλα, συνδυάζοντας τις εκθέσεις ηλιοφάνειας σε αυτές τις γεωγραφικές συντεταγμένες με την ακριβή ηλιοφάνεια κατά τη διάρκεια της ημέρας ή του έτους.

Στο νότιο τελευταίο μέρος της σήραγγας, το μοντέλο διασυνδέθηκε με ένα χρονοδιάγραμμα 100 δραστηριοτήτων για να παράγει ένα 4D μοντέλο που προσομοιώνει την ακολουθία των δραστηριοτήτων της κατασκευής.

9.3.2 Η εφαρμογή της ΨΑΚΠ στο «Central Arizona Project»

Η Walsh Group του Σικάγου έχει επενδύσει στο σχεδιασμό έργων με τη ΨΑΚΠ, όπως οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας του νερού των λυμάτων, και ειδικά για τον εντοπισμό και την επίλυση των ασυμβατοτήτων (conflict) της κατασκευής.

**Σχήμα 9.4**

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

Αρχή της εταιρείας είναι η χρήση της ΨΑΚΠ ακόμα και όταν δεν υπάρχουν άλλοι συμμετέχοντες στο έργο. Η Archer Western της Ατλάντας, μια θυγατρική της Walsh Group, χρησιμοποίησε την ΨΑΚΠ στο έργο 76 εκατομμυρίων δολαρίων «Central Arizona Project» για την επέκταση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού με τη δημιουργία μοντέλων από τα 2D σχέδια, που δημιουργήθηκαν από τους μηχανικούς του έργου.

Η επιχείρηση επένδυσε 40.000 δολάρια για να δημιουργήσει τα μοντέλα, αλλά οι ασυμβατότητες που εντόπισε στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα ήταν αξίας μεγαλύτερης των 150.000 δολαρίων, βλ. Σχήμα 9.4. Οι απορίες στα σχέδια και τα αιτήματα για διευκρινήσεις (Request for information ή RFI) μειώθηκαν επίσης κατά εκτίμηση στο 75%, με μηδενικές αλλαγές στο σχεδιασμό. Οι 12 άνθρωποι που εργάστηκαν στο μοντέλο κατά τη διάρκεια της προκατασκευής μείωσαν την μετέπειτα εργασία δεκάδων ατόμων, βοηθώντας στη μείωση πέντε εβδομάδων στο προγραμματισμό, διάρκειας 28 μηνών.

9.4 DynaRoad, ένα λογισμικό για τον πολιτικό μηχανικό [20]

Η **DynaRoad** είναι μια εταιρεία που ειδικεύεται στη διαχείριση έργων του πολιτικού μηχανικού (έργα υποδομής). Ο κύριος του έργου, οι ανάδοχοι και οι μελετητές χρησιμοποιούν τα προϊόντα και τις υπηρεσίες της DynaRoad για να εξοικονομήσουν χρόνο και χρήματα με τη βελτιστοποίηση και τον έλεγχο παραγωγής των μεγάλων και σύνθετων **χωματουργικών εργασιών**.

Η λύση DynaRoad συνδυάζει με ένα **μοναδικό τρόπο τη βελτιστοποίηση της μετακίνησης γαιών στο διάγραμμα επιφανειών και τη διαμόρφωση του προγράμματος του έργου με τη μέθοδο προγραμματισμού “κατά θέση”** και της παραγωγής κατά θέση, και επικεντρώνεται στα ακόλουθα:

- Σχεδιασμό, προγραμματισμό και έλεγχο κατά θέση
- Σχεδιασμό, προγραμματισμό και έλεγχο των ποσοτήτων των χωματισμών, της χρήσης των μέσων παραγωγής και του ρυθμού παραγωγής
- Η διαχείριση είναι βασισμένη στους συντελεστές παραγωγής με αποτέλεσμα τη γρηγορότερη (4-8 εβδομάδες) ολοκλήρωση της κατασκευής

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

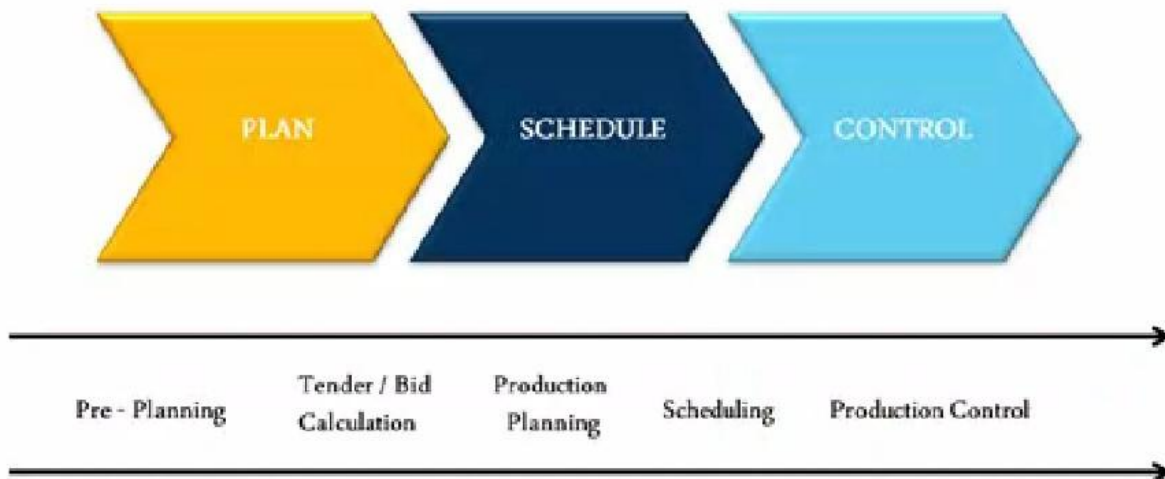
Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

Το **DynaRoad 5** είναι ένα λογισμικό εργαλείο για τη διαχείριση της κατασκευής οδικών έργων και ειδικεύεται στο σχεδιασμό των μεγάλων έργων του πολιτικού μηχανικού και τη διαχείριση των χωματουργικών εργασιών.

Το λογισμικό εργαλείο DynaRoad προσφέρει στη διαχείριση έργων του πολιτικού μηχανικού, όπως: αυτοκινητόδρομοι, σήραγγες, σιδηρόδρομοι, μικρά έργα, λιμενικά έργα, κλπ.

9.4.1 Ανάλυση των λογισμικών εργαλείων του DynaRoad

Ένα σημαντικό τμήμα στη κατασκευή μεγάλων έργων πολιτικού μηχανικού είναι το κόστος του έργου που συνδέεται με τις χωματουργικές εργασίες. Το DynaRoad είναι ένα λογισμικό εργαλείο για τη διαχείριση έργων, που ειδικεύεται σε αυτό το τομέα. Υποστηρίζει όλες τις φάσεις του έργου επιτρέποντας το ταχύτερο και πιο ακριβή σχεδιασμό και ανάλυση σε σχέση με τα συνηθισμένα λογισμικά εργαλεία.

**Σχήμα 9.5**

Plan = Σχεδιασμός
Schedule = Προγραμματισμός
Control = Έλεγχος

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

Το DynaRoad περιέχει τρία βασικά λογισμικά εργαλεία:

1. Το **DynaRoad Plan** σχεδιάζει το διάγραμμα επιφανειών και βελτιστοποιεί τις μετακινήσεις κατά τη διανομή, υπολογίζοντας τις δαπάνες των διάφορων εναλλακτικών λύσεων.
2. Το **DynaRoad Schedule** δημιουργεί ένα βέλτιστο και ρεαλιστικό χρονοδιάγραμμα της κατασκευής σε σχέση με τη θέση, τις ποσότητες, τα μέσα παραγωγής και το ρυθμό παραγωγής του έργου.
3. Το **DynaRoad Control** παρακολουθεί και ελέγχει την εκτέλεση κατασκευής του έργου.

Τα λογισμικά εργαλεία διασυνδέονται μεταξύ τους και μπορούν να λειτουργήσουν και αυτόνομα.

Χαρακτηριστικές δυνατότητες του DynaRoad: διάγραμμα Gantt , γράφημα των μέσων παραγωγής, διάγραμμα επιφανειών, χάραξη της οδού σε οριζοντιογραφία και χρονοδιάγραμμα αποστάσεων (time-distance chart) και αναλυτικές αναφορές των εργασιών, (βλ. Σχήμα 9.11, 9.12, 9.6, 9.7, 9.10 και 9.9 αντίστοιχα).

9.4.1.1 DynaRoad Plan

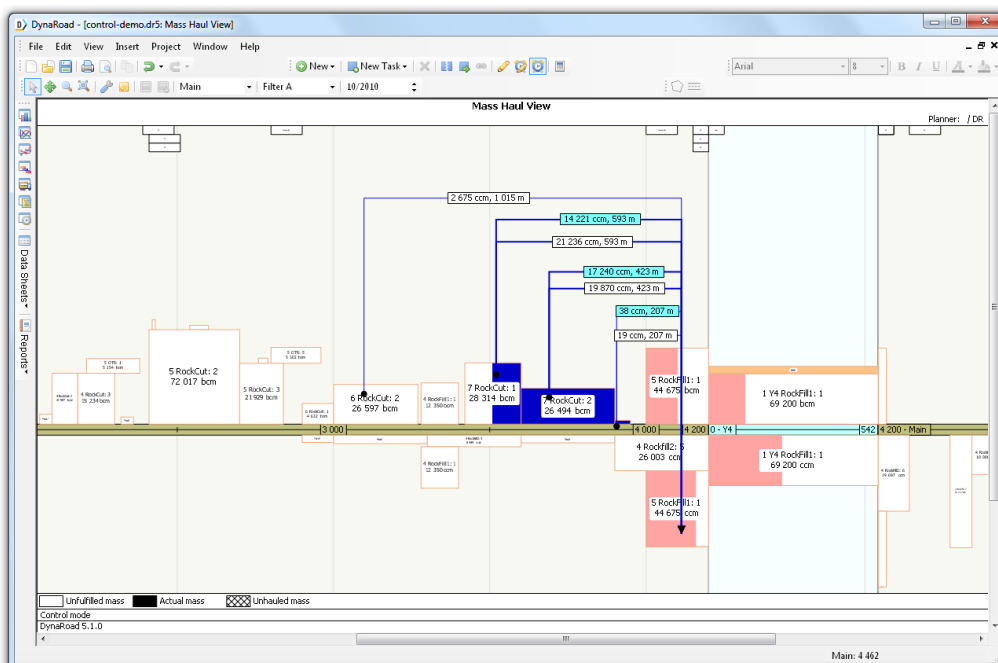
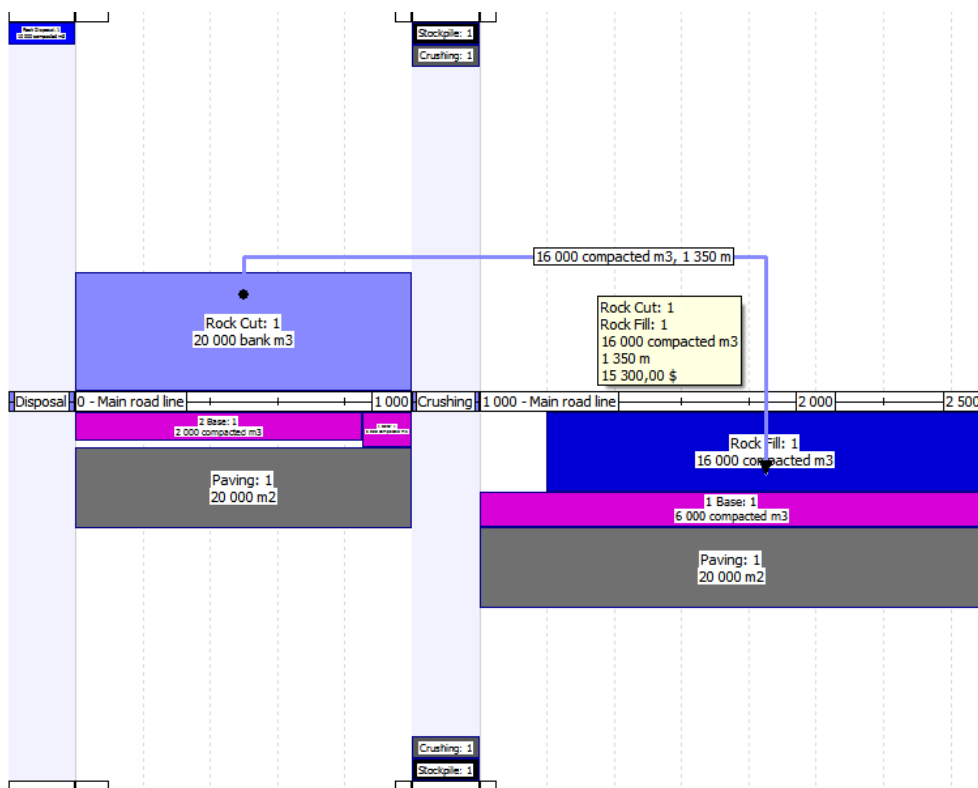
Το DynaRoad Plan υποστηρίζει τον προγραμματισμό των χωματουργικών εργασιών και τη γεωγραφική κατάτμηση του έργου σεπεριοχές.

