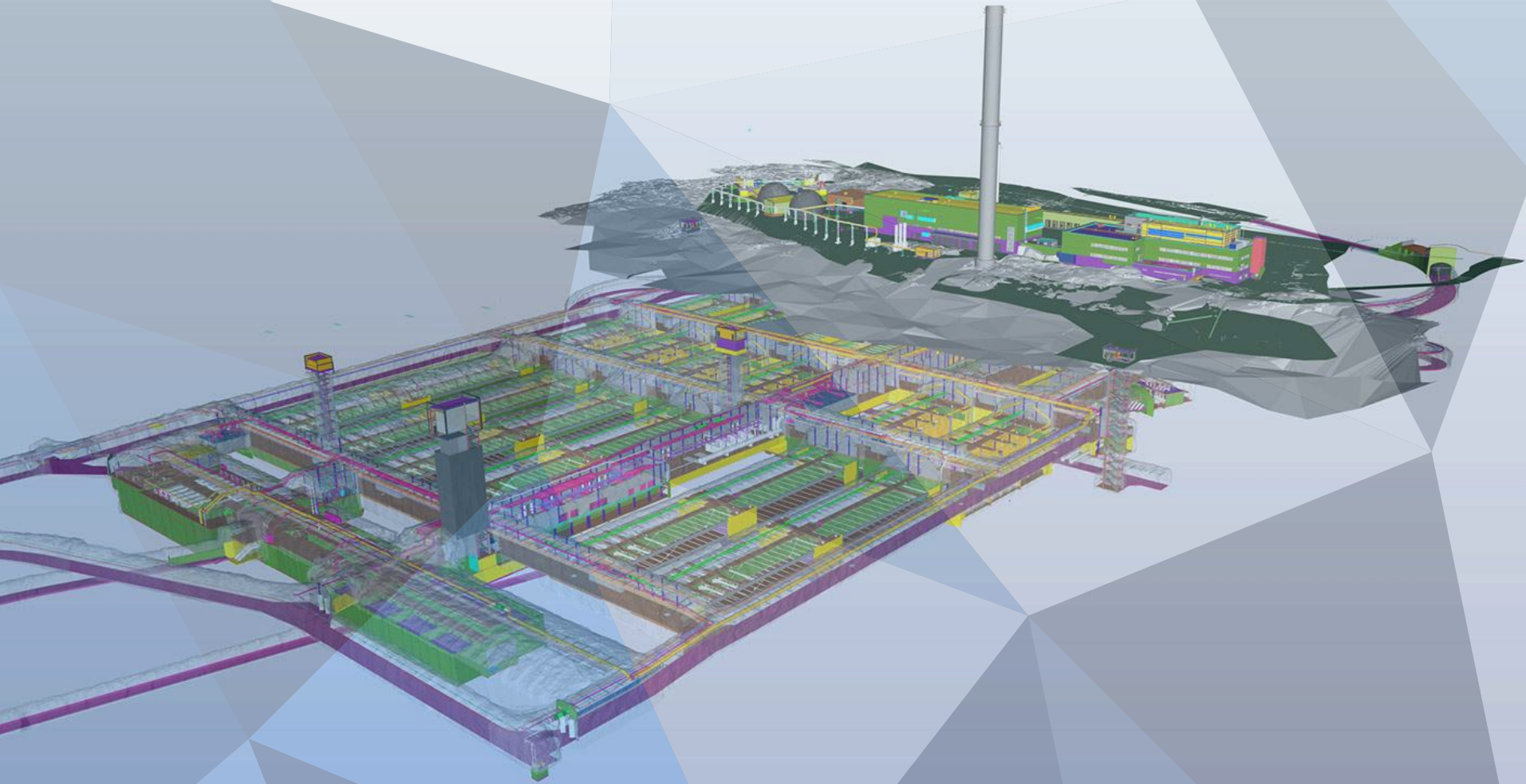
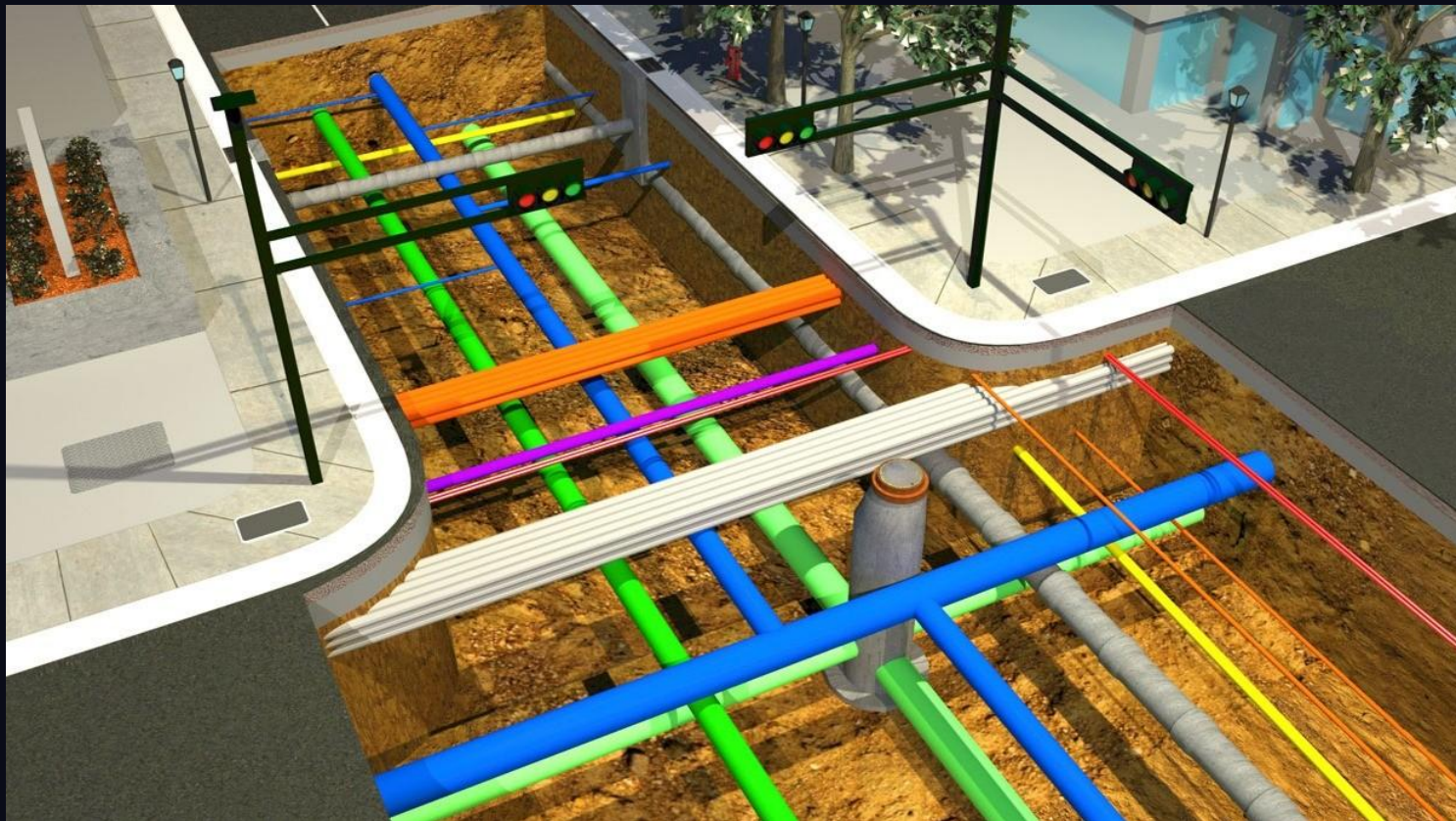


ΒΙΜ σε Έργα Υποδομών Υπόγειων Δικτύων



Χρήση και ανταλλαγή Μοντέλων Πληροφοριών Κτιρίου (BIM) που αφορούν υπόγεια δίκτυα κοινής ωφέλειας (Underground Utilities – UU)

Η χρήση του Building Information Modeling (BIM) σε έργα υποδομών υπόγειων δικτύων αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση στη διαχείριση, σχεδίαση και εκτέλεση πολύπλοκων έργων υποδομών.



Κατηγοριοποίηση δικτύων κοινής ωφέλειας (Underground Utilities – UU)

Τύπος Δικτύου

Παραδείγματα

1. Δίκτυο Βαρύτητας (Gravity Flow Network)

Αποχετευτικό δίκτυο, δίκτυο όμβριων

2. Δίκτυο Υπό Πίεση (Pressure Network)

Δίκτυα ύδρευσης, φυσικού αερίου, αγωγοί πετρελαίου/καυσίμων, καταθλιπτικοί αγωγοί αποχέτευσης

3. Ηλεκτρική Ενέργεια (Electricity)

Καλώδια ισχύος και φωτισμού, καλώδια σηματοδότησης / επικοινωνιών

4. Τηλεπικοινωνίες (Telecommunications)

Σωληνώσεις FTNS, τηλεπικοινωνιακά καλώδια και οπτικές ίνες

5. Λοιπά (Others)

κοινόχρηστες σήραγγες δικτύων



Οφέλη της εφαρμογής BIM σε δίκτυα κοινής ωφέλειας

Τεχνικά οφέλη του BIM σε υπόγεια δίκτυα

Οπτικοποίηση & ανάλυση

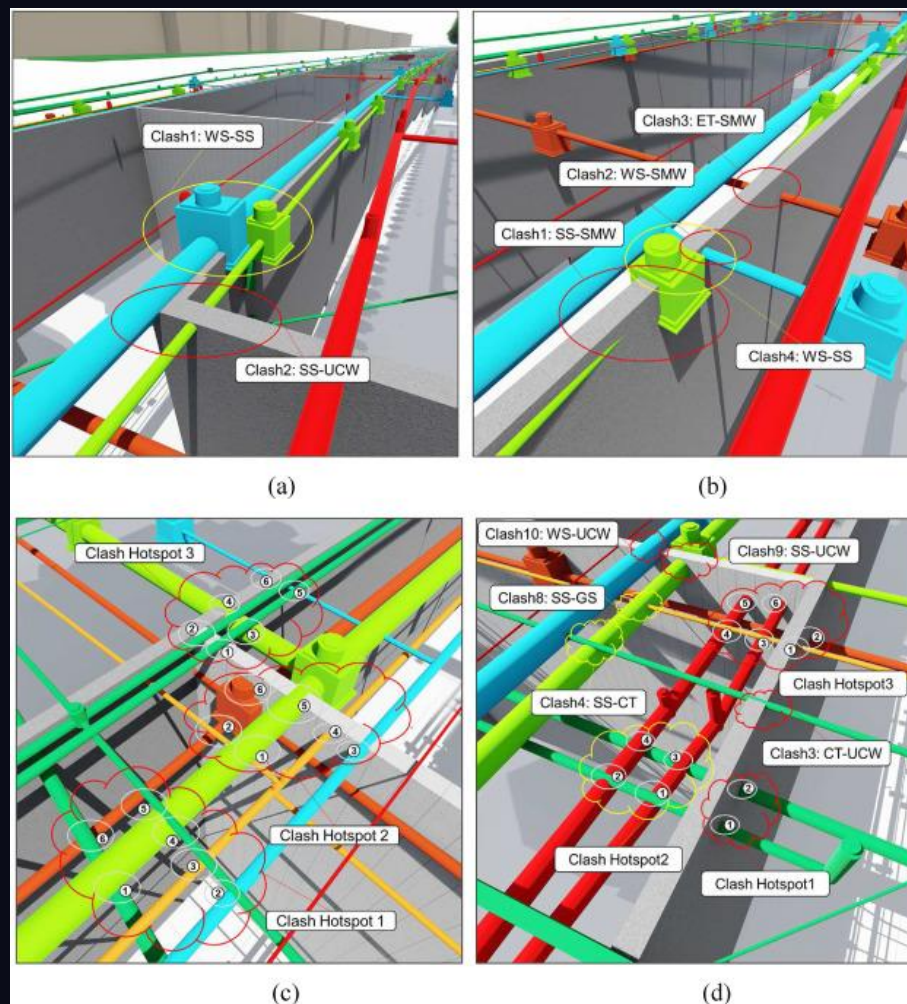
Τρισδιάστατα μοντέλα υπόγειων δικτύων και έγκαιρος εντοπισμός συγκρούσεων.

Ακρίβεια δεδομένων

Ενσωμάτωση γεωχωρικών δεδομένων και πραγματικών μετρήσεων για μείωση λαθών.

Συντονισμός φορέων

Κοινό ψηφιακό μοντέλο για μελετητές, εργολάβους και δημόσιες υπηρεσίες.



