



Διερεύνηση μεθόδων ανάλυσης καθυστερήσεων (delay analysis techniques) σε δραστηριότητες τεχνικών έργων.

Τομέας: Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας

Επιβλέπων Καθηγητής: Κηρυττόπουλος Κωνσταντίνος

Αθήνα, 26 Ιουλίου 2020

*Ευχαριστίες:*

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Κωνσταντίνο Κηρυττόπουλο, για την άριστη συνεργασία και υποστήριξη, παρόλες τις δύσκολες και πρωτόγνωρες στιγμές που περάσαμε όλοι μας. Επίσης, τον Εμμανουήλ Δερμιτζάκη, που η αρωγή του ήταν πολύ σημαντική για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής καθώς και για την καθοδήγησή του σε δύσκολα κομμάτια κατά την εκπόνηση της εργασίας. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον Εμμανουήλ Κατσίμπαλη, Διπλωματούχο Πολιτικό Μηχανικό, για όλες τις πληροφορίες τις οποίες μου προσέφερε και ήταν απόλυτα σημαντικές για την περάτωση της συγκεκριμένης εργασίας.

Υπεύθυνη δήλωση για λογοκλοπή και για κλοπή πνευματικής ιδιοκτησίας:

Έχω διαβάσει και κατανοήσει τους κανόνες για τη λογοκλοπή και τον τρόπο σωστής αναφοράς των πηγών που περιέχονται στον Οδηγό συγγραφής Διπλωματικών και Διδακτορικών εργασιών. Δηλώνω ότι, από όσα γνωρίζω, το περιεχόμενο της παρούσας Διπλωματικής – Διδακτορικής εργασίας είναι προϊόν δικής μου εργασίας και υπάρχουν αναφορές σε όλες τις πηγές που χρησιμοποίησα.

Ηλιόπουλος Αθανάσιος

## Περιεχόμενα

|  |    |
|--|----|
| Κατάλογος Πινάκων.....   | 6  |
| Κατάλογος Σχημάτων .....   | 7  |
| Σύνοψη - Περίληψη .....  | 9  |
| Abstract.....  | 10 |
| 1 Εισαγωγή.....  | 11 |
| 2 Βιβλιογραφική Επισκόπηση.....  | 13 |
| 2.1 Έργο.....  | 13 |
| 2.2 Ανάλυση καθυστερήσεων σε τεχνικά έργα .....                            | 21 |
| 2.3 Τεχνικές ανάλυσης καθυστερήσεων (DATs).....                            | 22 |
| 2.3.1 Όπως σχεδιάστηκε vs Όπως χτίστηκε (As planned vs As built) .....     | 23 |
| 2.3.2 Επιπτώσεις του αρχικού χρονοδιαγράμματος (Impacted As-Planned) ..... | 23 |
| 2.3.3 Όπως σχεδιάστηκε...αλλά (As-Planned But for) .....                   | 23 |
| 2.3.4 ‘Καταρρέον’ όπως χτίστηκε χρονοδιάγραμμα (Collapsed As-Built) .....  | 23 |
| 2.3.5 Ανάλυση ‘Παραθύρων’ (“Window” Analysis).....                         | 24 |
| 2.3.6 Μέθοδος ανάλυσης στιγμιότυπων (Snapshot technique analysis).....     | 24 |
| 2.3.7 Ανάλυση επιπτώσεων χρόνου (Time Impact Analysis).....                | 24 |
| 2.3.8 Τεχνική ολικών επιπτώσεων (Global impact technique) .....            | 25 |
| 2.3.9 Τεχνική καθαρού αντίκτυπου (Net impact technique).....               | 25 |
| 2.3.10 Μέθοδος απομόνωσης συγκεκριμένου τύπου (Isolated delay type) .....  | 26 |
| 2.4 Επιλογή της κατάλληλης μεθόδου.....                                    | 26 |
| 2.5 Παράγοντες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα της ανάλυσης .....             | 29 |
| 3 Μέθοδος Έρευνας.....   | 31 |
| 4 Μελέτη Περίπτωσης (Case Study) .....                                     | 32 |
| 4.1.1 Όπως σχεδιάστηκε vs Όπως χτίστηκε (As planned vs As built) .....     | 32 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 4.1.2  | Επιπτώσεις του αρχικού χρονοδιαγράμματος (Impacted As-Planned) ..... | 34  |
| 4.1.3  | Όπως σχεδιάστηκε...αλλά (As-Planned But for) .....                   | 45  |
| 4.1.4  | ΄Καταρρέον΄ όπως χτίστηκε χρονοδιάγραμμα (Collapsed As-Built) .....  | 49  |
| 4.1.5  | Ανάλυση ΄Παραθύρων΄ (“Window” Analysis) .....                        | 52  |
| 4.1.6  | Μέθοδος ανάλυσης στιγμιότυπων (Snapshot technique analysis) .....    | 61  |
| 4.1.7  | Ανάλυση επιπτώσεων χρόνου (Time Impact Analysis) .....               | 61  |
| 4.1.8  | Τεχνική ολικών επιπτώσεων (Global impact technique) .....            | 72  |
| 4.1.9  | Τεχνική καθαρού αντίκτυπου (Net impact technique) .....              | 72  |
| 4.1.10 | Μέθοδος απομόνωσης συγκεκριμένου τύπου (Isolated delay type) .....   | 72  |
| 4.2    | Προτεινόμενη μέθοδος ανάλυσης καθυστερήσεων .....                    | 82  |
| 4.2.1  | Όλες εκτός από μία (Everything but one) .....                        | 82  |
| 4.3    | Υποθέσεις Ανάλυσης Καθυστερήσεων στην δικαστική αίθουσα .....        | 95  |
| 4.4    | Αποτελέσματα .....   | 97  |
| 5      | Συμπεράσματα .....   | 100 |
|        | Κατάλογος Αναφορών .....   | 103 |

## Κατάλογος Πινάκων

|  |    |
|--|----|
| Πίνακας 1: Διάρκεια καθυστερήσεων .....  | 33 |
| Πίνακας 2: Διάρκεια 1ης καθυστέρησης .....                                     | 35 |
| Πίνακας 3: Διάρκεια 2ης καθυστέρησης .....                                     | 36 |
| Πίνακας 4: Διάρκεια 3ης καθυστέρησης .....                                     | 38 |
| Πίνακας 5: Διάρκεια 4ης καθυστέρησης .....                                     | 40 |
| Πίνακας 6: Διάρκεια 5ης καθυστέρησης .....                                     | 41 |
| Πίνακας 7: Διάρκεια 6ης καθυστέρησης .....                                     | 43 |
| Πίνακας 8: Διάρκεια 7ης καθυστέρησης .....                                     | 44 |
| Πίνακας 9: Διάρκεια καθυστερήσεων για τις οποίες ευθύνεται ο ιδιοκτήτης .....  | 46 |
| Πίνακας 10: Διάρκεια καθυστερήσεων για τις οποίες ευθύνεται ο ανάδοχος .....   | 48 |
| Πίνακας 11: Διάρκεια καθυστερήσεων χωρίς τις καθυστερήσεις του εργολάβου ..... | 49 |
| Πίνακας 12: Διάρκεια καθυστερήσεων χωρίς τις καθυστερήσεις εργοδότη .....      | 51 |
| Πίνακας 13: Διάρκεια καθυστερήσεων 1ου παραθύρου .....                         | 53 |
| Πίνακας 14: Διάρκεια καθυστερήσεων 2ου παραθύρου .....                         | 55 |
| Πίνακας 15: Διάρκεια καθυστερήσεων 3ου παραθύρου .....                         | 56 |
| Πίνακας 16: Διάρκεια καθυστερήσεων 4ου παραθύρου .....                         | 58 |
| Πίνακας 17: Διάρκεια καθυστερήσεων 5ου παραθύρου .....                         | 60 |
| Πίνακας 18: Διάρκεια καθυστέρησης 1ης δραστηριότητας .....                     | 61 |
| Πίνακας 19: Διάρκεια καθυστέρησης 2ης δραστηριότητας .....                     | 63 |
| Πίνακας 20: Διάρκεια καθυστέρησης 3ης δραστηριότητας .....                     | 65 |
| Πίνακας 21: Διάρκεια καθυστέρησης 4ης δραστηριότητας .....                     | 66 |
| Πίνακας 22: Διάρκεια καθυστέρησης 5ης δραστηριότητας .....                     | 67 |
| Πίνακας 23: Διάρκεια καθυστέρησης 6ης δραστηριότητας .....                     | 69 |
| Πίνακας 24: Διάρκεια καθυστέρησης 7ης δραστηριότητας .....                     | 71 |
| Πίνακας 25: Διάρκεια καθυστερήσεων 1ης χρονικής περιόδου .....                 | 73 |
| Πίνακας 26: Διάρκεια καθυστερήσεων 2ης χρονικής περιόδου .....                 | 75 |
| Πίνακας 27: Διάρκεια καθυστερήσεων 3ης χρονικής περιόδου .....                 | 76 |
| Πίνακας 28: Διάρκεια καθυστερήσεων 4ης χρονικής περιόδου .....                 | 78 |
| Πίνακας 29: Διάρκεια καθυστερήσεων 5ης χρονικής περιόδου .....                 | 79 |
| Πίνακας 30: Συνολικά αποτελέσματα ανάλυσης των καθυστερήσεων .....             | 81 |
| Πίνακας 31: Διάρκεια 6 από τις συνολικά 7 καθυστερήσεις .....                  | 83 |
| Πίνακας 32: Διάρκεια 6 από τις 7 συνολικά καθυστερήσεις .....                  | 84 |
| Πίνακας 33: Διάρκεια 6 από τις 7 συνολικά καθυστερήσεις .....                  | 86 |
| Πίνακας 34: Διάρκεια 6 από τις συνολικά 7 καθυστερήσεις .....                  | 88 |
| Πίνακας 35: Διάρκεια 6 από τις συνολικά 7 καθυστερήσεις .....                  | 90 |
| Πίνακας 36: Διάρκεια 6 από τις συνολικά 7 καθυστερήσεις .....                  | 92 |
| Πίνακας 37: Διάρκεια 6 από τις συνολικά 7 καθυστερήσεις .....                  | 94 |

## Κατάλογος Σχημάτων

|   |    |
|---|----|
| Σχήμα 2-1: Σχέση τέλους - αρχής (FS).....                                       | 15 |
| Σχήμα 2-2: Σχέση αρχής - τέλους (SS).....                                       | 15 |
| Σχήμα 2-3: Σχέση τέλους - τέλους (FF) .....                                     | 16 |
| Σχήμα 2-4: Σχέση αρχής - τέλους (SF).....                                       | 16 |
| Σχήμα 3-1: Βήματα περάτωσης εργασίας .....                                      | 31 |
| Σχήμα 4-1: As planned χρονοδιάγραμμα .....                                      | 32 |
| Σχήμα 4-2: As built χρονοδιάγραμμα .....  | 33 |
| Σχήμα 4-3: Επίπτωση της 1ης καθυστέρησης .....                                  | 34 |
| Σχήμα 4-4: Επίπτωση της 2ης καθυστέρησης .....                                  | 36 |
| Σχήμα 4-5: Επίπτωση της 3ης καθυστέρησης .....                                  | 38 |
| Σχήμα 4-6: Επίπτωση της 4ης καθυστέρησης .....                                  | 39 |
| Σχήμα 4-7: Επίπτωση της 5ης καθυστέρησης .....                                  | 41 |
| Σχήμα 4-8: Επίπτωση της 6ης καθυστέρησης .....                                  | 42 |
| Σχήμα 4-9: Επίπτωση της 7ης καθυστέρησης .....                                  | 44 |
| Σχήμα 4-10: Καθυστερήσεις για τις οποίες ευθύνεται ο ιδιοκτήτης .....           | 46 |
| Σχήμα 4-11: Καθυστερήσεις για τις οποίες ευθύνεται ο ανάδοχος .....             | 47 |
| Σχήμα 4-12: as built χρονοδιάγραμμα, χωρίς τις καθυστερήσεις του εργολάβου..... | 49 |
| Σχήμα 4-13: as built χρονοδιάγραμμα, χωρίς τις καθυστερήσεις του εργοδότη ..... | 51 |
| Σχήμα 4-14: 1ο παράθυρο .....   | 53 |
| Σχήμα 4-15: 2ο παράθυρο .....   | 54 |
| Σχήμα 4-16: 3ο παράθυρο .....   | 56 |
| Σχήμα 4-17: 4ο παράθυρο .....   | 58 |
| Σχήμα 4-18: 5ο παράθυρο .....   | 59 |
| Σχήμα 4-19: Διάρκεια καθυστέρησης 1ης δραστηριότητας .....                      | 61 |
| Σχήμα 4-20: Επίδραση της 2ης δραστηριότητας στο συνολικό έργο .....             | 63 |
| Σχήμα 4-21: Επίδραση της 3ης δραστηριότητας στο συνολικό έργο .....             | 64 |
| Σχήμα 4-22: Επίδραση της 4ης δραστηριότητας στο συνολικό έργο .....             | 66 |
| Σχήμα 4-23: Επίδραση της 5ης δραστηριότητας στο συνολικό έργο .....             | 67 |
| Σχήμα 4-24: Επίδραση της 6ης δραστηριότητας στο συνολικό έργο .....             | 69 |
| Σχήμα 4-25: Επίδραση της 7ης δραστηριότητας στο συνολικό έργο .....             | 70 |
| Σχήμα 4-26: Global impact technique .....                                       | 72 |
| Σχήμα 4-27: 1η χρονική περίοδος .....   | 73 |
| Σχήμα 4-28: 2η χρονική περίοδος .....   | 74 |
| Σχήμα 4-29: 3η χρονική περίοδος .....   | 76 |
| Σχήμα 4-30: 4η χρονική περίοδος .....   | 77 |
| Σχήμα 4-31: 5η χρονική περίοδος .....   | 79 |
| Σχήμα 4-32: Επίπτωση 6 από τις συνολικά 7 καθυστερήσεις.....                    | 82 |
| Σχήμα 4-33: Επίπτωση 6 από τις 7 καθυστερήσεις.....                             | 84 |
| Σχήμα 4-34: Επίπτωση 6 από τις 7 καθυστερήσεις.....                             | 86 |

|   |    |
|---|----|
| Σχήμα 4-35: Επίπτωση 6 από τις 7 καθυστερήσεις..... | 88 |
| Σχήμα 4-36: Επίπτωση 6 από τις 7 καθυστερήσεις..... | 90 |
| Σχήμα 4-37: Επίπτωση 6 από τις 7 καθυστερήσεις..... | 92 |
| Σχήμα 4-38: Επίπτωση 6 από τις 7 καθυστερήσεις..... | 94 |



## Σύνοψη - Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζεται το θέμα του Delay analysis, μέθοδοι ανάλυσης, οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μέθοδοι, καθώς και μία μελέτη περίπτωσης (case study), όπου εφαρμόζοντας τις παραπάνω μεθόδους, γίνονται εμφανείς οι διαφορές στα αποτελέσματα της ανάλυσης, χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεθόδους κάθε φορά.

Με την εργασία αυτή, αποτυπώνονται οι καθυστερήσεις ενός υποθετικού έργου, το οποίο διερευνήθηκε και έγινε η ανάλυση αυτού, με διάφορες τεχνικές delay analysis, ενώ παράλληλα αποτυπώθηκαν οι συνέπειες που έχει η καθυστέρηση της εκάστοτε δραστηριότητας, στη συνολική διάρκεια του έργου.

Τα παραπάνω, υλοποιήθηκαν με διάφορους τρόπους. Αρχικά με την αναζήτηση της κατάλληλης βιβλιογραφίας, όπου βρέθηκαν οι τεχνικές που εφαρμόζονται για την ανάλυση των καθυστερήσεων ενός έργου, ώστε να διαπιστωθεί ποιο από τα εμπλεκόμενα μέρη (ιδιοκτήτης - ανάδοχος) ευθύνεται για τις καθυστερήσεις των δραστηριοτήτων. Έπειτα, δημιουργήθηκε μία μελέτη περίπτωσης, ένα υποθετικό έργο, το οποίο μοντελοποιήθηκε με τη χρήση του προγράμματος MS Project. Με τον τρόπο αυτόν, δημιουργήθηκε το χρονοδιάγραμμα του έργου. Στις καθυστερήσεις που εντοπίστηκαν στο χρονοδιάγραμμα αυτό, εφαρμόστηκαν οι τεχνικές που αναφέρθηκαν παραπάνω. Εφαρμόζοντας όμως τις τεχνικές αυτές, παρατηρήθηκε ότι κάποιες από τις τεχνικές δικαίωναν τον ανάδοχο του έργου, και άλλες τον κύριο του έργου.

Με την εργασία αυτή, επιτεύχθηκε η εύρεση των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων μεθόδων για την ανάλυση των καθυστερημένων δραστηριοτήτων ενός έργου που μπορεί να φανούν χρήσιμοι στα χέρια ενός έμπειρου αναλυτή. Επίσης, έγινε σαφές ότι καμία από τις μεθόδους που παρουσιάστηκαν, δεν μπορεί να δηλώσει με ασφάλεια και ξεκάθαρα, ποιος θα δικαιωθεί μετά την εφαρμογή της τεχνικής στο υπό εξέταση έργο, όμως η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, έδωσε πολύτιμα στοιχεία, τόσο στον εργοδότη, όσο και στον εργολάβο.

Επιπλέον, στην διπλωματική εργασία αυτή, παρουσιάστηκε μία νέα μέθοδος για την ανάλυση των καθυστερήσεων σε ένα έργο. Η μέθοδος αυτή προσπαθεί με λίγες πληροφορίες να λύσει τις καθυστερημένες δραστηριότητες του έργου. Είναι πολύ εύκολη στην εφαρμογή της και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλους τους αναλυτές, ανεξάρτητα της πόσης εμπειρίας διαθέτει.

Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής, είναι βέβαιο ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν, τόσο από όλους τους αναλυτές που ασχολούνται με το θέμα του delay analysis, όσο και από τα εμπλεκόμενα μέρη ενός έργου, ανεξαρτήτου της φύσης του έργου, είτε αυτό είναι κατασκευαστικό είτε άλλου τύπου, όπως έργα μάρκετινγκ, έργα IT ή έργα HR.

## Abstract

The thesis presents the topic of Delay analysis, analysis methods, the most commonly used methods, as well as a case study, where applying the above methods, a different method each time, the differences in the results of the analysis become apparent.

This work uses the delays of a hypothetical project, which was researched and analyzed, with various delay analysis techniques, as well as to decide on the consequences of the delay in each project in the overall duration of the project.

The above was implemented in various ways. Initially, by researching the appropriate bibliography, where the techniques used to analyze the delays of a project were found, in order to determine which of the stakeholders (owner - contractor) are responsible for the delays in the activities. Then, a case study was modeled using the MS Project. In this way, the project schedule was created. In the delays identified in this timeline, the techniques mentioned above were applied. However, applying these techniques, it was observed that some of the techniques justified the contractor, and others the owner.

With this work, we found the most commonly used methods for analyzing the delayed activities of a project that may seem useful in the hands of an experienced analyst. It was also made clear that none of the methods presented can safely and clearly say who will be vindicated after the application of the technique in the project under consideration, but the analysis that will be carried out will certainly provided valuable information, so to the employer as well as to the contractor.

Furthermore, in this thesis, a new method was presented for the analysis of delays in a project. Few information is necessary in order for this method to solve the delayed activities of the project. It is very easy to apply and can be used by all analysts, regardless of how much experience it has.

The results of this work can certainly be used, both by all analysts involved in the subject of delay analysis and by the stakeholder parties involved in a project, regardless of the nature of the project, whether it is construction project or another type of a project, such as a marketing project, or a IT project, or a HR project.

## 1 Εισαγωγή

Σε κατασκευαστικά έργα είναι σύνηθες φαινόμενο να συμβαίνουν καθυστερήσεις. Δραστηριότητες (tasks) του έργου καθυστερούν για διάφορους λόγους, με αποτέλεσμα και η ημερομηνία παράδοσης του έργου να καθυστερεί. Ως εκ τούτου, οι εμπλεκόμενοι φορείς επιρρίπτουν ευθύνες μεταξύ τους για την καθυστέρηση αυτή. Στην πράξη, γίνονται προσπάθειες για τον εντοπισμό των αιτιών των καθυστερήσεων και τα χρονοδιαγράμματα τροποποιούνται για να ενσωματωθεί η αναθεωρημένη διάρκεια και ο νέος χρόνος του έργου. Η αξιολόγηση του αντικτύπου της καθυστέρησης είναι μερικές φορές ένα αμφιλεγόμενο ζήτημα. Η εργασία αυτή έχει σκοπό να αποτυπώσει τις καθυστερήσεις του έργου που θα διερευνηθεί και να αποφανθεί για τις συνέπειες που έχει η καθυστέρηση της εκάστοτε δραστηριότητας, στη συνολική διάρκεια του έργου.