Χαρακτηριστικές δυνατότητες:

- Διάγραμμα Επιφανειών, (Σχήμα 9.6)
- Χάραξη της οδού σε οριζοντιογραφία, (Σχήμα 9.7)
- Εισαγωγή ποσοτήτων από το Excel, (Σχήμα 9.8)
- Διάγραμμα μετακινήσεων γαιών
- Βελτιστοποίησης του κόστους εκσκαφής και μεταφοράς
- Διαχωρισμός του έργου σε ζώνες
- Προμέτρηση των εργασιών, των αποστάσεων μεταφορών υλικών οδοποιίας, και των δαπανών, (Σχήμα 9.9)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

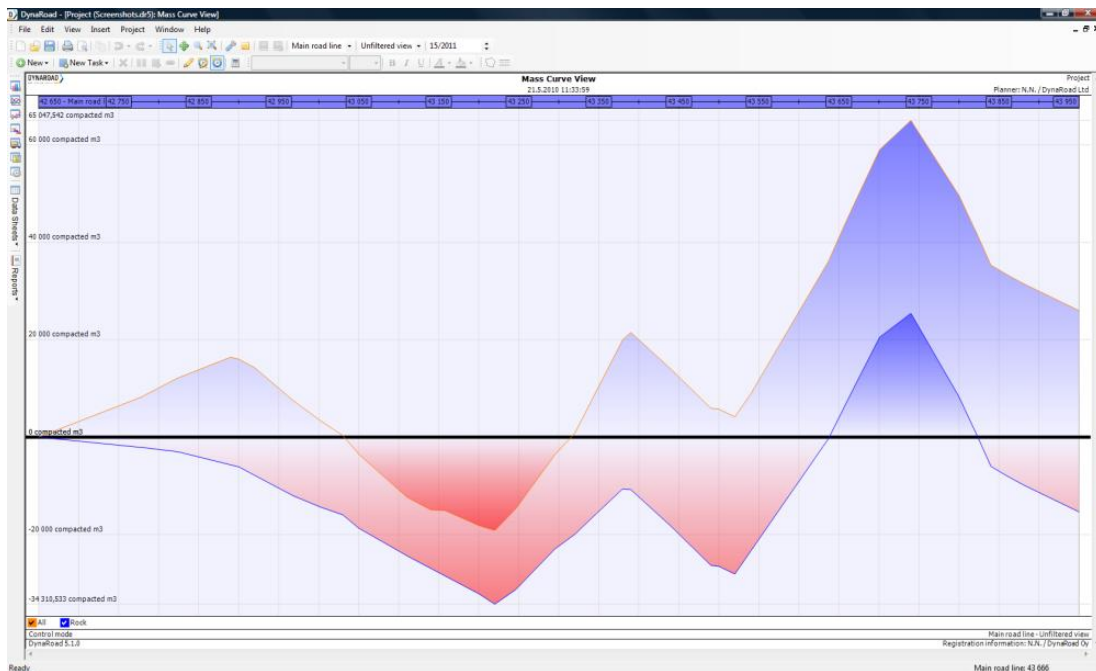
Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού



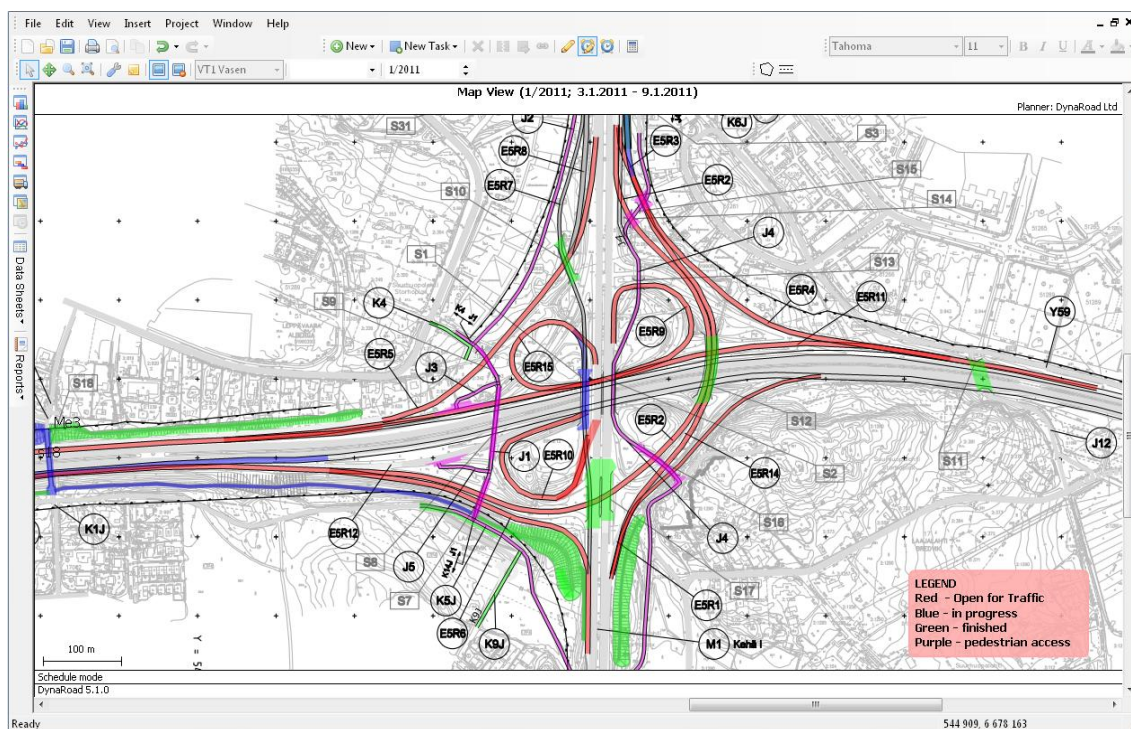
Σχήμα 9.6 Διάγραμμα Επιφανειών

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού



Σχήμα 9.6 Διάγραμμα Επιφανειών



Σχήμα 9.7 Χάραξη σε οριζοντιογραφία

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|-----|---------|----------|----------|----------------|----------|--------|-----------|----------|------|
| 1 | Station | LandCut1 | RockCut1 | Rockfill > 600 | Landfill | Slopes | Noisebank | Sub-base | Base |
| 101 | 1980 | 596 | 4275 | | | 181 | | | 35 |
| 102 | 2000 | 506 | 6395 | | | 194 | | | 35 |
| 103 | 2020 | 892 | 4750 | | | 174 | | | 35 |
| 104 | 2040 | 552 | 4530 | | | 167 | | | 35 |
| 105 | 2060 | 197 | 3290 | | | 65 | 179 | | 35 |
| 106 | 2080 | 460 | | | | 42 | 220 | 47 | 57 |
| 107 | 2100 | 197 | | | | 47 | 764 | 47 | 57 |
| 108 | 2120 | 35 | | 318 | | 139 | 2313 | 47 | 57 |
| 109 | 2140 | 21 | | 613 | | 180 | 2967 | 47 | 57 |
| 110 | 2160 | 14 | | 623 | | 148 | 3110 | 47 | 57 |
| 111 | 2180 | 17 | | 732 | | 139 | 3112 | 46 | 57 |
| 112 | 2200 | 11 | | 830 | | 181 | 2967 | 46 | 57 |
| 113 | 2220 | 11 | | 857 | | 176 | 3099 | 47 | 57 |
| 114 | 2240 | 10 | | 952 | | 184 | 3119 | 51 | 62 |
| 115 | 2260 | 8 | | 977 | | 182 | 3184 | 54 | 67 |
| 116 | 2280 | 9 | | 1001 | | 167 | 3266 | 58 | 70 |
| 117 | 2300 | 10 | | 863 | | 165 | 3143 | 59 | 70 |
| 118 | 2320 | 17 | | 686 | | 149 | 3162 | 58 | 70 |
| 119 | 2340 | 16 | | 473 | | 118 | 2968 | 57 | 70 |
| 120 | 2360 | 88 | | 19 | | 87 | 2633 | 57 | 70 |
| 121 | 2380 | 230 | | | | 45 | | 56 | 70 |
| 122 | 2400 | 262 | | | | 31 | | 54 | 69 |
| 123 | 2420 | 192 | | | | 55 | | 50 | 66 |
| 124 | 2440 | 170 | | | | 48 | | 45 | 60 |
| 125 | 2460 | 174 | | | | 46 | | 41 | 32 |
| 126 | 2480 | 289 | | | | 61 | | 48 | 76 |
| 127 | 2500 | 273 | | | | 67 | | 65 | 80 |
| 128 | 2520 | 289 | | | | 59 | | 62 | 86 |
| 129 | 2540 | 400 | | | | 60 | | 76 | 92 |
| 130 | 2560 | 39 | | | | 3 | 47 | 7 | 10 |
| 131 | 2580 | | | | | 1 | 45 | 35 | 45 |
| 132 | 2600 | | | | | 1 | 48 | 47 | 57 |
| 133 | 2620 | | | | | 14 | 58 | 47 | 57 |
| 134 | 2640 | | | | | 58 | 75 | 47 | 57 |
| 135 | 2660 | | | | | 122 | 73 | 47 | 57 |
| 136 | 2680 | | | | | 234 | 146 | 47 | 58 |
| 137 | 2700 | | | | | 160 | 144 | 93 | 112 |
| 138 | 2720 | | | | | 153 | 138 | 93 | 112 |
| 139 | 2740 | | | | | 307 | 419 | 93 | 112 |
| 140 | 2760 | | | 988 | 406 | 146 | | 93 | 112 |
| 141 | 2780 | | | 850 | 371 | 200 | | 93 | 112 |

Σχήμα 9.8 Εισαγωγή ποσοτήτων από το Excel

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

| Haul distance distribution | | | |
|----------------------------|--|----------------------------|---------------|
| | Earth (m ³ -bcm) | Rock (m ³ -bcm) | Aggregate (t) |
| Distance (m) | Planned | Planned | Planned |
| 0 - 99 | 53 974 | 37 450 | 113 |
| 100 - 199 | 14 647 | 2 360 | 5 554 |
| 200 - 299 | 25 584 | 17 738 | 225 |
| 300 - 399 | 30 169 | 12 470 | 0 |
| 400 - 499 | 757 | 0 | 7 626 |
| 500 - 599 | 5 622 | 0 | 0 |
| 600 - 699 | 22 885 | 4 023 | 338 |
| 700 - 799 | 0 | 0 | 10 408 |
| 800 - 899 | 0 | 2 217 | 451 |
| 900 - 999 | 21 074 | 0 | 0 |
| 1000 - 1999 | 241 | 4 234 | 34 861 |
| 2000 - 2999 | 0 | 0 | 10 729 |
| 3000 - 3999 | 0 | 0 | 13 185 |
| Total: | 174 953 | 80 493 | 83 489 |
| | <i>Weighted transport distance (m)</i> | | |
| Earth | 343 | | |
| Earth (Structures) | 373 | | |
| Earth (Disposal Areas) | 90 | | |
| Rock | 275 | | |
| Rock (Structures) | 291 | | |
| Rock (Disposal Areas) | 0 | | |
| Aggregate | 1 640 | | |
| Aggregate (Structures) | 1 640 | | |
| Disposal Areas | 65 | | |

The haul distance distribution is one of several useful text reports automatically generated by DynaRoad. It reports the amounts of mass according to their hauling distance.

In this example, haul costs have been defined to vary depending on if the material hauled is earth, rock, or aggregate. Hence the classification.

Σχήμα 9.9

9.4.1.3 DynaRoad Schedule

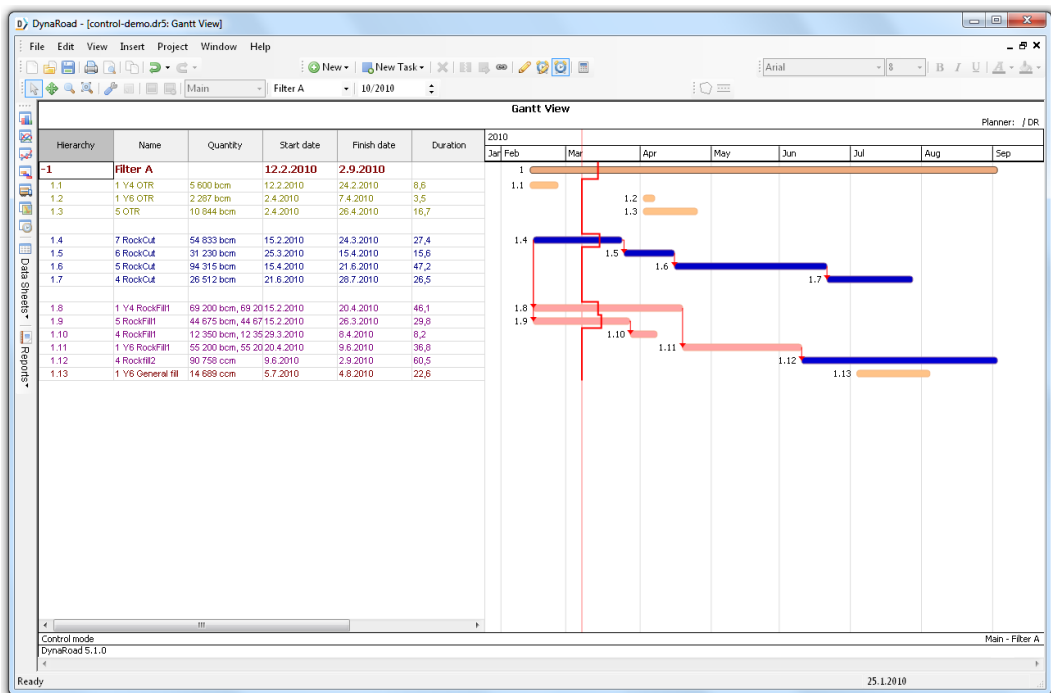
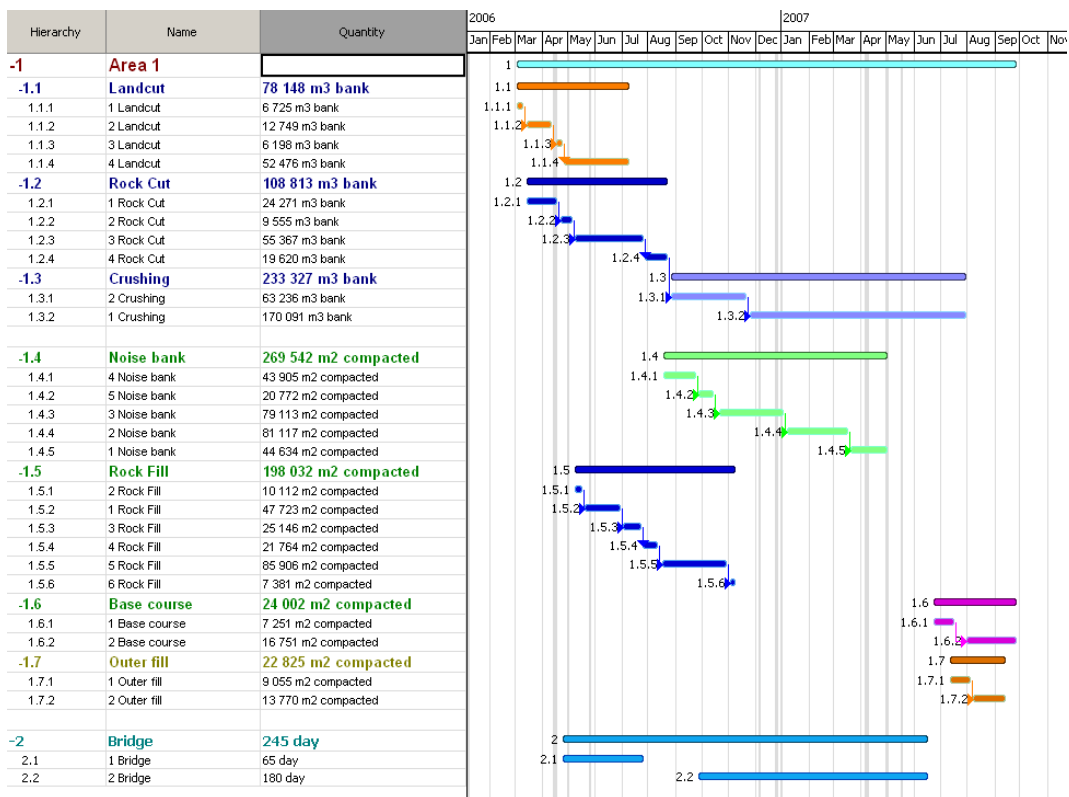
Συνδυάζει το σχεδιασμό του διαγράμματος επιφανειών με τον **κατά θέση προγραμματισμό της χρήσης** των μέσων παραγωγής και των ποσοτήτων, με τη βοήθεια ενός διαδικτυακού βοηθού προγραμματισμού. Συμπεριλαμβάνει το χρονοδιάγραμμα αποστάσεων και χάραξη της οδού για την πραγματοποίηση ενός ρεαλιστικού προγραμματισμού με την άμεση σύγκριση ενός διαγράμματος Gantt.