Οφέλη της εφαρμογής BIM σε δίκτυα κοινής ωφέλειας

Οργανωτικά & οικονομικά οφέλη

Συντήρηση & διαχείριση

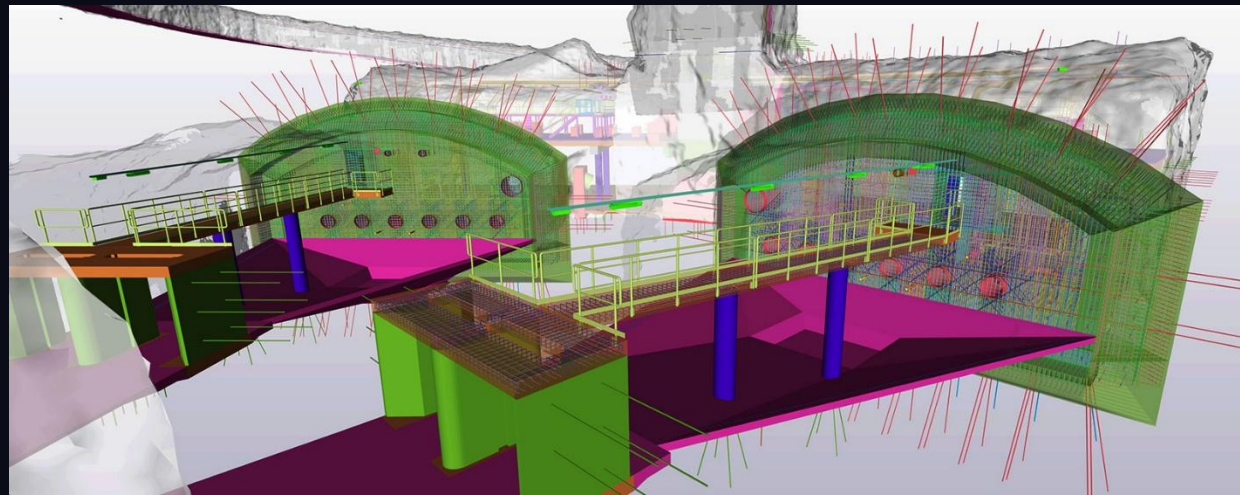
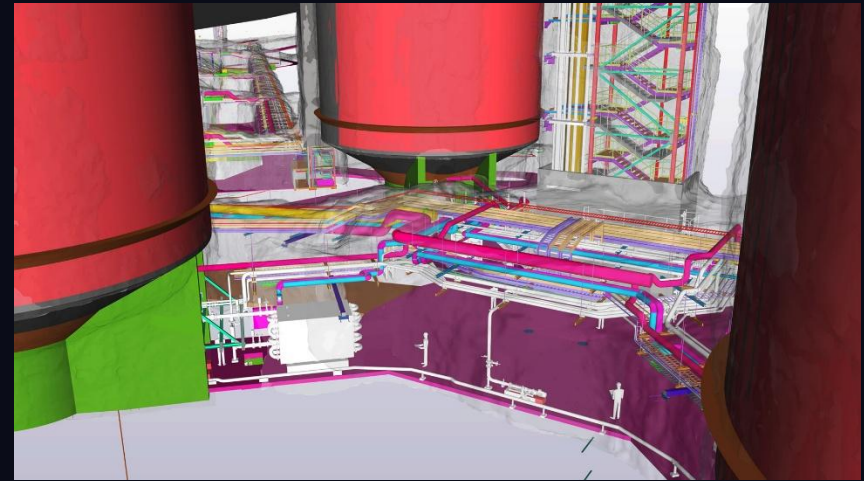
Χρήση του μοντέλου για λειτουργία, συντήρηση και μελλοντικές αναβαθμίσεις.

Βελτιωμένη εκτίμηση κόστους

Ακριβέστεροι προϋπολογισμοί βάσει πραγματικών δεδομένων του μοντέλου.

Μείωση χρόνου & κόστους

Λιγότερες αστοχίες, καθυστερήσεις και επανασχεδιασμοί.



1. Design Phase

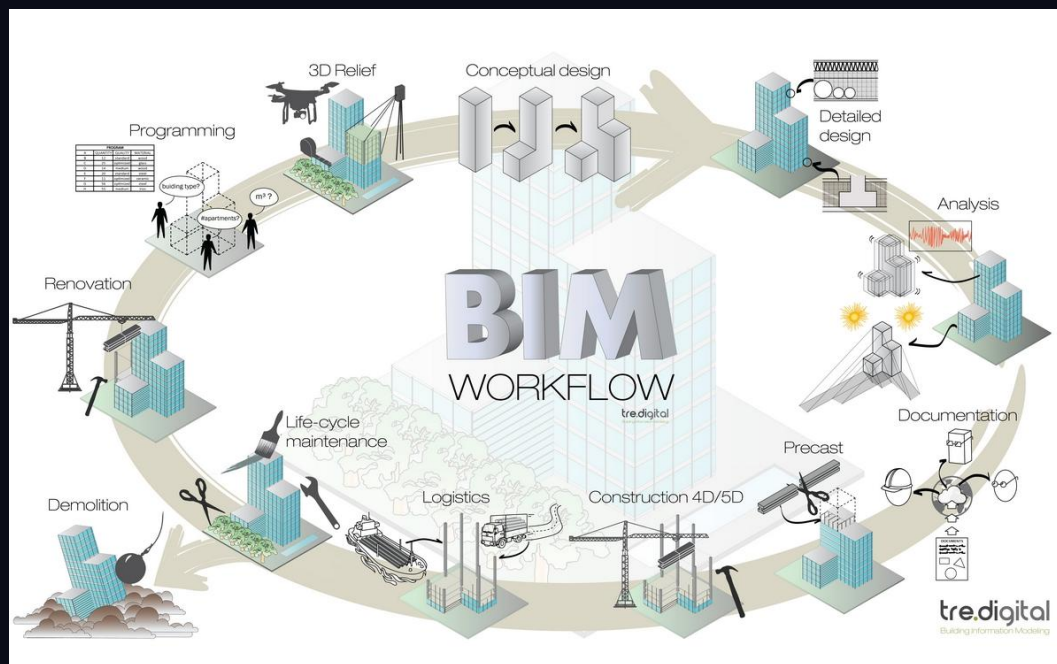
Δημιουργία 3D μοντέλων με γεωμετρικά & πληροφοριακά δεδομένα

Ανίχνευση συγκρούσεων (Clash Detection) πριν την κατασκευή

Συντονισμός μεταξύ μελετών

Ρεαλιστική οπτικοποίηση για καλύτερη λήψη αποφάσεων

Αποτέλεσμα : Μειωμένα λάθη, ακριβέστερος σχεδιασμός, καλύτερη εκτίμηση κόστους & χρόνου



2. Construction Phase

4D BIM: Σύνδεση μοντέλου με χρονοδιάγραμμα

5D BIM: Αυτόματη εκτίμηση κόστους & διαχείριση πόρων

Παρακολούθηση προόδου και βελτίωση επικοινωνίας εργοταξίου

Έλεγχος αλλαγών & μείωση επανάληψης εργασιών

Ενσωμάτωση πραγματικών δεδομένων στα μοντέλα

Αποτέλεσμα : Ταχύτερη, οικονομικότερη και πιο ελεγχόμενη κατασκευή

[Top-Down Construction Section View Simulation](#)

3. Operation & Maintenance Phase

6D BIM: Πληροφορίες για εξοπλισμό, συντήρηση & κύκλο ζωής

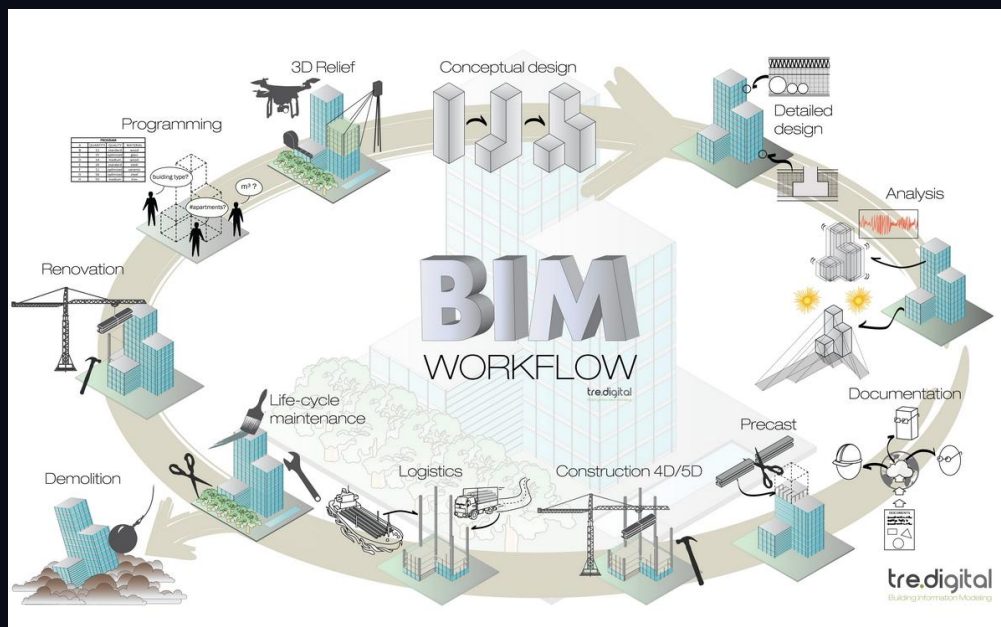
Εφαρμογή σε Facility Management και Energy Monitoring

Σύνδεση με IoT για παρακολούθηση λειτουργίας σε πραγματικό χρόνο

Εύκολη πρόσβαση σε δεδομένα για μελλοντικές επεμβάσεις

Μείωση λειτουργικού κόστους & βελτίωση βιωσιμότητας

Αποτέλεσμα : Αποδοτική λειτουργία, προληπτική συντήρηση και μακροχρόνια αξία του έργου



BIM and its Dimensions 3D to 10D



IFC & COBie

IFC (Industry Foundation Classes) είναι ένα ανοιχτό διεθνές πρότυπο ανταλλαγής δεδομένων BIM.

Χρησιμοποιείται για να μπορούν διαφορετικά λογισμικά BIM να ανταλλάσσουν πληροφορίες χωρίς απώλειες δεδομένων.

Το IFC έχει αναπτυχθεί και συντηρείται από τον οργανισμό buildingSMART και αποτελεί τη βάση της διαλειτουργικότητας στο BIM.

Το COBie (Construction-Operations Building information exchange) είναι ένα πρότυπο ανταλλαγής πληροφοριών BIM, ειδικά σχεδιασμένο για τη φάση λειτουργίας και συντήρησης (FM / Asset Management) ενός έργου.

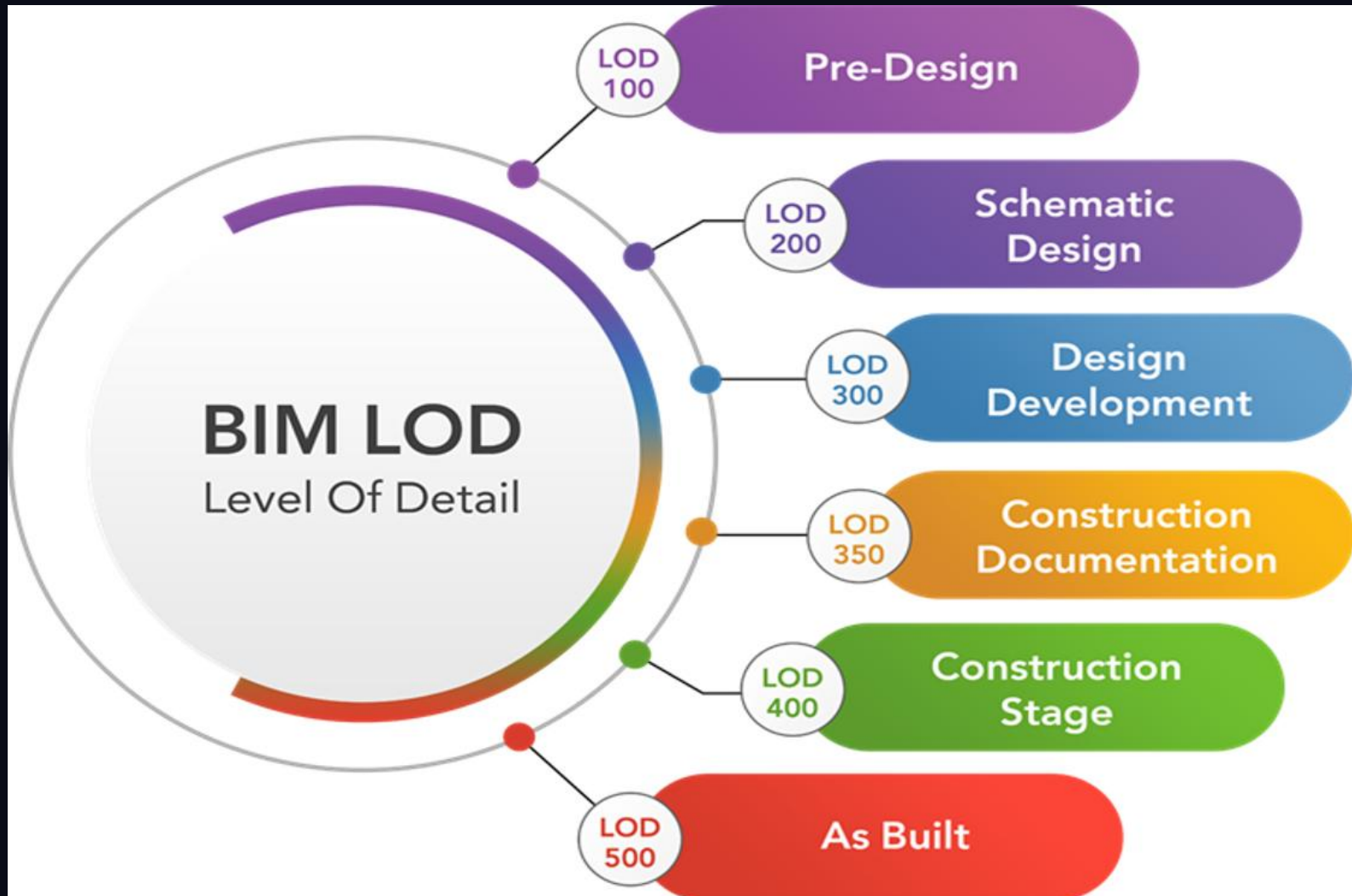
Αναπτύχθηκε από τον οργανισμό buildingSMART και συχνά χρησιμοποιείται μαζί με το IFC, αλλά με διαφορετικό σκοπό