Οι καθυστερήσεις είναι δαπανηρές για όλα τα μέρη που ασχολούνται με την οικοδομική βιομηχανία και συχνά οδηγούν σε διαφορές. Ο χρόνος και τα έξοδα που προκύπτουν για την προετοιμασία ενός εγγράφου διεκδίκησης αξιώσεων (claims) είναι σημαντικά. Αρκετές μέθοδοι ανάλυσης των καθυστερήσεων είναι διαθέσιμες αλλά δεν υπάρχει κάποια μέθοδος που να είναι καλύτερη από όλες τις υπόλοιπες και να χρησιμοποιείται σε όλες τις περιπτώσεις. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης είναι βασικό πρόβλημα για κάθε αναλυτή και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η διαθέσιμη πληροφόρηση, ο χρόνος ανάλυσης, οι δυνατότητες της μεθοδολογίας και ο χρόνος.

Στην εργασία αυτή, δημιουργήθηκαν σενάρια καθυστέρησης σε ένα υποθετικό κατασκευαστικό έργο και πραγματοποιήθηκε ανάλυση των καθυστερήσεων αυτών με διάφορες τεχνικές.

Η διπλωματική εργασία αυτή, δημιουργήθηκε με σκοπό να απαντηθούν συγκεκριμένα ερωτήματα που ταλανίζουν χρόνια, τόσα τα εμπλεκόμενα μέρη ενός έργου, όσο και τους αναλυτές των καθυστερήσεων ενός έργου. Τα ερωτήματα αυτά είναι πολύ συγκεκριμένα και είναι τα παρακάτω:

- Είναι οι υπάρχουσες τεχνικές ανάλυσης των καθυστερήσεων αρκετές για την απόδοση ευθυνών μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών;
- Μπορούν οι τεχνικές αυτές να επιλύσουν τις καθυστερήσεις που προκύπτουν σε ένα κατασκευαστικό έργο;
- Λύνουν αυτές οι τεχνικές κάποιο ουσιαστικό πρόβλημα στα κατασκευαστικά έργα;
- Θα γίνεται δίκαιη απόδοση ευθυνών με την εφαρμογή των τεχνικών ανάλυσης;

Για να απαντηθούν τα παραπάνω ερωτήματα, έπρεπε πρώτα να επιτευχθούν κάποιοι συγκεκριμένοι στόχοι. Αυτοί οι στόχοι φαίνονται παρακάτω:

1. Διερεύνηση των υπαρχουσών τεχνικών ανάλυσης των καθυστερήσεων.
2. Εφαρμογή των παραπάνω τεχνικών σε ένα case study.
3. Εξαγωγή συμπερασμάτων από την εφαρμογή των τεχνικών αυτών.
4. Διεύρυνση των γνώσεων μας στο θέμα του delay analysis.
5. Εφαρμογή των γνώσεων που λήφθηκαν κατά την ανάπτυξη της εργασίας σε επόμενα έργα.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η δημιουργία σεναρίων σε ένα υποθετικό κατασκευαστικό έργο και η ανάλυση των καθυστερήσεων αυτών με διάφορες τεχνικές, ώστε να δούμε τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης.

Έτσι με τη συγγραφή της εργασίας και τη μελέτη της απαραίτητης βιβλιογραφίας, έγινε δυνατή, όπως προαναφέρθηκε, η διερεύνηση των υπαρχουσών τεχνικών delay analysis, η εφαρμογή αυτών σε ένα case study, το οποίο δημιουργήθηκε εξολοκλήρου από το μηδέν, με τη χρήση του λογισμικού MS Project, η εξαγωγή συμπερασμάτων από την παραπάνω διαδικασία και τέλος η απόδοση ευθυνών σε κάποια από τα εμπλεκόμενα μέρη του έργου.

Η εργασία αυτή, δεν ασχολήθηκε με την ανάλυση περιπτώσεων που έχουν εκδικαστεί από την ελληνική δικαιοσύνη. Με άλλα λόγια, δεν χρησιμοποιήθηκε ένα χρονοδιάγραμμα ενός ολοκληρωμένου έργου και αναλύθηκαν οι καθυστερήσεις του, ώστε να συμπεράνουμε αν αποδόθηκε δικαιοσύνη, αν δηλαδή οι επιπτώσεις από την καθυστέρηση παράδοσης του έργου βαραίνουν τον εργοδότη ή τον εργολάβο. Η θεματολογία της εργασίας αυτής, είναι ένα καινούργιο έργο, υποθετικό έργο, με δικό του χρονοδιάγραμμα, στο οποίο δημιουργήθηκαν σενάρια καθυστέρησης ορισμένων δραστηριοτήτων και τα οποία μετά αναλύθηκαν με διάφορες τεχνικές.

Τέλος, παρουσιάστηκε και μια νέα μέθοδος για την ανάλυση καθυστερήσεων, η οποία προσπαθεί με λίγες πληροφορίες να λύσει τις καθυστερήσεις και να δώσει λύση στον ερώτημα ποιος ευθύνεται για αυτές.

## 2 Βιβλιογραφική Επισκόπηση

### 2.1 Έργο

Ο όρος Έργο (Project), θεωρείται η επίτευξη ενός στόχου (Munns and Bjeirmi, 1996). Ένα έργο περιλαμβάνει μία σειρά από δραστηριότητες (tasks) και καθήκοντα, ενώ για την περάτωση του απαιτούνται και συγκεκριμένοι πόροι (Munns and Bjeirmi, 1996). Αναλυτικότερα, το έργο αποτελείται από ένα μοναδικό σύνολο διεργασιών, αποτελούμενες από συντεταγμένες και ελεγχόμενες δραστηριότητες με ημερομηνίες έναρξης και λήξης, που διενεργούνται για την επίτευξη των στόχων του έργου (Stellingwerf and Zandhuis, 2013). Η επίτευξη του έργου, απαιτεί τη δημιουργία παραδοτέων που συμμορφώνονται με συγκεκριμένες απαιτήσεις. Ένα έργο μπορεί να υπόκειται σε πολλαπλούς περιορισμούς, οι οποίοι φαίνονται παρακάτω (Nam and Tatum, 1988), (Stellingwerf and Zandhuis, 2013):

- Η διάρκεια ή η ημερομηνία-στόχος για το έργο.
- Η διαθεσιμότητα του προϋπολογισμού του έργου.
- Η διαθεσιμότητα των πόρων του έργου, όπως για παράδειγμα το προσωπικό, οι εγκαταστάσεις, τα υλικά, κ.λπ.
- Η στάθμη της αποδεκτής έκθεσης σε διακινδύνευση.
- Οι νόμοι, οι κανόνες και άλλες νομοθετικές απαιτήσεις.

Ένα έργο, επίσης, έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, τα οποία αποτυπώνονται παρακάτω:

- Κάθε έργο είναι μοναδικό.
- Έχει συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα.
- Πρέπει να ολοκληρωθεί εντός καθορισμένης προδιαγραφής.
- Έχει συγκεκριμένες ημερομηνίες έναρξης και λήξης.

Επομένως, όπως έγινε σαφές από τα παραπάνω, το έργο είναι εξορισμού διαφορετικά από την κλασική διαδικασία παραγωγής καθώς αυτή, σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις, απαιτεί την ίδια ή παρόμοια εργασία συνεχώς (Stellingwerf and Zandhuis, 2013). Αντίθετα, όπως αναφέρεται και παραπάνω, ένα έργο γίνεται μόνο μία φορά. Ακόμη και αν ένα έργο είναι παρόμοιο με ένα προηγούμενο, θα προκύψουν πολλές διαφοροποιήσεις σε διάφορους παράγοντες, όπως στο

χρόνο και τη τοποθεσία, στις επιδράσεις των εμπλεκομένων μερών (stakeholders), στους πόρους που χρησιμοποιούνται κατά την εκτέλεση του έργου και στους περιορισμούς (οι πιο σημαντικοί εκ των οποίων αναφέρθηκαν παραπάνω, σελίδα 14).

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό ενός έργου, το οποίο απαιτεί ιδιαίτερη επεξήγηση και ανάλυση, είναι ο κύκλος ζωής ενός έργου. Ο κύκλος ζωής του έργου αντιπροσωπεύει μια συγκεκριμένη βιομηχανία, προϊόν ή υπηρεσία (Van Rooij, 2010). Τα έργα συνήθως οργανώνονται σε φάσεις, οι οποίες καθορίζονται από τις ανάγκες διακυβέρνησης. Οι φάσεις αυτές θα πρέπει να ακολουθούν μια συγκεκριμένη και λογική σειρά. Για παράδειγμα, όπως είναι λογικό, δεν γίνεται η λήξη του έργου να βρίσκεται μετά την έναρξη του. Σε κάθε φάση του έργου, θα πρέπει να εκτελείται μία σειρά δραστηριοτήτων. Σε αυτή τη φάση της εργασίας ίσως είναι ευκαιρία να εξηγηθεί ο όρος δραστηριότητα. Δραστηριότητα ενός έργου, ορίζεται ως το αναγνωρισμένο συστατικό εργασίας σε ένα χρονοδιάγραμμα, που απαιτείται να αναληφθεί προκειμένου να ολοκληρωθεί ένα έργο (Wambeke et al., 2011). Όλες οι φάσεις του έργου αυτές αποτελούν τον κύκλο ζωής του έργου (Stellingwerf and Zandhuis, 2013). Ο κύκλος ζωής του έργου περνά συνήθως διαδοχικά μέσα από τέσσερα στάδια: τον καθορισμό, τον προγραμματισμό, την εκτέλεση και την παράδοση (Stellingwerf and Zandhuis, 2013). Το σημείο εκκίνησης, αρχίζει από τη στιγμή που το έργο θα ξεκινήσει. Το πρώτο στάδιο, καθορίζει τις προδιαγραφές του έργου, ενώ καθορίζονται και οι στόχοι του έργου. Ο προγραμματισμός είναι το στάδιο, στο οποίο καθορίζεται το σχέδιο του έργου και γίνεται ο προγραμματισμός του, ενώ επιπλέον καθορίζεται και το επίπεδο της ποιότητας που θα διατηρηθεί στο έργο και ο προϋπολογισμός αυτού. Η εκτέλεση του έργου, αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος ενός έργου, ενώ τέλος το στάδιο κλεισίματος του έργου περιλαμβάνει τρεις δραστηριότητες (Stellingwerf and Zandhuis, 2013):

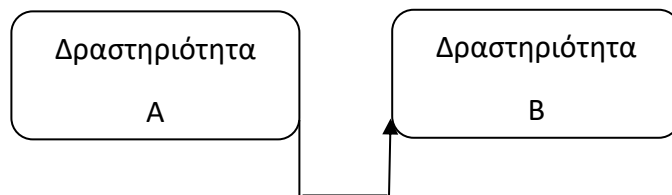
- Την παράδοση του έργου στον πελάτη: Περιλαμβάνει την εκπαίδευση πελατών και τη μεταφορά εγγράφων.
- Την αναδιάταξη των πόρων του έργου: περιλαμβάνει την αποδέσμευση εξοπλισμού / υλικών έργου σε άλλα έργα και την εξεύρεση νέων καθηκόντων για τα μέλη της ομάδας.
- Την αναθεώρηση μετά το έργο: Περιλαμβάνει τόσο την αξιολόγηση της απόδοσης, όσο και την καταγραφή των διδαγμάτων.

Σημαντικά στοιχεία ενός έργου είναι τα ορόσημα (milestones), όπως χαρακτηρίζονται. Ένα ορόσημο είναι μία δραστηριότητα του έργου, η οποία, συνήθως έχει μηδενική διάρκεια (πολύ σπάνια θα έχει διάρκεια  $> 0$ ) και είναι πολύ σημαντική για το έργο. Από τα πιο σημαντικά ορόσημα του έργου είναι η έναρξη και η λήξη.

Άλλο ένα σημαντικό στοιχείο ενός έργου είναι η διάρκεια (duration). Κάθε δραστηριότητα μπορεί να διαρκεί ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, το οποίο υπολογίζεται εκτιμώντας το μέσο χρόνο που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η δραστηριότητα. Σε ειδικές και σπάνιες περιπτώσεις όμως, η διάρκεια μίας δραστηριότητας είναι ανακριβής, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να εκφραστεί με συγκεκριμένο αριθμό.

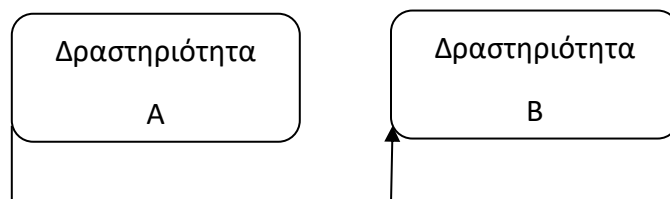
Στη φάση αυτή, θα ασχοληθούμε σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες σχέσεις, είναι η σχέση αρχής-αρχής (Start to Start, SS) και η σχέση τέλους-τέλους (Finish to Finish, FF). Οι υπόλοιπες σχέσεις που συναντιούνται σε ένα έργο, προκύπτουν σαν συνδυασμός των δύο παραπάνω. Οι σχέσεις αυτές δίνονται και επεξηγούνται παρακάτω αναλυτικότερα (Kim and de la Garza, 2005):

1. Σχέση τέλους-αρχής (Finish to Start, FS): Η σχέση αυτή, δηλώνει ότι η έναρξη της δεύτερης κατά σειρά δραστηριότητας, απαιτεί πρώτα την ολοκλήρωση όλων των δραστηριοτήτων που προηγούνται αυτής, στη σειρά προτεραιότητας. Επομένως, η αρχή της δραστηριότητας αυτής, καθορίζεται από το τέλος των δραστηριοτήτων που προηγούνται (predecessors).



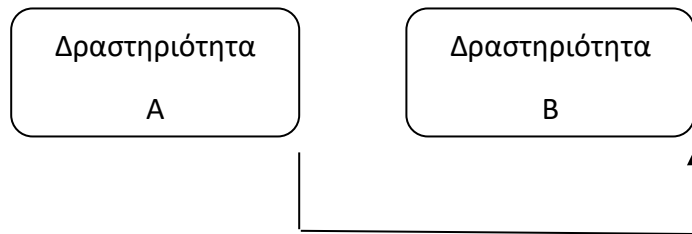
**Σχήμα 2-1: Σχέση τέλους - αρχής (FS)**

2. Σχέση αρχής-αρχής (Start to Start, SS): Η σχέση αυτή δηλώνει ότι η έναρξη της δραστηριότητας που έπεται, μπορεί να ξεκινήσει μόνο αφού ξεκινήσει η δραστηριότητα που προηγείται ξεκινήσει επίσης.



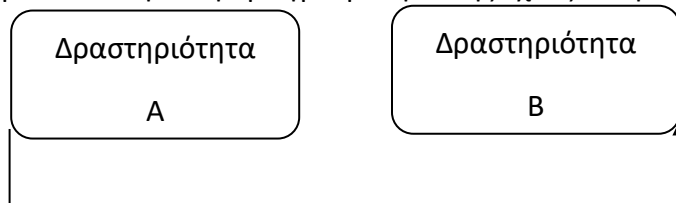
**Σχήμα 2-2: Σχέση αρχής - τέλους (SS)**

3. Σχέση τέλους-τέλους (Finish to Finish, FF): Η σχέση αυτή, δηλώνει ότι η περάτωση μίας δραστηριότητας, απαιτεί την ολοκλήρωση επίσης των δραστηριοτήτων που προηγούνται. Αυτό σημαίνει αυτόματα, ότι εκτελούνται παράλληλα δύο δραστηριότητες.



**Σχήμα 2-3: Σχέση τέλους - τέλους (FF)**

4. Σχέση αρχής-τέλους (Start to Finish, SF): Η σχέση αυτή, δηλώνει ότι η δραστηριότητα που έπεται στη σειρά, μπορεί να ολοκληρωθεί, μόνο υπό την προϋπόθεση ότι η προηγούμενη αυτής έχει ξεκινήσει.



**Σχήμα 2-4: Σχέση αρχής - τέλους (SF)**

Οι πόροι ενός έργου είναι απαραίτητοι για την έναρξη και την ολοκλήρωση του έργου, είναι διαφορετικών τύπων και περιλαμβάνουν το ανθρώπινο δυναμικό, τις εγκαταστάσεις, τον εξοπλισμό, τα εργαλεία και την υποδομή (Shahhosseini and Sebt, 2011). Οι πόροι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τους ανανεώσιμους και τους μη ανανεώσιμους.

Οι ανανεώσιμοι πόροι, είναι εκείνοι που είναι διαθέσιμοι ανά περίοδο και η συνολική του ποσότητα είναι περιορισμένη, όπως για παράδειγμα το ανθρώπινο δυναμικό και ο εξοπλισμός (Stellingwerf and Zandhuis, 2013).

Οι μη ανανεώσιμοι πόροι, είναι εκείνοι που είναι διαθέσιμοι στη βάση του συνολικού έργου, με περιορισμένη διαθεσιμότητα όμως στο συνολικό έργο, όπως για παράδειγμα τα χρήματα και οι πρώτες ύλες.



Το περιβάλλον (πλαίσιο υλοποίησης) του έργου, μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τις επιδόσεις και την επιτυχία του έργου. Όταν αναφερόμαστε στο περιβάλλον, εννοούμε κυρίως δύο πράγματα, τους εξωτερικούς παράγοντες, όπως κοινωνικό-οικονομικοί, γεωγραφικοί, πολιτικοί, τεχνολογικοί και οικολογικοί και στους εσωτερικούς παράγοντες, όπως τη στρατηγική, την τεχνολογία και τη διαθεσιμότητα των πόρων. Οι εξωγενείς παράγοντες μπορεί να έχουν επίπτωση στο έργο με την επιβολή περιορισμών ή με την εισαγωγή διακινδυνεύσεων που επηρεάζουν το έργο (Xue et al., 2010).

Έχοντας ορίσει τί είναι το έργο και ποια τα βασικά του στοιχεία, μπορούμε να προχωρήσουμε στην διοίκηση έργου, που ουσιαστικά είναι ένα σύνολο διαδικασιών με στόχο την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου.

Η διοίκηση του έργου, είναι ένα πολύ σημαντικό ζήτημα και ένα αναπόσπαστο κομμάτι, το οποίο θα καθορίσει την ορθή πορεία του έργου καθώς και την περάτωση αυτού όσο πιο κοντά γίνεται στην ώρα που είχε αρχικώς προγραμματιστεί (Jergeas et al., 2000). Ως διοίκηση του έργου, ορίζεται η εφαρμογή μεθόδων, εργαλείων, τεχνικών και δεξιοτήτων σε ένα έργο. Η διοίκηση έργου περιλαμβάνει την ολοκλήρωση διάφορων φάσεων του κύκλου ζωής του έργου και εκτελείται μέσω διεργασιών. Οι διεργασίες που επιλέγονται για την εκτέλεση ενός έργου, θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τη συστημική θεώρηση. Κάθε φάση του κύκλου ζωής του έργου θα πρέπει να έχει συγκεκριμένα παραδοτέα, τα οποία θα πρέπει να ανασκοπούνται τακτικά κατά τη διάρκεια του έργου, ώστε να διαπιστωθεί αν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του εργοδότη (Stellingwerf and Zandhuis, 2013).

Η διοίκηση του έργου, όπως γίνεται κατανοητό παραπάνω, μπορεί να καταστρέψει ένα έργο. Για την επιτυχία ενός έργου παίζουν ρόλο συνήθως 6 κύριοι παράγοντες (Chan et al., 2001), (Stellingwerf and Zandhuis, 2013):

- Η συνέπεια της ομάδας που έχει αναλάβει τη διεκπεραίωση του έργου.
- Η ικανότητα του ανάδοχου να φέρει σε πέρας τις δραστηριότητες του έργου στον χρόνο που προβλέπεται.
- Η αξιολόγηση του κινδύνου και της ευθύνης.
- Οι ικανότητες του πελάτη.
- Οι ανάγκες που έχουν οι τελικοί χρήστες του έργου.
- Οι περιορισμοί που επιβάλλουν οι τελικοί χρήστες.

Την επιτυχία ενός έργου την καθορίζουν οι διεργασίες της διοίκησης ενός έργου (Jergeas et al., 2000). Η επιλογή των κατάλληλων διεργασιών, από τα ανώτερα στελέχη των εμπλεκόμενων μερών ενός έργου, αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο για την επίτευξη των στόχων του έργου που έχουν τεθεί. Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες από τις πιο σημαντικές διεργασίες, τις οποίες πρέπει να καθορίσει η διοίκηση του έργου.

Αρχικά, θα πρέπει να αναπτυχθεί το κατασκευαστικό έργο. Σκοπός της διεργασίας αυτής, είναι τόσο να εγκρίνει ένα έργο ή μία φάση αυτού, όσο και να καταγράψει τις επιχειρησιακές ανάγκες του έργου, τους στόχους αυτού καθώς και τα αναμενόμενα παραδοτέα και τα οικονομικά θέματα του έργου (Stellingwerf and Zandhuis, 2013).