Χαρακτηριστικές δυνατότητες:

- Χρονοδιάγραμμα αποστάσεων (Γραμμές Ισορροπίας) απεικονίζοντας πολλαπλές οδούς και περιοχές, (Σχήμα 9.10)
- Διάγραμμα Gantt, (Σχήμα 9.11)
- Γράφημα των μέσων παραγωγής, (Σχήμα 9.12)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

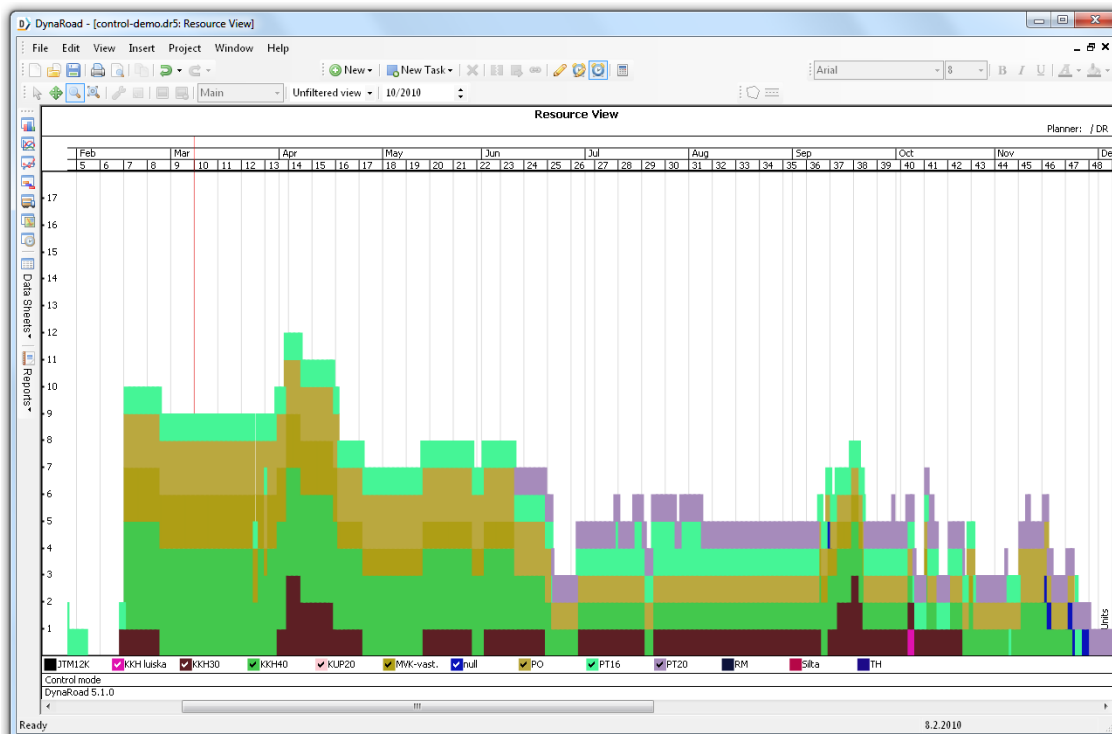
Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού



Σχήμα 9.11 Διάγραμμα Gantt

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

**Σχήμα 9.12** Γράφημα των μέσων παραγωγής**9.4.1.3 DynaRoad Control**

Συλλέγει τις πληροφορίες της πραγματικής προόδου των εργασιών και τις συγκρίνει με το προγραμματισμένο σχεδιασμό. Μετά την εισαγωγή των πληροφοριών μία φορά την εβδομάδα, λαμβάνονται οι παρακάτω πληροφορίες.

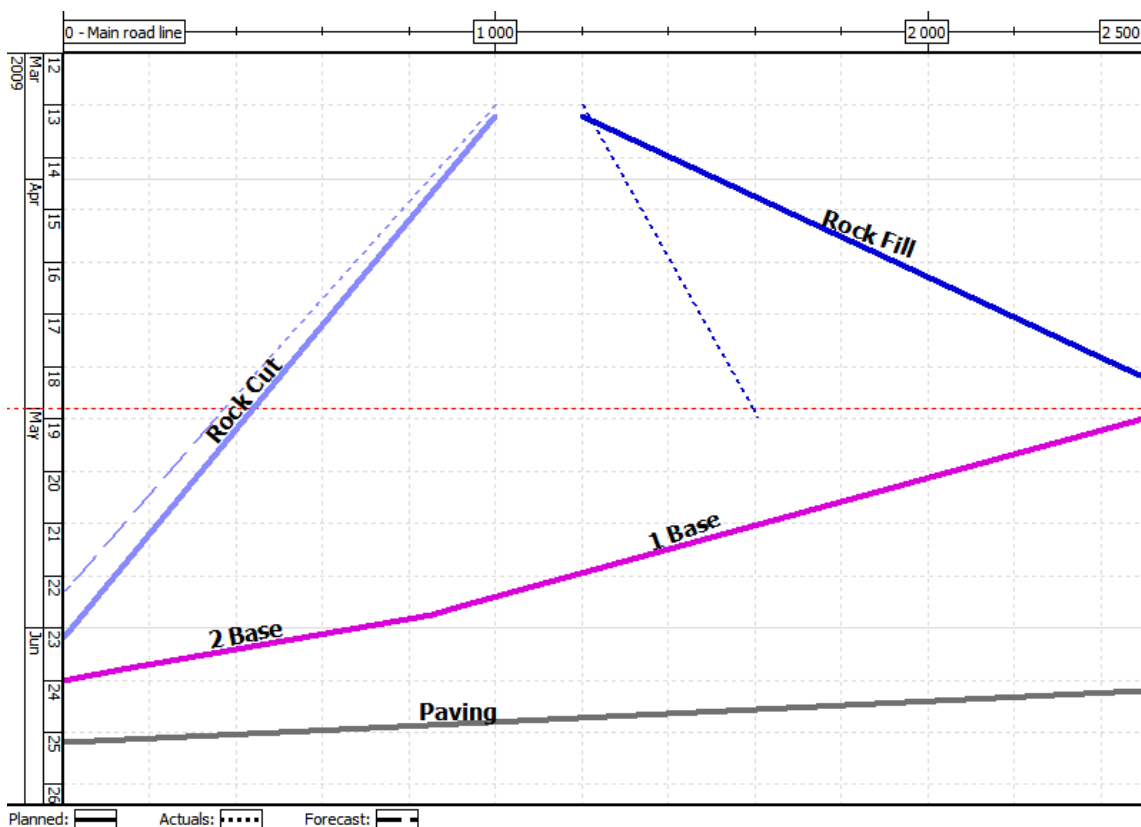
Χαρακτηριστικές δυνατότητες:

- Σύγκριση πραγματικού – προγραμματισμένου ρυθμού παραγωγής, (Σχήμα 9.13)
- Σύγκριση πραγματικού – προγραμματισμένου διαγράμματος επιφανειών
- Το συνολικό υπόλοιπο των ορυγμάτων και επιχωμάτων
- Έλεγχος διαγραμμάτων εργασιών, (Σχήμα 9.14)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

- Τεύχη των πραγματικών μετακινήσεων των υλικών, των χωματουργικών εργασιών, και του βαθμού ολοκλήρωσης των εργασιών, (Σχήμα 9.15)



Σχήμα 9.13 Σύγκριση πραγματικού - προγραμματισμένου ρυθμού παραγωγής

| Hierarchy | Name | Quantity | Actual quantity | Actuals % |
|-----------|-----------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| -1 | Sample Project | | | |
| 1.1 | Base | 8 000 compacted m3 | 0 compacted m3 | 0 % |
| 1.2 | Paving | 20 000 m2 | 0 m2 | 0 % |
| 1.3 | RockCut1 | 20 000 bank m3 | 13 000 bank m3 | 65 % |
| 1.4 | Rockfill > 60< | 16 000 compacted m3 | 5 000 compacted m3 | 31,3 % |

Σχήμα 9.14 Έλεγχος διαγραμμάτων εργασιών

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

| Actual weekly report | | | | |
|-------------------------------------|------------------|----------------|----------------------------------|----------------------|
| Hauled until week 44/2007 | | | | |
| Soil type | Week 44 | Week 43 | Total | |
| Aggregate | 1 460 | 1 230 | 8 100 | |
| Earth | 8 206 | 3 800 | 65 320 | |
| Rock | 5 400 | 6 600 | 85 040 | |
| Aggregate, to disposal areas | - | - | - | |
| Earth, to disposal areas | 3 130 | 1 530 | 12 600 | |
| Rock, to disposal areas | - | 400 | 1 532 | |
| Average daily hauled amounts | | | | |
| Soil type | Week 44 | Week 43 | Total | Planned |
| Aggregate | 292 | 246 | 266 | 241 |
| Earth | 1 641 | 760 | 1 430 | 1 660 |
| Rock | 1 080 | 1 320 | 1 170 | 1 090 |
| Compared to the plan | | | | |
| Soil type | Deviation | | Reason for the difference | To be checked |
| Aggregate | 150 | | | |
| Earth | -9 200 | | | X |
| Rock | 2 200 | | | |

The actual weekly report shows weekly mass haul progress - here classified into aggregate, earth, and rock.

Actual amounts are compared to planned amounts, and a warning will appear in the "To be checked" column if the deviation is notable.

Σχήμα 9.15**9.4.2 Προγραμματισμός με βάση την οριζοντιογραφία**

Οι περισσότερες δραστηριότητες στα έργα υποδομής έχουν μια φυσική θέση, η οποία φαίνεται με τη μορφή συντεταγμένων. Κατά τη διαδικασία του προγραμματισμού καθορίζεται η διάρκεια και η ακολουθία των δραστηριοτήτων κατά θέση. Επιπλέον, στους περιορισμούς του προγραμματισμού (όπως η ακολουθία των δραστηριοτήτων και ο αριθμός μέσων παραγωγής) συμπεριλαμβάνονται και οι εξωτερικοί περιορισμοί, όπως οι χιλιομετρικές θέσεις και η κυκλοφοριακή κίνηση της περιοχής, που επηρεάζουν τη σειρά ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων.

Το DynaRoad Schedule είναι ένα εργαλείο για τον γραφικό προγραμματισμό σύγχρονων έργων υποδομής, που απευθύνεται στον πολιτικό μηχανικό. Παρακάτω γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση της διαδικασίας λειτουργίας του DynaRoad Schedule:

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

- Διαδικασία για τον έλεγχο της θέσης (Location Breakdown)

Ο προγραμματισμός αρχίζει εισάγοντας ένα χάρτη σε μορφή PDF στο φόντο του DynaRoad. Το σύστημα συνταγμένων (εάν είναι δυνατόν) ταυτίζεται με αυτό του χάρτη και μετά σχεδιάζεται η θέση ελέγχου (location breakdown structure ή LBS). Η διαδικασία για τον έλεγχο της θέσης ή LBS σχεδιάζει γραμμικά (σαν μια αλυσίδα) τις θέσεις (όπως τις οδούς και τους σιδηρόδρομους) και διαχωρίζει τις περιοχές, που καθορίζονται με τα εργαλεία του DynaRoad για το χάρτη.

Μετά ο λογαριασμός των ποσοτήτων εισάγεται στο DynaRoad άμεσα από το Excel ή χειροκίνητα αν δεν είναι δυνατός ο λογαριασμός των ποσοτήτων. Οι δραστηριότητες δημιουργούνται από τις ποσότητες χρησιμοποιώντας ένα πρότυπο αρχείο που περιέχει τις πληροφορίες των μέσων παραγωγής, το ρυθμό παραγωγής και την τιμή μονάδας. Σε αυτό το στάδιο υπάρχει μια ξεκάθαρη αντίληψη της θέσης και της μέσης διάρκειας των δραστηριοτήτων.

- Προγραμματισμός (Scheduling)

Νωρίτερα καθορίστηκαν οι θέσεις, οι ποσότητες, και οι διάρκειες. Ακόμα έχει απομείνει να καθορισθεί ο χρόνος και η σειρά ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων. Αυτό μπορεί να γίνει είτε με τι διάγραμμα Gantt είτε με τις Γραμμές Ισορροπίας χρησιμοποιώντας τα σχετικά εργαλεία για το προγραμματισμό. Η χρήση των μέσων παραγωγής μπορεί να παρακολουθηθεί από το γράφημα των μέσων παραγωγής ή μπορεί να περιοριστεί σε ένα μέγιστο αριθμό μηχανημάτων

- Χρησιμοποίηση της οριζοντιογραφίας για την παρουσίαση του προγραμματισμού

Οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού μπορεί να επιλεγθεί μια ημερομηνία στη προβολή της οριζοντιογραφίας και προβάλλονται οι δραστηριότητες, που έχουν ολοκληρωθεί σε κάθε θέση. Η ημερομηνία μπορεί να κυκλωθεί επάνω ή κάτω για να προβληθεί η ακολουθία των δραστηριοτήτων σε όλες ή σε επιλεγμένες θέσεις. Αυτό απλοποιεί τη διαχείριση των δραστηριοτήτων στις γειτονικές θέσεις και έχει αποδειχτεί πολύ χρήσιμο όταν σχεδιάζονται πολύπλοκα έργα όπου για παράδειγμα η διαχείριση της κυκλοφοριακής ροής της περιοχής είναι ένα σημαντικό ζήτημα.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 9ο: Η ΨΑΚΠ στα έργα πολιτικού μηχανικού

- Κυκλοφοριακή ροή της περιοχής (On-Site Traffic)

Εάν η κυκλοφοριακή κίνηση της περιοχής είναι ένα ζήτημα, οι οδικές διαδρομές για γενική δημόσια χρήση (πεζούς ή οχήματα) καθορίζονται ως ένα μέρος διαδικασίας ελέγχου της θέσης ή LBS. Κατά τη διάρκεια της κατασκευής η κυκλοφοριακή ροή θα εξαρτηθεί από αυτές τις διαδρομές που κατασκευάζονται ως παρακαμπτήριοι οδοί. Οι παρακαμπτήριοι οδοί και η κυκλοφοριακή ροή προβάλλονται στην ίδια οριζοντιογραφία με τη κατασκευή να συσχετίζεται με τις δραστηριότητες. Με αυτό τον τρόπο παράγεται μια καθαρή εικόνα της κυκλοφοριακής ροής για κάθε εβδομάδα του έργου. Σε αυτήν την εβδομαδιαία οριζοντιογραφία μπορεί να φαίνεται, για παράδειγμα:

- Οι Διαδρομές για γενική δημόσια χρήση, που είναι κωδικοποιημένες με χρώμα
- Οι θέσεις των κόμβων
- Οι δραστηριότητες σε εξέλιξη

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 10ο: Οι Προοπτικές της ΨΑΚΠ, Συμπεράσματα – Προτάσεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Σκοπός:

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι προοπτικές της ΨΑΚΠ και τα συμπεράσματα από αυτή την εργασία και προτάσεις για την εισαγωγή στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών.