IFC	COBie
3D μοντέλο + δεδομένα	Μόνο δεδομένα
Χρήση σε μελέτη & κατασκευή	Χρήση σε λειτουργία
Ανταλλαγή μοντέλων	Παράδοση πληροφοριών
Βάση για Digital Twin	Βάση για συντήρηση




IFC = πώς είναι φτιαγμένο το έργο

COBie = πώς λειτουργεί & συντηρείται

Τα Επίπεδα Ανάπτυξης (Levels of Development – LoD)



Επίπεδα Γραφικής Αναπαράστασης (LOD-G)

LOD-Graphics	Requirements	Sample Image
100	- Conceptual, schematic elements or symbol - Generic elements - Approximate nominal size, dimensions	N/A
200	- Actual size, dimensions and orientation - Proposed location	
300	- Specific elements - Manufacturer size, dimensions and orientation - Actual location - Actual setting out - Sufficient detail and accuracy for fabrication	
400	- Conceptual, schematic elements or symbol	

LOD-G 100

Σχηματική και εννοιολογική απεικόνιση του στοιχείου. Η γεωμετρία είναι ενδεικτική και χρησιμοποιείται αποκλειστικά για χωρική κατανόηση.

LOD-G 200

Γενικευμένη τρισδιάστατη αναπαράσταση με προσεγγιστικό σχήμα, μέγεθος και θέση. Το στοιχείο είναι αναγνωρίσιμο, αλλά χωρίς λεπτομέρειες κατασκευής.

LOD-G 300


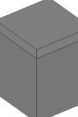
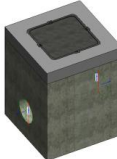
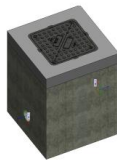
Ακριβής γεωμετρική αναπαράσταση ως προς σχήμα, διαστάσεις και χωρική θέση. Το στοιχείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για γενικό σχεδιασμό, έλεγχο συγκρούσεων (clash detection) και παραγωγή δισδιάστατων σχεδίων.

LOD-G 400

Λεπτομερής γραφική απεικόνιση που περιλαμβάνει στοιχεία κατασκευής και προπαρασκευής (fabrication). Η γεωμετρία υποστηρίζει παραγωγή κατασκευαστικών σχεδίων και συντονισμό με κατασκευαστές.

LOD-G 500

Τελική «as-built» γραφική αναπαράσταση, που αποτυπώνει την πραγματική μορφή, θέση και διαμόρφωση του στοιχείου όπως κατασκευάστηκε. Χρησιμοποιείται για λειτουργία, συντήρηση και διαχείριση περιουσιακών στοιχείων.

LOD-Graphics	Requirements	Sample Image
100	- Conceptual, schematic elements or symbol	
200	- Nominal size, dimensions	
300	- Specific elements - Actual dimensions - Proposed location and orientation - Actual number of pipes connected	
400	- Specific elements - Actual dimensions - Actual location and orientation - Actual number and location of pipes connected - Sufficient detail and accuracy for fabrication	

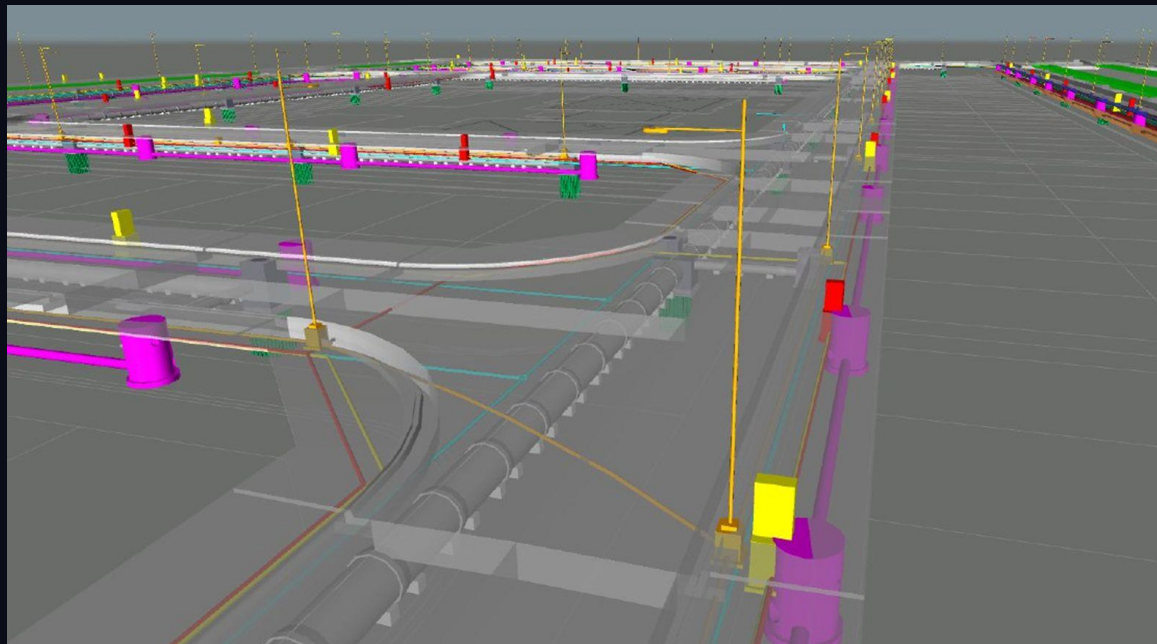
1. Εργαλεία Σχεδιασμού & Μοντελοποίησης

(Design and Modeling Tools)

Χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία τρισδιάστατων ψηφιακών μοντέλων υπόγειων δικτύων κοινής ωφέλειας, όπως ύδρευση, αποχέτευση, ηλεκτρικά και τηλεπικοινωνίες.

Λειτουργίες :

- 3D σχεδίαση σωληνώσεων και καλωδίων
- Χωρική απεικόνιση υπόγειων δικτύων
- Ενσωμάτωση τεχνικών και γεωμετρικών δεδομένων



Ενδεικτικό λογισμικό:

- Autodesk Revit
- Autodesk Civil 3D
- Bentley OpenUtilities



2. Εργαλεία Συντονισμού & Συνεργασίας

(Coordination and Collaboration Tools)

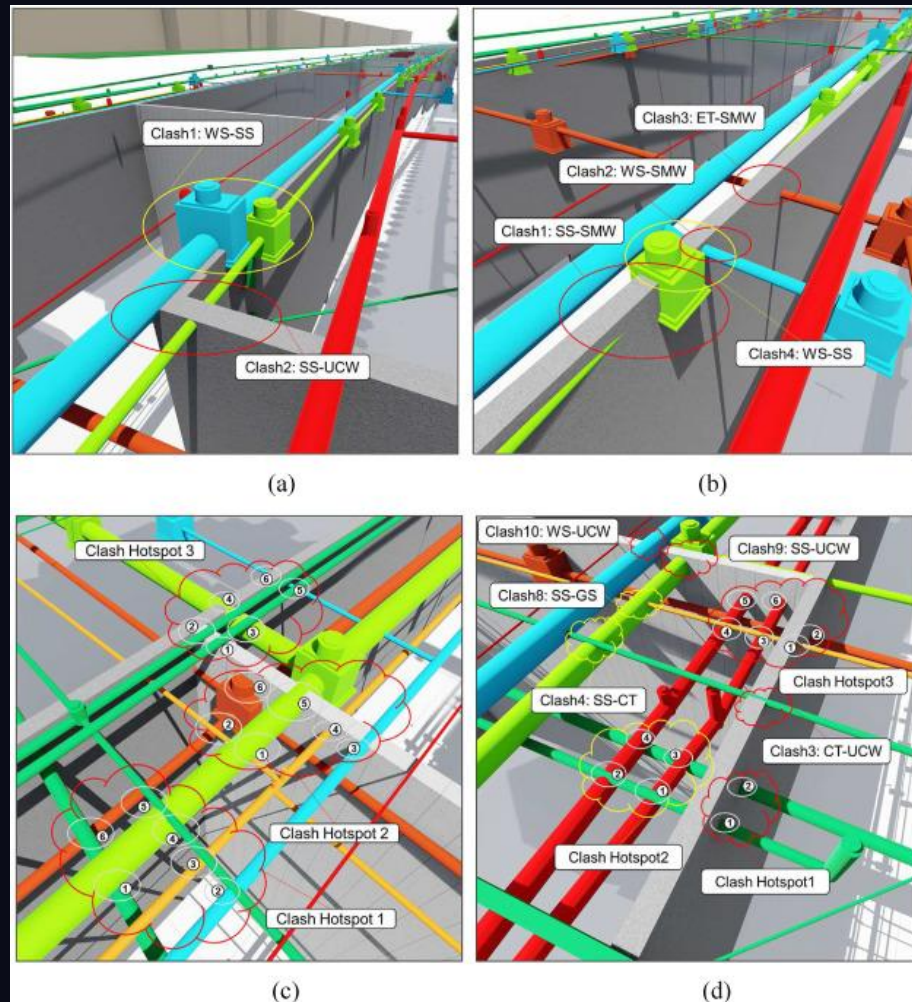
Υποστηρίζουν τη συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων φορέων μέσω ενός κοινού ψηφιακού περιβάλλοντος.

Λειτουργίες:

Έλεγχος συγκρούσεων (clash detection)

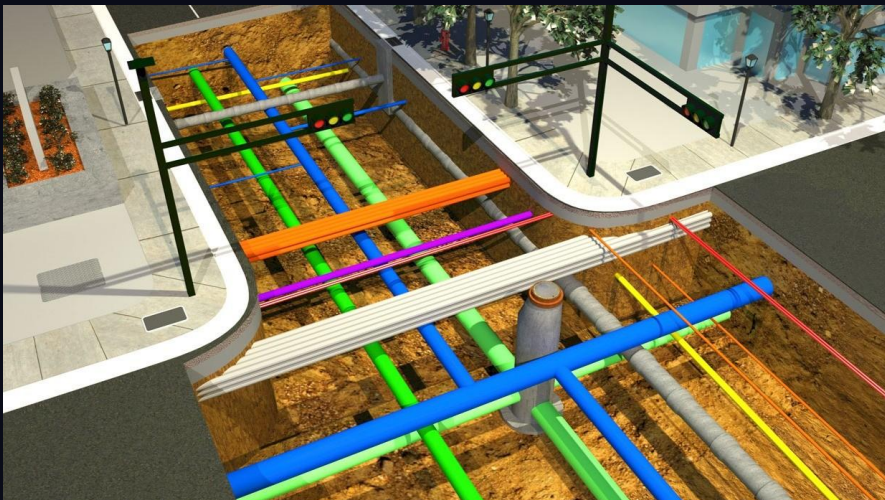
Συντονισμός διαφορετικών μελετών

Κοινή πρόσβαση σε ενημερωμένα δεδομένα



Ενδεικτικό λογισμικό:

- Navisworks
- Solibri



3. Εργαλεία Εκτίμησης Κόστους & Χρονοπρογραμματισμού

(Cost Estimation & Time Scheduling Tools)

Συνδέουν το BIM μοντέλο με οικονομικά και χρονικά δεδομένα, υποστηρίζοντας τη διαχείριση του έργου.