Η επόμενη σημαντική διεργασία, είναι να αναπτυχθούν τα σχέδια του έργου (Hughes, 1991). Έτσι, καθορίζεται ο τρόπος με τον οποίο θα υλοποιηθεί το έργο, ο τρόπος που θα ελεγχθεί και θα κλείσει αυτό, καθώς και ο προϋπολογισμός αυτού. Τα σχέδια του έργου αποτελούνται από τον σχεδιασμό του έργου και τα σχέδια της διοίκησης έργου. Αναλυτικότερα, το σχέδιο του έργου περιέχει βάσεις αναφοράς για την εκτέλεση του έργου, όπως για παράδειγμα την ποιότητα, το χρονοδιάγραμμα, τα κόστη, τους πόρους και τις διακινδυνεύσεις. Όλα τα μέρη του σχεδίου του έργου, θα πρέπει να είναι συνεκτικά και ολοκληρωμένα και να περιλαμβάνει τα αποτελέσματα όλων των διεργασιών. Αντίστοιχα, το σχέδιο της διοίκησης είναι ένα σύνολο εγγράφων, που ορίζει τον τρόπο που το έργο αναλαμβάνεται, παρακολουθείται και ελέγχεται (Stellingwerf and Zandhuis, 2013). Το σχέδιο της διοίκησης, καθορίζει τους ρόλους, την οργάνωση και τις διαδικασίες για τη διαχείριση της διακινδύνευσης, τα προβλήματα, το χρονοδιάγραμμα, την επικοινωνία, την ασφάλεια, κ.λπ.

Μία ακόμη εργασία είναι ο έλεγχος των εργασιών του έργου, η οποία αφορά την περάτωση των δραστηριοτήτων του έργου με ολοκληρωμένο τρόπο, σύμφωνα με τα σχέδια του έργου (Hughes, 1991). Η διεργασία αυτή, θα πρέπει να εκτελείται καθ' όλη τη διάρκεια του έργου και περιλαμβάνει τη μέτρηση των επιδόσεων, την αξιολόγηση των μετρήσεων και των τάσεων που δύναται να επηρεάσουν τη βελτίωση της διεργασίας.

Επίσης, σε ένα έργο σημαντικότερη διεργασία είναι ο έλεγχος των μεταβολών στο έργο (Stellingwerf and Zandhuis, 2013). Η διεργασία αυτή αφορά τον έλεγχο στις μεταβολές του έργου και στα παραδοτέα αυτού και να επισημοποιεί την αποδοχή ή την απόρριψη των εν λόγω μεταβολών, πριν γίνει η υλοποίησή τους (Hao et al., 2008). Σε όλη τη διάρκεια του έργου, είναι αναγκαίο να καταγράφονται τα αιτήματα μεταβολής σε ένα μητρώο μεταβολής και να αξιολογούνται με γνώμονα το όφελος, τους πόρους, το κόστος, κ.λπ. Για να γίνει μία μεταβολή δραστηριότητας, γίνεται αρχικά ένα αίτημα μεταβολής. Μόλις εγκριθεί η μεταβολή, η απόφαση αυτή, επικοινωνείται σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη και τελικώς η μεταβολή αυτή υλοποιείται.

Άλλη διεργασία από τη οποία αποτελείται το έργο είναι αυτή του κλεισίματος της φάσης του έργου ή του κλεισίματος ολόκληρου του έργου. Σκοπός της διεργασίας αυτής, είναι να επιβεβαιώνει την περάτωση όλων των διεργασιών και των δραστηριοτήτων του έργου,

προκειμένου να κλείνει η φάση έργου ή ακόμη και το ίδιο το έργο. Η περάτωση όλων των δραστηριοτήτων θα πρέπει να επαληθεύεται, ώστε να διασφαλίζει ότι παρασχέθηκαν όλα τα παραδοτέα που είναι απαραίτητα για να κλείσει η συγκεκριμένη δραστηριότητα (Stellingwerf and Zandhuis, 2013).

Κάθε έργο που εκτελείται, είναι και μία ευκαιρία για να αποκτήσουμε γνώσεις και εμπειρίες για τα μελλοντικά έργα τα οποία θα εκτελέσουμε. Έτσι, κατά τη διάρκεια κάθε έργου, θα πρέπει να φροντίσουμε να συλλέγουμε όσες περισσότερες πληροφορίες μπορούμε και έπειτα αυτές να διαχέονται και να χρησιμοποιούνται στο ίδιο και σαφώς και στα επόμενα έργα.

Μία ακόμη σημαντική διεργασία, είναι να καθοριστεί το αντικείμενο ενός έργου. Με τον τρόπο αυτόν, θα επιτευχθεί ευκρίνεια του αντικειμένου του έργου, συμπεριλαμβανομένων των στόχων, των παραδοτέων, των απαιτήσεων και των ορίων, μέσω του προσδιορισμού της τελικής κατάστασης του έργου (Stellingwerf and Zandhuis, 2013).

Επίσης, σε κάθε έργο, είναι απαραίτητο, να καθοριστούν και οι δραστηριότητες που αυτό θα περιλαμβάνει. Έτσι, μέσω του καθορισμού, καθώς και της τεκμηρίωσης των δραστηριοτήτων, που περιλαμβάνονται στο χρονοδιάγραμμα του έργου, επιτυγχάνονται και οι στόχοι που έχουν τεθεί.

Με τον έλεγχο του αντικειμένου, όπως λέγεται η συγκεκριμένη διεργασία, επιτυγχάνεται να μεγιστοποιούνται οι θετικές επιδράσεις ενός έργου και να ελαχιστοποιούνται οι επιδράσεις εκείνες που έχουν σαν αποτέλεσμα να προκαλούν μεταβολές στην πορεία του έργου. Η διεργασία αυτή επικεντρώνεται στο να συγκρίνει την παρούσα κατάσταση του έργου, με την κατάσταση στην οποία θα έπρεπε να βρίσκετε το έργο, σύμφωνα με τον προγραμματισμό του (Stellingwerf and Zandhuis, 2013).

Απαραίτητο για ένα έργο, είναι η απόκτηση του απαραίτητου ανθρώπινου δυναμικού για την ολοκλήρωση του έργου (Shahhosseini and Sebt, 2011). Βέβαια, θα πρέπει πάντα, κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του έργου, να εξετάζεται το ενδεχόμενο πρόσληψης πρόσθετου προσωπικού ή ακόμη και υπεργολαβίας εργασίας σε τρίτους. Σαφώς, εκτός από το από το προσωπικό, θα πρέπει να προσδιορίζονται και οι εγκαταστάσεις, ο εξοπλισμός, τα υλικά, οι υποδομές και τα εργαλεία. Πάντα πριν από την έναρξη του έργου, θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι όλοι οι προαναφερθέντες πόροι, είναι διαθέσιμοι και ικανοποιούν τις απαιτήσεις του έργου.

Θα πρέπει επίσης, να καθορίζεται και η διαδοχή των δραστηριοτήτων, ώστε η σειρά που θα καθοριστεί να είναι λογική. Όλες οι παραπάνω δραστηριότητες, θα πρέπει να είναι αλληλεξαρτώμενες, έτσι ώστε να παρέχουν ένα διάγραμμα δικτύου και να μπορεί να καθοριστεί η κρίσιμη διαδρομή του έργου (CPM). Επιπλέον, είναι βασικό να εκτιμηθεί και ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της εκάστοτε δραστηριότητας. Η διάρκεια αυτή, θα πρέπει να καθοριστεί, σύμφωνα με τους διαθέσιμους πόρους, τις σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων και τη σειρά αυτών. Βέβαια, οι διάρκειες των δραστηριοτήτων, μπορεί να

χρειαστεί να επανεκτιμηθεί κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του έργου (Stellingwerf and Zandhuis, 2013).

Με βάση τις επιλεγμένες δραστηριότητες και τη σειρά αυτών στην πορεία του έργου, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αναπτύσσεται και το απαραίτητο χρονοδιάγραμμα. Σκοπός του χρονοδιαγράμματος, είναι να υπολογίσει τους χρόνους έναρξης και λήξης των δραστηριοτήτων που συμπεριλαμβάνονται στο έργο. Γίνεται επίσης σαφές, ότι το χρονοδιάγραμμα το οποίο θα κατασκευαστεί, θα πρέπει να ελέγχεται και να παρακολουθείται κατά τη διάρκεια του έργου, ώστε οποιαδήποτε διαφοροποίηση του πραγματικού, σε σχέση με το προγραμματισμένο να προλαβαίνετε και να διορθώνεται (Stellingwerf and Zandhuis, 2013).

Επιπλέον, μαζί με τα παραπάνω, είναι απαραίτητο να εκτιμηθεί και το κόστος για την κάθε δραστηριότητα του έργου, αλλά και το κόστος ολόκληρου του έργου σαν σύνολο. Έπειτα, θα πρέπει να αναπτυχθεί και ο προϋπολογισμός του έργου και να κατανεμηθεί κατάλληλα, με βάση την εκτίμηση του κόστους της εκάστοτε δραστηριότητας. Τα παραπάνω κόστη φυσικά, θα πρέπει να ελέγχονται, ώστε αν παρουσιαστούν διαφοροποιήσεις, να λαμβάνονται και οι κατάλληλες ενέργειες.

Θα πρέπει επίσης, να αναγνωρίζονται και οι διακινδυνεύσεις που υπάρχουν στο έργο, να καθορίζονται δηλαδή όλα τα πιθανά συμβάντα διακινδύνευσης, καθώς και τα χαρακτηριστικά αυτών. Έπειτα, θα πρέπει οι διακινδυνεύσεις αυτές, να αξιολογούνται και να ιεραρχούνται, το οποίο θα γίνεται με την εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης κάθε διακινδύνευσης καθώς και των αντίστοιχων συνεπειών αυτών. Με το τρόπο αυτό, θα μπορέσει να επιτευχθεί ο τρόπος με τον οποίο θα αντιμετωπιστούν οι παραπάνω διακινδυνεύσεις, σε περίπτωση που αυτές εμφανιστούν κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του έργου. Τέλος, θα πρέπει να ελέγχονται και οι διακινδυνεύσεις, όπως και όλες οι διεργασίες σε ένα έργο, με σκοπό να ελαχιστοποιούνται οι διαταραχές. Αυτό επιτυγχάνεται, με την παρακολούθηση της κάθε αναγνωρισμένης διακινδύνευσης καθώς και με την αναγνώριση και την ανάλυση νέων πιθανών διακινδυνεύσεων (Stellingwerf and Zandhuis, 2013).

Ο σχεδιασμός της ποιότητας, είναι επίσης βασική διεργασία για τη διοίκηση του έργου, και περιλαμβάνει τον καθορισμό των απαιτήσεων της ποιότητας και των προτύπων που εφαρμόζονται στο έργο. Θα πρέπει φυσικά να γίνεται και έλεγχος των παραδοτέων του έργου, ώστε να διασφαλίζεται η ποιότητα που έχει αρχικώς σχεδιαστεί, αλλά και να διαπιστωθεί, εάν ικανοποιούνται οι προκαθορισμένοι στόχοι (Stellingwerf and Zandhuis, 2013).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, έγινε κατανοητό ποιες είναι οι απαιτούμενες διεργασίες που πρέπει να γίνουν από την εκάστοτε διοίκηση του έργου, ώστε ένα έργο να παραδοθεί, εντός του αρχικού προγραμματισμού. Γίνεται σαφές, ότι αν τηρηθούν τα παραπάνω επακριβώς, το πιθανότερο είναι να υπάρξει μία ομαλή εκτέλεση του έργου, το οποίο θα βρίσκεται και εντός των προκαθορισμένων προδιαγραφών.

## 2.2 Ανάλυση καθυστερήσεων σε τεχνικά έργα

Σε ένα κατασκευαστικό έργο, όλες οι διεργασίες που πρέπει να εκτελεστούν για την περάτωση του έργου, οργανώνονται και καθορίζονται από την αρχή. Παρόλα αυτά, ακόμη και αν στο έργο έχουν σχεδιαστεί όλα στην εντέλεια, μπορεί να συμβούν καθυστερήσεις στις δραστηριότητες του έργου, που να έχουν σαν αποτέλεσμα και την καθυστέρηση παράδοσης ολόκληρου του έργου, την απώλεια παραγωγικότητας, την επιτάχυνση, το αυξημένο κόστος ή ακόμη και τον τερματισμό της σύμβασης (Stellingwerf and Zandhuis, 2013). Τέτοιες καθυστερήσεις είναι συχνές να συμβαίνουν σε ένα κατασκευαστικό έργο, και οφείλονται σε διάφορους παράγοντες, μερικοί εκ των οποίων αναφέρονται παρακάτω (Assaf and Al-Hejji, 2006):

- Αλλαγές δραστηριοτήτων από τον κύριο του έργου κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του.
- Ελλιπής επικοινωνία μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών.
- Σε φυσικά φαινόμενα, όπως για παράδειγμα σεισμοί, κακοκαιρία, κ.λπ.
- Ατυχήματα κατά τη διάρκεια της κατασκευής.
- Αλλαγές σε νόμους του κράτους.
- Έλλειψη εξοπλισμού υψηλής τεχνολογίας.
- Καθυστέρηση στην παράδοση των απαραίτητων υλικών για τη διεκπεραίωση των απαραίτητων δραστηριοτήτων.
- Καθυστερήσεις στην έκδοση των απαραίτητων εγγράφων.

Από τις καθυστερήσεις που προκαλούνται στα έργα, προκύπτουν χαμένα κέρδη και οφέλη, τα οποία απασχολούν σε μεγάλο βαθμό τους ιδιοκτήτες του έργου. Για τον λόγο αυτό, υπάρχουν τυποποιημένα έντυπα τα οποία προβλέπουν για τέτοιου είδους καθυστερήσεις, είτε αυτές αφορούν τον κύριο του έργου, είτε τον ανάδοχο (Braithwaite, 2013).

Γενικά, οι καθυστερήσεις στις δραστηριότητες ενός έργου, δεν έχουν όλες τον ίδιο αντίκτυπο στο σύνολο του έργου. Μία καθυστέρηση, η οποία προκλήθηκε από κάποιο ενδιαφερόμενο μέρος, μπορεί να επηρεάσει ή και όχι την προκαθορισμένη ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου. Ωστόσο, οι καθυστερήσεις οι οποίες προκαλούν αλλαγές στις ημερομηνίες ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων, έχουν τρομερό οικονομικό και όχι μόνο αντίκτυπο στα έργα. Για το λόγο αυτό, γίνονται πολλές προσπάθειες για τον εντοπισμό των

αιτίων αυτών που καθυστερούν τις δραστηριότητες (Alkass et al., 1996). Έτσι, αναπόφευκτα η ανάλυση τέτοιων καθυστερήσεων, έχει γίνει αναπόσπαστο κομμάτι των κατασκευαστικών έργων. Παρόλα αυτά ακόμη και με τη σημερινή προηγμένη τεχνολογία, τόσο το κομμάτι της ανάλυσης, όσο και το κομμάτι της διαχείρισης των καθυστερήσεων σε ένα έργο, είναι πολύ δύσκολη υπόθεση. Για το λόγο αυτό τα έργα ακόμη και τη σήμερον ημέρα υφίστανται καθυστερήσεις, με αποτέλεσμα οι ημερομηνίες ολοκλήρωσης των έργων συνεχώς να διαφοροποιούνται συγκριτικά με τις προκαθορισμένες.

### 2.3 Τεχνικές ανάλυσης καθυστερήσεων (DATs)

Για την ανάλυση τέτοιων καθυστερήσεων, υπάρχουν διάφορες τεχνικές οι οποίες εφαρμόζονται σε κατασκευαστικά έργα για την επίλυση των καθυστερήσεων. Σκοπός των αναλύσεων και των τεχνικών αυτών, είναι να καθοριστεί ποιον από τα εμπλεκόμενα μέρη «βαραίνουν» οι καθυστερήσεις αυτές. Προτού όμως αναφερθώ τις τεχνικές ανάλυσης των καθυστερήσεων που υπάρχουν σήμερα διαθέσιμες και χρησιμοποιούνται από αναλυτές, θα αναφερθώ στους τύπους καθυστέρησης που υπάρχουν. Οι τύποι αυτοί λοιπόν είναι τρεις (Kamandang and Casita, 2018):

#### 1. Excusable Non-Compensable Delays (EN)

Οι καθυστερήσεις αυτές προκαλούνται από πολλούς παράγοντες και δεν μπορούν να ελεγχθούν από τον ανάδοχο ή από κάποιο άλλο ενδιαφερόμενο μέρος (Schumacher, 1995). Τέτοιες καθυστερήσεις είναι για παράδειγμα οι φυσικές καταστροφές, όπως σεισμοί και κακοκαιρίες, απεργίες εργαζομένων, ελλείψεις εργατικού δυναμικού και υλικών που ήταν πέρα από τις προσδοκίες (bin Yusof et al., 2007).

#### 2. Excusable-Compensable Delays (EC)

Οι καθυστερήσεις αυτές προκαλούνται από τον κύριο του έργου και οφείλονται κυρίως σε αποτυχημένη προετοιμασία του έργου και αλλαγές εντολών κατά τη διάρκεια του εκτέλεσης του έργου (Arditi and Robinson, 1995). Όταν συμβαίνουν αυτές οι καθυστερήσεις, ο αντισυμβαλλόμενος έχει δικαίωμα τόσο για παράταση χρόνου όσο και για αποζημίωση για τις επιπλέον εργασίες που γίνονται (Majid and McCaffer, 1998).

#### 3. Non-Excusable Delays (NE)

Οι καθυστερήσεις αυτές προκαλούνται από σφάλματα είτε των εργολάβων, είτε των υπεργολάβων (Zaimi and Muhd, 1997). Παραδείγματα τέτοιων καθυστερήσεων είναι το ανεπαρκές ανθρώπινο δυναμικό, η έλλειψη πόρων, ή η μη έγκαιρη άφιξή τους, είτε ακόμη και προβλήματα με τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται.

Οι τεχνικές ανάλυσης των καθυστερήσεων που χρησιμοποιούνται σήμερα στα κατασκευαστικά έργα αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω.

### **2.3.1 Όπως σχεδιάστηκε vs Όπως χτίστηκε (As planned vs As built)**

Η μέθοδος αυτή συγκρίνει τις δραστηριότητες του αρχικώς προγραμματισμένου χρονοδιαγράμματος με τις αντίστοιχες δραστηριότητες και όπως αυτές εκτελέστηκαν (Ndekugri et al., 2008). Η διαφοράς που εντοπίζονται, δίνουν τη δυνατότητα στον εργοδότη να αιτηθεί την αποζημίωση που δικαιούται. Σε αυτή τη μέθοδο λαμβάνονται υπόψιν όλοι οι τύποι καθυστερήσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω (EN, EC and NE delays). Τα κυριότερα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου, είναι ότι είναι φτηνή επιλογή, είναι απλή και εύκολη στη χρήση της και την κατανόηση (Lovejoy, 2004).

### **2.3.2 Επιπτώσεις του αρχικού χρονοδιαγράμματος (Impacted As-Planned)**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί το αρχικώς προγραμματισμένο (as planned) χρονοδιάγραμμα του έργου και προσθέτει νέες δραστηριότητες στο έργο, με χρονολογική σειρά, οι οποίες αντιπροσωπεύουν καθυστερήσεις, ώστε να φανεί για ποιο λόγο το έργο τελικώς καθυστέρησε να παραδοθεί (Zack, 2001). Οι δραστηριότητες αυτές είναι στην διακριτική ευχέρεια του αναλυτή και δεν είναι συγκεκριμένες. Το ποσό της καθυστέρησης, βγαίνει από την διαφορά των ημερομηνιών ολοκλήρωσης των χρονοδιαγραμμάτων πριν και μετά τις επιπτώσεις που έχουν οι καθυστερήσεις (Braithmah, 2013). Στα θετικά της μεθόδου αυτής, είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την ίδια ευχέρεια τόσο κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του έργου, για δραστηριότητες που είναι κρίσιμες για την ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου, όσο και μετά την περάτωση του έργου.

### **2.3.3 Όπως σχεδιάστηκε...αλλά (As-Planned But for)**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τον χρονοδιάγραμμα του έργου που είχε σχεδιαστεί εξ αρχής και προσθέτει όλες τις καθυστερήσεις για τις οποίες είναι πρόθυμο το ένα από τα εμπλεκόμενα μέρη να πάρει την ευθύνη (Alkass et al., 1996). Στην περίπτωση του ανάδοχου θα προστεθούν όλες οι αδικαιολόγητες καθυστερήσεις (NE), ενώ στην περίπτωση του κύριου του έργου θα προστεθούν όλες δικαιολογημένες καθυστερήσεις (Braithmah, 2013). Έτσι προκύπτει και η νέα ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου μετά την έγχυση των παραπάνω καθυστερήσεων (Ng et al., 2004). Η διαφορά, λοιπόν των δύο ημερομηνιών περάτωσης του έργου, του αρχικά προγραμματισμένου και του αναθεωρημένου έχει σαν αποτέλεσμα τις ημέρες τις καθυστέρησης, οι οποίες είναι εκτός ελέγχου του ενάγοντος (Yang and Kao, 2009). Στα θετικά της μεθόδου έχουμε ότι μπορεί να εφαρμοστεί άμεσα από του αναλυτές και όχι με την ολοκλήρωση του έργου.