10.1 Οι Προοπτικές της ΨΑΚΠ [8]

Μέχρι σήμερα, η ΨΑΚΠ έχει προσφέρει μόνο ένα δείγμα της ανάπτυξης τρισδιάστατων μοντέλων και του απαιτούμενου ομαδικού πνεύματος για να εφαρμοστεί. Όσο περισσότερες κρατικές υπηρεσίες, όπως η GSA, ορίζουν στις συμβάσεις τους την παράδοση του έργου βασισμένη στη ΨΑΚΠ, τόσα περισσότερα οφέλη θα εμφανίζονται στα έργα και περισσότεροι πελάτες θα έχουν υψηλότερα κέρδη.

Μόλις η ΨΑΚΠ γίνει μια γενικά απαίτηση εξαιτίας οικονομικών λόγων, πράσινων προδιαγραφών ή άλλων λόγων, θα καταλάβουν οι συμμετέχοντες στη μελέτη και στη κατασκευή την αναγκαιότητα της ΨΑΚΠ και ότι η ΨΑΚΠ θα εξυπηρετεί καλύτερα τα συμφέροντα των επιχειρήσεων τους, όπως και γενικά της κατασκευαστικής βιομηχανίας. Η ΨΑΚΠ θα βρει αργά ή γρήγορα την πλήρη αποδοχή και θα αναμορφώσει τη βιομηχανία.

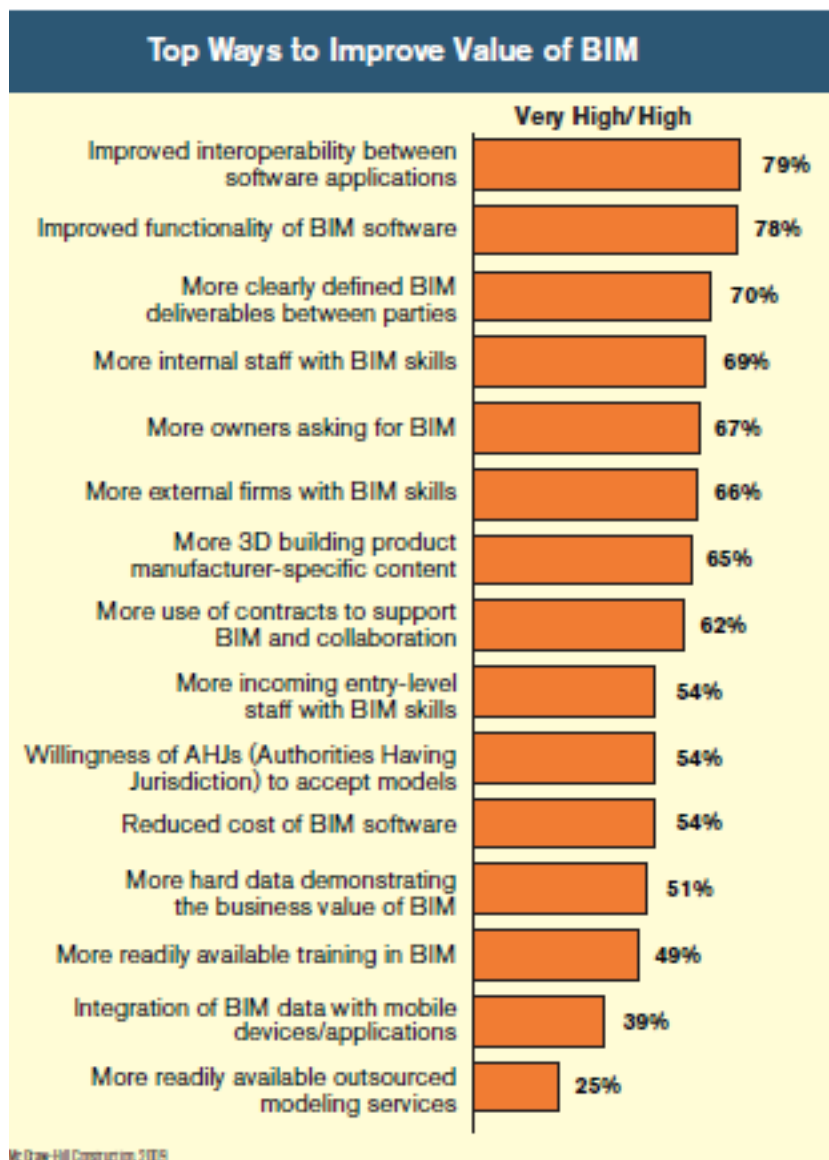
10.1.1 Οι άμεσες προοπτικές βελτιώσεις της ΨΑΚΠ [17]

Διάφοροι παράγοντες περιορίζουν τη ΨΑΚΠ να επιφέρει ακόμα καλύτερα αποτελέσματα της εφαρμογής της στους χρήστες της. Διάφοροι τομείς μπορούν να βελτιωθούν για την αύξηση των οφελών της στη διαχείριση και στη κατασκευή έργων. Τα σχετικά ζητήματα, που αφορούν τα λογισμικά, μπορούν και πρέπει να βελτιωθούν, όπως η καλύτερη διαλειτουργικότητα μεταξύ των λογισμικών και η λειτουργικότητα τους.

Τα κύρια ζητήματα που πρέπει να εξεταστούν για να βελτιωθεί η ΨΑΚΠ είναι:

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 10ο: Οι Προοπτικές της ΨΑΚΠ, Συμπεράσματα – Προτάσεις

**Σχήμα 10.1**

- 1. Η βελτίωση της διαλειτουργικότητας μεταξύ των λογισμικών εργαλείων.** Η μη καλή διαλειτουργικότητα περιορίζει τις δυνατότητες της ΨΑΚΠ, ειδικά σε ένα περιβάλλον όπου οι πληροφορίες ανταλλάσσονται μεταξύ των μελών της ομάδας του έργου. Δεδομένου ότι η ΨΑΚΠ έχει αναπτυχθεί και τα καινούργια εργαλεία έχουν εισαχθεί, η διαλειτουργικότητα γίνεται ακόμα πιο σημαντικό ζήτημα. Αν και η προσπάθεια δημιουργίας πρωτόκολλων επικοινωνίας συνεχίζεται, το ζήτημα για καλύτερη διαλειτουργικότητα παραμένει.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 10ο: Οι Προοπτικές της ΨΑΚΠ, Συμπεράσματα – Προτάσεις

- 2. Η βελτίωση της λειτουργικότητας των λογισμικών εργαλείων της ΨΑΚΠ.** Η λειτουργικότητα είναι μια συνεχής προσπάθεια για τις νέες τεχνολογίες. Δεδομένου ότι οι εταιρείες λογισμικού αναπτύσσουν συνέχεια τα εργαλεία ΨΑΚΠ και οι χρήστες τα χρησιμοποιούν στην πράξη, συνέχεια νέες απαιτήσεις προκύπτουν.
- 3. Πιο σαφής καθορισμός των προϊόντων που μπορούν να μεταφερθούν με τη ΨΑΚΠ μεταξύ των συμμετόχων.** Ακριβώς όπως με τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των λογισμικών εργαλείων, οι διάφοροι φορείς πρέπει να ξέρουν ότι μπορούν να ανταλλάξουν όλους τους τύπους πληροφοριών μεταξύ των μελών μιας ομάδας.
- 4. Η ζήτηση από τους πελάτες για ΨΑΚΠ να είναι μεγαλύτερη.** Η απαίτηση για ΨΑΚΠ είναι βασική. Ενώ η ΨΑΚΠ χρησιμοποιείται ευρέως από τη κοινότητα σχεδιασμού και κατασκευής, ο κύριος του έργου επιλέγει συνήθως τη τεχνολογία, με την οποία θα διεξαχθεί στο έργο. Οι ανάδοχοι ταλαντεύονται ιδιαίτερα ανάμεσα στις απαιτήσεις του πελάτη και την εφαρμογή της ΨΑΚΠ.

Το διάγραμμα στο Σχήμα 10.1 δείχνει τα ποσοστά των χρηστών για τους τομείς της ΨΑΚΠ που χρειάζονται να βελτιωθούν

10.1.2 Η ΨΑΚΠ στο έτος 2020 [8]

Μέχρι το έτος 2020 η ΨΑΚΠ στην Αμερική υπάρχει πιθανότητα να έχει εισαχθεί πλήρως στους οικοδομικούς κανονισμούς των κτιρίων και στη διαδικασία διεξαγωγής της άδειας. «Στείλτε το μοντέλο» θα είναι η απάντηση στην αίτηση για μια άδεια ενός έργου. Το γραφείο επικύρωσης των αδειών θα έχει ένα εργαλείο ελέγχου των μοντέλων που γρήγορα (σε μερικά δευτερόλεπτα) θα ελέγχει αν το μοντέλο τηρεί τους κανονισμούς, και η διεξαγωγή και η λήψη της άδειας θα γίνεται σε μερικά λεπτά, σπανιότερα σε εβδομάδες, μετά από την υποβολή της.

Οι αρχές των κατασκευών χωρίς απώλειες (Lean Construction) θα έχουν ενσωματωθεί στη πλειοψηφία των έργων, και η αμερικανική κατασκευαστική βιομηχανία, θα έχει τη μεγαλύτερη παραγωγικότητα παγκοσμίως.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 10ο: Οι Προοπτικές της ΨΑΚΠ, Συμπεράσματα – Προτάσεις

10.2 Συμπεράσματα - Προτάσεις

«Η πραγματική υπόσχεση της ΨΑΚΠ βρίσκεται στην εφαρμογή του σε ολόκληρη την ομάδα του έργου και ειδικά στον τομέα βελτίωσης της απόδοσης του κτιρίου», αναφέρει ο Jerry Laiserin, αναλυτής της τεχνολογίας στη βιομηχανία.

Η ΨΑΚΠ είναι ένα εργαλείο για το σχεδιασμό, το χρονικό προγραμματισμό και τη κοστολόγηση σε όλες τις φάσεις μιας Διαδικασίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού, που προσδίδει ποιότητα και τη καλύτερη εφαρμογή προκατασκευών σε ένα έργο. Αυτό επιτρέπει όχι μόνο την αποτελεσματική διαχείριση ενός τεχνικού έργου, αλλά και το πλήρη έλεγχο του.

Η ανάγκη για όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματική συνεργασία μεταξύ ενός μεγάλου αριθμού ατόμων σε ένα έργο προσπαθεί να επιτευχθεί με τη διαδικασία της ΨΑΚΠ. Η ΨΑΚΠ ως διαδικασία και ως ώριμο λογισμικό, ανεξάρτητα από το κόστος ή τη δυσκολία μάθησης, έχει αποδείξει στην εφαρμογή της στη πράξη ότι τα πλεονεκτήματα της είναι πολύ περισσότερα από τα μειονεκτήματα της και ότι επιφέρει ένα ευρύ φάσμα αλλαγών στη διαδικασία της κατασκευής.

Η GSA (General Services Administration) απαίτησε οι συμβάσεις να είναι βασισμένες στη ΨΑΚΠ. και η Senate Properties ανέπτυξε το «BIM requirements 2007» (βλ. Κεφάλαιο 3). Τα παραπάνω δείχνουν ότι η ΨΑΚΠ αρχίζει να εφαρμόζεται εκτός από το ιδιωτικό τομέα και στις κρατικές οργανώσεις της Αμερικής και της Ευρώπης. Κάτι αντίστοιχο μπορεί να γίνει και στις ελληνικές κρατικές υπηρεσίες, οι οποίες να προσφέρουν τη δυνατότητα παράδοσης του έργου μέσω ΨΑΚΠ, δημιουργώντας αντίστοιχους κανονισμούς, και τέλος να δημιουργηθούν σχετικά πρότυπα από τον ΕΛΟΤ

Τέλος, στη διαδικασία υλοποίησης τεχνικών έργων η ΨΑΚΠ μπορεί να έχει σημαντικό ρόλο, αυτοματοποιώντας τη διαδικασία παραγωγής των συμβατικών τευχών, του συμβατικού προϋπολογισμού, του συγκριτικού (ανακεφαλαιωτικού) πίνακα (ΑΠΕ), του ΠΚΝΤΜ και του ΠΠΑΕ.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 10ο: Οι Προοπτικές της ΨΑΚΠ, Συμπεράσματα – Προτάσεις

Σχετικές Προτάσεις για τη ΨΑΚΠ

- Εισαγωγή σχετικού μαθήματος στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών, που θα επεξηγεί τη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ και τις εφαρμογές της στη διαχείριση τεχνικών έργων
- Αξιοποίηση εργαλείων εκπαίδευσης από το μάθημα Διαχείρισης Τεχνικών Έργων και το μάθημα Ειδικά Θέματα Διαχείρισης Τεχνικών Έργων, όπως αναφέρεται παρακάτω.
- Υιοθέτηση και δημιουργία σχετικών προτύπων για τη ΨΑΚΠ από τον ΕΛΟΤ.
- Συμμετοχή των κρατικών υπηρεσιών και φορέων στις διεθνείς εξελίξεις και οργανισμούς (όπως η **buildingSMART**).
- Εισαγωγή σχετικών απαιτήσεων με μορφή πιλοτικών δράσεων για ΟΣΚ (Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων), π.χ. για έργα ΣΔΙΤ (Συμπράξεις Δημόσιου-Ιδιωτικού Τομέα) και στη Τεχνική Υπηρεσία του ΕΜΠ (Διαχείριση Κτιρίων Τεχνικών Εγκαταστάσεων).
- Συμμετοχή του ΕΛΟΤ στο ευρωπαϊκό buildingSMART και τη δημιουργία αντίστοιχου τμήματος στην Ελλάδα.