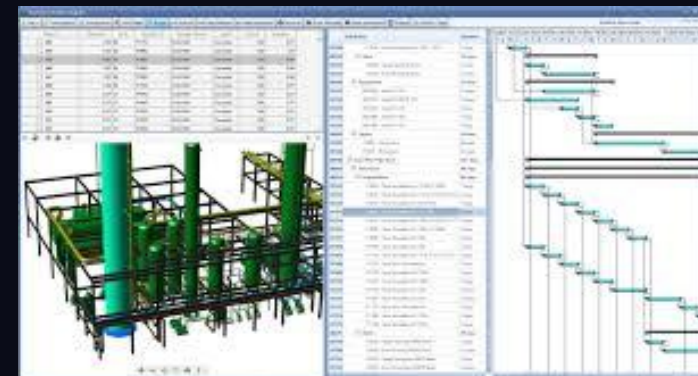
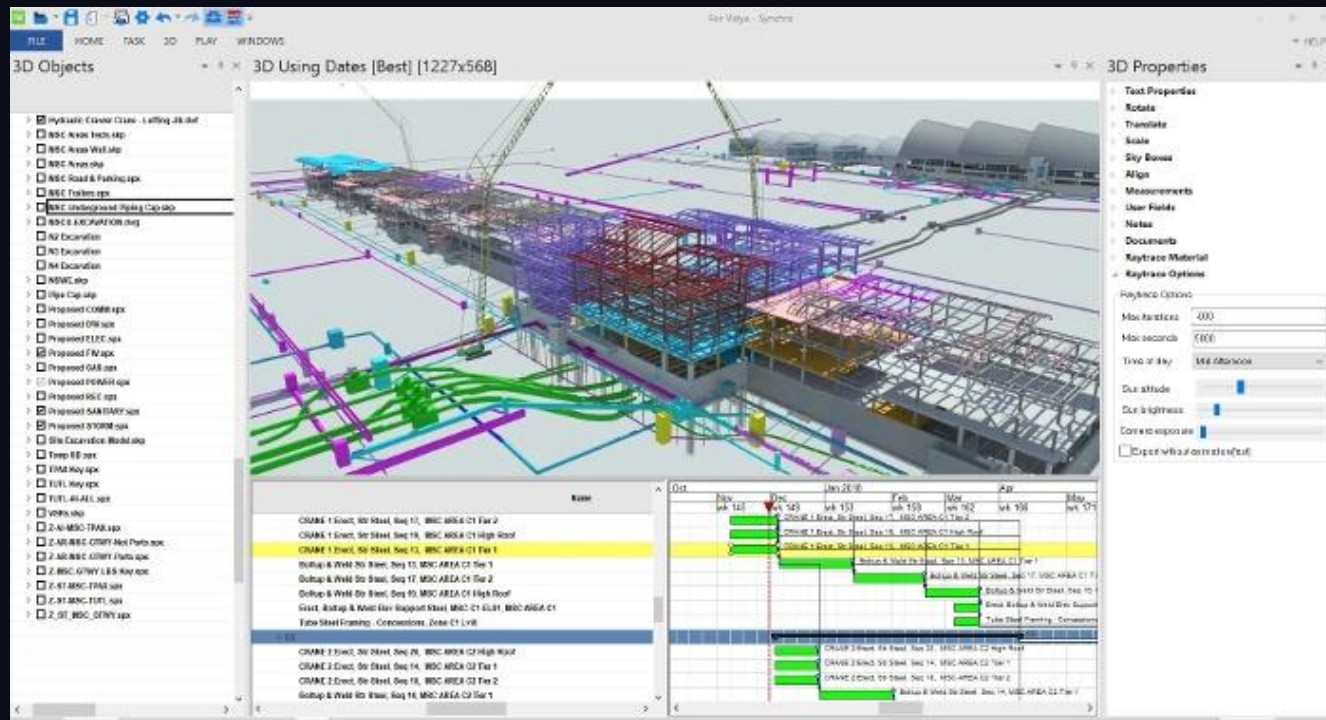
Λειτουργίες:

Υπολογισμός:

- ποσοτήτων και κόστους
- Δημιουργία και έλεγχος χρονοδιαγραμμάτων
- Παρακολούθηση προόδου έργου

Ενδεικτικό λογισμικό:

- Synchro
- Primavera P6
- CostX



Γενικοί Όροι BIM

✓ LOD – Level of Development (Επίπεδο Ανάπτυξης)

Καθορίζει τον βαθμό λεπτομέρειας και ωριμότητας ενός BIM μοντέλου (γεωμετρία & πληροφορία).



✓ LOI – Level of Information (Επίπεδο Πληροφορίας)

Δείχνει τον πλούτο των μη-γραφικών δεδομένων που περιλαμβάνονται στο μοντέλο.



✓ IFC – Industry Foundation Classes

Ουδέτερη μορφή αρχείου για διαλειτουργικότητα και συνεργασία μεταξύ διαφορετικών BIM πλατφορμών



✓ COBie – Construction Operations Building Information Exchange

Διευκολύνει την μεταφορά δεδομένων από την κατασκευή στη λειτουργία και διαχείριση του κτιρίου.



✓ CDE – Common Data Environment (Κοινό Περιβάλλον Δεδομένων)

Κεντρικός χώρος αποθήκευσης, διαχείρισης και διαμόρφασμου πληροφοριών έργου.



✓ BEP – BIM Execution Plan (Σχέδιο Εφαρμογής BIM)

Καθορίζει τις διαδικασίες, ρόλους, πρότυπα και στρατηγική BIM ενός έργου.



✓ EIR – Exchange Information Requirements (Απαιτήσεις Ανταλλαγής Πληροφοριών)

Απροδρίζει τα πληροφοριακά πρότυπα και τα δεδομένα που αναμένει ο πελάτης.



✓ PIM – Project Information Model (Μοντέλο Πληροφοριών Έργου)

Αναφέρεται στο BIM που παράγεται κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή του έργου.

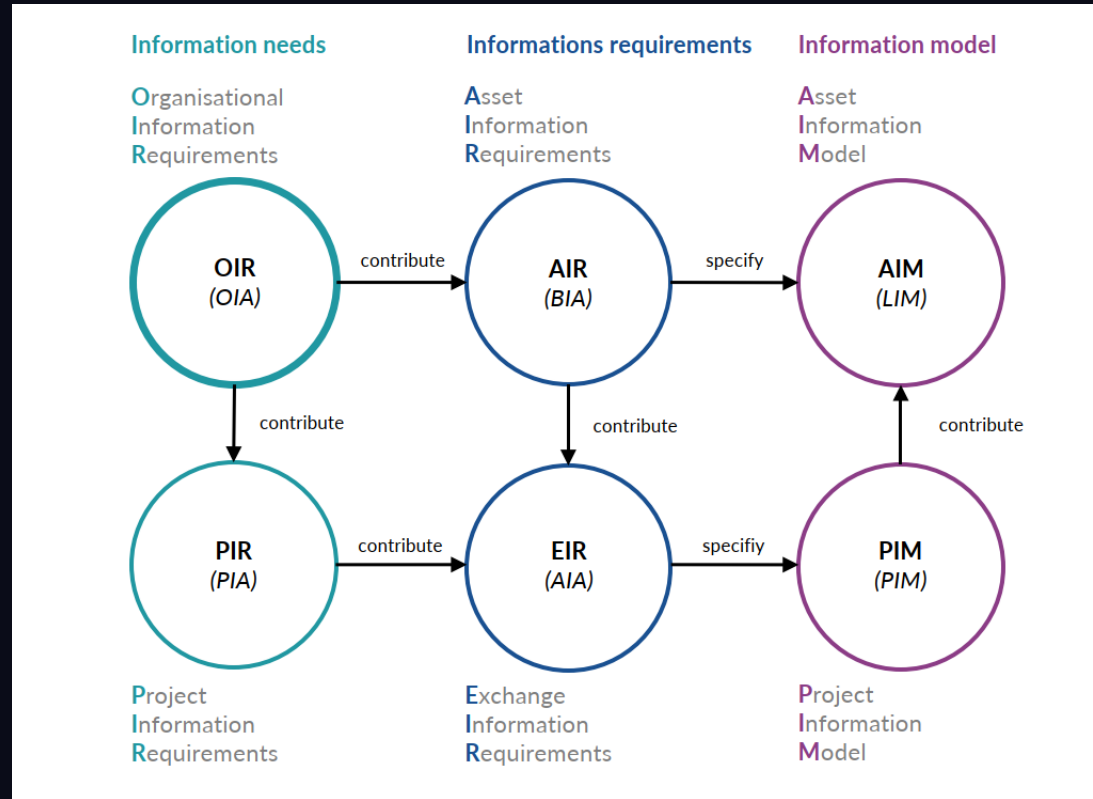


✓ AIM – Asset Information Model (Μοντέλο Πληροφοριών Παγίου)

Περιλαμβάνει τα (as built) και λειτουργικά δεδομένα ενός ολοκληρωμένου έργου.



- 1. OIR – Organizational Information Requirements
- 2. PIR – Project Information Requirements
- 3. EIR – Exchange Information Requirements
- 4. PIM – Project Information Model
- 5. AIR – Asset Information Requirements
- 6. AIM – Asset Information Model



Χωρίς BIM vs Με BIM

ΧΩΡΙΣ BIM

✓ Σχεδιασμός

Ξεχωρίστα 2D σχέδια



✓ Συντονισμός

Προβλήματα εντοπίζονται στο εργοτάξιο



✓ Αλλαγές

Οι αλλαγές γίνονται αργά



✓ Χρόνος

Η δουλειά καθυστερεί



✓ Κόστος

Τα κόστη αυξάνονται



✓ Επικοινωνία

Οι αμύηβεις μορφές επικοινωνιός οδηγούν δε παραλείψεις και λάθη



✓ Risk

Το ρίσκο μεταφέρεται στο εργοτάξιο



Με BIM

✓ Συντονισμένο 3D μοντέλο



✓ Προβλήματα εντοπίζονται στο μοντέλο



✓ Οι αλλαγές γίνονται νωρίς



✓ Οι αλλαγές γίνονται νωρίς



✓ Η δουλειά κυλάει καλύτερα



✓ Η επικοινωνία μέσω της κοινής πλατφόρμας ανταλλαγής δεδομένων CDE μειώνει τα λάθη



✓ Το ρίσκο μεταφέρεται στη φάση του σχεδιασμού

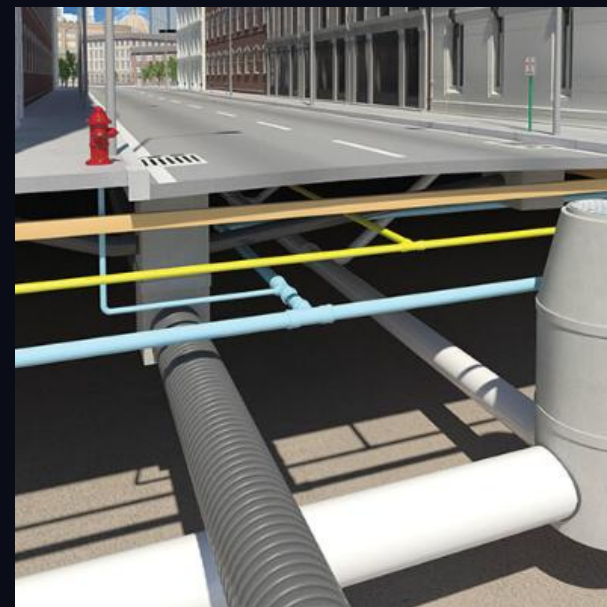
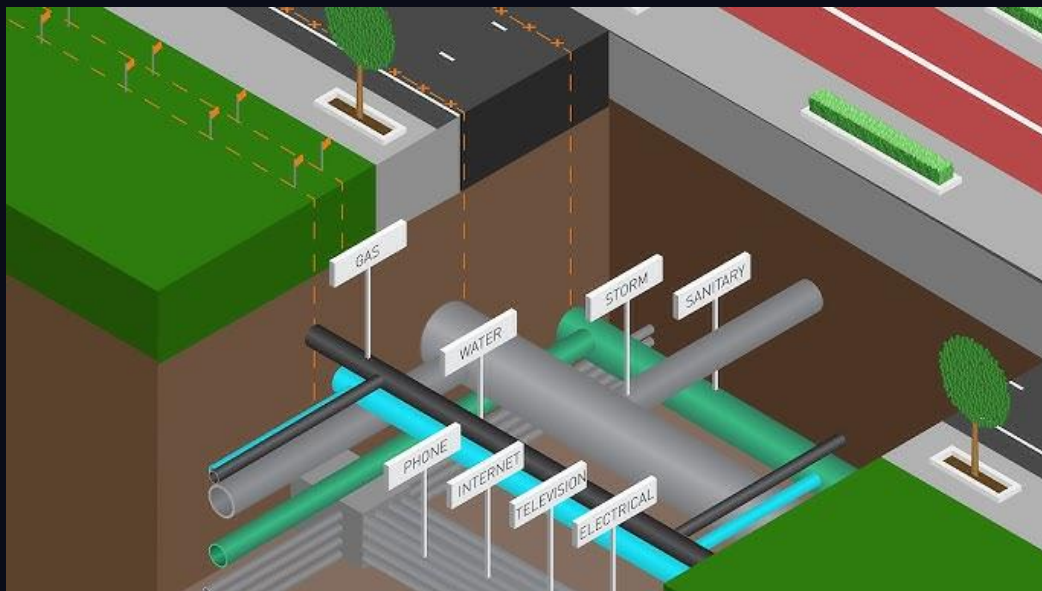
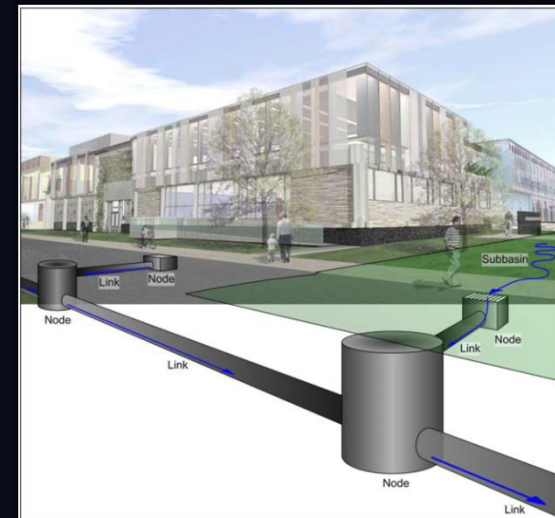




Παράδειγμα Εφαρμογής BIM σε έργο Δικτύου Ομβρίων

Το έργο περιλαμβάνει:

- αγωγούς ομβρίων (κύριους και δευτερεύοντες),
- φρεάτια επίσκεψης, σχάρες/στόμια υδροσυλλογής,
- σύνδεση με υφιστάμενο αποδέκτη (ρέμα/κεντρικό συλλεκτήρα),
- αποκατάσταση οδοστρώματος.