### **2.3.4 'Καταρρέον' όπως χτίστηκε χρονοδιάγραμμα (Collapsed As-Built)**

Η μέθοδος αυτή, χρησιμοποιεί το τελικό χρονοδιάγραμμα για το έργο όπως τελικά κατασκευάστηκε (as built schedule). Όσο πιο λεπτομερές το χρονοδιάγραμμα αυτό, τόσο πιο εμφανείς θα είναι και οι επιδράσεις των καθυστερήσεων στο έργο, αφού ένα λεπτομερές

χρονοδιάγραμμα θα δείξει δραστηριότητες εκτός της προγραμματισμένης σειράς, καθυστερήσεις, επιταχύνσεις, κ.λπ. (Yang and Yin, 2009). Έπειτα, από το χρονοδιάγραμμα αυτό, απαλείφονται όλων των ειδών οι καθυστερήσεις, αυτές του εργοδότη, αν πρόκειται για διεκδίκηση (claim) του ανάδοχου, και αυτές του εργολάβου, αν πρόκειται για διεκδίκηση του ιδιοκτήτη του έργου και προκύπτει η ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου για τις καθυστερήσεις του αντισυμβαλλόμενου (Stumpf, 2000). Η τεχνική αυτή μοιάζει με την τεχνική as-Planned But for και θα δώσει και παρόμοια αποτελέσματα. Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου, έχουμε ότι κάνοντας την παραπάνω ανάλυση στο as built χρονοδιάγραμμα, φαίνονται όλες οι δραστηριότητες που επηρέασαν πραγματικά την απόδοση του έργου και την ημερομηνία παράδοσής τους (Sgarlata and Brasco, 2004).

### **2.3.5 Ανάλυση ‘Παραθύρων’ (“Window” Analysis)**

Η μέθοδος αυτή, περιλαμβάνει την αξιολόγηση των καθυστερήσεων των δραστηριοτήτων του έργου, σε συγκεκριμένες περιόδους αυτού. Σε πρώτο στάδιο, η συνολική διάρκεια του έργου, διαιρείται σε περιόδους. Οι περίοδοι που επιλέγονται, αντικατοπτρίζουν σημαντικές αλλαγές στο χρονοδιάγραμμα του έργου. Αυτές οι περίοδοι μπορεί να αφορούν και ορόσημα (milestones) στο έργο (Finke, 1999). Οι περίοδοι αυτοί συνεχώς ανανεώνονται για να αντιπροσωπεύουν την πραγματικότητα. Οι αναλύσεις αυτές γίνονται με σκοπό τον προσδιορισμό της νέας ημερομηνίας του έργου, η οποία συγκρίνεται με την αρχικά προσδιορισμένη και υπολογίζεται το πόσο έχει καθυστερήσει το έργο (Burr, 2016). Το κυριότερο μειονέκτημα της μεθόδου αυτής, είναι ότι είναι χρονοβόρο και δαπανηρό και ότι για την εφαρμογή του απαιτούνται πλήρη στοιχεία του έργου, τα οποία στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι διαθέσιμα (Braithwaite, 2013). Η μέθοδος αυτή θεωρείται τεχνολογικά ανεπτυγμένη (Hegazy and Zhang, 2005).

### **2.3.6 Μέθοδος ανάλυσης στιγμιότυπων (Snapshot technique analysis)**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει το ποσό της καθυστέρησης που έχει συμβεί στο έργο. Επίσης, μέσω της μεθόδου αυτής, προσδιορίζονται οι αιτίες της καθυστέρησης αυτής και η χρονική περίοδος που συνέβη η καθυστέρηση. Η τεχνική αυτή είναι όμοια με την τεχνική του window analysis που αναλύθηκε παραπάνω. Αντίστοιχα με την τεχνική αυτή, η συνολική διάρκεια του έργου χωρίζεται σε διάφορες χρονικές περιόδους ή στιγμιότυπα όπως λέγονται (Gonzalez et al., 2014). Συνήθως οι περίοδοι αυτοί αντιπροσωπεύουν, είτε σημαντικά ορόσημα στο έργο, είτε σημαντικές αλλαγές στο χρονοδιάγραμμα του έργου. Με άλλα λόγια, οι σχέσεις αυτές και η διάρκεια του as built χρονοδιαγράμματος, επιβάλλονται στο as planned χρονοδιάγραμμα. Έτσι, η ημερομηνία του εκτεταμένου έργου αυτού, συγκρίνεται με την αρχικώς προγραμματισμένη ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου, και βρίσκεται από τη διαφορά των ημερομηνιών αυτών η συνολική καθυστέρηση του έργου (Alkass et al., 1996).

### **2.3.7 Ανάλυση επιπτώσεων χρόνου (Time Impact Analysis)**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε κάθε μεγάλη καθυστέρηση που υφίσταται το έργο. Η τεχνική αυτή έχει κοινά χαρακτηριστικά με την snapshot technique analysis, αλλά έχει βασικές



διαφορές με αυτή. Η Time Impact Analysis επικεντρώνεται σε μία συγκεκριμένη καθυστέρηση ή σε μία δραστηριότητα του έργου που έχει καθυστερήσει και όχι σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο, η οποία περιέχει καθυστερήσεις, όπως η παραπάνω τεχνική (Alkass et al., 1996). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ως εξής: Αρχικά, παίρνουμε το as planned χρονοδιάγραμμα του έργου και το ενημερώνουμε, αναλόγως αν εξετάζουμε κάποια δραστηριότητα ή χρονική περίοδο στο έργο (Dayi, 2010). Έτσι δημιουργούμε το as built χρονοδιάγραμμα και από την διαφορά των δύο ημερομηνιών περάτωσης του έργου, συμπεραίνουμε αν η συγκεκριμένη δραστηριότητα ή η χρονική περίοδος που αναλύουμε είχε επίπτωση στην ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου. Η τεχνική αυτή αν και είναι μία πολύ καλή τεχνική, συγκριτικά με τις υπόλοιπες που χρησιμοποιούνται κατά κόρον στα κατασκευαστικά έργα, έχει και ορισμένα μειονεκτήματα (Baram, 1994), (Finke, 1997). Το σημαντικότερο εξ αυτών είναι ότι η ακρίβεια της τεχνικής αυτής είναι ανάλογη των αριθμών των αναλύσεων που γίνονται. Επίσης, η τεχνική αυτή μπορεί να μην είναι ρεαλιστική αν το έργο έχει υπερβολικές καθυστερημένες δραστηριότητες (Burr, 2016).

### **2.3.8 Τεχνική ολικών επιπτώσεων (Global impact technique)**

Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα. Αρχικά, παίρνουμε όλες τις καθυστερημένες δραστηριότητες του έργου και καθορίζουμε τις πραγματικές ημερομηνίες έναρξης και λήξης αυτών. Έπειτα, τοποθετούμε τις καθυστερημένες δραστηριότητες σε ένα διάγραμμα ράβδων (bar chart) και βρίσκουμε την συνολική καθυστέρηση του έργου, η οποία ισούται με το άθροισμα όλων των καθυστερημένων δραστηριοτήτων. Αν και η τεχνική αυτή είναι εύκολη στη χρήση έχει πολλά μειονεκτήματα. Πρώτα από όλα η χρήση της δίνει μη ρεαλιστικά αποτελέσματα, αφού οι καθυστερήσεις του έργου μπορεί να είναι μεγαλύτερες από τις πραγματικές. Επίσης, ένα πολύ σημαντικό ζήτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψιν της, τις ταυτόχρονες καθυστερήσεις, ένα θέμα που θα αναλυθεί παρακάτω εκτενέστερα (Mohan and Al-Gahtani, 2006).

### **2.3.9 Τεχνική καθαρού αντίκτυπου (Net impact technique)**

Η μέθοδος αυτή, όπως δηλώνει και το όνομά της, απεικονίζει το καθαρό αποτέλεσμα των καθυστερήσεων του έργου (Bordoli and Baldwin, 1998). Αυτό γίνεται, όπως και στην Global impact technique με τη χρήση ενός διαγράμματος ράβδων. Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής, επιβάλλει τη δημιουργία ενός χρονοδιαγράμματος, το οποίο περιλαμβάνει όλες τις καθυστερήσεις και τις αλλαγές που έχουν συμβεί κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου (Lucas, 2002). Η καθαρή επίδραση των καθυστερήσεων στο έργο, υπολογίζεται από τη διαφορά των ημερομηνιών as planned και as built χρονοδιαγραμμάτων. Η μέθοδος αυτή προσπαθεί να λύσει το πρόβλημα των ταυτόχρονων καθυστερήσεων, το οποίο αντιμετωπίζεται με την τεχνική Global impact technique. Παρόλα αυτά δεν εξετάζει λεπτομερώς τους τύπους των καθυστερήσεων που έχουμε στο έργο (Alkass et al., 1996).

### 2.3.10 Μέθοδος απομόνωσης συγκεκριμένου τύπου (Isolated delay type)

Η μέθοδος αυτή προσπαθεί να αντιμετωπίσει τα προβλήματα που συχνά συναντώνται κατά την ανάλυση των καθυστερήσεων, όπως τις ταυτόχρονες καθυστερήσεις και την ανάλυση του CPM σε πραγματικό χρόνο (Alkass et al., 1996). Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής, επιβάλλει τη διαίρεση της συνολικής διάρκειας του έργου σε διάφορες περιόδους. Οι περίοδοι αυτοί συμπίπτουν με σημαντικά ορόσημα στο έργο ή σημαντικές αλλαγές κατά την εκτέλεση του έργου (Mohan and Al-Gahtani, 2006). Για την εφαρμογή της τεχνικής αυτής, ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα. Αρχικά, το as-planned χρονοδιάγραμμα χωρίζεται σε διάφορες περιόδους, όπως περιεγράφηκε παραπάνω. Κάθε περίοδος που εξετάζεται στο as-planned χρονοδιάγραμμα, τροποποιούνται οι διάρκειες των δραστηριοτήτων και οι σχέσεις μεταξύ των. Αυτό γίνεται με την εφαρμογή των πραγματικών ημερομηνιών έναρξης και λήξης των δραστηριοτήτων στο πρόγραμμα, διατηρώντας όμως τις αρχικά ορισμένες ημερομηνίες (Yang and Yin, 2009). Η μέθοδος αυτή, περιλαμβάνει στο ανανεωμένο χρονοδιάγραμμα όλους του τύπους των καθυστερήσεων, τόσο των δικαιολογημένων, όσο και των μη δικαιολογημένων. Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής, είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση του έργου και για τις δύο πλευρές, τόσο του ανάδοχου, όσο και του κύριου του έργου. Επίσης, η ανάλυση των καθυστερήσεων με τη χρήση αυτής της τεχνικής, μπορεί να πραγματοποιηθεί σε οποιαδήποτε φάση του έργου (Alkass et al., 1996).

## 2.4 Επιλογή της κατάλληλης μεθόδου

Από τα παραπάνω, γίνεται κατανοητό ότι υπάρχουν πολλές μέθοδοι ανάλυσης των καθυστερήσεων. Όποτε, για κάθε αναλυτή είναι πολύ κρίσιμη απόφαση το ποια τεχνική από τις παραπάνω να χρησιμοποιήσει (Perera et al., 2016), μιας και καμία από τις παραπάνω μεθόδους δεν θα βγάλει το ίδιο αποτέλεσμα, όπως επίσης δεν θα βγάλει και το ίδιο αποτέλεσμα και για τα δύο εμπλεκόμενα μέρη του έργου, δηλαδή τον ανάδοχο και τον ιδιοκτήτη του έργου. Για την επιλογή της μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των καθυστερημένων δραστηριοτήτων, τα παρακάτω κριτήρια είναι τα σημαντικότερα.

- Η πληροφορία που έχουμε διαθέσιμη

Για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των καθυστερημένων δραστηριοτήτων, είναι πολύ σημαντικό να έχουμε καλή γνώση, των πληροφοριών που έχουμε στην κατοχή μας. Με άλλα λόγια, όταν έχουμε στην κατοχή μας το αρχικώς προγραμματισμένο χρονοδιάγραμμα, χωρίς αυτό να είναι ενημερωμένο με τις δραστηριότητες που έχουν καθυστερήσει, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι προαναφερθέντες τεχνικές, αλλά μόνο συγκεκριμένες που απαιτούν μόνο αυτό το χρονοδιάγραμμα για να γίνει η ανάλυση (Adhikari and Kim, 2006).

- Ο χρόνος που γίνεται η ανάλυση

Πολύ σημαντικό για την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης που θα χρησιμοποιηθεί, είναι η περίοδος μέσα στο έργο, στην οποία θα γίνει η ανάλυση. Διαφορετική μέθοδος θα χρησιμοποιηθεί, αν η ανάλυση πραγματοποιηθεί με την περάτωση του έργου και διαφορετική, αν πραγματοποιηθεί κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του έργου. Πολλές φορές, ενώ το έργο εκτελείται, γίνονται αναλύσεις, ώστε να φανούν ποιες θα είναι για το έργο οι επιπτώσεις των αλλαγών των εντολών και των καθυστερήσεων που έχουν συμβεί. Ειδικά για τις καθυστερήσεις, η ιδανική στιγμή για να αξιολογηθεί ο αντίκτυπός τους, είναι τη στιγμή που αυτές θα εμφανιστούν (McCullough, 1999).

- Ο χρόνος και τα χρήματα που μπορούν να διατεθούν για την ανάλυση

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας που συμβάλλει στην επιλογή της μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί, είναι ο χρόνος που έχει στη διάθεσή του ο αναλυτής καθώς και τα χρήματα που μπορούν να διατεθούν από κάποιο εμπλεκόμενο μέρος για την ανάλυση αυτή. Κάποιες από τις παραπάνω τεχνικές, είναι πολύ απλές στη χρήση και απαιτούν πολύ λίγο χρόνο και προσπάθεια για να εφαρμοστούν στο εξεταζόμενο έργο, ενώ αντίθετα άλλες είναι πιο περίπλοκες και χρονοβόρες. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα των όσων αναφέρθηκαν, είναι η χρήση της τεχνικής *as-planned vs. as-built method* η οποία είναι πολύ απλή στη χρήση, καθώς απλώς συγκρίνει το αρχικώς προγραμματισμένο χρονοδιάγραμμα με τον όπως πραγματικά αυτό χτίστηκε και η *Time Impact Analysis* τεχνική, η οποία επικεντρώνεται στις καθυστερημένες δραστηριότητες, οπότε η χρήση της απαιτεί περισσότερο χρόνο (Arditi and Pattanakitchamroon, 2006).

- Οι δυνατότητες των μεθόδων καθυστερήσεων

Είναι πολύ σημαντικό, ο εκάστοτε αναλυτής, να γνωρίζει τις δυνατότητες που έχει η κάθε μέθοδος, ώστε να μπορεί να επιλέξει σωστά και αυτή που θα χρησιμοποιήσει. Με άλλα λόγια, στην περίπτωση που στο κατασκευαστικό έργο, υπάρχουν ταυτόχρονες καθυστερήσεις, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι παραπάνω τεχνικές, καθώς κάποιες από αυτές δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν αυτό το είδος των καθυστερήσεων. Επομένως για την περίπτωση αυτή, θα χρησιμοποιηθεί η *Net impact technique*, η οποία έχει τη δυνατότητα να αναλύει τις ταυτόχρονες καθυστερήσεις που ενδέχεται να προκύψουν στο έργο (Adhikari and Kim, 2006).

- Το είδος της σύμβασης

Η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί, είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το είδος της συμφωνίας που έχει γίνει μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών (Conlin and Retik, 1997).

- Ο λόγος για τον οποίο πραγματοποιείται η ανάλυση

Η ανάλυση των καθυστερήσεων μπορεί να γίνει για διάφορους λόγους. Αυτοί οι λόγοι ποικίλουν και μπορεί να είναι, είτε για να δοθεί στο έργο και στον εργολάβο που το εκτελεί παράταση χρόνου, είτε για να δοθεί αποζημίωση σε κάποιο εμπλεκόμενο μέρος, είτε για να αποδειχθεί κάποιο επιπλέον κόστος στο έργο, κ.λπ. Όπως μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητό, διαφορετική μέθοδος θα χρησιμοποιηθεί για να αποδειχθεί κάποιο από τα παραπάνω, καθώς δεν δείχνουν όλες οι τεχνικές το ίδιο από το επιθυμητό αποτέλεσμα (Braithwaite and Ndekuiri, 2008).

- Ο αριθμός των καθυστερημένων δραστηριοτήτων

Σε ένα κατασκευαστικό έργο, μπορεί να υπάρξουν λίγες ή και πολλές δραστηριότητες, οι οποίες θα πραγματοποιηθούν σε κάποια άλλη στιγμή εκτός της προγραμματισμένης. Αυτό συνήθως εξαρτάται από το μέγεθος του έργου. Ένα μεγάλο έργο το οποίο περιέχει πολλές δραστηριότητες, θα έχει και αρκετές καθυστερήσεις, ενώ αντίθετα ένα μικρότερης έκτασης έργο θα έχει λιγότερες. Επομένως, είναι απόλυτα φυσικό, η επιλογή της μεθόδου, με την οποία θα γίνει η ανάλυση, να είναι ανάλογη με την έκταση του έργου και των δραστηριοτήτων αυτού (Finke, 1997).

- Οι ικανότητες του αναλυτή

Είναι σαφές, ότι οι ικανότητες και η εμπειρία του εκάστοτε αναλυτή που εκτελεί την ανάλυση των καθυστερήσεων, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην επιλογή της μεθόδου που γίνεται και εφαρμόζεται στο εξεταζόμενο έργο. Ένα λιγότερο έμπειρος αναλυτής, θα χρησιμοποιήσει μία πιο απλή στην εφαρμογή της μέθοδο, ενώ αντίθετα ένας πιο πεπειραμένος, θα χρησιμοποιήσει μία πιο σύνθετη μέθοδο, η οποία θα μπορεί να αντιμετωπίσει πολλών ειδών τύπων καθυστερήσεων (Bramble and Callahan, 2004).

## 2.5 Παράγοντες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα της ανάλυσης

Μετά την επιλογή της μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των καθυστερημένων δραστηριοτήτων, μπορεί πλέον ο αναλυτής να προχωρήσει στην εφαρμογή της μεθόδου στο υπό εξέταση έργο και να εξάγει τα συμπεράσματα του και να μπορέσουν να αποδοθούν οι ευθύνες δίκαια στα εμπλεκόμενα μέρη.

Παρόλα αυτά, υπάρχουν και παράγοντες, οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης που διεξάγεται και είναι ανεξάρτητοι από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται. Επειδή είναι ευρέως γνωστό ότι υπάρχουν τέτοιοι παράγοντες, πολλές φορές αυτοί περιλαμβάνονται στη σύμβαση που υπογράφεται μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών (Arditi and Pattanakitchamroon, 2006). Παρακάτω λοιπόν, παρουσιάζονται και αναλύονται οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τα αποτελέσματα των αναλύσεων που διεξάγονται.

### 1) Ταυτόχρονες καθυστερήσεις

Ο όρος ταυτόχρονες καθυστερήσεις, ορίζεται ως η κατάσταση ή η χρονική περίοδος, κατά την οποία συμβαίνουν δύο ή και περισσότερες καθυστερήσεις την ίδια ακριβώς στιγμή σε ένα έργο. Τέτοιες καθυστερήσεις είναι αυτές που ακόμη και μόνο μία εξ αυτών να είχε συμβεί, θα επηρέαζε την ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου (Rubin, 1983). Στην κατηγορία των ταυτόχρονων καθυστερήσεων, έγκεινται και καθυστερήσεις που μπορεί να συμβούν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές μέσα στο έργο, δηλαδή όχι ακριβώς την ίδια στιγμή, αλλά οι επιδράσεις αυτών στο έργο γίνονται την ίδια στιγμή (Baram, 2000). Ένα παράδειγμα μίας ταυτόχρονης καθυστέρησης είναι να καθυστερήσουν να φτάσουν τα υλικά που είναι απαραίτητα για την επίτευξη της δραστηριότητας και παράλληλα οι εργάτες του ανάδοχου να είναι σε απεργία (Kraiem and Diekmann, 1987).