Πρόταση για το μάθημα

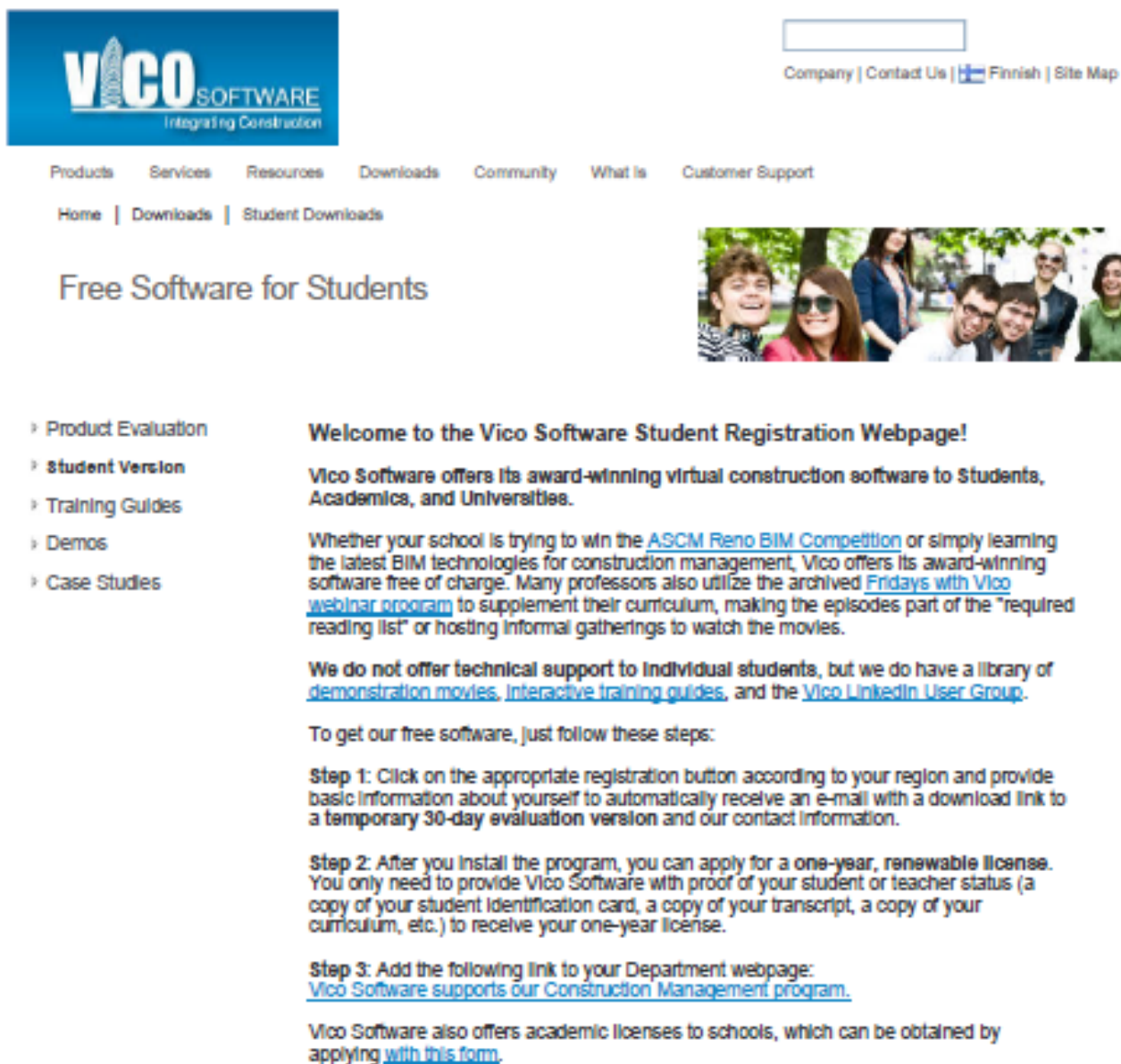
Θα μπορούσε να εισαχθεί η μεθοδολογία της ΨΑΚΠ ως ειδικό κεφάλαιο, για παράδειγμα στο μάθημα Ειδικά Θέματα Διαχείρισης Τεχνικών Έργων, το οποίο θα αναλύει τη μεθοδολογία της ΨΑΚΠ και τις εφαρμογές της στη διαχείριση τεχνικών έργων. Επιπλέον για να γίνει πιο κατανοητή η μεθοδολογία της ΨΑΚΠ θα μπορούσε να γίνεται μια αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση στο PC-Lab της σχολής, στην οποία θα γίνεται ο προγραμματισμός ενός έργου με ένα λογισμικό εργαλείο της ΨΑΚΠ.

Τα λογισμικά εργαλεία της εταιρείας Vico Software, Inc., θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε αυτήν την εργαστηριακή άσκηση, η οποία χορηγεί ελεύθερα τη σειρά των λογισμικών της στα πανεπιστημιακά ιδρύματα, που έχουν εισάγει τη τεχνολογία της ΨΑΚΠ στα μαθήματα τους. Η Vico Software, Inc, παραχωρεί πακέτα για την εγκατάσταση του λογισμικού της στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων, και εξουσιοδότηση για την δωρεάν χρήση των λογισμικών της στους φοιτητές. Η μόνη παρέκκλιση της εταιρείας είναι να αναφέρεται στην ιστοσελίδα του

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 10ο: Οι Προοπτικές της ΨΑΚΠ, Συμπεράσματα – Προτάσεις

μαθήματος, ότι η εταιρεία Vico Software, Inc, είναι χορηγός του μαθήματος (Σχήμα 10.2, 10.3).



Free Software for Students

- Product Evaluation
- Student Version
- Training Guides
- Demos
- Case Studies

Welcome to the Vico Software Student Registration Webpage!

Vico Software offers its award-winning virtual construction software to Students, Academics, and Universities.

Whether your school is trying to win the [ASCM Reno BIM Competition](#) or simply learning the latest BIM technologies for construction management, Vico offers its award-winning software free of charge. Many professors also utilize the archived [Fridays with Vico webinar program](#) to supplement their curriculum, making the episodes part of the "required reading list" or hosting informal gatherings to watch the movies.

We do not offer technical support to individual students, but we do have a library of [demonstration movies](#), [interactive training guides](#), and the [Vico LinkedIn User Group](#).

To get our free software, just follow these steps:

Step 1: Click on the appropriate registration button according to your region and provide basic information about yourself to automatically receive an e-mail with a download link to a temporary 30-day evaluation version and our contact information.

Step 2: After you install the program, you can apply for a one-year, renewable license. You only need to provide Vico Software with proof of your student or teacher status (a copy of your student identification card, a copy of your transcript, a copy of your curriculum, etc.) to receive your one-year license.

Step 3: Add the following link to your Department webpage:
[Vico Software supports our Construction Management program.](#)

Vico Software also offers academic licenses to schools, which can be obtained by applying [with this form](#).

Σχήμα 10.2

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Κεφάλαιο 10ο: Οι Προοπτικές της ΨΑΚΠ, Συμπεράσματα – Προτάσεις

VICO SOFTWARE
Integrating Construction

Company | Contact Us | Finnish | Site Map

Products | Services | Resources | Downloads | Community | What is | Customer Support

Home | Downloads | Academic Programs

Academic Programs

- Academic Programs
- Student Version
- Testimonials
- Demos
- Case Studies

Virtual Construction is going to school! Any institution engaged in teaching formal, recognized construction management courses or academic research can gain free access to the complete Vico Suite of Virtual Construction products. We offer laboratory installation packages or individual student licenses. Whether your school is trying to win the [ASCM Reno BIM Competition](#) or simply introducing the latest BIM technologies to your construction management students, Vico offers its award-winning software free of charge.

We simply have one request: please ask your webmaster to place the following link on your school's department page -> [Vico Software supports our Construction Management program](#).

Software bundle for educational institutions:
The software bundle includes a site license with unlimited seats for the following software packages:
Vico Software Constructor
Vico Software Estimator
Vico Software Control
Vico Software 5D Presenter
Vico Software Cost Manager

Educational license constraints:
The software is functionally unrestricted and is concurrent with our commercial releases. The software license is valid for one year.

Training and support:
Vico Software provides [interactive training guides](#) and online [demonstration movies](#). Many professors also utilize the archived [Fridays with Vico webinar program](#) to supplement their curriculum, making the episodes part of the "required reading list" or hosting informal gatherings to watch the movies.

We do not offer technical support to individual students, this is the responsibility of the staff within their academic institution. But we invite universities to join the [Vico LinkedIn User Group](#) where the user community offers tips, best practices, and insights.

In order to register for the Educational Institutes Academic Program, please click on the button below or contact education@vicosoftware.com.

Partner Universities:
PENN STATE, Nebraska, San Diego State University, UNLV, UNH, TAMU, IIT, UNL, Michigan State University, UNIVERSITY OF TEXAS AT AUSTIN, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, UNIVERSITY OF MICHIGAN

Σχήμα 10.3

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Αναφορές - Πηγές

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- [1] Journal of Building Information Modeling (Fall 2007), "**Approaches to Transforming the Construction Industry**".

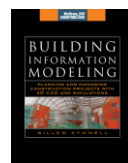
JBIM an official publication of the National BIM Standard (NBIMS) and the National Institute of Building Sciences (NIBS) <http://www.wbdg.org/references/jbim.php>



- [2] Busby Perkins + Will Stantec Consulting (2007), "**Roadmap for the Integrated Design Process**", Part One: Summary Guide, Part Two: Reference Manual", Bc Green Building Roundtable.



- [3] Willem Kymmell (2008), "**Building Information Modeling, Planning and Managing 4D CAD and Simulations**", McGraw-Hill Construction. [ISBN 978-0-071-49453-3](https://www.amazon.com/dp/0071494533)



- [4] **BIM Wikipedia**, <http://en.wikipedia.org/wiki/BIM>

- [5] **TechScience**, <http://www.techscience.gr/>



- [6] Tatjana Dzambazova, Eddy Krygiel, Greg Demchak, Forward by Stephen Stafford (2009), "**Introducing Revit Architecture 2010, BIM for Beginners**", Wiley Publishing, Inc.



- [7] **The LAISERINLetter**, <http://www.laiserin.com/index.php>

http://www.laiserin.com/features/bim/newforma_bim.pdf



- [8] Words & Images (Ιούλιος 2009), "**Building Information Modeling: Understanding and Operating in a New Paradigm**", The Foundation of Wall and Ceiling Industry.

<http://www.sharpeinteriorsystems.com/articles/building-information-modeling-understanding-and-operating-new-paradigm>



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

- [9] National Institute of Building Sciences (Δεκέμβριος 2007), **“National Building Information Modeling Standard**, Version 1-Part1: Overview, Principles, and Methodologies, Transforming the Building Supply Chain Through Open and Interoperable Information Exchanges”, buildingSMARTalliance National BIM Standard, United States.



- [10] **BIM Journal** managed by buildingSMART International, <http://bimjournal.com/>



- [11] **Ramboll**, <http://www.ramboll.com/>



http://www.ramboll.fi/fi/ramboll_finland_oy/julkaisut/~//media/446A4A951A534410905F0017DF10BA95.ashx

- [12] **BIMForum**, <http://bimforum.org/>



- [13] **Building Information Modeling Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity**, McGraw-Hill Construction και SmartMarket Report.



http://construction.ecnext.com/mcgraw_hill/includes/BIM2008.pdf

- [14] **VICO Software**, <http://www.vicosoftware.com/>



- [15] Salman Azhar, Michael Hein and Blake Sketo, **“Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges”**, McWhorter School of Building Science, Auburn University, Alabama.



<http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2008/paper/CPGT182002008.pdf>

- [16] **ONUMA**, <http://onuma.com/>



<http://www.onuma.com/services/AgcStorm.php>

- [17] **“The Business Value of BIM Getting Building Information Modeling to the Bottom Line”**, McGraw-Hill Construction και SmartMarket Report.



<http://fairsnape.wordpress.com/2010/10/13/useful-building-information-modelling-reports-green-bim-and-bim-market-report/>

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

[18] **Senaatti**, <http://www.senaatti.com/>



[19] **U.S. General Services Administration (GSA)**,
<http://www.gsa.gov/portal/category/100000>



[20] **DynaRoad**, <http://www.dynaroad.fi/>



[21] **"The Contractors' Guide to BIM, Edition 1"**, AGC - The Associated General Contractors of America.
<http://www.agcnebuilders.com/documents/BIMGuide.pdf>



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Α. ΔΙΕΘΝΗ ΠΡΟΤΥΠΑ

A.1 IFC ISO/PAS 16739:2005 **Industry Foundation Classes** Release 2x

The intended scope of the IFC specification is the project life-cycle of construction facilities, including all phases as identified by generic process protocols for the construction and facilities management industries, such as: Demonstrating the need, Conception of need, Outline feasibility, Substantive feasibility study and outline financial authority, Outline conceptual design, Full conceptual design, Coordinated design, procurement and full financial authority, Production information, Construction, Operation and maintenance [Generic Process Protocol].

The IFC specification aims at supporting the different disciplines that participate in the project life-cycle, such as architecture, building services (HVAC - heating, ventilation, air conditioning, cooling, electrical), building automation, structural analysis and engineering, quantity take-off and cost estimation, construction planning and scheduling, project handover and facilities management.

A.2 IDM ISO 29481-1:2010 **Building information modelling -- Information delivery manual -- Part 1: Methodology and format**

ISO 29481-1:2010 specifies a methodology and format for the development of an information delivery manual (IDM).

ISO 29481-1:2010 specifies a methodology that unites the flow of construction processes with the specification of the information required by this flow, a form in which the information should be specified, and an appropriate way to map and describe the information processes within a construction life cycle.

ISO 29481-1:2010 is intended to facilitate interoperability between software applications used in the construction process, to promote digital collaboration between actors in the construction process and to provide a basis for accurate, reliable, repeatable and high-quality information exchange.

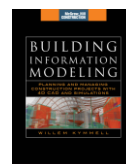
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

- A.3 **IFD** BS ISO 12006-3:2007 Building construction. Organization of information about construction works. Framework for object-oriented information. (Κατασκευή κτιρίων. Οργάνωση πληροφοριών για τις εργασίες κατασκευής. Πλαίσιο δομής αντικειμενοστραφών πληροφοριών).
- A.4 **Uniclass** BS ISO 12006-2:2001 Building construction. Organization of information about construction works. Framework for classification of information (Κατασκευή κτιρίων. Οργάνωση πληροφοριών για τις εργασίες κατασκευής. Πλαίσιο ταξινόμησης πληροφοριών).
- A.5 **Avanti** BS 1192:2007 Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice (Παραγωγή ανταλλάξιμων πληροφοριών)

B. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- B.1 Willem Kymmell (2008), "**Building Information Modeling, Planning and Managing 4D CAD and Simulations**", McGraw-Hill Construction. ISBN 978-0-071-49453-3
- B.2 Busby Perkins + Will Stantec Consulting (2007), "**Roadmap for the Integrated Design Process**, Part One: Summary Guide, Part Two: Reference Manual", Bc Green Building Roundtable.
- B.3 National Institute of Building Sciences (Δεκέμβριος 2007), "**National Building Information Modeling Standard**, Version 1-Part1: Overview, Principles, and Methodologies, Transforming the Building Supply Chain Through Open and Interoperable Information Exchanges", buildingSMARTalliance National BIM Standard, United States.
- B.4 Tatjana Dzambazova, Eddy Krygiel, Greg Demchak, Forward by Stephen Stafford (2009), "**Introducing Revit Architecture 2010, BIM for Beginners**", Wiley Publishing, Inc.



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

- B.5 **"Building Information Modeling Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity"**, McGraw-Hill Construction και SmartMarket Report.

http://construction.ecnext.com/mcgraw_hill/includes/BIM2008.pdf



- B.6 **"The Business Value of BIM Getting Building Information Modeling to the Bottom Line"**, McGraw-Hill Construction και SmartMarket Report.

<http://fairsnape.wordpress.com/2010/10/13/useful-building-information-modelling-reports-green-bim-and-bim-market-report/>



- B.7 Words & Images (Ιούλιος 2009), **"Building Information Modeling: Understanding and Operating in a New Paradigm"**, The Foundation of Wall and Ceiling Industry.

<http://www.sharpeinteriorsystems.com/articles/building-information-modeling-understanding-and-operating-new-paradigm>



- B.8 **"The Contractors' Guide to BIM, Edition 1"**, AGC - The Associated General Contractors of America.