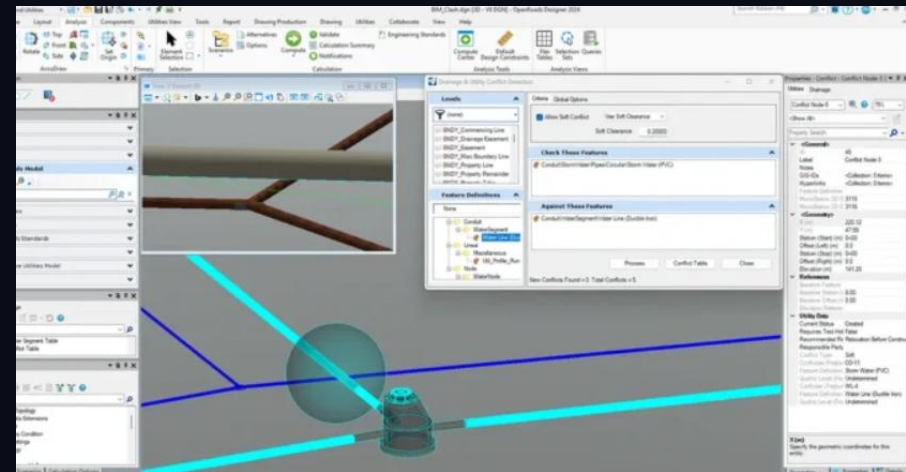
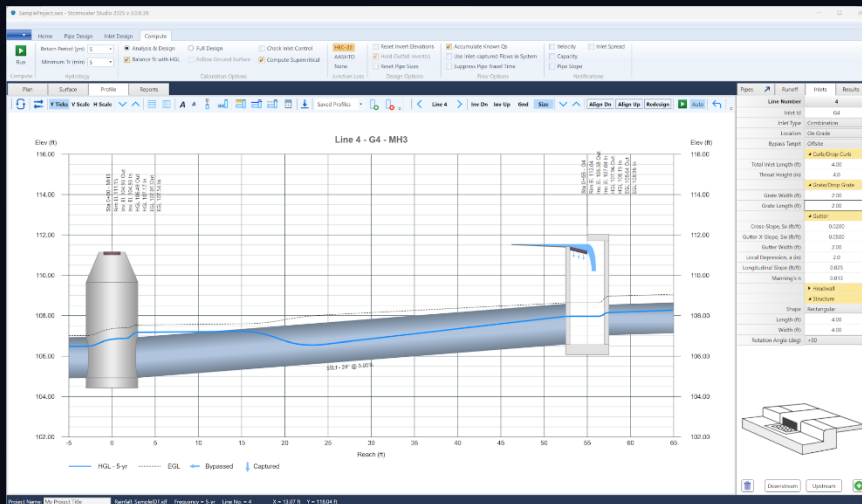
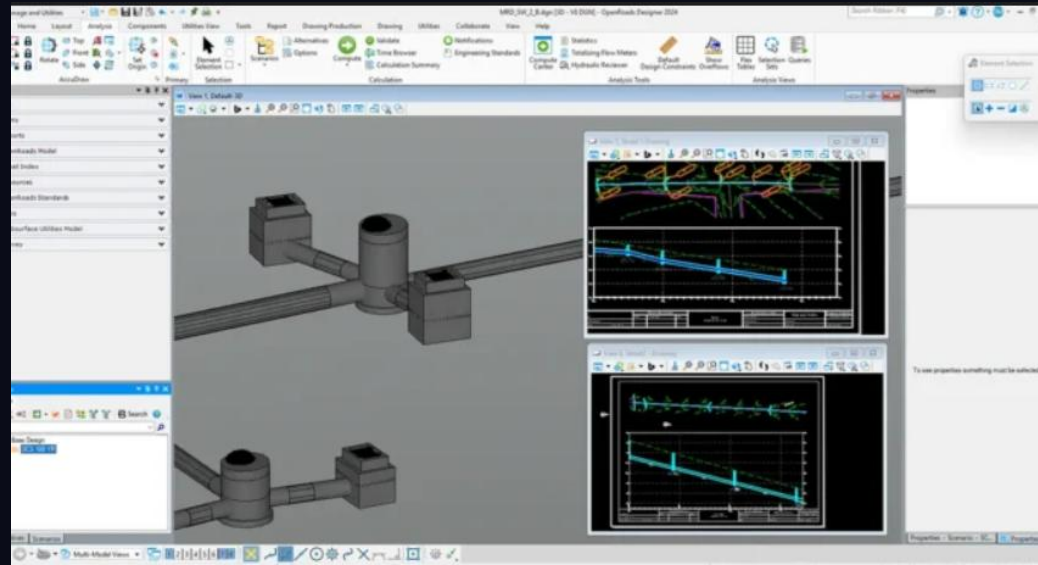


Παράδειγμα Εφαρμογής BIM σε έργο Δικτύου Ομβρίων

1. Συλλογή δεδομένων

Στην αρχή συγκεντρώνονται και οργανώνονται ψηφιακά:

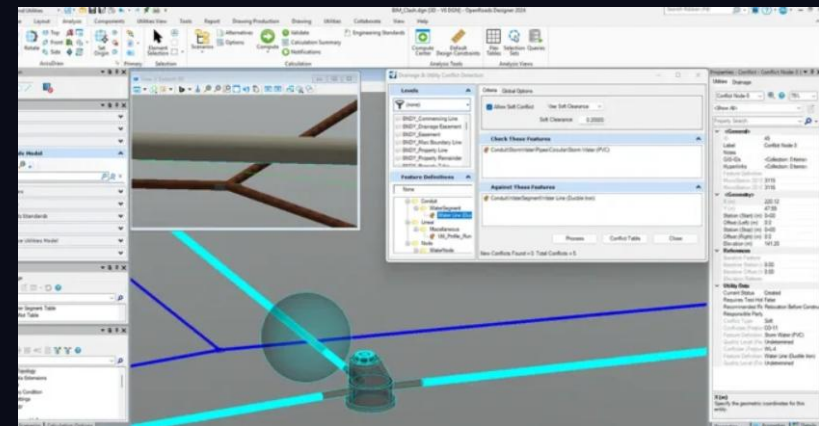
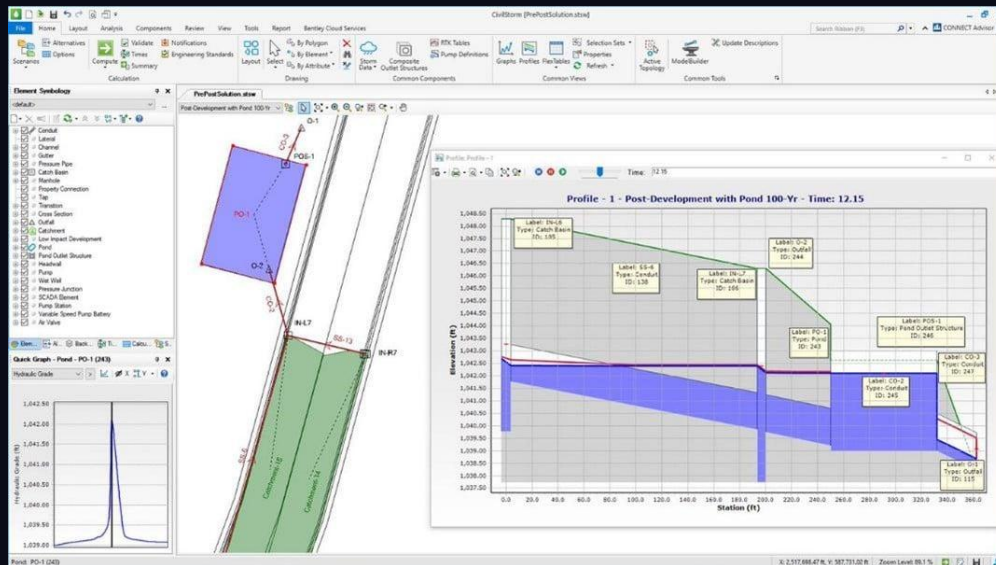
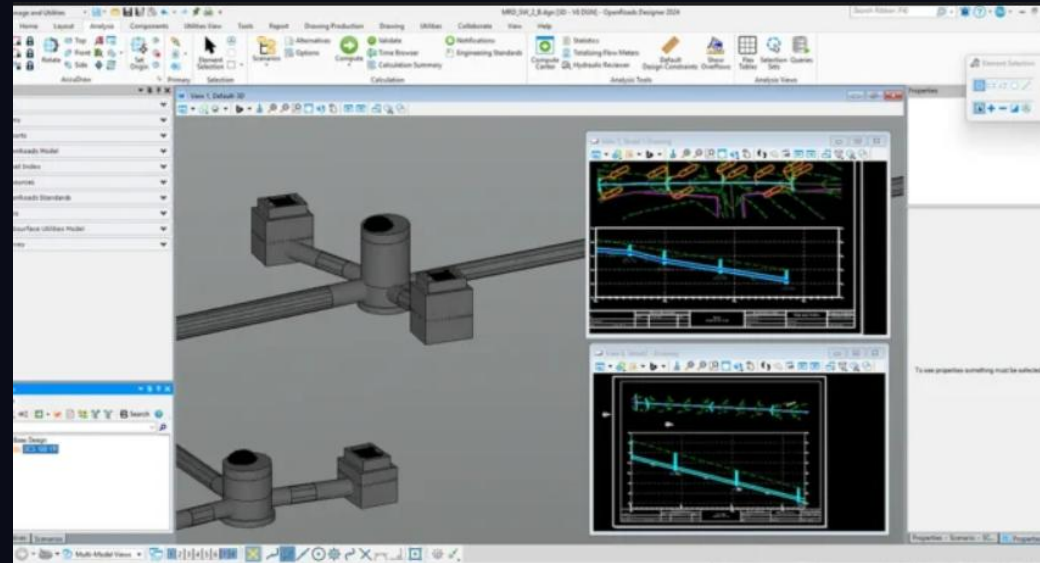
- Τοπογραφική αποτύπωση & υψομετρικά (DTM/DEM) για να “διαβαστούν” οι κλίσεις του εδάφους.
- Υφιστάμενα υπόγεια δίκτυα (ύδρευση, αποχέτευση, φυσικό αέριο, ηλεκτρικά/τηλεπικοινωνίες) από GIS/σχέδια, και όπου χρειάζεται επιβεβαίωση με επιτόπιο έλεγχο.
- Δεδομένα βροχόπτωσης (εντάσεις, περίοδοι επαναφοράς) και λεκάνες απορροής.
- Το αποτέλεσμα είναι ένα “ψηφιακό υπόβαθρο” πάνω στο οποίο θα στηθεί το μοντέλο.



Παράδειγμα Εφαρμογής BIM σε έργο Δικτύου Ομβρίων

2. Στο BIM περιβάλλον μοντελοποιούνται όλα τα στοιχεία:

- Αγωγοί με διάμετρο, υλικό, κλίση, στάθμη πυθμένα (invert level).
- Φρεάτια με διαστάσεις, βάθος, υλικά, καπάκια, στάθμη εισόδου/εξόδου.
- Στόμια υδροσυλλογής με θέσεις, υψόμετρα και συνδέσεις.
- Ο αποδέκτης και τα σημεία σύνδεσης.