### 2) Ιδιοκτησία του float (Float ownership)

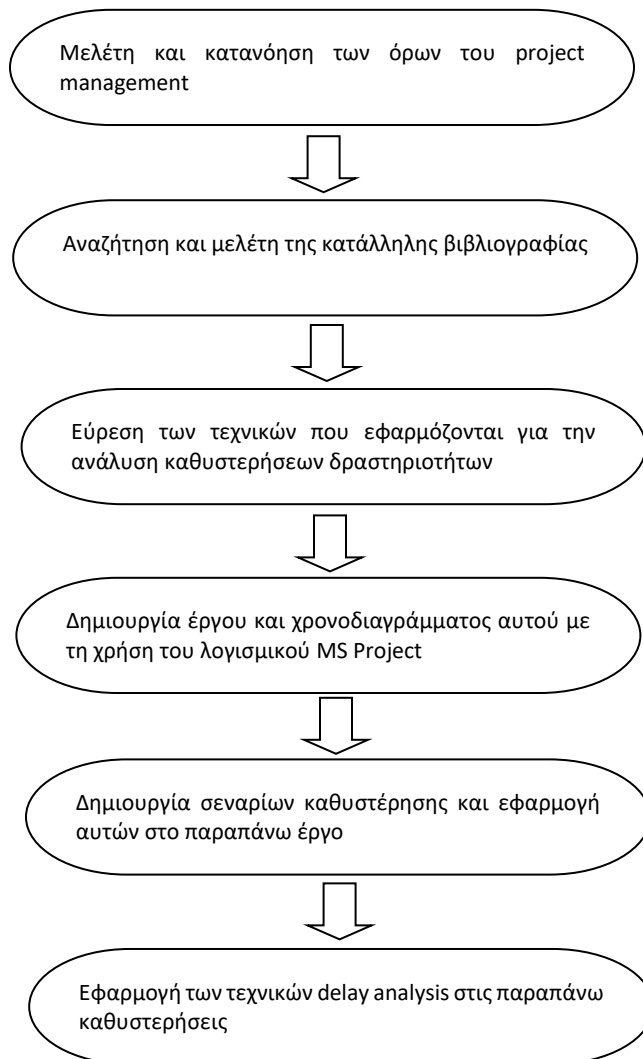
Στα κατασκευαστικά έργα, η ιδιοκτησία του float παίζει πολύ σημαντικό ρόλο και είναι κάτι το οποίο θέλουν όλα τα εμπλεκόμενα μέρη (Arditi and Pattanakitchamroon, 2006). Όμως ας ορίσουμε την έννοια του float αρχικά. Το συνολικό float (total float) σε ένα έργο είναι προϊόν υπολογισμών του CPM. Εξ ορισμού το float αντιπροσωπεύει το μήκος του χρόνου τον οποίο καθυστερεί μία δραστηριότητα, χωρίς αυτή η καθυστέρηση να επηρεάζει την συνολική ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου (De La Garza et al., 1991). Για να γίνει πιο ξεκάθαρο, μία δραστηριότητα η οποία έχει float 5 ημέρες, σημαίνει ότι μπορεί να ξεκινήσει 5 ημέρες αργότερα από το προγραμματισμένο. Η ιδιοκτησία του float είναι πιθανό να δίνεται από συμβατικούς όρους, οι οποίοι ίσως δίνουν την ιδιοκτησία του float στον κύριο του έργου, είτε άμεσα είτε έμμεσα (Householder and Rutland, 1990). Όμως δεν είναι πάντα βέβαιο ότι η ιδιοκτησία του float πάντα ανήκει στον κύριο του έργου και η ιδιοκτησία αυτού είναι πάντα ένα αμφιλεγόμενο ζήτημα.

3) Ο τύπος της καθυστερημένης δραστηριότητας

Η σωστή ταξινόμηση των τύπων των καθυστερήσεων, δηλαδή αν αυτή είναι δικαιολογημένη ή όχι και αν αποζημιώνεται ή όχι, διασφαλίζει το γεγονός ότι κανένας από τα εμπλεκόμενα μέρη δεν διεκδικεί κάτι από την καθυστερημένη δραστηριότητα χωρίς να το δικαιούται πραγματικά. Επιπλέον, το παραπάνω εξασφαλίζει και την ακρίβεια της μεθόδου που έχει επιλεγθεί από τον αναλυτή να χρησιμοποιηθεί στο έργο (Alkass et al., 1995).

### 3 Μέθοδος Έρευνας

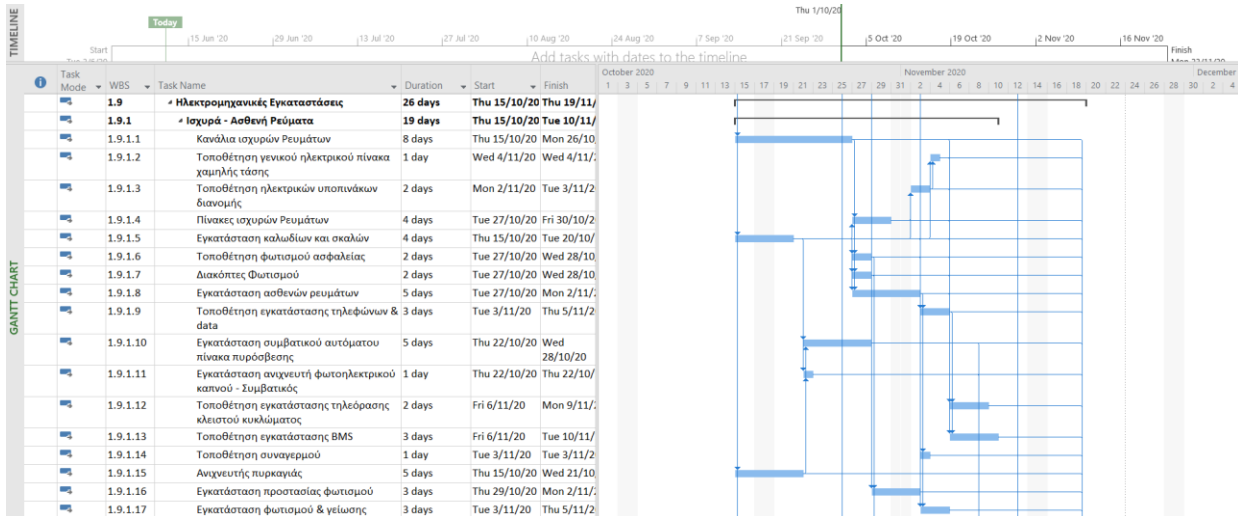
Για την εκπόνηση της εργασίας αυτής, ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία, η οποία εμφανίζεται σχηματικά στο Σχήμα 5.1. Αρχικά, έγινε μελέτη και πλήρης κατανόηση των όρων του project management. Έπειτα, αναζητήθηκε η κατάλληλη βιβλιογραφία και βρέθηκαν όλες οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται σήμερα από αναλυτές για να γίνει εφικτό το delay analysis. Αφού λοιπόν βρέθηκαν οι τεχνικές αυτές και κατανοήθηκε πλήρως ο τρόπος με τον οποίο εφαρμόζονται, δημιουργήθηκε μία μελέτη περίπτωσης, εξ ολοκλήρου από το μηδέν, με τη βοήθεια του προγράμματος MS Project, ώστε να έχω ένα χρονοδιάγραμμα, πάνω στο οποίο δημιουργήθηκαν σενάρια καθυστέρησης και αναλύθηκαν με τις παραπάνω τεχνικές. Μετά την εφαρμογή των τεχνικών ανάλυσης των καθυστερήσεων στο έργο που δημιουργήθηκε, βγήκαν ορισμένα συμπεράσματα, τα οποία καταγράφηκαν και παρουσιάζονται παρακάτω.



**Σχήμα 3-1: Βήματα περάτωσης εργασίας**

## 4 Μελέτη Περίπτωσης (Case Study)

Με σκοπό την σύγκριση των παραπάνω τεχνικών ανάλυσης των καθυστερήσεων, δημιουργήθηκε μία μελέτη περίπτωσης. Το κατασκευαστικό έργο, το οποίο δημιουργήθηκε, μελετήθηκε και στο οποίο εφαρμόστηκαν οι τεχνικές ανάλυσης των καθυστερήσεων, δημιουργήθηκε με τη χρήση του προγράμματος MS Project. Το as-planned χρονοδιάγραμμα του κατασκευαστικού έργου έχει διάρκεια 125 ημέρες και το χρονοδιάγραμμα του έργου (ορισμένες δραστηριότητες του συνολικού έργου), φαίνεται στο σχήμα 8.1.



Σχήμα 4-1: As planned χρονοδιάγραμμα

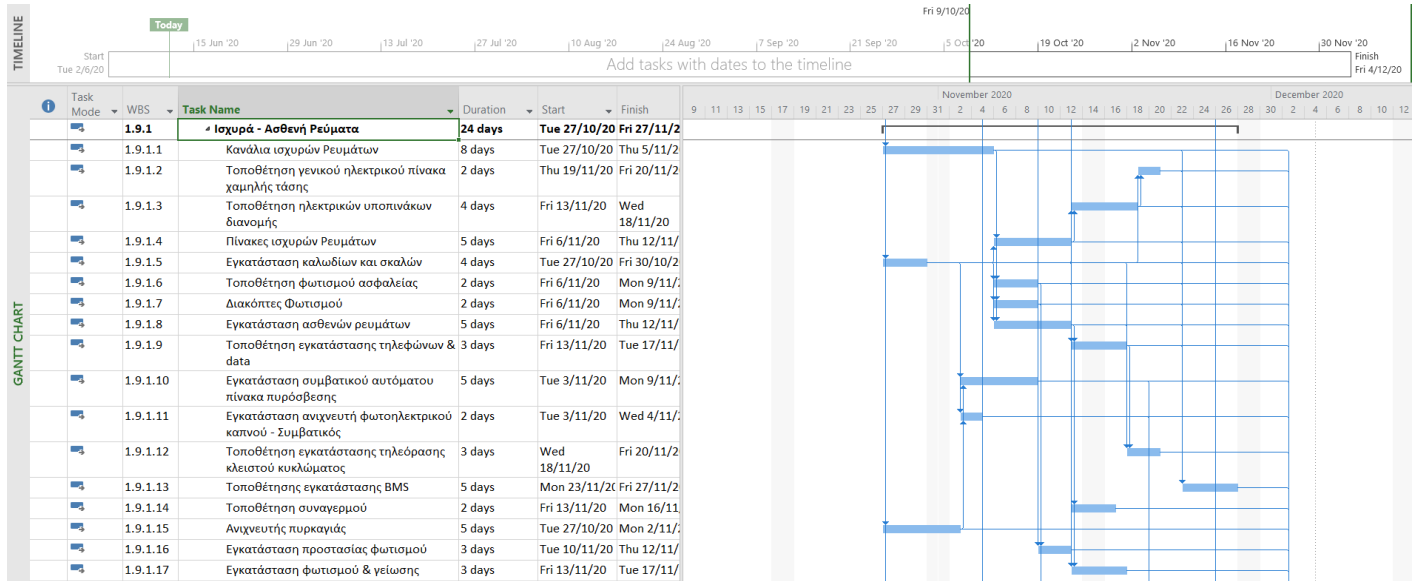
Με σκοπό την εφαρμογή των τεχνικών που αναλύθηκαν παραπάνω, στο έργο εφαρμόστηκαν διάφορες καθυστερήσεις σε δραστηριότητες και έπειτα εφαρμόστηκαν στις καθυστερήσεις αυτές οι τεχνικές ανάλυσης των καθυστερήσεων.

### 4.1.1 Όπως σχεδιάστηκε vs Όπως χτίστηκε (As planned vs As built)

Η μέθοδος αυτή συγκρίνει τα δύο χρονοδιαγράμματα τα as planned και as built, όπως αναλύθηκε παραπάνω. Το as built χρονοδιάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 8.2. Η σύγκριση των σχημάτων 8.1 και 8.2 έχει ως αποτέλεσμα το έργο από τις 125 ημέρες που είχε αρχικώς προγραμματιστεί, το έργο να ολοκληρωθεί σε 134 ημέρες, δηλαδή 9 ημέρες καθυστέρηση. Στα σχήματα 8.1 και 8.2 φαίνονται οι δραστηριότητες που υπάγονται στην κατηγορία Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα. Από 19 ημέρες που ήταν προγραμματισμένο να τελειώσουν οι συγκεκριμένες δραστηριότητες, τελικά ολοκληρώθηκαν σε 24 ημέρες. Παρακάτω φαίνεται ο Πίνακας 1, όπου φαίνεται η αρχικώς προγραμματισμένη διάρκεια των δραστηριοτήτων και πόσο τελικά διήρκεσαν οι δραστηριότητες, όπως επίσης και η διαφορά των δύο προαναφερθέντων διαρκειών. Με τη χρήση της μεθόδου αυτής, δεν είναι ξεκάθαρο ποιος ευθύνεται για τις



καθυστερήσεις αυτές και αν υπάρχει κάποιος διαμοιρασμός μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών του έργου. Για να μπορούμε να αποφανθούμε επ’ αυτού, θα πρέπει να γνωρίζουμε τον τύπο της εκάστοτε καθυστέρησης, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.



Σχήμα 4-2: As built χρονοδιάγραμμα

Πίνακας 1: Διάρκεια καθυστερήσεων

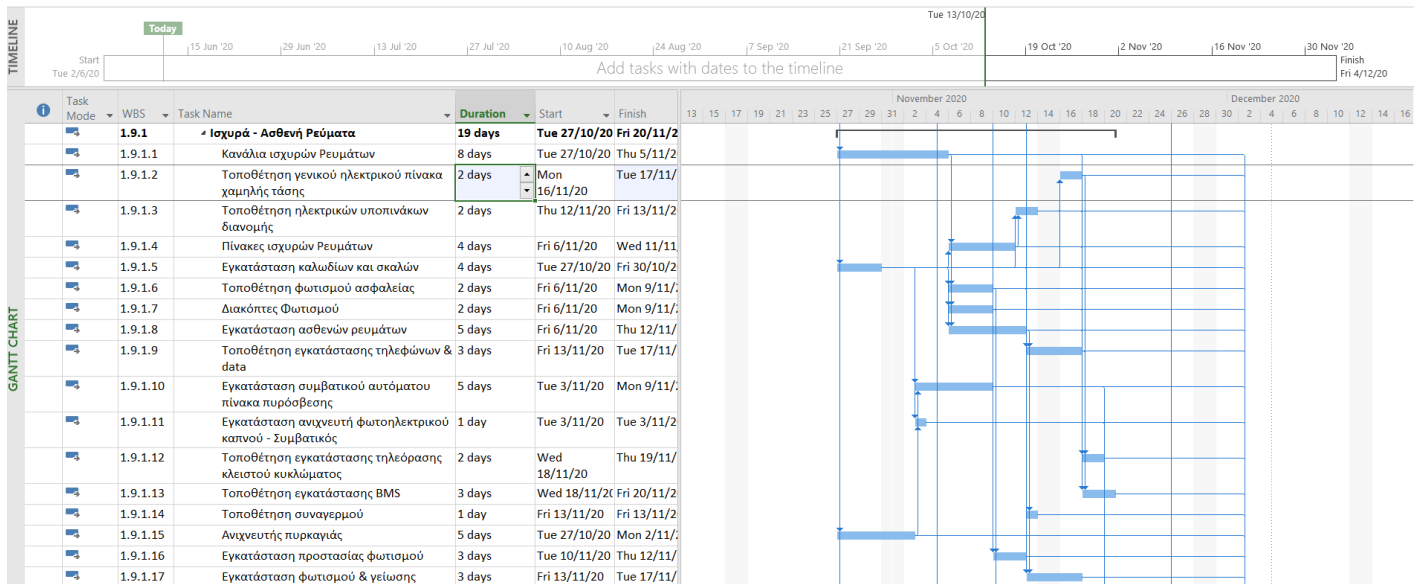
| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 2                 | 1                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 4                 | 2                     |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 5                 | 1                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                   | 5                 | 0                     |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                   | 3                 | 0                     |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 10 | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5 | 5 | 0 |
| 11 | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού- Συμβατικός           | 1 | 2 | 1 |
| 12 | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 3 | 1 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3 | 5 | 2 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1 | 2 | 1 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3 | 3 | 0 |

#### 4.1.2 Επιπτώσεις του αρχικού χρονοδιαγράμματος (Impacted As-Planned)

Η μέθοδος αυτή αναλύθηκε εκτενώς παραπάνω (σελίδα 24). Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται οι επιπτώσεις των 7 καθυστερήσεων από τις 17 δραστηριότητες, που εντάσσονται στην κατηγορία των ισχυρών – ασθενών ρευμάτων, στην συνολική διάρκεια του έργου.

Παρακάτω φαίνεται και ο Πίνακας 2 που δείχνει τη διάρκεια της πρώτης καθυστέρησης.



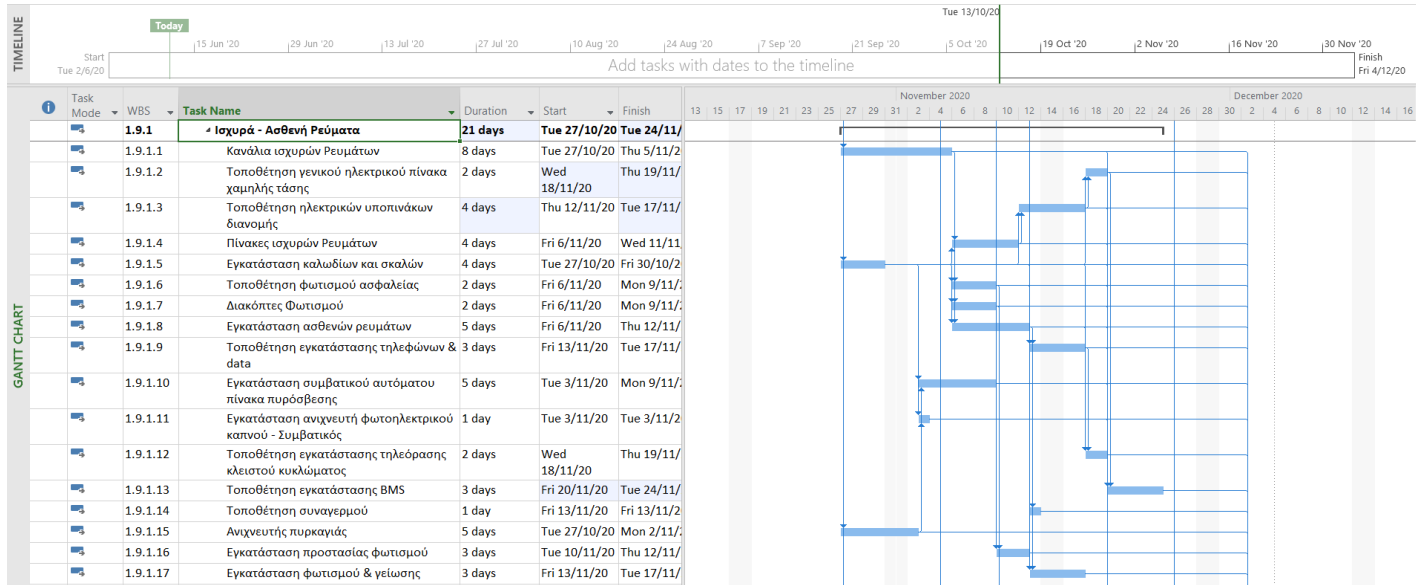
Σχήμα 4-3: Επίπτωση της 1ης καθυστέρησης

**Πίνακας 2: Διάρκεια 1ης καθυστέρησης**

| A/A | Δραστηριότητες Έργου  | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστέρησης |
|-----|---|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων  | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης                | 1                      | 2                    | 1                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής                         | 2                      | 2                    | 0                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων  | 4                      | 4                    | 0                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού  | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5                      | 5                    | 0                        |
| 11  | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1                      | 1                    | 0                        |
| 12  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2                      | 2                    | 0                        |
| 13  | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3                      | 3                    | 0                        |
| 14  | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1                      | 1                    | 0                        |
| 15  | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5                      | 5                    | 0                        |
| 16  | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3                      | 3                    | 0                        |
| 17  | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3                      | 3                    | 0                        |

Όπως γίνεται εμφανές παραπάνω η επίπτωση της πρώτης καθυστέρησης έχει μηδενική επίπτωση και στη συνολική διάρκεια του έργου.

Στο παρακάτω σχήμα 8.4, καθώς και στον πίνακα 3 απεικονίζεται η διάρκεια της δεύτερης καθυστέρησης στη συνολική διάρκεια του έργου.