<http://www.agcnebuilders.com/documents/BIMGuide.pdf>



- B.9 Finith Jernigan (Οκτώβριος 2007), **"BIG BIM little bim"**, The practical approach to Building Information Modeling - Integrated practice done the right way!", AIA. ISBN 978-0-979-56990-6



- B.10 Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, and Kathleen Liston (Μάρτιος 2008), **"BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers"**, Second Edition. ISBN 978-0-470-18528-5



- B.11 Eddy Krygiel, Brad Nies, foreword by Steve McDowell, FAIA, BNIM (Απρίλιος 2008), **"Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling"**, Sybex. ISBN 978-0470239605.



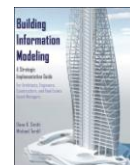
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

- B.12 Brad Hardin (Απρίλιος 2009), "**BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows**", Sybex. ISBN: 978-0-470-40235-1



- B.13 Dana K. Smith, Michael Tardif (Μάιος 2009), "**Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide** for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers". ISBN: 978-0-470-25003-7



- B.14 Robert S. Weygant (Απρίλιος 2011), "**BIM Content Development: Standards, Strategies, and Best Practices**". ISBN: 978-0-470-58357-9



- B.15 Finith Jernigan (Ιανουάριος 2009), "**Path to Certainty: A Bim Chronology**". ISBN 0979569931



- B.16 George Elvin (Μάρτιος 2007), "**Integrated Practice in Architecture: Mastering Design-Build, Fast-Track, and Building Information Modeling**", John Wiley & Sons. ISBN: 0471998494.



- B.17 Beth A. Brucker, Michael P. Case, E. William East, Brian K. Huston, Susan D. Nachtigall, Johnette C. Shockley, Steve C. Spangler, και James T. Wilson (Οκτώβριος 2006), "**Building Information Modeling (BIM) A Road Map for Implementation To Support MILCON Transformation and Civil Works Projects within the U.S. Army Corps of Engineers**", U.S. Army Engineer Research and Development Center.



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

- B.18 Salman Azhar, Michael Hein and Blake Sketo, "**Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges**", McWhorter School of Building Science, Auburn University, Alabama.

<http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2008/paper/CPGT182002008.pdf>



- B.19 The State of Wisconsin Department of Administration Division of State Facilities (Ιούνιος 2009), "**Building Information Modeling A report on the current state of BIM technologies and recommendations for implementation.**"



- B.20 Toni Farah (Ιούλιος 2005), "**REVIEW OF CURRENT ESTIMATING CAPABILITIES OF THE 3D BUILDING INFORMATION MODEL SOFTWARE TO SUPPORT DESIGN FOR PRODUCTION /CONSTRUCTION**".



Γ. ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

- Γ.1 Journal of Building Information Modeling (Fall 2007), "**Approaches to Transforming the Construction Industry**".

JBIM an official publication of the National BIM Standard (NBIMS) and the National Institute of Building Sciences (NIBS) <http://www.wbdg.org/references/jbim.php>



- Γ.2 Journal of Building Information Modeling (Spring 2008), "**There's a Brewing in the Construction Industry... Storm are you Ready?**".

JBIM an official publication of the National BIM Standard (NBIMS) and the National Institute of Building Sciences (NIBS) <http://www.wbdg.org/references/jbim.php>










- Γ.3 Journal of Building Information Modeling (Fall 2008), "**The BIM Balancing Act: Tilt the Scales in Your Favor**".

JBIM an official publication of the National BIM Standard (NBIMS) and the National Institute of Building Sciences (NIBS) <http://www.wbdg.org/references/jbim.php>




ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α








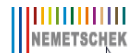




- Γ.4 Journal of Building Information Modeling (Spring 2009), "**The USC School of Cinematic Arts: The Arrival of Spring in the Facilities Industry**".
JBIM an official publication of the National BIM Standard (NBIMS) and the National Institute of Building Sciences (NIBS) <http://www.wbdg.org/references/jbim.php> 
- Γ.5 Journal of Building Information Modeling (Fall 2009), "**Enables Success on BIM WTC Mega Project**".
JBIM, National Institute of Building Sciences: An Authoritative Source of Innovative Solutions for the Built Environment, an official publication of the National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance™ <http://www.wbdg.org/references/jbim.php> 
- Γ.6 Journal of Building Information Modeling (Spring 2010), "**BIM and FM: The Portal to Lifecycle Facility Management**".
JBIM, National Institute of Building Sciences: An Authoritative Source of Innovative Solutions for the Built Environment, an official publication of the National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance™ <http://www.wbdg.org/references/jbim.php> 
- Γ.7 Journal of Building Information Modeling (Fall 2010), "**LOCATION LOCATION BIM BIM BIM GIS**".
JBIM, National Institute of Building Sciences: An Authoritative Source of Innovative Solutions for the Built Environment, an official publication of the National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance™ <http://www.wbdg.org/references/jbim.php> 
- Γ.8 **BIM Journal** managed by buildingSMART International, <http://bimjournal.com/> 
- Γ.9 **AECMAGAZINE** Design Management & Collaboration in the Built Environment, <http://aecmag.com/> 
- Γ.10 **AECbytes Viewpoints** Architecture Engineering Construction, Bentley, <http://www.aecbytes.com/> 

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α













- Γ.11 **ENR.com Engineering News-Records**, McGraw-Hill Construction 
<http://enr.construction.com/>
- Γ.12 **ITcon, Journal of Information Technology in Construction**, 
<http://www.itcon.org/>

Δ. ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

- Δ.1 **Bentley**, <http://www.bentley.com/en-US/> 
- Δ.2 **Autodesk**, <http://usa.autodesk.com/> 
- Δ.3 **VICO Software**, <http://www.vicosoftware.com/> 
- Δ.4 **TEKLA**, <http://www.tekla.com/us/Pages/Default.aspx> 
- Δ.5 **ONUMA**, <http://onuma.com/> 
- Δ.6 **Beck Technology**, <http://www.beck-technology.com/> 
- Δ.7 **GRAPHISOFT**, <http://www.graphisoft.com/> 
- Δ.8 **Nemetschek**, <http://www.nemetschek.com/> 
- Δ.9 **BSD Building Systems Design, Inc.**, 
<http://www.bssoftlink.com/>
- Δ.10 **OMEGAVEW**, <http://www.omegavue.com/> 
- Δ.11 **SOLIBRI**, <http://www.solibri.com/> 
- Δ.12 **Synchro**, <http://www.synchro ltd.com/> 

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ











Παράρτημα Α

| | | |
|------|--|---|
| Δ.13 | e-SPECS , http://www.e-specs.com/ |  |
| Δ.14 | Google-SketchUp , http://sketchup.google.com/ | |
| Δ.15 | Digital Alchemy , http://www.digitalalchemypro.com/ |  |
| Δ.16 | TOCOMAN , http://www.tocoman.com/ |  |
| Δ.17 | Building Explorer , http://www.buildingexplorer.com/ |  |
| Δ.18 | Objective World , http://www.objectiveworld.com/ |  |
| Δ.19 | ipe International Project Estimating Limited , http://www.ipeestimate.com/ |  |
| Δ.20 | MACTEC , http://www.mactecflg.com/ |  |
| Δ.21 | Cadsoft , http://www.cadsoft.com/ |  |
| Δ.22 | MagiCAD , http://www.progman.fi/ |  |
| Δ.23 | Vianova Systems , http://www.novapoint.com/ |  |
| Δ.24 | DynaRoad , http://www.dynaroad.fi/ |  |
| Δ.25 | Alconsoft , http://www.alconsoft.gr/ |  |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α







Ε. ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

- | | | |
|------|--|---|
| E.1 | TechScience , http://www.techscience.gr/ |  |
| E.2 | GSCNE Inc. , http://www.gscne.com/ |  |
| E.3 | AEC Infosystems, Inc. , http://www.aecinfosystems.com/ |  |
| E.4 | BIM Engineering Solutions (BIMES) , http://www.bimengineering.com/ |  |
| E.5 | CADD Microsystems, Inc. (CMI) , http://www.caddmicro.com/ |  |
| E.6 | Digital Vision Automation , http://www.digitalvis.com/ |  |
| E.7 | Hagerman & Company, Inc. , http://www.hagerman.com/ |  |
| E.8 | IMAGINiT Technologies , http://www.imaginit.com/ |  |
| E.9 | Microsol Resources Corporation , http://www.microsolresources.com/home/ |  |
| E.10 | 1ST Pricing , http://www.1stpricing.com/ |  |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

Z. ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- Z.1 **BIMForum**, <http://bimforum.org/> 
- Z.2 **BIM Wiki**, <http://bim.wikispaces.com/> 
- Z.3 **RevitCity**, <http://www.revitcity.com/index.php> 
- Z.4 **BIM Wikipedia**, <http://en.wikipedia.org/wiki/BIM>
- Z.5 **Chrimounts**, <http://chrismounts.com/> 
- Z.6 **BIM Manager**, The People and Process side of Managing the BIM and Revit Environment by Mark W. Kiker, <http://www.bimmanager.com/> 
- Z.7 **The LAISERINLetter**, <http://www.laiserin.com/index.php> 

H. ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΟΡΓΑΝΩΣΕΙΣ - ΦΟΡΕΙΣ

- H.1 **The National Institute of Building Sciences (NBIS)**, <http://www.nibs.org/> 
- H.2 **The Whole Building Design Guide**, <http://www.wbdg.org/> 
- H.3 **bouldingSMART International Home of open BIM**, <http://buildingsmart.be.no:8080/buildingsmart.com> 
- H.4 **bouldingSMARTalliance** a council of the National Institute of Building Sciences, <http://www.buildingsmartalliance.org/> 

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

- | | | |
|------|--|---|
| H.5 | bouldingSMART Middle East-North Africa-India, http://www.bsame.org/ |  |
| H.6 | The Associated General Contractors of America (AGC), http://www.agc.org/ |  |
| H.7 | The American Institute of Architects (AIA), http://www.aia.org/ |  |
| H.8 | Lean Construction Institute, Building knowledge in design and construction, http://www.leanconstruction.org/ |  |
| H.9 | smartgeometry, http://www.smartgeometry.com/ |  |
| H.10 | BIM Construct, http://www.bimconstruct.org/ |  |
| H.11 | The Open Geospatial Consortium, Inc.® (OGC), http://www.opengeospatial.org/ |  |
| H.12 | The Design-Build Institute of America (DBIA), http://www.dbia.org/ |  |
| H.13 | BuildingGreen, http://www.buildinggreen.com/ |  |
| H.14 | Association for Computer Aided Design in Architecture, http://www.acadia.org/ |  |
| H.15 | The Australian Council of Built Environment Design Professions (BEDP), http://www.bedp.asn.au/ |  |
| H.16 | The Construction Specifications Institute, http://www.csinet.org/ |  |
| H.17 | Senaatti, http://www.senaatti.com/ |  |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

H.18 **U.S. General Services Administration (GSA),**
<http://www.gsa.gov/portal/category/100000>



Θ. ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ ΨΑΚΠ

Θ.1 **Ramboll,** <http://www.ramboll.com/>



Θ.2 **Apollo,** <http://www.apollosm.com/>



Θ.3 **Brandow & Johnston,** <http://www.bjsce.com/>



Θ.4 **Gensler,** <http://www.gensler.com/>



Θ.5 **H3 Hardy Collaboration Architecture,** <http://www.h3hc.com/>



Θ.6 **HDR,** <http://www.hdrinc.com/>



Θ.7 **Jaros, Baum & Bolles,** <http://www.jbb.com/>



Θ.8 **Kirksey,** <http://www.kirksey.com/>



Θ.9 **LEO A DALY,** <http://www.leoadaly.com/>



Θ.10 **The Lessard Group,** <http://www.lessardgroup.com/>



Θ.11 **MSA Integrated Project Delivery,** <http://www.msa-ipd.com/>

















Θ.12 **Day & Zimmermann,** <http://dayzim.com/>


















ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

- Θ.13 **Project Control**, <http://www.projectcontrol.com/> 
- Θ.14 **Walter P Moore**, <http://www.walterpmoore.com/> 
- Θ.15 **YIT Group**, <http://www.yitgroup.com/> 
- Θ.16 **eppstein uhen : architects**, <http://www.eua.com/> 
- Θ.17 **Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC)**,
<http://www.cmhc.ca/en/index.cfm> 
- Θ.18 **CH2M HILL**, <http://www.ch2m.com/corporate/> 
- Θ.19 **Woolpert**, <http://www.woolpert.com/> 
- Θ.20 **PCL**, <http://www.pcl.com/> 
- Θ.21 **Consolidated Contractors Company**, <http://www.ccc.gr/> 
- Θ.22 **HOK**, <http://hok.com/> 
- Θ.23 **McDonough Bolyard Peck, Inc. (MBP)**,
<http://www.mbpce.com/> 
- Θ.24 **QuarryGroup**, <http://www.quarrygroup.com/> 
- Θ.25 **Mechanical Inc.**, <http://www.helmgroup.com/> 
- Θ.26 **BluEnt CAD**, <http://www.bluentcad.com/> 

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

- | | | |
|------|--|---|
| Θ.27 | Hi-Tech Outsourcing Services (Hi-Tech), http://www.hitechcaddservices.com/ |  |
| Θ.28 | The Jordani Consulting Group (JCG), http://www.jordani.com/ |  |
| Θ.29 | PHI Cubed Inc., http://www.phicubed.com/ |  |
| Θ.30 | La Cañada Design Group, http://www.lcdg.com/ |  |
| Θ.31 | SCT Detailing Services Ltd., http://www.sctdetail.com/ |  |
| Θ.32 | The Weidt Group, http://twgi.com/ |  |
| Θ.33 | Design + Construction Strategies, http://www.dcstrategies.net/ |  |
| Θ.34 | London Infotech Inc., http://www.londonites.com/ |  |
| Θ.35 | The OmniClass Construction Classification (OmniClass™ or OCCS), http://www.omniclass.org/ |  |
| Θ.36 | CADFORCE, http://www.cadforce.com/ |  |
| Θ.37 | McGraw-Hill Construction, http://construction.com/ |  |
| Θ.38 | The McGraw-Hill Companies, http://www.mcgraw-hill.com/ |  |
| Θ.39 | Granlund, http://www.granlund.fi/en/granlund/ |  |
| Θ.40 | Mortenson, http://www.mortenson.com/ |  |
| Θ.41 | Sundt, http://www.sundt.com/ |  |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Α

Θ.42 **ANSHEN + ALLEN**, <http://www.anshen.com/>



Θ.43 **Walsh Construction & Archer Western Contractors**,
<http://www.walshgroup.com/>



Θ.44 **Parsons Brinckerhoff**, <http://www.pbworld.com/>



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Β

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β (στο Κεφάλαιο 7)

Κόστος Προμήθειας Λογισμικών ΨΑΚΠ (ενδεικτικός κατάλογος) [21]