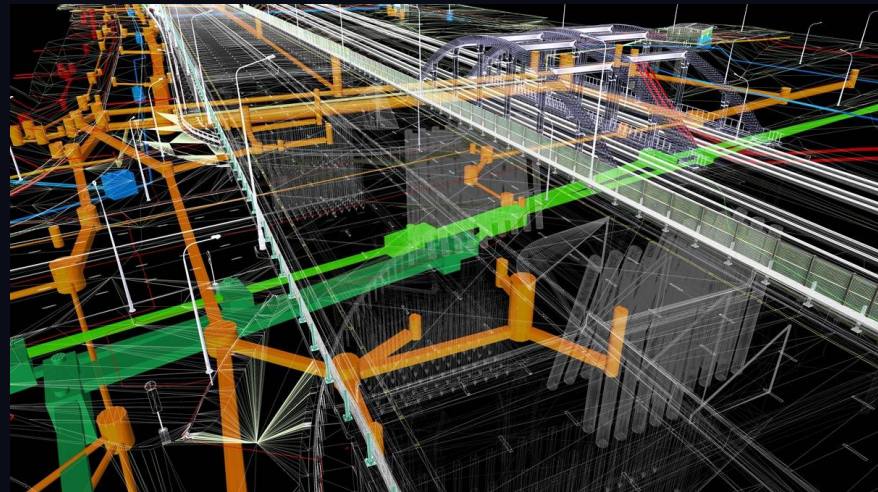
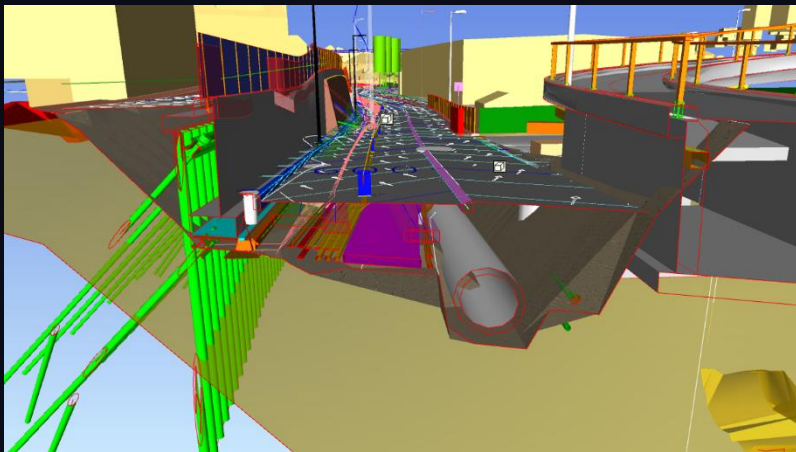
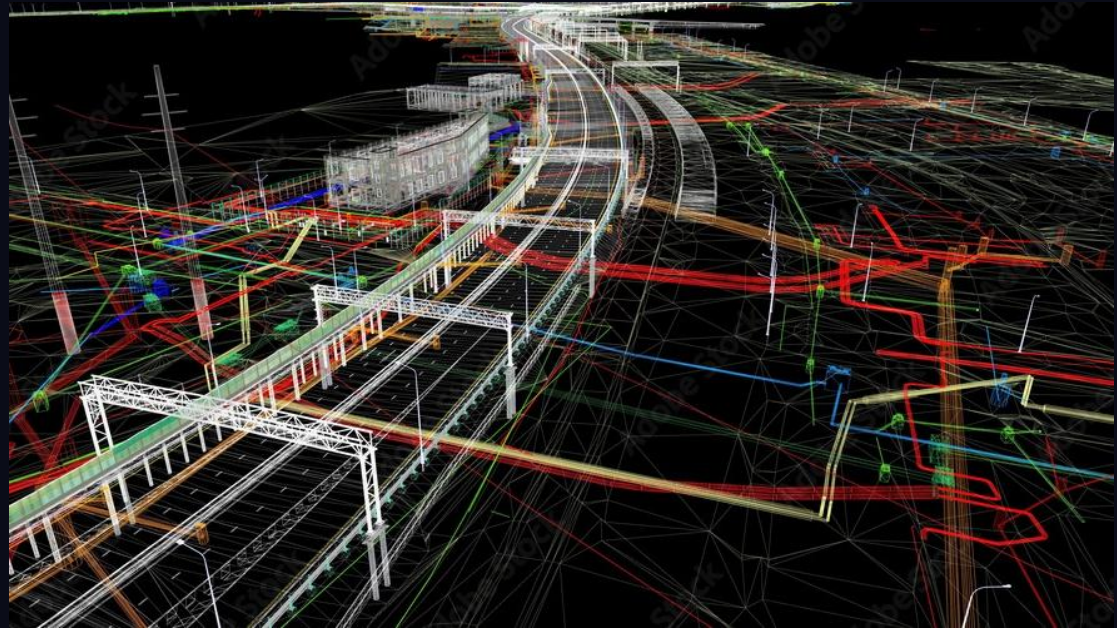


3. Έλεγχος συγκρούσεων και χωρικής συμβατότητας (Clash / Clearance)

Με το BIM γίνεται έλεγχος:

- Αν ο αγωγός ομβρίων τέμνει ή περνά πολύ κοντά σε δίκτυα ύδρευσης/αερίου/ηλεκτρικά.
- Αν τα φρεάτια “πέφτουν” πάνω σε άλλες υποδομές.
- Αν τηρούνται αποστάσεις ασφαλείας και ελάχιστα βάθη κάλυψης

Όπου εντοπιστούν συγκρούσεις, το μοντέλο επιτρέπει γρήγορες διορθώσεις (π.χ. αλλαγή χάραξης, αλλαγή βάθους ή μετατόπιση φρεατίου) πριν βγει το έργο στο εργοτάξιο.

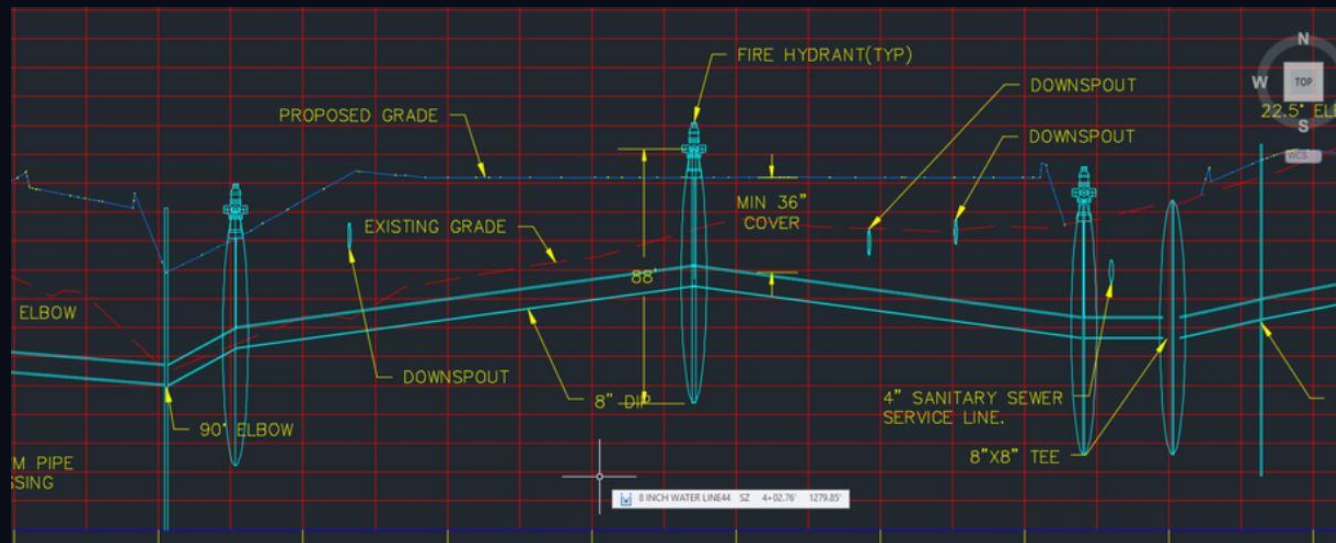
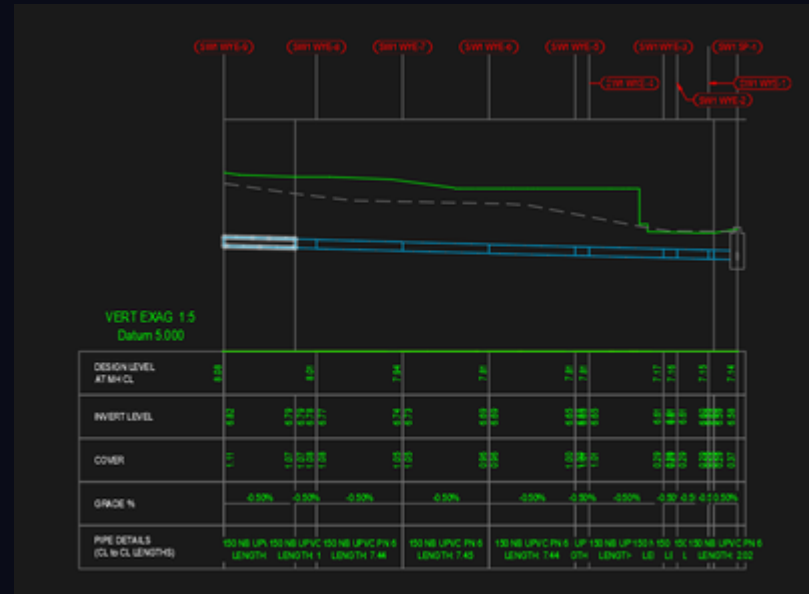


4. Υδραυλικός έλεγχος και προσομοίωση λειτουργίας

ο μοντέλο συνδέεται/τροφοδοτεί υδραυλικούς υπολογισμούς ώστε να επιβεβαιωθεί ότι:

- οι διαμέτροι και οι κλίσεις επαρκούν για την παροχή σχεδιασμού
- δεν εμφανίζονται υπερχειλίσσεις σε κρίσιμα σημεία,
- η απορροή οδηγείται σωστά προς τον αποδέκτη.

Αν προκύψει πρόβλημα, γίνονται διορθώσεις (π.χ. αλλαγή διαμέτρου, προσθήκη στομιών, τροποποίηση κλίσεων) και το μοντέλο ενημερώνεται.



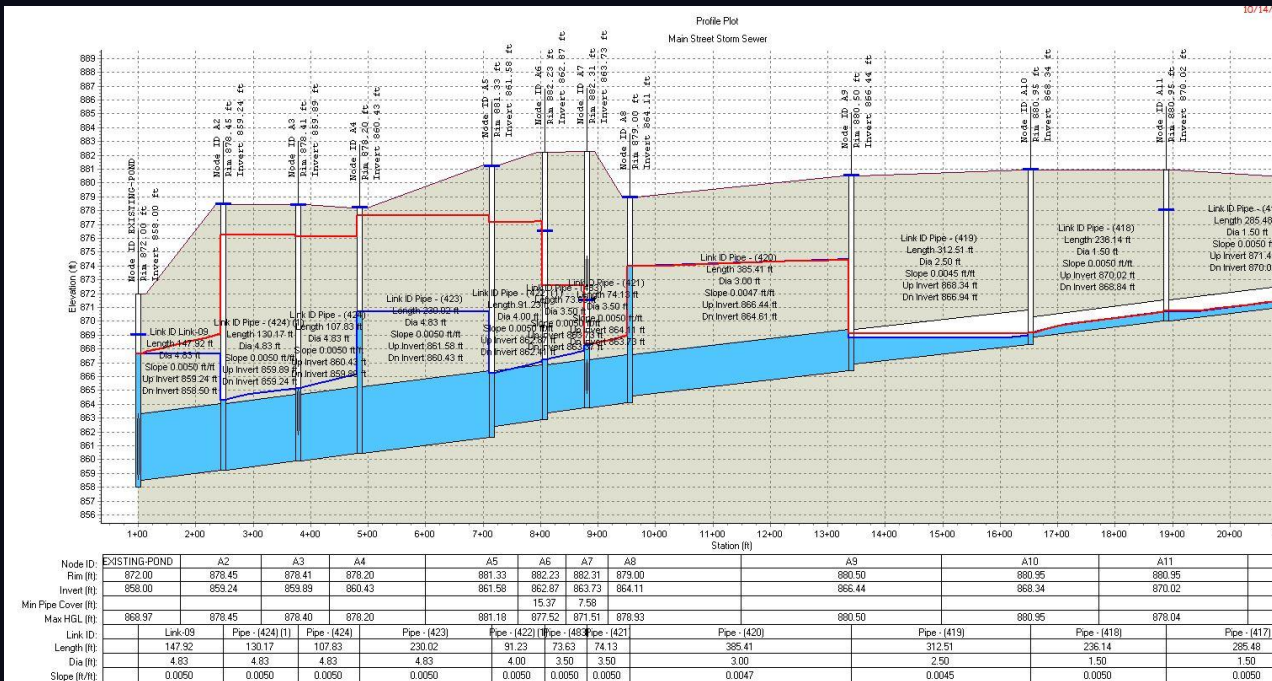
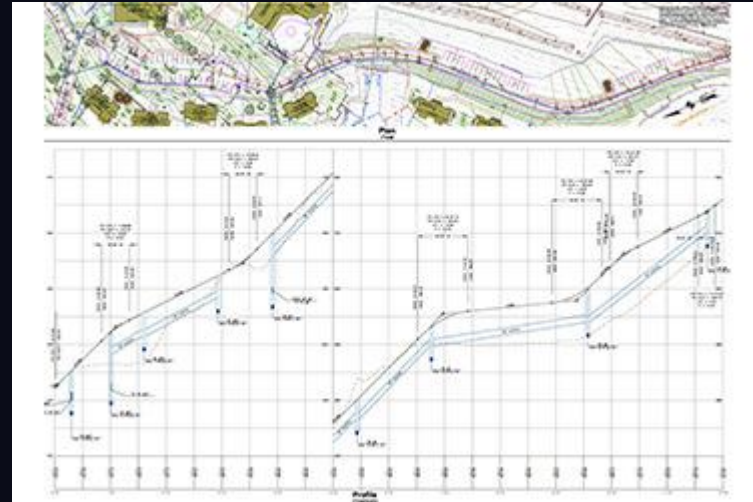
Παράδειγμα Εφαρμογής BIM σε έργο Δικτύου Ομβρίων

5. Παραγωγή σχεδίων και ποσοτήτων (Drawings & Quantities)

Από το BIM παράγονται:

- Κατόψεις, μηκοτομές, λεπτομέρειες φρεατίων,
- Πίνακες υλικών (διαμέτρους, μήκη αγωγών, πλήθος φρεατίων/στομιών),
- Επιμετρήσεις εκσκαφών/επιχώσεων όπου απαιτείται.