Σχήμα 4-4: Επίπτωση της 2ης καθυστέρησης

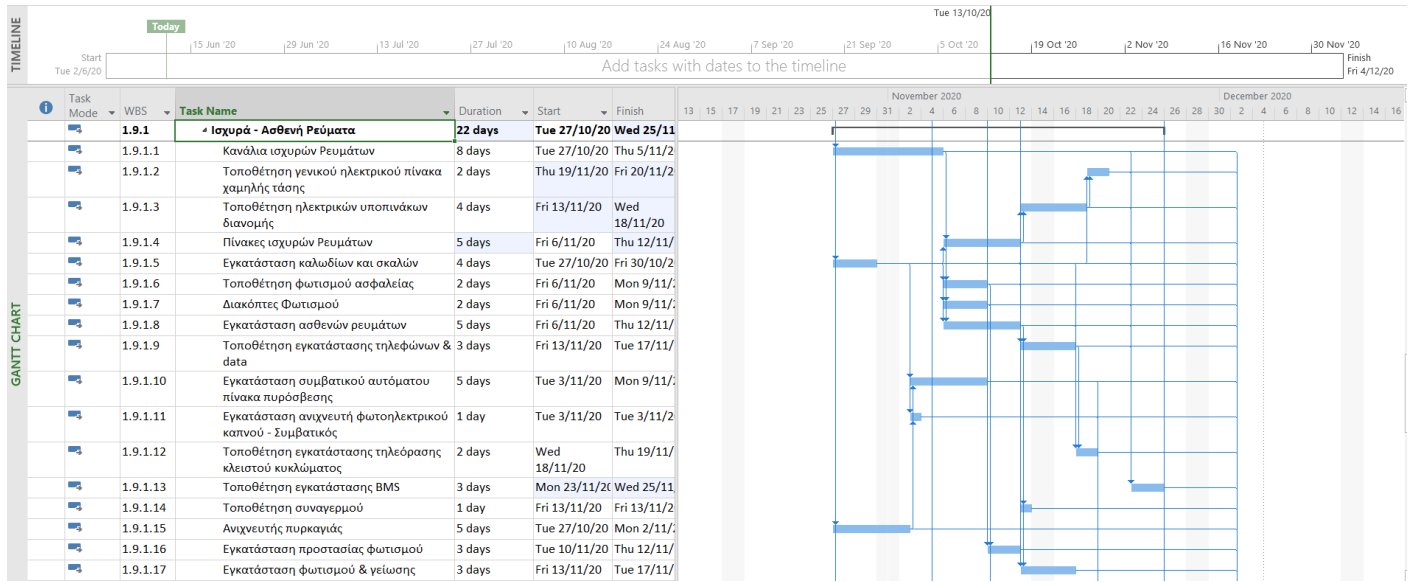
Πίνακας 3: Διάρκεια 2ης καθυστέρησης

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 2                 | 1                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 4                 | 2                     |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 4                 | 0                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                   | 5                 | 0                     |

|           |   |   |   |   |
|-----------|---|---|---|---|
| <b>9</b>  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3 | 3 | 0 |
| <b>10</b> | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5 | 5 | 0 |
| <b>11</b> | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού– Συμβατικός           | 1 | 1 | 0 |
| <b>12</b> | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 2 | 0 |
| <b>13</b> | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3 | 3 | 0 |
| <b>14</b> | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1 | 1 | 0 |
| <b>15</b> | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5 | 5 | 0 |
| <b>16</b> | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3 | 3 | 0 |
| <b>17</b> | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3 | 3 | 0 |

Όπως γίνεται εμφανές παραπάνω η επίπτωση και της δεύτερης καθυστέρησης έχει 2 ημέρες καθυστέρηση στη διάρκεια της κατηγορίας ισχυρά – ασθενή ρεύματα.

Στο παρακάτω σχήμα 8.5, καθώς και στον πίνακα 4 απεικονίζεται η διάρκεια της τρίτης καθυστέρησης στη συνολική διάρκεια του έργου.



Σχήμα 4-5: Επίπτωση της 3ης καθυστέρησης

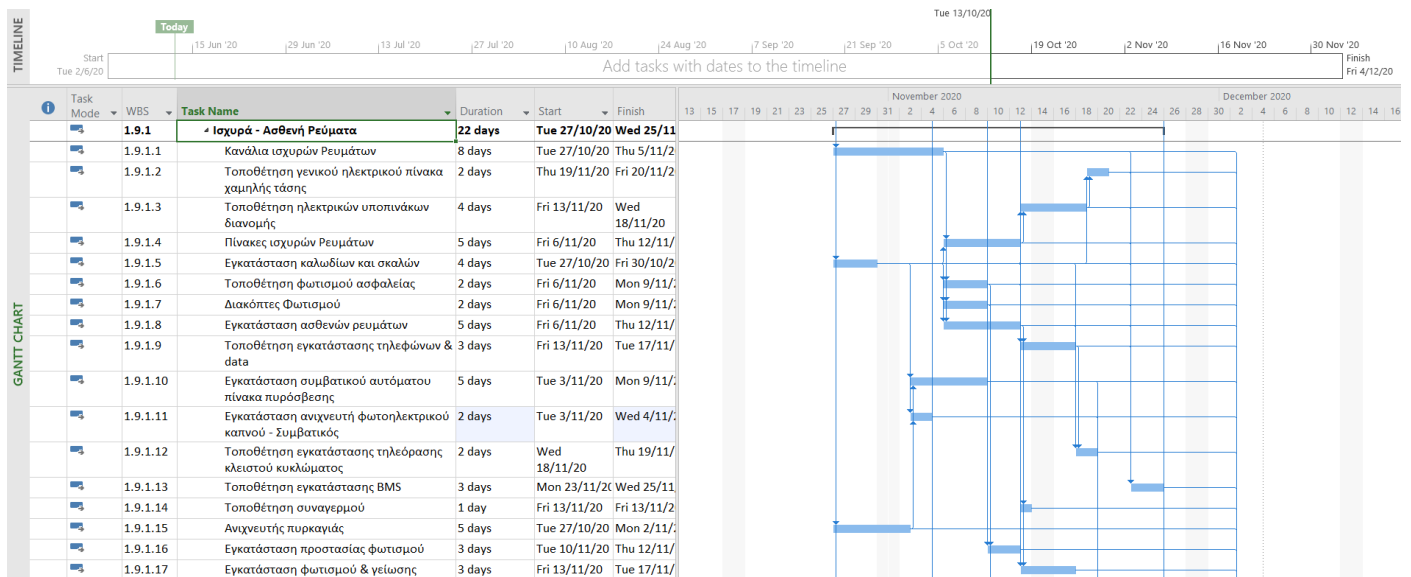
Πίνακας 4: Διάρκεια 3ης καθυστέρησης

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 2                 | 1                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 4                 | 2                     |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 5                 | 1                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                   | 5                 | 0                     |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                   | 3                 | 0                     |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης | 5                   | 5                 | 0                     |

|    |   |                       |   |   |   |
|----|---|-----------------------|---|---|---|
| 11 | Εγκατάσταση φωτοηλεκτρικού Συμβατικός       | ανιχνευτή καπνού–     | 1 | 1 | 0 |
| 12 | Τοποθέτηση τηλεόρασης κυκλώματος τηλεόρασης | εγκατάστασης κλειστού | 2 | 2 | 0 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                 |                       | 3 | 3 | 0 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού                       |                       | 1 | 1 | 0 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς                        |                       | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση φωτισμού                        | προστασίας            | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης            |                       | 3 | 3 | 0 |

Όπως γίνεται εμφανές παραπάνω η επίπτωση και της τρίτης καθυστέρησης έχει μία ημέρα καθυστέρηση στην κατηγορία ισχυρά – ασθενή ρεύματα.

Στο παρακάτω σχήμα 8.6, καθώς και στον πίνακα 5 απεικονίζεται η διάρκεια της τέταρτης καθυστέρησης στη συνολική διάρκεια του έργου.



Σχήμα 4-6: Επίπτωση της 4ης καθυστέρησης

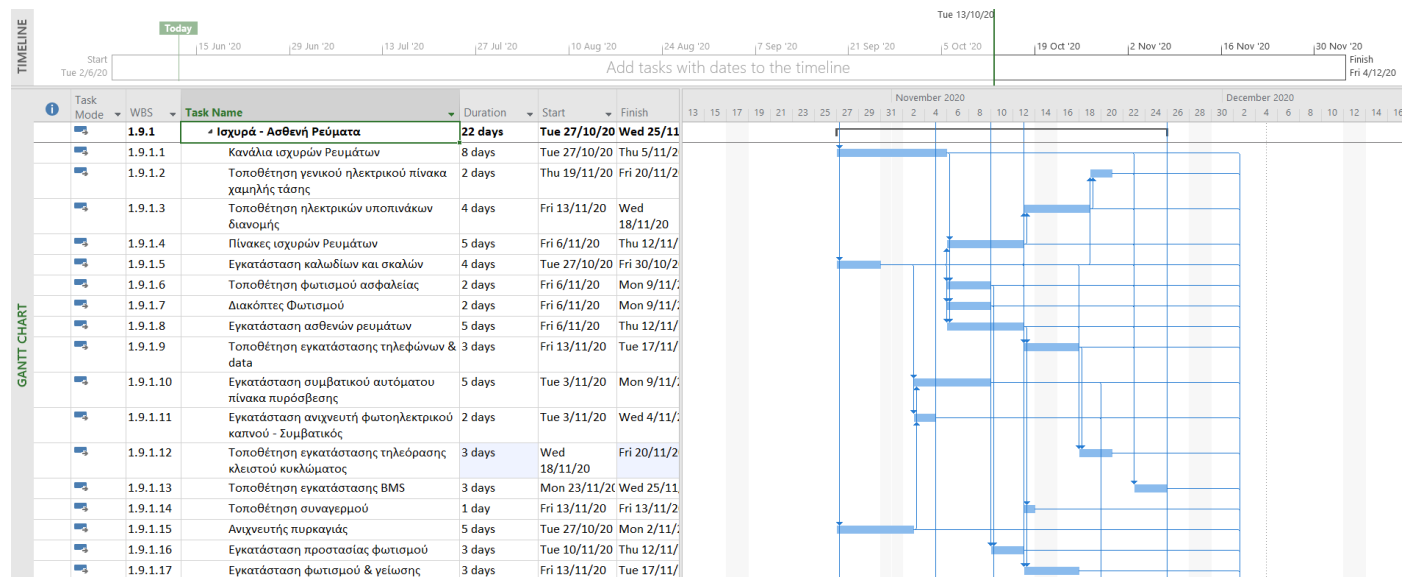
**Πίνακας 5: Διάρκεια 4ης καθυστέρησης**

| A/A | Δραστηριότητες Έργου  | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστέρησης |
|-----|---|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων  | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης                | 1                      | 2                    | 1                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής                         | 2                      | 4                    | 2                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων  | 4                      | 5                    | 1                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού  | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5                      | 5                    | 0                        |
| 11  | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1                      | 2                    | 1                        |
| 12  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2                      | 2                    | 0                        |
| 13  | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3                      | 3                    | 0                        |
| 14  | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1                      | 1                    | 0                        |
| 15  | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5                      | 5                    | 0                        |
| 16  | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3                      | 3                    | 0                        |
| 17  | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3                      | 3                    | 0                        |

Όπως γίνεται εμφανές παραπάνω η επίπτωση και της τέταρτης καθυστέρησης έχει μηδενική επίπτωση στη συνολική διάρκεια του έργου.



Στο παρακάτω σχήμα 8.7, καθώς και στον πίνακα 6 απεικονίζεται η διάρκεια της πέμπτης καθυστέρησης στη συνολική διάρκεια του έργου.



Σχήμα 4-7: Επίπτωση της 5ης καθυστέρησης

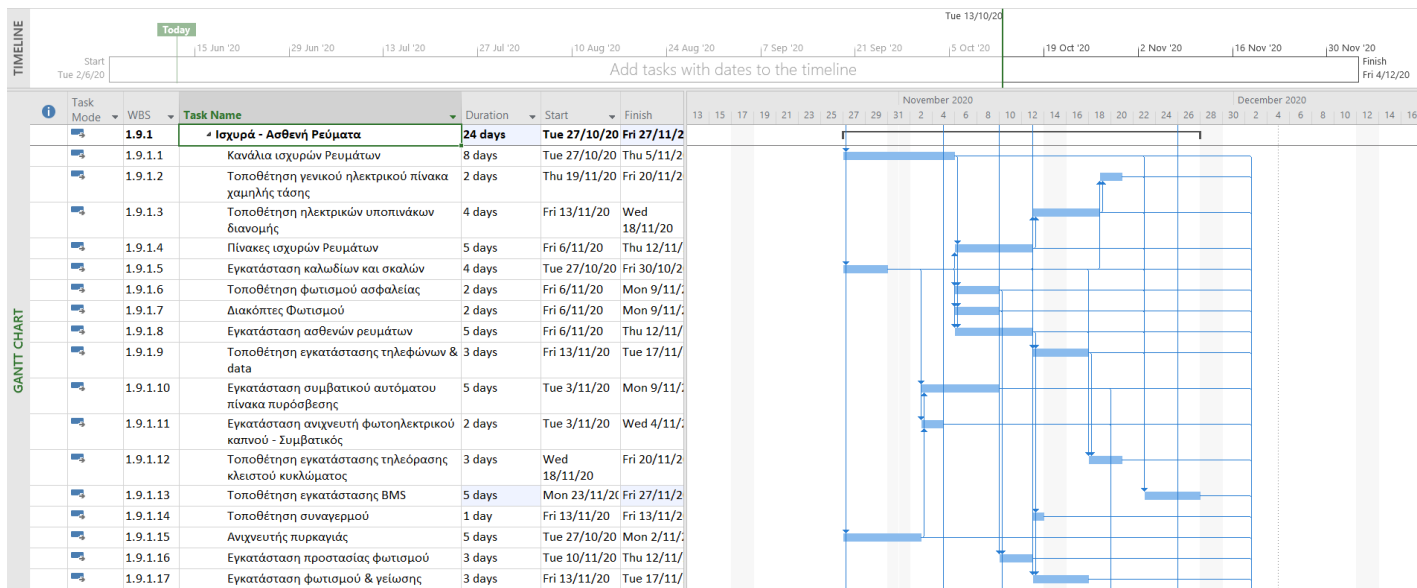
Πίνακας 6: Διάρκεια 5ης καθυστέρησης

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 2                 | 1                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 4                 | 2                     |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 5                 | 1                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                   | 5                 | 0                     |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 9  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3 | 3 | 0 |
| 10 | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5 | 5 | 0 |
| 11 | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού- Συμβατικός           | 1 | 2 | 1 |
| 12 | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 3 | 1 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3 | 3 | 0 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1 | 1 | 0 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3 | 3 | 0 |

Όπως γίνεται εμφανές παραπάνω η επίπτωση και της πέμπτης καθυστέρησης έχει επίσης μηδενική επίπτωση στη συνολική διάρκεια του έργου.

Στο παρακάτω σχήμα 8.8, καθώς και στον πίνακα 7 απεικονίζεται η διάρκεια της έκτης καθυστέρησης στη συνολική διάρκεια του έργου.



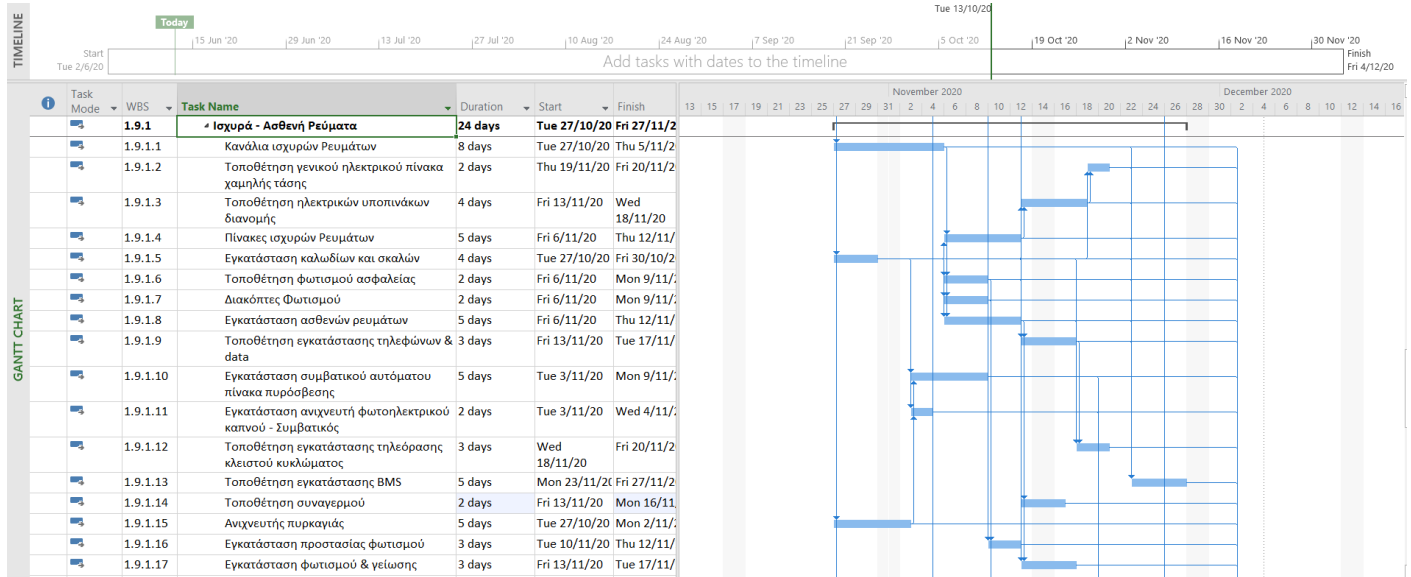
Σχήμα 4-8: Επίπτωση της 6ης καθυστέρησης

**Πίνακας 7: Διάρκεια 6ης καθυστέρησης**

| A/A | Δραστηριότητες Έργου  | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστέρησης |
|-----|---|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων  | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης                | 1                      | 2                    | 1                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής                         | 2                      | 4                    | 2                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων  | 4                      | 5                    | 1                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού  | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5                      | 5                    | 0                        |
| 11  | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1                      | 2                    | 1                        |
| 12  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2                      | 3                    | 1                        |
| 13  | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3                      | 5                    | 2                        |
| 14  | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1                      | 1                    | 0                        |
| 15  | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5                      | 5                    | 0                        |
| 16  | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3                      | 3                    | 0                        |
| 17  | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3                      | 3                    | 0                        |

Όπως γίνεται εμφανές παραπάνω η επίπτωση και της έκτης καθυστέρησης έχει 2 μέρες επίπτωση στην κατηγορία ισχυρά – ασθενή ρεύματα.

Στο παρακάτω σχήμα 8.9, καθώς και στον πίνακα 8 απεικονίζεται η διάρκεια της εβδομης καθυστέρησης στη συνολική διάρκεια του έργου.



Σχήμα 4-9: Επίπτωση της 7ης καθυστέρησης

Πίνακας 8: Διάρκεια 7ης καθυστέρησης

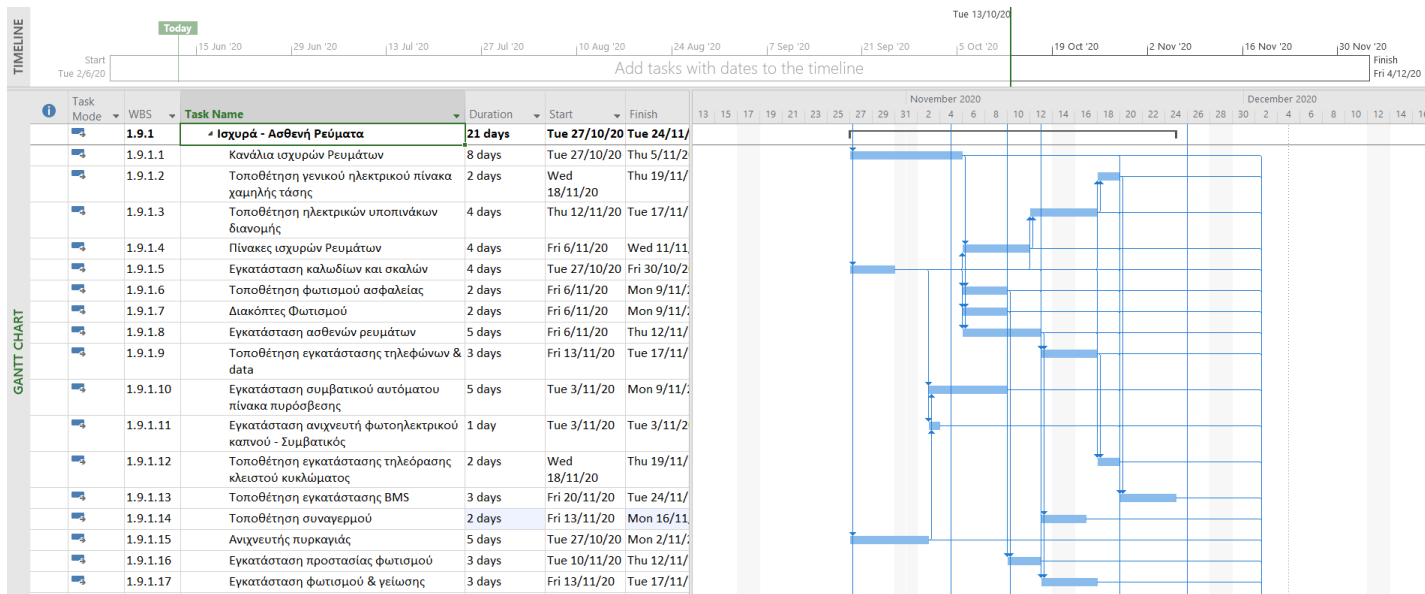
| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 2                 | 1                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 4                 | 2                     |
| 4   | Πίνακες Ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 5                 | 1                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 8  | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5 | 5 | 0 |
| 9  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3 | 3 | 0 |
| 10 | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5 | 5 | 0 |
| 11 | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού– Συμβατικός           | 1 | 2 | 1 |
| 12 | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 3 | 1 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3 | 5 | 2 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1 | 2 | 1 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3 | 3 | 0 |

Όπως γίνεται εμφανές παραπάνω η επίπτωση και της έβδομης καθυστέρησης έχει επίσης μηδενική επίπτωση στη συνολική διάρκεια του έργου

#### 4.1.3 Όπως σχεδιάστηκε...αλλά (As-Planned But for)

Όπως αναλύθηκε παραπάνω (σελίδα 24), η μέθοδος αυτή εμπλέκει και τα δύο μέρη ενός έργου, τόσο τον ανάδοχο, όσο και τον κύριο του έργου. Στο σχήμα 8.10 και στον πίνακα 9, φαίνονται οι καθυστερήσεις για τις οποίες είναι διατεθειμένος να λάβει πλήρη ευθύνη ο εργοδότης, ενώ στο σχήμα 8.11 και στον πίνακα 10 φαίνονται οι καθυστερήσεις για τις οποίες είναι διατεθειμένος να αναλάβει πλήρη ευθύνη ο εργολάβος. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω.