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Β

| Software - 3D Modeling (or 2D to 3D Conversion) | | | | | | |
|---|--------------|----------------------------------|---|---|---|--|
| Product Name | Manufacturer | BIM Use | Manufacturer's Description | Supplier | Hardware Requirements | Approx. Cost |
| Revit Building | AutoDesk | Creating and reviewing 3D models | <p>Autodesk® Revit® technology is Autodesk's platform for building information modeling. Built on the Revit platform, Autodesk® Revit® Building software is a complete, discipline-specific building design and documentation system supporting all phases of design and construction documentation. From conceptual studies through the most detailed construction drawings and schedules, Revit-based applications help provide immediate competitive advantage, deliver better coordination and quality, and can contribute to higher profitability for architects and the rest of the building team.</p> <p>At the heart of the Revit platform is the Revit parametric change engine, which automatically coordinates changes made anywhere—in model views or drawing sheets, schedules, sections, plans...you name it.</p> <p>Compatible with 2-D drawings</p> | <p>Various</p> <p>http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=2435651</p> | <p>System Requirements: Microsoft® Windows® XP (Professional, Home, Tablet PC Edition) or Microsoft® Windows® 2000, SP4 (or later) Intel® Pentium® 4 1.4 GHz or equivalent AMD® Athlon® processor 1 GB RAM with 1 GB free disk space 1024 x 768 monitor and display adapter capable of 24-bit color Internet connection for license registration Microsoft Internet Explorer 6.0</p> <p>System Recommendations: Microsoft Windows, XP Professional SP2 (or later) Processor: Intel Pentium 4 2.8 GHz or equivalent AMD Athlon processor RAM: 2 GB with Two-button mouse with scroll wheel</p> | ~\$4,000 To \$6,000 Per Seat plus Subscription |
| Virtual Construction | Graphisoft | 3D Modeling/ Virtual Building | <p>The Virtual Construction™ suite of technologies employs 3D modeling to virtually construct your project. This process identifies constructability issues during design and/or preconstruction. The 3D model is further utilized to extract accurate estimating quantities and to analyze alternative construction sequences. Finally, design (3D), schedule (4D), and cost (5D) are all interlinked, so a change to any of the three automatically updates the other two.</p> <p>Graphisoft's construction tools include Change Manager. This solution automates revision of drawing changes and allows members of a project team to easily identify, communicate and manage those changes so they have minimum impact on time, cost and schedule.</p> <p>5D Construction Management</p> | <p>Various based on region</p> <p>http://www.graphisoft.com/products/where to buy/</p> | | ~\$8,000 Per Seat |
| Bentley Architecture | Bentley | Architecture Design | <p>Bentley is committed to delivering complete BIM solutions that support the whole project delivery process for the entire lifecycle of facilities. Built on a single platform while supporting industry standards, these solutions focus on design rather than drafting, integrate design with engineering, facilitate multi-disciplinary collaboration, and allow distributed teams to "build as one" within a managed information environment.</p> <p>Bentley Architecture, an advanced Building Information Modeling (BIM) application, virtually creates 3D prototypes of buildings, thereby providing significant business-critical benefits for architectural design and A/E/E/A firms of all sizes. Able to deliver better buildings on time and on budget, they can substantially improve client services, reduce costs, and increase revenue.</p> <p>Prerequisites: MicroStation V8 (08.01.02.15 or higher) and MicroStation TriForma (08.01.01.30 or higher)</p> <p>Supports DGN File Formats</p> | <p>Bentley Architecture</p> <p>http://www.bentley.com/BentleyWebSite/Tools/sales/contact.aspx</p> | <p>Intel-compatible Pentium PCs running Microsoft Windows 2000, Microsoft Windows NT or Microsoft Windows XP Memory: Minimum 256 MB Hard disk: 200 MB minimum free Input device: mouse or digitizing tablet (tablet on Windows requires WINTAB driver or Bentley's Windows Digitizer Tablet Interface) Output Device: Majority of industry-standard devices supported; works with Windows-supported printers Video: Supported graphics cards (256 or more color card recommended for rendering); 16-bit color minimum for QuickVision GL; dual screen graphics supported for Windows NT4; multi-monitor configurations supported with Windows XP and Windows 2000</p> | <p>Contact Bentley sales for a customized quote: http://www.bentley.com/BentleyWebSite/Tools/sales/contact.aspx</p> |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Β

| Software - 3D Modeling (or 2D to 3D Conversion) | | | | | | |
|---|--------------|---|---|--|---|-------------------|
| Product Name | Manufacturer | BIM Use | Manufacturer's Description | Supplier | Hardware Requirements | Approx. Cost |
| Architect | VectorWorks | 2D and 3D Production Management | For more than twenty years, VectorWorks Architect has provided building information modeling (BIM) capabilities that offer a true increase in productivity. With BIM, your 2D drawings, 3D drawings and project data are linked into a simple, yet powerful design environment. VectorWorks BIM technology allows you to design in 2D and 3D simultaneously. Changes made in one view are automatically updated in the other. And, because your drawings are linked, a change in one can automatically ripple through the entire drawing set, saving you time and reducing drawing errors. Plus, you can integrate information into your design to automatically generate schedules, as well as track materials and costs. And, you can export this information to use downstream in other costing and database programs. | VectorWorks http://www.nemetschek.net/sales/index.php | VectorWorks ARCHITECT RAM: 256MB Hard drive space: 200MB VectorWorks ARCHITECT plus RenderWorks RAM: 256MB Hard drive space: 1GB Macintosh Operating System: Mac OS X 10.3.9 or later Other Software: QuickTime 6 or higher Processor: PowerPC G3 or newer Other Hardware: CD-ROM drive Screen Resolution: 1024 x 768 (XGA) Display color depth: 16 bit Windows Operating System: Windows 2000 SP4 or later; Windows XP Other Software: QuickTime 6.5.2 or 7.0.2 Processor: Pentium or newer Other Hardware: CD-ROM drive Screen Resolution: 1024 x 768 (XGA) Display color depth: 16 bit | ~\$1,400 Per Seat |
| Software - Training | | | | | | |
| Product Name | Manufacturer | BIM Use | Manufacturer's Description | Supplier | Hardware Requirements | Approx. Cost |
| Revit | Autodesk | Software Fundamentals and Advanced Training | Tutorials A complete set of self-paced training exercises is available to help you become more productive using Autodesk® Revit® Building. Revit Classroom Training Autodesk offers Autodesk Revit Fundamentals and Autodesk Revit Advanced training courses from our offices in Waltham, Massachusetts and San Rafael, California. How-to/Articles Through step-by-step lessons written by recognized experts in their fields, Autodesk how-to articles and tutorials can help you master the techniques you need to become more productive with Autodesk products and solutions. API Training and Consulting for Developers Visit the Autodesk Developer Center for the latest courses and schedules of hands-on API training. Also, get information about Autodesk API consulting services. | Autodesk | Tutorials, Classroom Training, and How-to Articles Prerequisites: Implementation of Revit | ~\$1,000 |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Β

| Software - Training | | | | | | |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------------|---|--|--|----------------------|
| Product Name | Manufacturer | BIM Use | Manufacturer's Description | Supplier | Hardware Requirements | Approx. Cost |
| Virtual Construction | Graphisoft | Transition Services | To both ease the transition to the new technology and to provide additional customer support during peak loads, Graphisoft Construction Services will utilize this product line under the direction of the Customer's project team. Services include: Construction Modeling Constructability/Analysis Estimating Support 4D Sequencing Support Production and Procurement Planning Support Site Planning Support 5D Construction Simulation Presentation | Graphisoft | Services Include: Construction Modeling Constructability/Analysis Estimating Support 4D Sequencing Support Production and Procurement Planning Support Site Planning Support 5D Construction Simulation Presentation Prerequisites: Implementation of Virtual Construction Suite | Varies based on need |
| Bentley Architecture | Bentley | Bentley Training Programs | Classroom Learning Led by experienced Bentley instructors, classroom learning is offered through scheduled courses at Bentley training facilities or as account-specific training in your office or nearby training facility convenient to your work location. Distance Learning Live, instructor-led distance learning is taught by experienced Bentley instructors via the Internet. Distance learning is available through scheduled courses or as account-specific courses tailored to your workflow. OnDemand eLearning OnDemand eLearning delivers professional training to every desk through recorded interactive courses and lectures. Hundreds of hours of OnDemand eLearning courses are available to Bentley LEARN and Enterprise Training Subscription users. | Bentley | Programs for every user, goal or budget Bentley Institute offers a variety of training programs that make it easy for any individual or organization to get professional training. Organizations can increase return on investment and train more people through the annual training subscription programs, Bentley LEARN and Enterprise Training Subscriptions. Prerequisites: Implementation of Bentley solution | Varies based on need |
| Various | Kristine Fallon Associates, Inc. | BIM Training and Transition | KFA has developed training curricula and conducted training in multiple BIM products. KFA was principal author of Autodesk Revit Building 8 training curriculum and materials. KFA restructured the training curriculum for Autodesk Revit Building Essentials from a five-day to a three-day program and the Advanced curriculum from a three-day to a two-day program. As part of the documentation review, KFA verified all model sets used in each unit of the programs were complete and had the necessary building components and families for students to create models. The conventional training manuals were also reformatted and adapted for modified online versions of both training programs. The ERDC Computer-Aided Design and Drafting/Geographic Information Systems Technology Center for Facilities, Infrastructure, and Environment (CADD/GIS Center) provides the expertise, standards, and onsite implementation support to execute BIM technology in the Federal design arena. The CADD/GIS Center is well-acquainted with the unique requirements of the Federal user, including long-term management, operation, and maintenance of facilities in the Federal environment and the impact of the President's current Management Agenda. | KFA | KFA has followed the evolution of intelligent building modeling technology for over a decade, developing academic programs using advanced modeling products, producing a Triforma white paper for Bentley Systems, evaluating the maturity and scalability of BIM systems for the Spallation Neutron Source project at Oak Ridge National Lab and assisting Revit Technology in market research and feature prioritization prior to their initial product release. | Varies based on need |
| Various | ERDC | BIM Training and Support | The ERDC Computer-Aided Design and Drafting/Geographic Information Systems Technology Center for Facilities, Infrastructure, and Environment (CADD/GIS Center) provides the expertise, standards, and onsite implementation support to execute BIM technology in the Federal design arena. The CADD/GIS Center is well-acquainted with the unique requirements of the Federal user, including long-term management, operation, and maintenance of facilities in the Federal environment and the impact of the President's current Management Agenda. | U.S. Army Engineer Research and Development Center | The Center offers training and implementation support for this software to the Federal user community. Must be part of the Federal User community. | Varies based on need |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Β

| Software - Training | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------------------|--|---|---|---|
| Product Name | Manufacturer | BIM Use | Manufacturer's Description | Supplier | Hardware Requirements | Approx. Cost |
| Various | Gehry Technologies | Digital Technology Integration | GT brings fifteen years' experience applying advanced digital technologies to complex building projects undertaken by Gehry Partners and other leading architecture and engineering companies. Our clients and partners are firms and building teams interested in moving beyond the limits of drafting and paper driven project management and into 21st century, digitally enabled design and construction practices. | Gehry Technologies | Gehry Technologies ("GT") is a building design and construction technology company that provides integrated, digitally driven construction practice tools and methodologies to companies and their projects. | Varies based on need |
| Software - Interoperability | | | | | | |
| Product Name | Manufacturer | BIM Use | Manufacturer's Description | Supplier | Hardware Requirements | Approx. Cost |
| JetStream v5 | Navisworks | Combining and reviewing 3D models | <p>Powerful and flexible yet affordable and easy to use, JetStream v5 saves time and reduces the risk of problems onsite, thus saving money. JetStream v5 gives access for all stakeholders to work effectively together on a project employing 3D design models on the desktop or over the Web, and regardless of size or file format.</p> <p>BIM compliant, a solution for Virtual Construction and an aid to LEAN construction techniques, JetStream v5 has become an integral part of many major companies' review processes.</p> <p>Our product is used in diverse markets including Engineering, Construction, Oil & Gas, Petrochemicals, Energy, Shipbuilding, Automotive, and Utilities, and offers proven benefits in saving time and money throughout the project lifecycle for both engineering and procurement contractors as well as owner operators, and for CAD and non-CAD user alike.</p> <p>Our fifth major release, JetStream v5, is scalable and easy to deploy and administer; fitting into existing processes and linking to third party software and databases.</p> | <p>Various</p> <p>http://www.navisworks.com/resellers/resellers.php</p> | <p>Minimum specification for NavisWorks would be:</p> <p>Pentium II processor (or equivalent) 64MB RAM Windows 95 or above</p> <p>Recommended specification for NavisWorks would be:</p> <p>Pentium III processor (or equivalent) Hardware-accelerated OpenGL graphics card 128MB RAM Windows NT 4 or above</p> | ~\$8,000 Per Seat |
| JetStream v5 Roamer | Navisworks | Combine Designs into one model | <p>Roamer can be used to navigate and explore the design free from the limitation of pre-programmed animation and without specialist skills or hardware. Fully compatible with the all major 3D design* and laser scan formats, Roamer can quickly open and combine competing 3D files to create a single virtual model for review of geometry, object information and linked ODBC databases. Textures, materials and lights can also be viewed from .rwd files or, when used with the Presenter plug-in, other compatible formats. Stereo viewing support, collision detection, gravity and a third person view improve the reality of the Roamer experience.</p> <p>Allows collaboration using 3D design models regardless of format.</p> | <p>Various</p> <p>http://www.navisworks.com/resellers/resellers.php</p> | <p>Minimum specification for NavisWorks would be:</p> <p>Pentium II processor (or equivalent) 64MB RAM Windows 95 or above</p> <p>Recommended specification for NavisWorks would be:</p> <p>Pentium III processor (or equivalent) Hardware-accelerated OpenGL graphics card 128MB RAM Windows NT 4 or above</p> | Component of JetStream plug-in architecture |