Έτσι μειώνονται τα λάθη που εμφανίζονται όταν τα σχέδια γίνονται "χειροκίνητα" σε διαφορετικά αρχεία.



Παράδειγμα Εφαρμογής BIM σε έργο Δικτύου Ομβρίων

6. Εκτίμηση κόστους και χρονοπρογραμματισμός

(4D & 5D simulation)

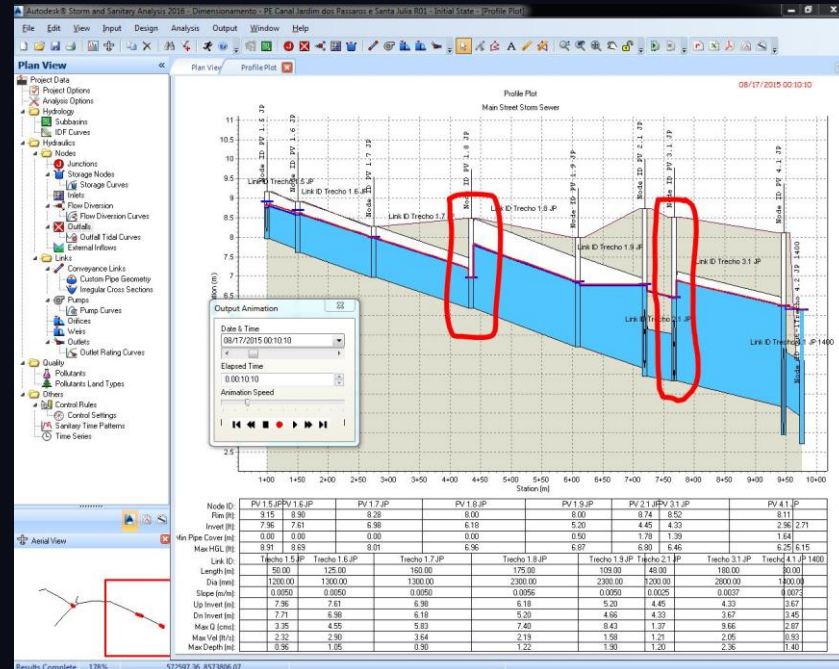
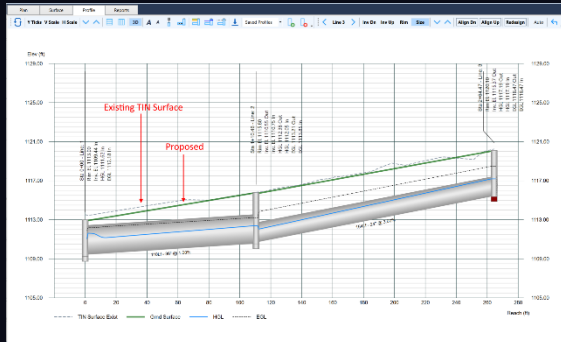
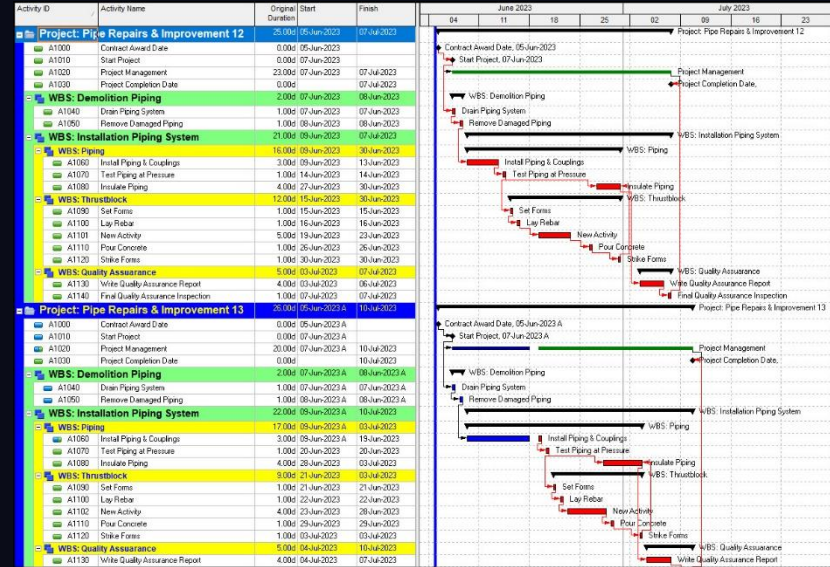
Με βάση τις ποσότητες:

- δημιουργείται πιο αξιόπιστος προϋπολογισμός (κόστος υλικών και εργασιών),
- συνδέεται το μοντέλο με φάσεις εργασιών για ένα χρονοδιάγραμμα

7. Σχέδια Κατασκευής "as-built"

Μετά το τέλος, ενημερώνεται με την τελική πραγματική κατάσταση (as-built) ώστε να καταγράφονται:

- τελικές στάθμες
- τελικές θέσεις φρεατίων/στομιών,
- αλλαγές που έγιναν στο πεδίο.



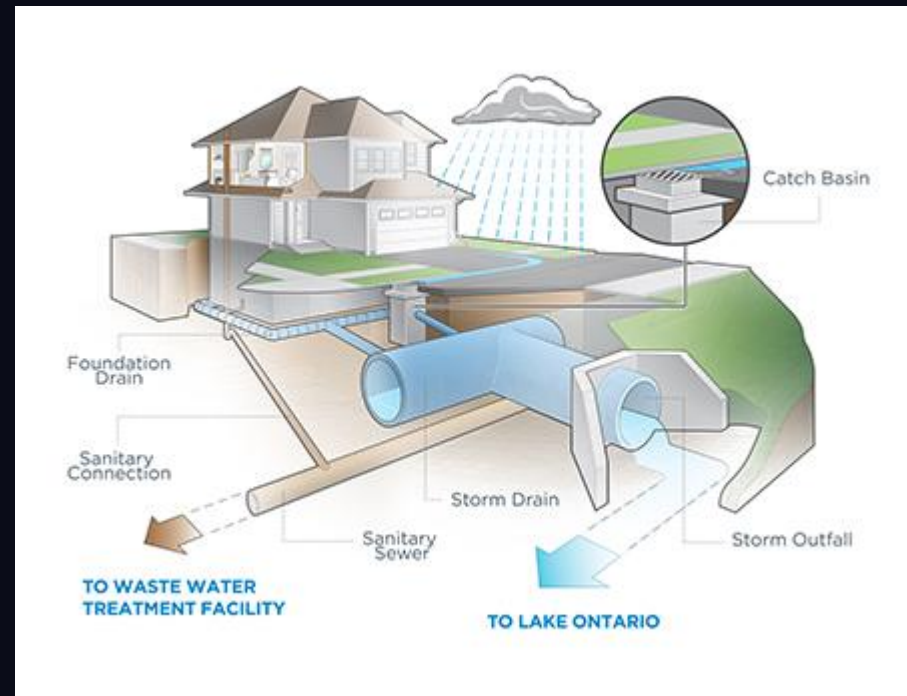
8. Διαχείριση και συντήρηση (Asset Management)

Το as-built BIM μοντέλο χρησιμοποιείται από τον φορέα λειτουργίας (Δήμος/ΕΥΔΑΠ κ.λπ.) για:

- προγραμματισμό καθαρισμών και ελέγχων φρεατίων,
- εντοπισμό βλαβών/εμφράξεων με ακρίβεια θέσης
- ταχύτερες παρεμβάσεις και καλύτερη τεκμηρίωση

Τι κερδίζει πρακτικά το έργο

- Λιγότερες αστοχίες λόγω συγκρούσεων με άλλα δίκτυα
- Πιο αξιόπιστο κόστος και χρονοδιάγραμμα
- Καλύτερη τεκμηρίωση "as-built" για τον φορέα
- Ευκολότερη συντήρηση σε βάθος χρόνου



<https://www.bentley.com/solutions/storm-system-design/>

Case Study : Pukete Wastewater Treatment Plant

Pukete Wastewater Treatment Plant

στη Νέα Ζηλανδία και αποτελεί ένα από τα πιο ώριμα παραδείγματα χρήσης BIM και Digital Twin σε εγκατάσταση λυμάτων



Case Study : Pukete Wastewater Treatment Plant

Προκλήσεις :

Πολύπλοκο τεχνικό έργο

Αβεβαιότητα ως προς την ακρίβεια των υφιστάμενων δεδομένων (H/M, δίκτυα)

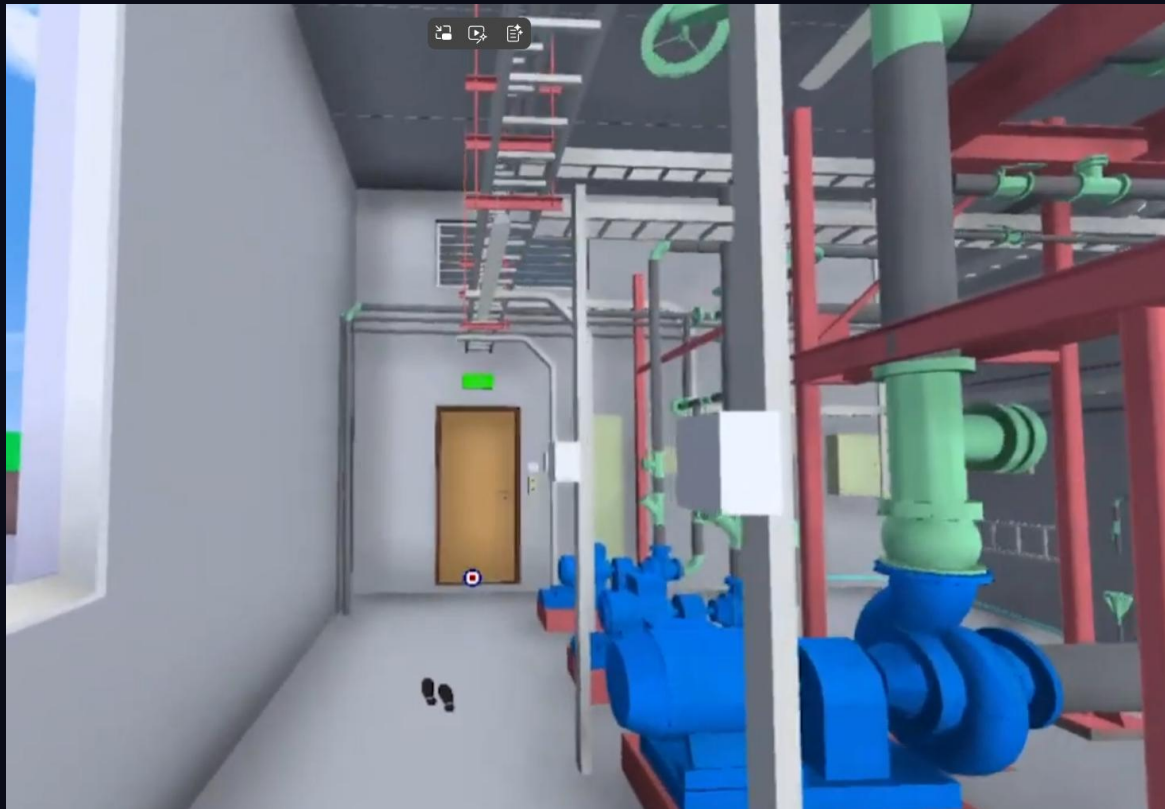
Ενδεχόμενο υψηλού κόστους επανασχεδιασμού όταν περιουσιακά στοιχεία εντοπίζονταν σε απροσδόκητες θέσεις