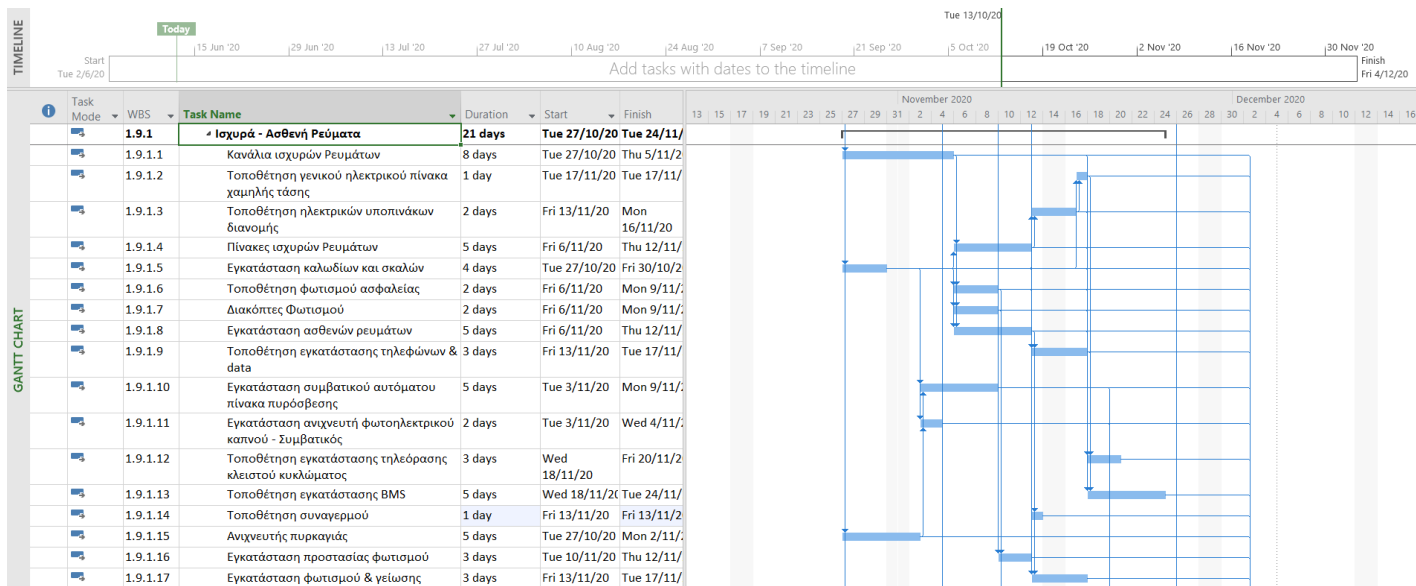
Σχήμα 4-10: Καθυστερήσεις για τις οποίες ευθύνεται ο ιδιοκτήτης

Πίνακας 9: Διάρκεια καθυστερήσεων για τις οποίες ευθύνεται ο ιδιοκτήτης

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 2                 | 1                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 4                 | 2                     |
| 4   | Πίνακες Ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 4                 | 0                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                   | 5                 | 0                     |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                   | 3                 | 0                     |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης | 5                   | 5                 | 0                     |

|    |  |                   |   |   |   |
|----|--|-------------------|---|---|---|
| 11 | Εγκατάσταση φωτοηλεκτρικού Συμβατικός                | ανιχνευτή καπνού– | 1 | 1 | 0 |
| 12 | Τοποθέτηση τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | εγκατάστασης      | 2 | 2 | 0 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                          |                   | 3 | 3 | 0 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού                                |                   | 1 | 2 | 1 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς                                 |                   | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                      |                   | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                     |                   | 3 | 3 | 0 |

Σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι εμφανές ότι για την συνολική καθυστέρηση του έργου, ο ιδιοκτήτης ευθύνεται για 2 ημέρες καθυστέρηση στη συνολική διάρκεια της κατηγορίας ισχυρά – ασθενή ρεύματα.



Σχήμα 4-11: Καθυστερήσεις για τις οποίες ευθύνεται ο ανάδοχος

**Πίνακας 10: Διάρκεια καθυστερήσεων για τις οποίες ευθύνεται ο ανάδοχος**

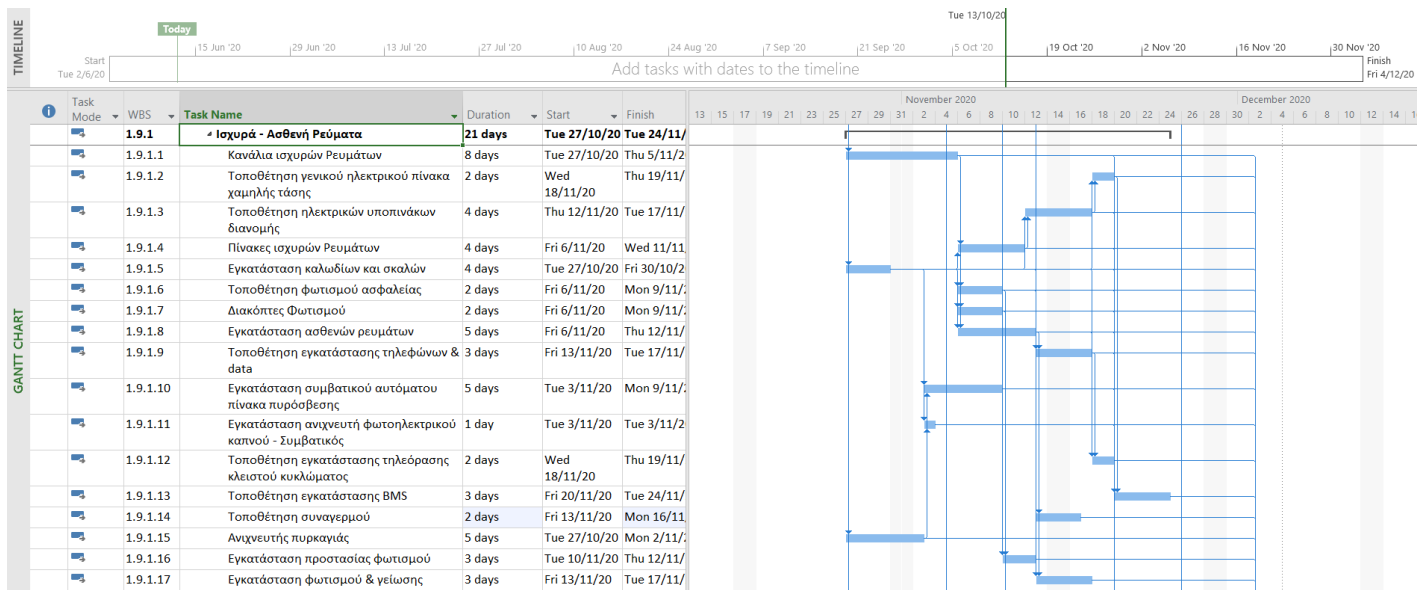
| A/A | Δραστηριότητες Έργου  | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστερήσης |
|-----|---|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων  | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης                | 1                      | 1                    | 0                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής                         | 2                      | 2                    | 0                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων  | 4                      | 5                    | 1                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού  | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5                      | 5                    | 0                        |
| 11  | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1                      | 2                    | 1                        |
| 12  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2                      | 3                    | 1                        |
| 13  | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3                      | 5                    | 2                        |
| 14  | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1                      | 1                    | 0                        |
| 15  | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5                      | 5                    | 0                        |
| 16  | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3                      | 3                    | 0                        |
| 17  | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3                      | 3                    | 0                        |

Σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι εμφανές ότι για την συνολική καθυστέρηση του έργου, ο εργολάβος φέρει ευθύνη, για 2 ημέρες καθυστέρησης περάτωσης των εργασιών της κατηγορίας ισχυρά ασθενή ρεύματα, όσες ακριβώς και ο ιδιοκτήτης του έργου, όπως φάνηκε παραπάνω (σελίδα 46).



#### 4.1.4 ‘Καταρρέον’ όπως χτίστηκε χρονοδιάγραμμα (Collapsed As-Built)

Όπως αναλύθηκε παραπάνω (σελίδα 24), η μέθοδος αυτή εμπλέκει και τα δύο μέρη του έργου. Η μέθοδος αυτή είναι όμοια με την As-Planned But for, η εφαρμογή της οποίας φαίνεται παραπάνω (σελίδα 44). Στο σχήμα 8.12 και στον πίνακα 11, φαίνεται το as built χρονοδιάγραμμα του έργου, στο οποίο όμως έχουν αφαιρεθεί οι καθυστερήσεις για τις οποίες ευθύνεται ο ανάδοχος του έργου, ενώ στο σχήμα 8.13 και στον πίνακα 12 φαίνεται το as built χρονοδιάγραμμα του έργου, στο οποίο όμως έχουν αφαιρεθεί οι καθυστερήσεις για τις οποίες ευθύνεται ο κύριος του έργου.



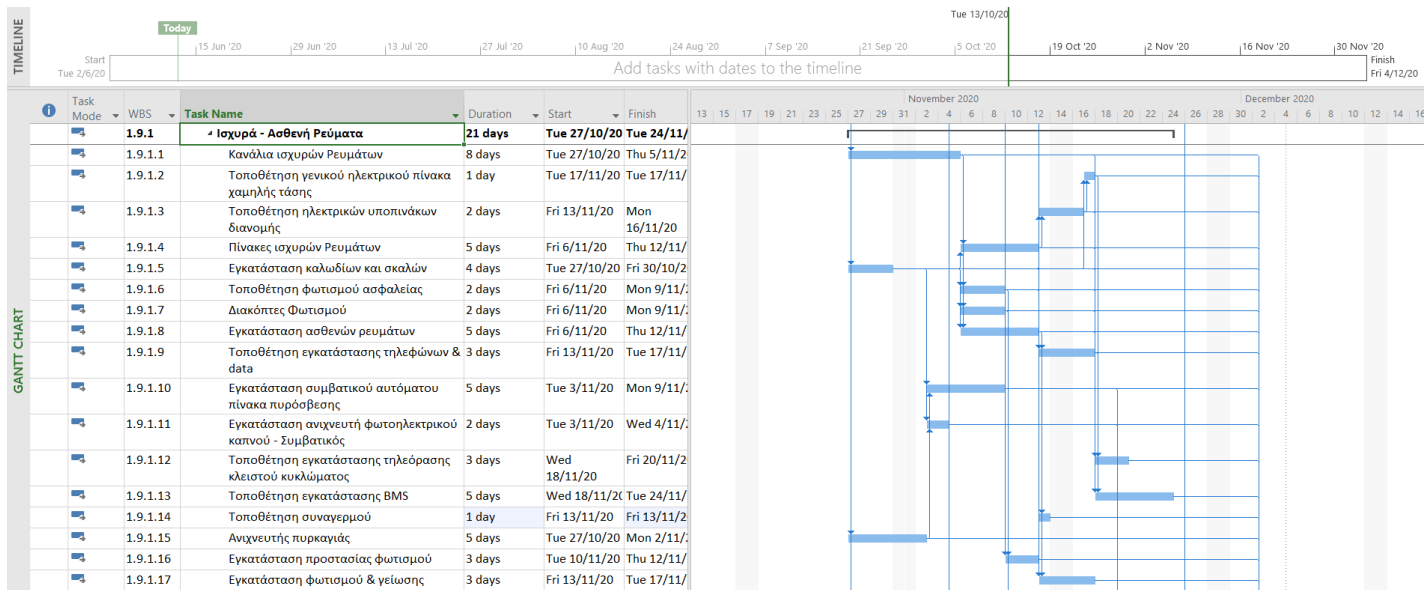
Σχήμα 4-12: as built χρονοδιάγραμμα, χωρίς τις καθυστερήσεις του εργολάβου

Πίνακας 11: Διάρκεια καθυστερήσεων χωρίς τις καθυστερήσεις του εργολάβου

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 2                 | 1                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 4                 | 2                     |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 4                 | 0                     |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 5  | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4 | 4 | 0 |
| 6  | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2 | 2 | 0 |
| 7  | Διακόπτες φωτισμού  | 2 | 2 | 0 |
| 8  | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5 | 5 | 0 |
| 9  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3 | 3 | 0 |
| 10 | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5 | 5 | 0 |
| 11 | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1 | 1 | 0 |
| 12 | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 2 | 0 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3 | 3 | 0 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1 | 2 | 1 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3 | 3 | 0 |

Με τη μέθοδο αυτή, φαίνεται ότι για την καθυστέρηση της κατηγορίας ισχυρά -ασθενή ρεύματα ο κύριος του έργου ευθύνεται για δύο ημέρες καθυστέρηση.



Σχήμα 4-13: as built χρονοδιάγραμμα, χωρίς τις καθυστερήσεις του εργοδότη

Πίνακας 12: Διάρκεια καθυστερήσεων χωρίς τις καθυστερήσεις εργοδότη

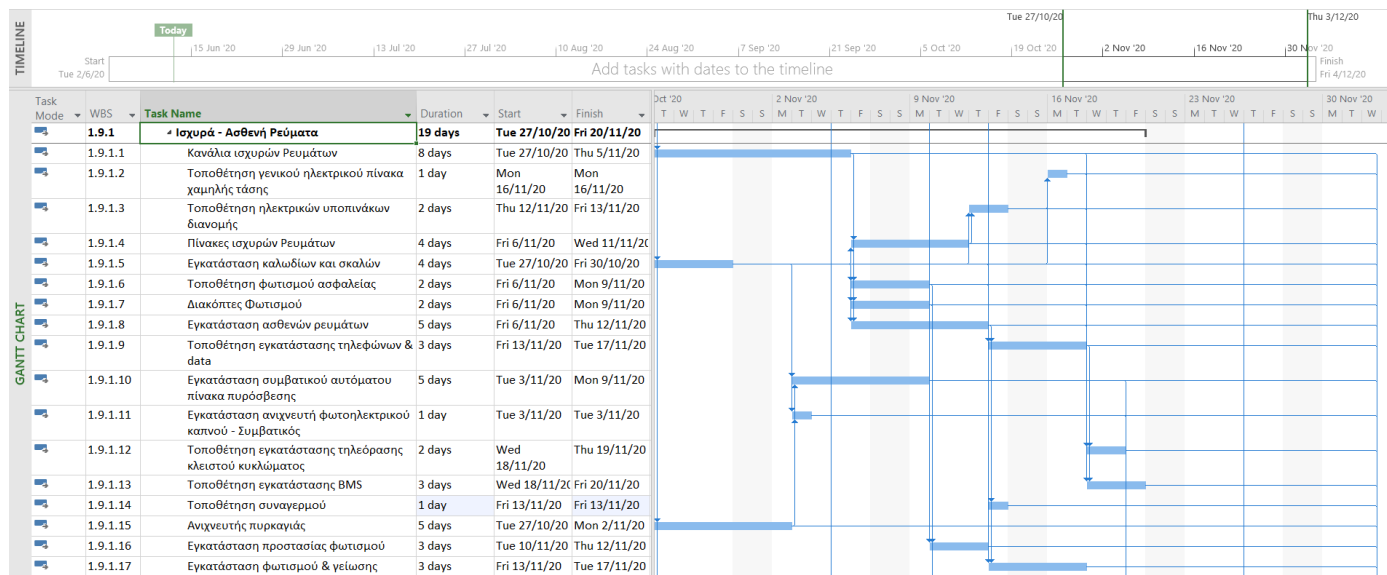
| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 1                 | 0                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 2                 | 0                     |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 5                 | 1                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                   | 5                 | 0                     |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                   | 3                 | 0                     |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης | 5                   | 5                 | 0                     |

|    |                                       |   |   |   |   |
|----|---------------------------------------|---|---|---|---|
| 11 | Εγκατάσταση φωτοηλεκτρικού Συμβατικός | ανιχνευτή καπνού–                           | 1 | 2 | 1 |
| 12 | Τοποθέτηση τηλεόρασης τηλεόρασης      | εγκατάστασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 3 | 1 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS           |   | 3 | 5 | 2 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού                 |   | 1 | 1 | 0 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς                  |   | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση φωτισμού                  | προστασίας                                  | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης      |   | 3 | 3 | 0 |

Με τη μέθοδο αυτή, φαίνεται ότι για την καθυστέρηση της κατηγορίας ισχυρά – ασθενή ρεύμαα ευθύνεται ο ανάδοχος για δύο ημέρες καθυστέρηση.

#### 4.1.5 Ανάλυση ‘Παραθύρων’ (“Window” Analysis)

Η μέθοδος αυτή, όπως αναφέρεται και παραπάνω (σελίδα 25), διαιρεί το as built χρονοδιάγραμμα του έργου σε διάφορες περιόδους ή παράθυρα (windows) και μέσω αυτών γίνεται η ανάλυση. Παρακάτω έχουμε τα σχήματα και τους πίνακες, μετά τον χωρισμό του χρονοδιαγράμματος σε περιόδους. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, το χρονοδιάγραμμα του έργου χωρίστηκε στις παρακάτω περιόδους. Το πρώτο παράθυρο είναι από τις 27/10/2020 – 1/11/2020 και έχει διάρκεια 6 ημερών, το δεύτερο παράθυρο είναι από τις 27/10/2020 – 8/11/2020 και έχει διάρκεια 13 ημερών, το τρίτο παράθυρο είναι από τις 27/10/2020 – 15/11/2020 και έχει διάρκεια 20 ημερών, το τέταρτο παράθυρο είναι από τις 27/10/2020 – 22/11/2020 και έχει διάρκεια επίσης 27 ημερών και το πέμπτο και τελευταίο παράθυρο είναι από τις 27/10/2020 – 27/11/2020 και έχει διάρκεια 32 ημερών.



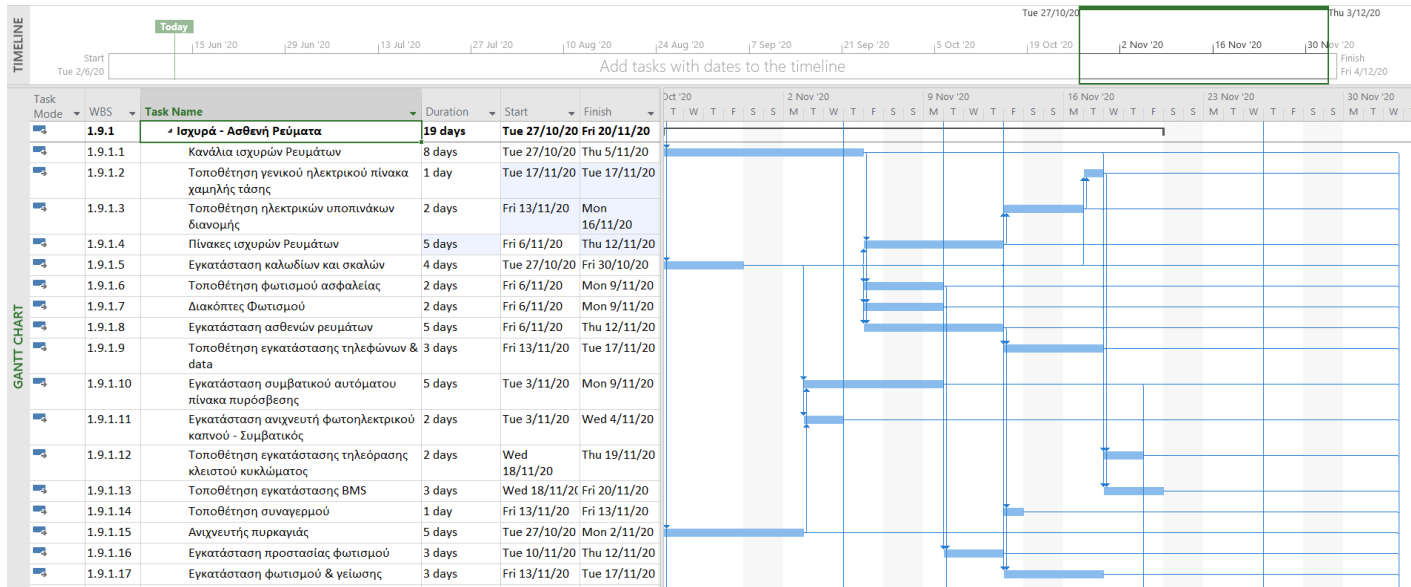
Σχήμα 4-14: 1ο παράθυρο

Πίνακας 13: Διάρκεια καθυστερήσεων 1ου παραθύρου

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 1                 | 0                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 2                 | 0                     |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 4                 | 0                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                   | 5                 | 0                     |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                   | 3                 | 0                     |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης | 5                   | 5                 | 0                     |

|    |  |                   |   |   |   |
|----|--|-------------------|---|---|---|
| 11 | Εγκατάσταση φωτοηλεκτρικού Συμβατικός                | ανιχνευτή καπνού- | 1 | 1 | 0 |
| 12 | Τοποθέτηση τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | εγκατάστασης      | 2 | 2 | 0 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                          |                   | 3 | 3 | 0 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού                                |                   | 1 | 1 | 0 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς                                 |                   | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                      |                   | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                     |                   | 3 | 3 | 0 |

Η ανάλυση με την παραπάνω τεχνική δείχνει ότι κατά το πρώτο παράθυρο δεν είχαμε κάποια καθυστέρηση, η οποία να επηρέασε και την συνολική διάρκεια του έργου.