**For custom Interoperability options, please see the consulting section below.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Β

| Software - Change Management | | | | | | |
|--|--------------------|--|---|--|---|---|
| Product Name | Manufacturer | BIM Use | Description | Supplier | Hardware Requirements | Approx. Cost |
| JetStream v5 Clash Detective & TimeLiner | Navisworks | Report interferences in 3D project models and track project status | <p>Key Attributes of JetStream v5 Clash Detective</p> <ul style="list-style-type: none"> • Check for intersecting, distance between & duplicate geometry. • Workflow planning based on time & space co-ordination. • Switchback to 3D design software for fault finding & fixing. • Full audit trail of detected clashes. • Extensive interference management & reporting capabilities. • Clash test XML import / export. • Point / Line Based Clashing. <p>Key Attributes of JetStream v5 TimeLiner</p> <ul style="list-style-type: none"> • Improve site planning & enables "what-if" scenarios for visual risk management. • Integrates with existing tools such as Primavera, MS Project & Asta Powerproject • Time-based work-flow planning when linked with Clash Detective | <p>Various</p> <p>http://www.navisworks.com/resellers/resellers.php</p> | <p>JetStream v5 Roamer is required for use of these plug ins</p> | <p>Both included with JetStream Roamer v5 Pro which is ~\$8,000 Per Seat</p> <p>Sold separately: Clash Detective ~\$4,000 per seat</p> <p>TimeLiner ~\$1,500</p> <p>**Indicated cost for budgetary purposes only.</p> |
| Change Manager | Graphisoft | Identify, communicate and manage changes | <p>Graphisoft Change Manager features include:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Easily define document sets & analyze changes. • Assign changed documents to project team members. • Review changes on a document-by-document basis: <ul style="list-style-type: none"> • Adjustable contrast with color-coded identification of new, deleted, and changed entities. • Slider: overlay of new and old documents with a slider control to shift the display. • Shift: mouse control that shifts the position of the new document relative to the old to make it easy to understand the changes. • Cloud annotation with logging. • Project Log: Stores the list of changed documents, action assignments, change descriptions, and action completions for each document set. • Ignore Change: Stylistic changes such as fonts and repetitive changes such as revision numbers on title blocks can be identified once and ignored in all future documents. • AutoCAD® Release 14 DWG format and above. | <p>Graphisoft</p> <p>http://www.graphisoft.com/products/construction_products_and_services/change_manager/contact.html</p> | | <p>~\$895 + VAT</p> <p>Volume discounts available</p> |
| Software - Consulting | | | | | | |
| Product Name | Manufacturer | BIM Use | Description | Supplier | Hardware Requirements | Approx. Cost |
| Revit | AutoDesk | | <p>Autodesk Consulting also provides consulting offerings for project assessments, process audits, and a range of implementation services. Custom consulting offerings are also available to meet your specific needs.</p> | <p>Various</p> | <p>Prerequisites: Implementation of Revit</p> | <p>Varies based on need</p> |
| Various | Getry Technologies | Digital Technology Integration | <p>GT brings fifteen years' experience applying advanced digital technologies to complex building projects undertaken by Getry Partners and other leading architecture and engineering companies. Our clients and partners are firms and building teams interested in moving beyond the limits of drafting and paper-driven project management and into 21st century, digitally enabled design and construction practices.</p> | <p>Getry Technologies</p> | <p>Getry Technologies ("GT") is a building design and construction technology company that provides integrated, digitally driven construction practice tools and methodologies to companies and their projects.</p> | <p>Varies based on need</p> |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Β

| Hardware Options | | | | |
|--|--------------|-------------|--|---|
| Product Name | Manufacturer | Performance | Base Description | Approx. Cost |
| Dell (www.dell.com) | | | | |
| Dimension 1100 | Dell | Low End | <p>Processor: Intel® Celeron® D Processor up to 330 (2.66GHz, 533MHz FSB, 256KB L2 cache).</p> <p>Operating System:</p> <ul style="list-style-type: none"> Genuine Windows® XP Home Edition Genuine Windows® XP Media Center Edition 2005 <p>Memory: Up to 1GB (dual channel) Shared DDR SDRAM at 400MHz for superior performance (Note: 400MHz memory performs at 333 MHz with 533 FSB processors).</p> <p>Storage: Ultra ATA Hard drives up to 160 GB2 to meet your storage needs.</p> | <p>Starting base at ~\$350</p> <p>Fully loaded at ~\$1,000</p> <p>(Price may change as product is customized)</p> |
| Optiplex GX620 | Dell | Mid Range | <p>Processor: Intel® Pentium® D Dual Core with up to 2MB L2 cache, Intel Pentium® 4 HT & XD Security up to 2MB L2 cache, or Intel Celeron® D Processor</p> <p>Operating System:</p> <ul style="list-style-type: none"> Genuine Windows® XP Professional Genuine Windows® XP Home Edition Windows Vista™ capable <p>Memory: Up to 4GB1 of 533MHz Dual Channel Shared2 DDR2 SDRAM</p> | <p>Starting base at ~\$1,100</p> <p>Fully loaded at ~\$2,250</p> <p>(Price may change as product is customized)</p> |
| Precision 690 | Dell | High End | <p>Processor: 64-bit Dual-Core Intel® Xeon® Processors (Up to 3.73 GHz, 2x2MB L2 Cache, 1066MHz FSB) or (Up to 3.0 GHz, 4MB L2 Cache, 1333MHz FSB)</p> <p>Operating System:</p> <ul style="list-style-type: none"> Genuine Windows® XP Professional Genuine Windows® XP Professional x64 Edition Windows Vista™ -capable1 Red Hat® Enterprise Linux WS v.4 (EM64T) <p>Memory: Up to 64GB3 quad-channel4 architecture DDR2 Fully-Buffered DIMM 533 and 667 MHz ECC memory</p> <p>Storage: Up to 2TB8 of SATA integrated storage or up to 1.2TB8 of integrated SAS storage, both with integrated support for RAID 0 and 1; up to 1.7TB8 of storage with 500GB8 SATA boot drive plus 4 SAS drives, Optional PERC 5/i PCI-e RAID card supports RAID 0, 1, 5.</p> | <p>Starting base at ~\$2,358</p> <p>Fully loaded at ~\$8,500</p> <p>(Price may change as product is customized)</p> |
| <p>Product Information & Functionality</p> | | | | |
| <p>Basic Essential Productivity at an Affordable Price</p> | | | | |
| <p>Maximum performance and scalability that meets your most demanding needs today and provides investment protection for the future. The GX620 also shares a common image and BIOS with the GX520, providing unsurpassed choice while minimizing ownership costs.</p> | | | | |
| <p>The Dell Precision 690 is an ultra-high-performance workstation that maximizes performance and scalability in an innovative, new, customer-driven chassis design. The 690 offers up to two 64-bit Dual-Core Intel® Xeon® 5000 and 5100 series processors, up to 64GB1 of memory in four fully-buffered DIMM channels (with an optional memory riser card) and a wide range of high-performance OpenGL graphics cards. The Dell Precision 690 is designed for the most business-critical, computer-intensive and graphically demanding workstation environments.</p> | | | | |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (ΒΙΜ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Β

| Hardware Options | | | | | |
|--|-----------------|-------------|--|--|--|
| Product Name | Manufacturer | Performance | Base Description | Product Information & Functionality | Approx. Cost |
| Gateway (www.gateway.com) | | | | | |
| E-1500 SB | Gateway | Low End | Intel® Celeron® D Processor 346 (3.06GHz, 533MHz FSB, 256K L2 cache) Genuine Microsoft® Windows® XP Professional Edition (SP2) ATI® Xpress 200 Chipset 512MB DDR2 PC4200 533MHz SDRAM (2-DIMM) 80GB Ultra ATA100 7200rpm hard drive w/ 2MB cache | When it comes to affordable computing solutions, why compromise on performance? That's why the Gateway® E-1500 SB Desktop is an invaluable business asset for organizations keeping an eye on the bottom line. | Starting base at ~\$645 Fully loaded at ~\$1,165 (Price may change as product is customized) |
| E-6610 Series | Gateway | High End | Intel® Core™2 Duo E6300 (1.86GHz 1066MHz FSB 2MB cache, non-HT) Genuine Microsoft® Windows® XP Professional Edition (SP2) Intel® 975X Chipset with DDR2 and Intel® Core™ Duo support 1024MB PC5300 Dual-Channel DDR2 667MHz SDRAM (2-512MB modules) 160GB Serial ATA II 300 7200RPM w/Raid 0 (2-80GB Hard Drives - Striping) | The Gateway® E-6610 Desktop is designed for optimal performance with workstation-class configurability. Benefit from the top-notch level of performance and features, including the latest Intel® 975X chipset, OpenGL graphics, ultra-high-speed hard drives, ECC or non-ECC memory and RAID options. Complementing these high-end features is BTX technology with ultra-quiet dual-fan cooling for improved reliability. | Starting base at ~\$1,350 Fully loaded at ~\$3,530 (Price may change as product is customized) |
| Hewlett-Packard (www.hp.com) | | | | | |
| Dx2200 | Hewlett-Packard | Low End | Operating systems installed Genuine Windows® XP Home SP2 Processor type* Intel® Celeron® D 326 Processor features 2.53GHz, 256-KB L2 Advanced Transfer Cache, 533MHz Front Side Bus Memory 256MB PC2-5300 (DDR-667) Hard drive, internal 80GB SATA Hard Drive (7200 rpm) 3.0 GBps | The HP Compaq dx2200 combines essential business features and proven technology for a PC that is ideal for mainstream business applications and environments. | Starting base at ~\$349 Fully loaded at ~\$850 (Price may change as product is customized) |
| Dc7600 | Hewlett-Packard | High End | Operating systems installed Genuine Windows® XP Professional Processor type* Intel® Pentium® 4 Processor 640 Processor features 3.2 GHz, 2-MB L2 Cache, 800-MHz front side bus Memory 512 MB (533 MHz) DDR2 (2x256) Hard drive, internal 80GB 3.0GB/s Hard Drive (7200 rpm) | The innovative design of the HP Compaq dc7600 Convertible Minitower provides increased expandability, flexibility, convenience, and savings. With easy conversion from a minitower to a desktop, the CMT offers maximum expandability and performance options. Security, stability, and manageability features add IT peace of mind. | Starting base at ~\$849 Fully loaded at ~\$1,500 (Price may change as product is customized) |

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Γ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

**Ψηφιακό Υλικό που παραδίδεται
με τη διπλωματική σε CD
(Resources-1, -2, -3)**

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Γ

1 Κείμενα αναφορών και πηγών σε ψηφιακή μορφή (Resources-1)

- Roadmap for the Integrated Design Process
- Building Information Modeling, Planning and Managing 4D CAD and Simulations
- Building Information Modeling: Understanding and Operating in a New Paradigm
- National Building Information Modeling Standard, Version 1-Part1: Overview, Principles, and Methodologies, Transforming the Building Supply Chain Through Open and Interoperable Information Exchanges
- Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges
- The Contractors' Guide to BIM, Edition 1
- Building Information Modeling, A report on the current state of BIM technologies and recommendations for implementation
- Review of Current Estimating Capabilities of the 3D Building Information Model Software to Support Design for Production /Construction
- Building Information Modeling (BIM), A Road Map for Implementation to Support MILCON Transformation and Civil Works Projects within the U.S. Army Corps of Engineers

2 Παρουσιάσεις από εταιρείες και φορείς (Resources-2)

- Leif Granholm, Tekla Oyj (2009), "Effective project planning and tendering through Building Information Modeling", buildingSMART.ME
- Nancy Yen-wen Cheng, Building Information Modeling, University of Oregon
- Alper DİNÇER (Δεκέμβριος 2008), Building Information Modeling (BIM) & Industry Foundation Classes (IFC)
- Dianne Davis Chair-National BIM Standards Scoping Chair (2007), National Building Information Model Standard NBIMS
- hannu penttilä, helsinki university of technology, IFIB university of karlsruhe, BIM building information modeling tools & technology

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Γ

- T. Sulbaran & M. Shiratuddin, Thomas Delmar (2007), Building Information Modeling BIM
- Kristine K. Fallon, Tony Rinella (2006), Value to Clients through Virtual Building and BIM, Academy of Architecture for Healthcare
- Christian Rust, Interoperability beyond traditional BIM
- Deke Smith (2007), Teaming Opportunities for the ESRI II Interior Space Data Modell, buildingSMART alliance
- McGraw-Hill Construction (2009), Understanding Perceptions and Usage Patterns of BIM Software Among Key Player Segments
- Dr. Arto Kiviniemi, Challenges of Interoperable BIM in and between Organizations, Granlund
- Dace A. Campbell (2007), Building Information Modeling The Web Application for AEC, M. A. Mortenson Company

3 Video (Resources-3)

- CP-L1-01 Adding a Cost Line Item
- CP-L1-02 Creating Cost Assemblies
- CP-L1-03 Using Shared Data
- CP-L1-04 Marking Up Line Items
- CP-L1-05 Entering Add-Ons
- CP-L1-06 Creating a Cost Plan Report
- CP-L2-01 Saving and Comparing Two Versions
- CP-L2-02 Comparing to a Reference Project
- CP-L2-03 Copying Items from a Reference Project
- CP-L2-04 Creating a Comparison Report
- CP-L2-05 Using the Reference Browser
- CP-L2-06 Using the Side-by-Side Reference View
- CP-L2-07 Using Auto-Complete
- CP-L3-01 Entering Takeoff Items and Quantities
- CP-L3-02 Using Takeoff Items in Component Formulas

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Γ

- CP-L3-03 Creating Quantities by Location
- CP-L3-04 Creating a Cost per Location Report
- CP-L4-01 Importing Data from Excel
- CP-L4-02 Defining Target Costs
- CP-L4-03 Comparing Against Targets
- CP-L4-04 Comparing Against Targets and Previous Versions
- CP-L5-01 Publishing a Model to Vico Office
- CP-L5-02 Activating a Model and Generating Takeoff Quantities
- CP-L5-03 Model and takeoff quality assurance
- CP-L5-04 Using the 3D Filter Panel
- CP-L5-05 Reassigning Takeoff Items
- CP-L5-06 Reassigning Takeoff Surfaces
- CP-L5-07 Using Formula Editor
- CP-L6-01 Defining the Project Bounding Box
- CP-L6-02 Defining Floors
- CP-L6-03 Defining Zones
- CP-L6-04 Updating the Project
- CP-L6-05 Assigning Elements Manually
- CP-L6-06 Assigning Bounding Boxes to Locations
- CP-L7-01 Using a View Set
- CP-L7-02 Using Highlighting to Check Quantities and Usage
- CP-L7-03 Filtering the Cost Plan by Quantity Input Type
- CP-L7-04 Working with Columns
- CP-L7-05 Defining and Using Tags
- CP-L7-06 Creating a Categorized Cost Report
- CP-L8-01 Using Cost Ranges and Variances
- CP-L8-02 Using the Cost of Parent Assembly Column
- CP-L9-01 Setting Up a Target Cost Comparison

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Γ

- CP-L9-02 Using Snapshots
- CP-L9-03 Using the C&U and Report Editor to Report Differences
- CP-L9-04 Running a Meeting with Cost Explorer
- VOC-RE1 Creating and Formatting a Construction Quantity Takeoff Report in Vico Office
- VOC-RE2 Creating and Formatting a Construction Cost Plan Report in Vico Office
- VOC-RE3 Creating a Construction Resource-Based Cost Report in Vico Office
- VOC-RE4 Creating a Construction Cost and Quantity Variance Report in Vico Office
- VOC-RE5 Creating and Formatting a Constructability Issues Report in Vico Office
- Vico_Control_2009
- vico_doc_set_manager
- vico_office_constructability_manager
- Vico_Office_for_Preconstruction_and_Estimating_Teams_(Demo_Version)
- Vico_Office_Suite
- 5D BIM for Dummies.mp4
- RC Contractors Introduction to BIM
- BIMStorm - San Diego
- ONUMA presentation
- 4D Building Information Model (BIM) for Introduction to Construction Visualization by Mazahir Plumber
- Building Information Modeling video - Karan Sharma
- Beck_Tech
- Beck_clark
- Beck_mascara
- Beck_Mortenson

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΑΚΠ (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράρτημα Γ

- Beck_Sundt_Final
- 2011revit_common_model_1024x606
- 2011revit_getting_started_640x510
- 2011revit_modeling_in_revit_1024x606
- Video Introduction to DynaRoad Plan
- Video Introduction to DynaRoad Schedule
- Video Overview of the DynaRoad Software