Ανάγκη υψηλού συντονισμού



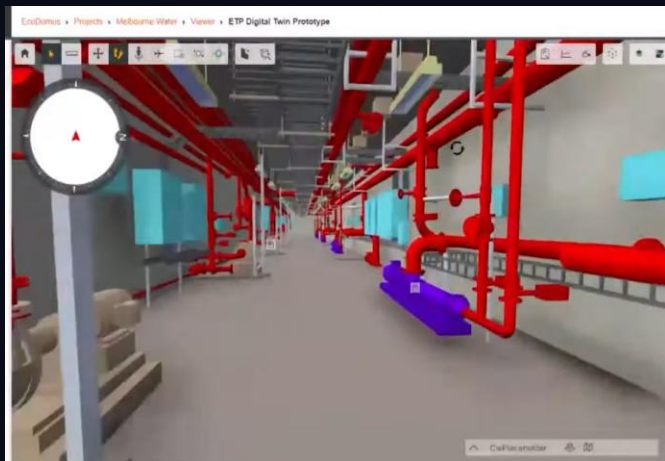
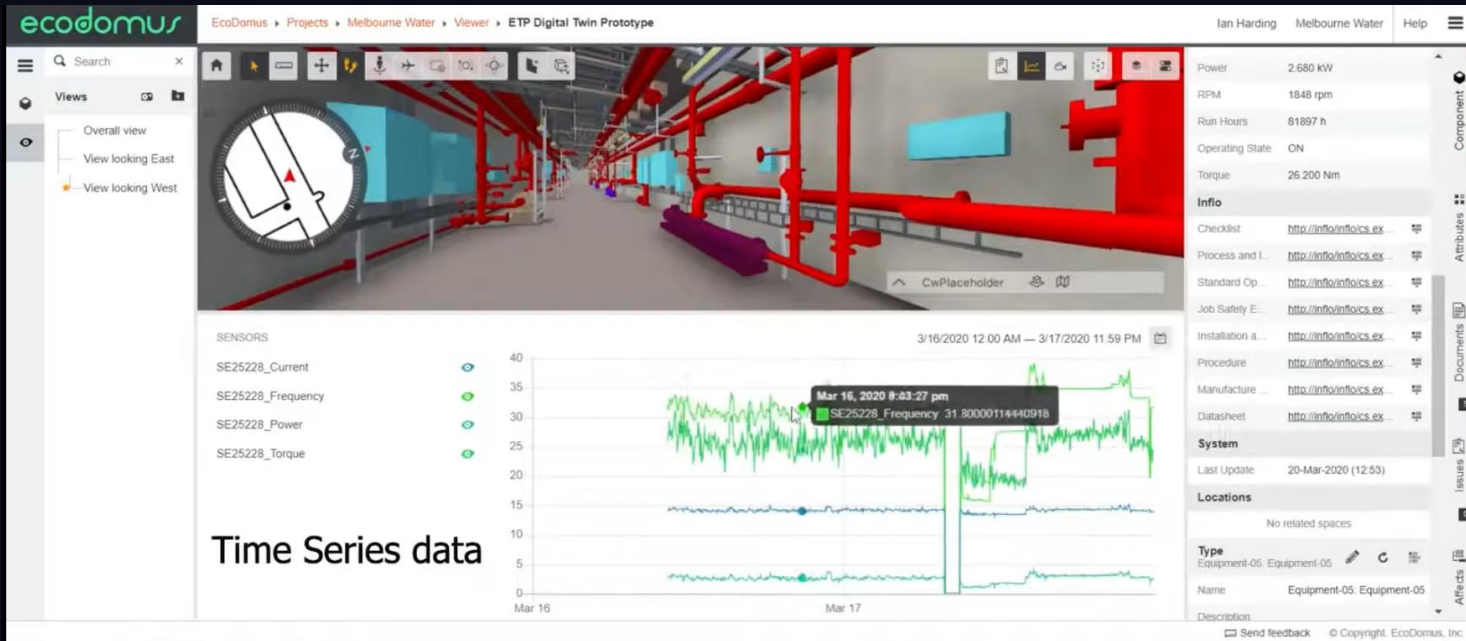
Case Study : Pukete Wastewater Treatment Plant

Building Information Modeling - Pukete Wastewater Treatment Plant



Case Study : Pukete Wastewater Treatment Plant

Η χρήση της πλατφόρμας EcoDomus



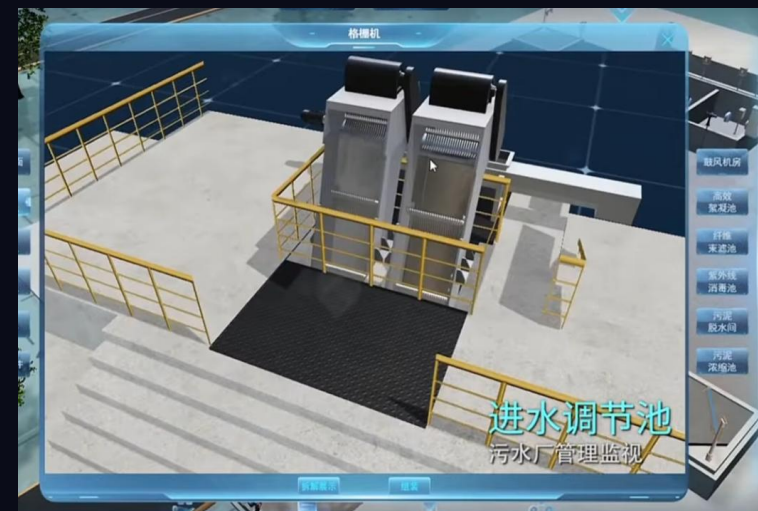
Αποτελέσματα και οφέλη

Το BIM μοντέλο λειτουργεί ως πλατφόρμα ψηφιακής διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων, παρέχοντας τη δυνατότητα οπτικοποίησης και διερεύνησης λεπτομερών πληροφοριών που αφορούν τον εξοπλισμό και τις υποδομές.

Η διαχείριση εργαλάβων είναι πλέον μια ελεγχόμενη διαδικασία, καθώς το τρισδιάστατο μοντέλο επιβεβαιώνει την ταυτότητα του εξοπλισμού, τη χωρική του θέση και κρίσιμα δεδομένα περιουσιακών στοιχείων πριν από την έναρξη των εργασιών.

Παράλληλα, το μοντέλο αξιοποιείται και ως εργαλείο εκπαίδευσης εργαλάβων σε θέματα υγείας και ασφάλειας.

[Digital Twin for Wastewater Treatment Plants](#)



Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων Blominmäki βρίσκεται στο Εσροο της Φινλανδίας.

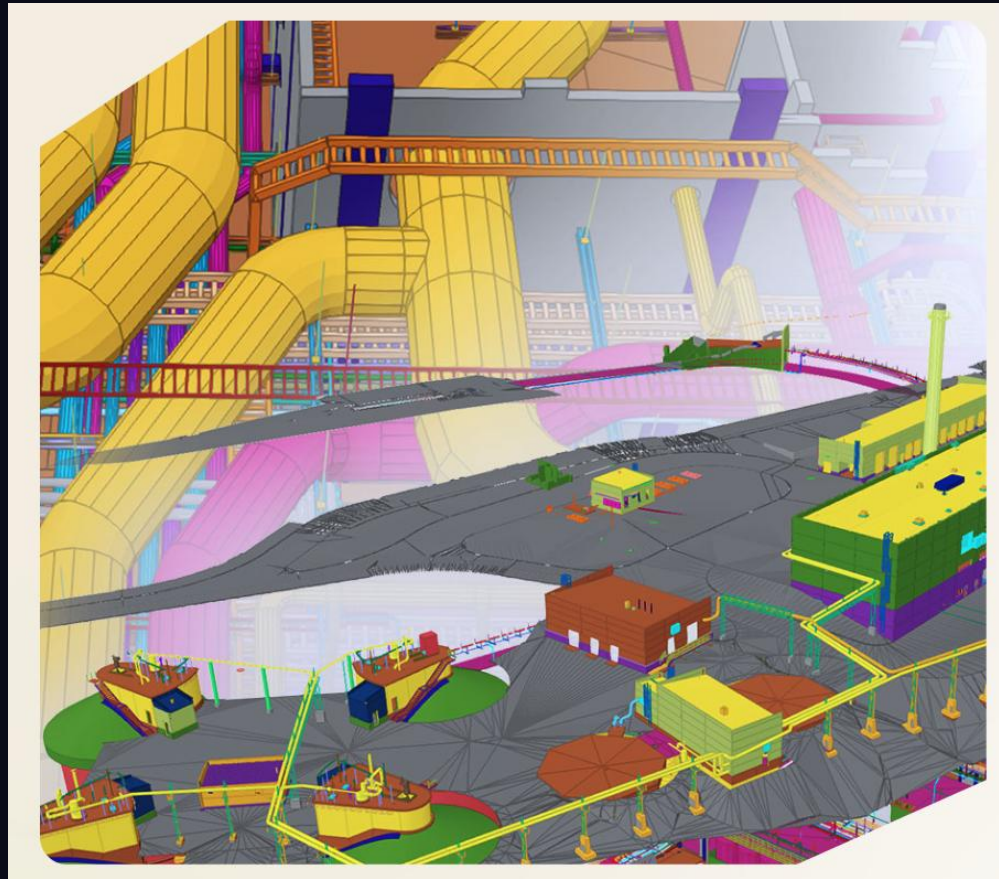
Οι πλατφόρμες συνεργασίας της Trimble διαχειρίστηκαν αυτό το πολύπλοκο έργο με τεράστιο όγκο δεδομένων και χρησιμοποιήθηκαν ευρέως στην καθημερινή εργασία των διαφορετικών ομάδων του έργου.

Το έργο αυτό τιμήθηκε με το πρώτο βραβείο στην κατηγορία Industrial στα Tekla Global BIM Awards 2020 για την πρωτοποριακή χρήση BIM.

r treatment plant

Blominmäki wastewater

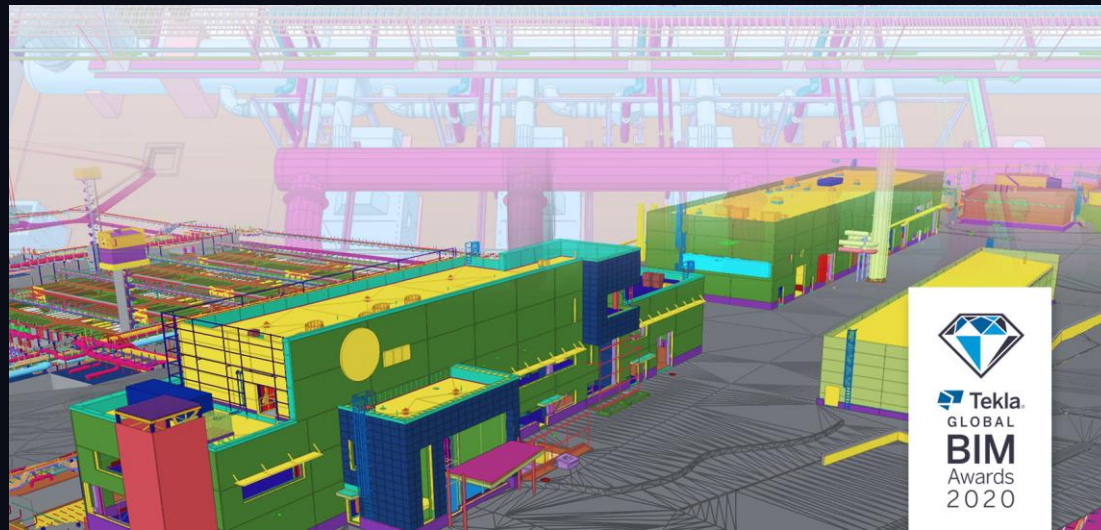
[treatment plant](#)



Σχεδιασμός με BIM

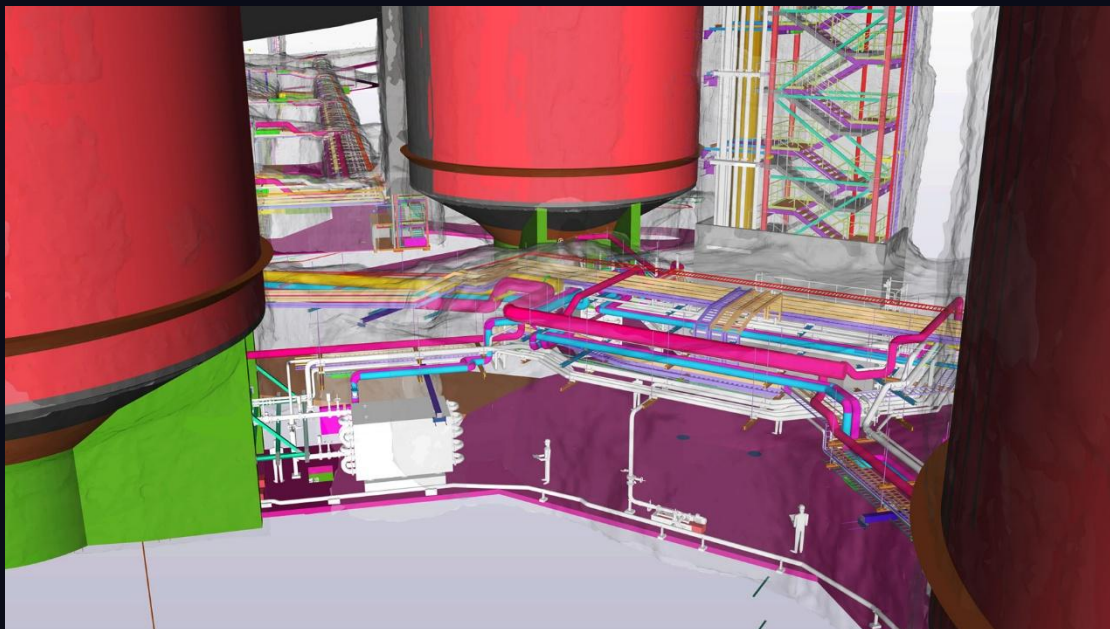
Μεγάλο μέρος της μονάδας κατασκευάζεται εντός βραχώδους υποβάθρου

Η αξιοποίηση του Tekla Model Sharing επέτρεψε σε ομάδες από διαφορετικές χώρες να εργαστούν πάνω στο ίδιο μοντέλο πληροφοριών κτιρίου.



Ένας από τους πιο απαιτητικούς τομείς σχεδιασμού ήταν ο συντονισμός διαφορετικών ειδικοτήτων και ο εντοπισμός συγκρούσεων (clash detection).

Με το λεπτομερές τρισδιάστατο μοντέλο, εντοπίστηκαν άμεσα πιθανές συγκρούσεις πολύ πριν από την κατασκευή, διευκολύνοντας τη διαδικασία σχεδιασμού και εκτέλεσης.



Blominmäki Wastewater Treatment Plant: BIM Based Project

Χρήση μοντέλου για μελέτη, προγραμματισμό και κατασκευή



Blominmäki
[wastewater treatment
plan](#)