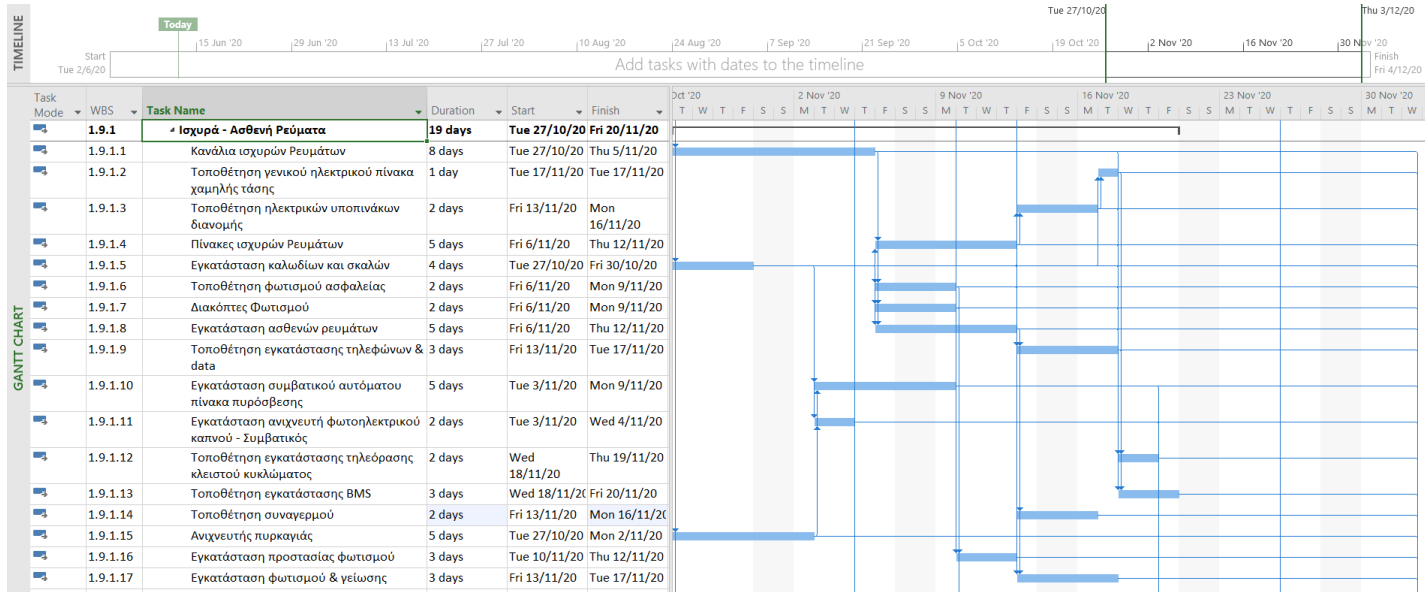


Σχήμα 4-15: 2ο παράθυρο

**Πίνακας 14: Διάρκεια καθυστερήσεων 2ου παραθύρου**

| A/A | Δραστηριότητες Έργου  | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστέρησης |
|-----|---|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων  | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης                | 1                      | 1                    | 0                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής                         | 2                      | 2                    | 0                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων  | 4                      | 5                    | 1                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού  | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5                      | 5                    | 0                        |
| 11  | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού- Συμβατικός           | 1                      | 2                    | 1                        |
| 12  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2                      | 2                    | 0                        |
| 13  | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3                      | 3                    | 0                        |
| 14  | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1                      | 1                    | 0                        |
| 15  | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5                      | 5                    | 0                        |
| 16  | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3                      | 3                    | 0                        |
| 17  | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3                      | 3                    | 0                        |

Η ανάλυση με την παραπάνω τεχνική δείχνει ότι κατά το δεύτερο παράθυρο, δύο δραστηριότητες καθυστέρησαν, όμως καμία από αυτές δεν επηρέασε τη συνολική διάρκεια του έργου.



Σχήμα 4-16: 3ο παράθυρο

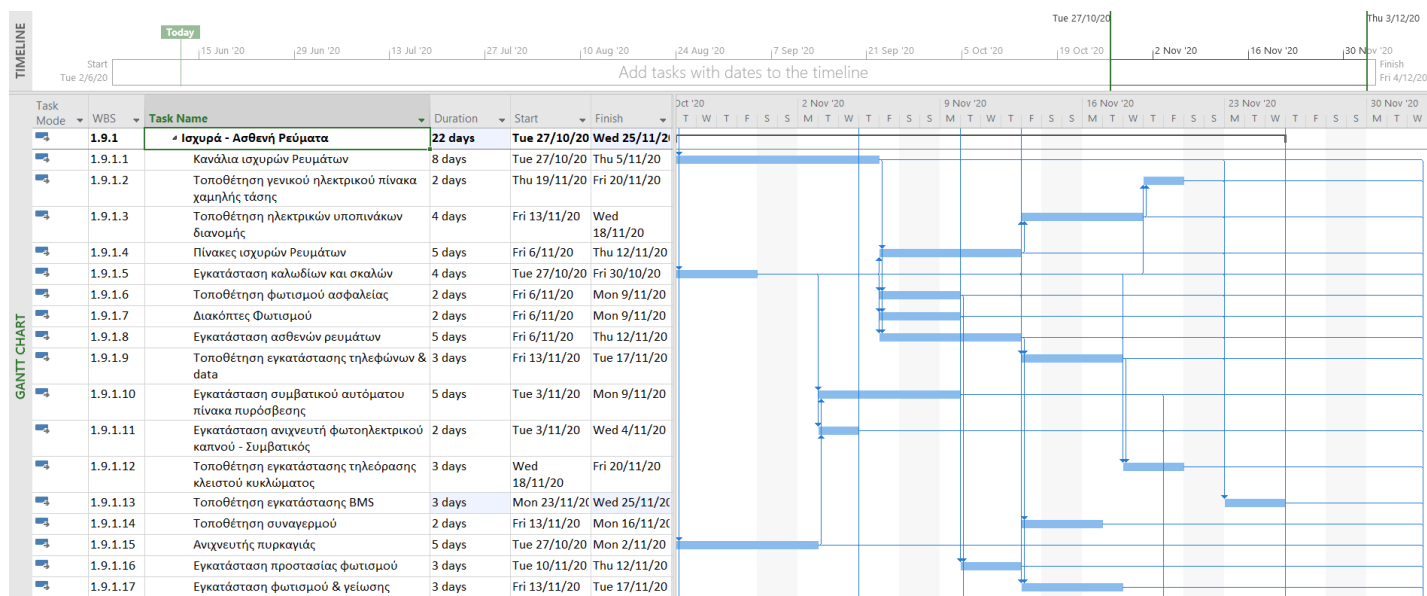
Πίνακας 15: Διάρκεια καθυστερήσεων 3ου παραθύρου

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 1                 | 0                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 2                 | 0                     |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 5                 | 1                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                   | 5                 | 0                     |



|           |   |   |   |   |
|-----------|---|---|---|---|
| <b>9</b>  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3 | 3 | 0 |
| <b>10</b> | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5 | 5 | 0 |
| <b>11</b> | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1 | 2 | 1 |
| <b>12</b> | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 2 | 0 |
| <b>13</b> | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3 | 3 | 0 |
| <b>14</b> | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1 | 2 | 1 |
| <b>15</b> | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5 | 5 | 0 |
| <b>16</b> | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3 | 3 | 0 |
| <b>17</b> | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3 | 3 | 0 |

Στο τρίτο παράθυρο, μία δραστηριότητα επιπλέον καθυστέρησε, όμως ούτε αυτή επηρέασε και τη συνολική διάρκεια του έργου.



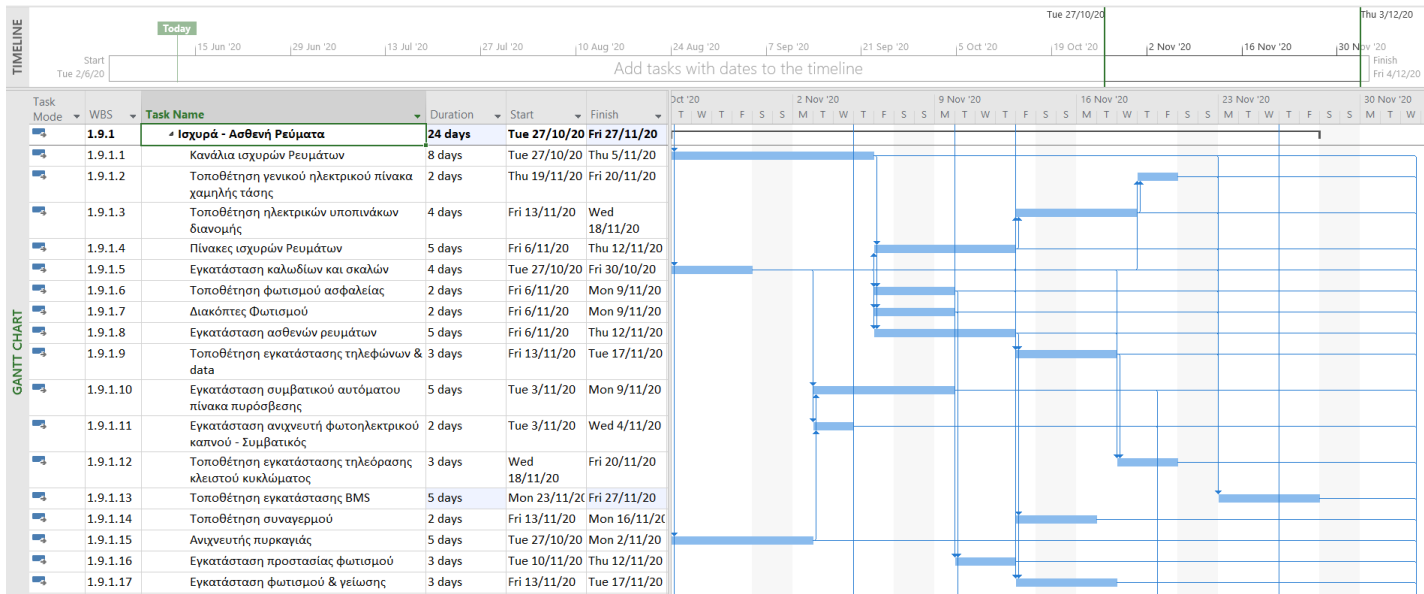
Σχήμα 4-17: 4ο παράθυρο

Πίνακας 16: Διάρκεια καθυστερήσεων 4ου παραθύρου

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 2                 | 1                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 4                 | 2                     |
| 4   | Πίνακες Ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 5                 | 1                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                   | 5                 | 0                     |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                   | 3                 | 0                     |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης | 5                   | 5                 | 0                     |

|    |   |                         |   |   |   |
|----|---|-------------------------|---|---|---|
| 11 | Εγκατάσταση φωτοηλεκτρικού Συμβατικός     | ανιχνευτή καπνού-       | 1 | 2 | 1 |
| 12 | Τοποθέτηση τηλεόρασης κλειστού τηλεόρασης | εγκατάστασης κυκλώματος | 2 | 3 | 1 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS               |                         | 3 | 3 | 0 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού                     |                         | 1 | 2 | 1 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς                      |                         | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση φωτισμού                      | προστασίας              | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης          |                         | 3 | 3 | 0 |

Στο τέταρτο παράθυρο, δύο δραστηριότητες επιπλέον καθυστέρησαν και είχα ως αποτέλεσμα η κατηγορία ισχυρά - ασθενή ρεύματα να καθυστερήσει 3 ημέρες από το αρχικώς προγραμματισμένο.



Σχήμα 4-18: 5ο παράθυρο

**Πίνακας 17: Διάρκεια καθυστερήσεων 5ου παραθύρου**

| A/A | Δραστηριότητες Έργου  | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστερήσης |
|-----|---|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων  | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης                | 1                      | 2                    | 1                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής                         | 2                      | 4                    | 2                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων  | 4                      | 5                    | 1                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού  | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5                      | 5                    | 0                        |
| 11  | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού– Συμβατικός           | 1                      | 2                    | 1                        |
| 12  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2                      | 3                    | 1                        |
| 13  | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3                      | 5                    | 2                        |
| 14  | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1                      | 2                    | 1                        |
| 15  | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5                      | 5                    | 0                        |
| 16  | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3                      | 3                    | 0                        |
| 17  | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3                      | 3                    | 0                        |

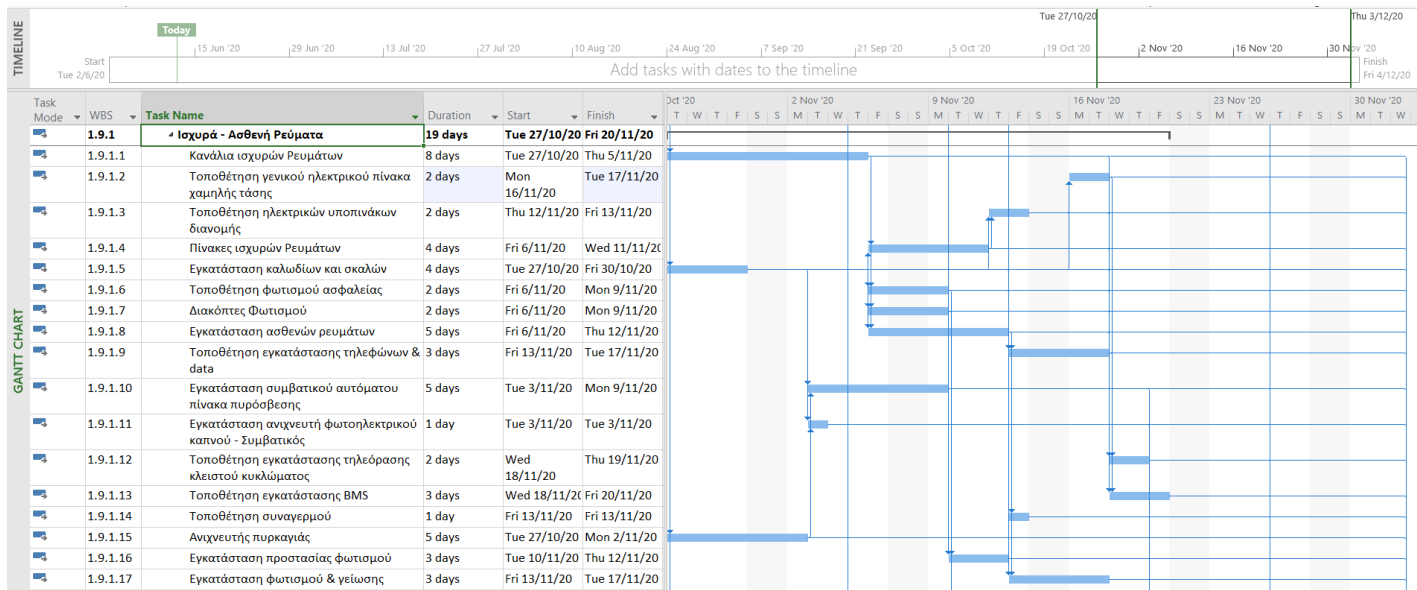
Στο πέμπτο και τελευταίο παράθυρο, μία δραστηριότητα επιπλέον καθυστέρησε και είχε ως αποτέλεσμα η κατηγορία ισχυρά – ασθενή ρεύματα να καθυστερήσει 2 ημέρες επιπλέον από το αρχικώς προγραμματισμένο.

### 4.1.6 Μέθοδος ανάλυσης στιγμιότυπων (Snapshot technique analysis)

Η μέθοδος αυτή είναι όμοια με την window analysis τεχνική, που αναφέρθηκε παραπάνω (σελίδα 52). Οπότε, η τεχνική αυτή δεν θα εφαρμοστεί στο έργο αυτό.

### 4.1.7 Ανάλυση επιπτώσεων χρόνου (Time Impact Analysis)

Η μέθοδος αυτή, όπως αναλύθηκε παραπάνω (σελίδα 25), επικεντρώνεται σε μία συγκεκριμένη δραστηριότητα ή μία χρονική στιγμή. Παρακάτω φαίνονται τα screenshots από τις καθυστερημένες δραστηριότητες, και φαίνονται οι επιδράσεις της εκάστοτε δραστηριότητας στη συνολική διάρκεια του έργου.



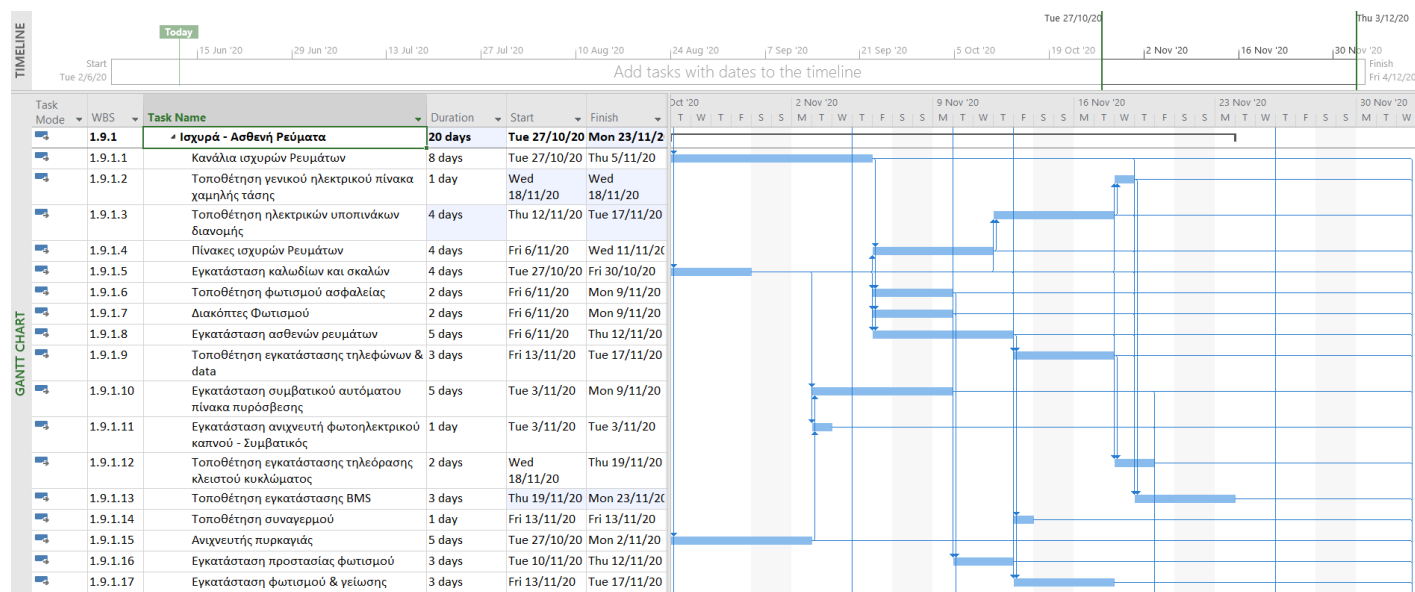
Σχήμα 4-19: Διάρκεια καθυστέρησης 1ης δραστηριότητας

Πίνακας 18: Διάρκεια καθυστέρησης 1ης δραστηριότητας

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστέρησης |
|-----|--|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                      | 2                    | 1                        |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 3  | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής                         | 2 | 2 | 0 |
| 4  | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων  | 4 | 4 | 0 |
| 5  | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4 | 4 | 0 |
| 6  | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2 | 2 | 0 |
| 7  | Διακόπτες φωτισμού  | 2 | 2 | 0 |
| 8  | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5 | 5 | 0 |
| 9  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3 | 3 | 0 |
| 10 | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5 | 5 | 0 |
| 11 | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1 | 1 | 0 |
| 12 | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 2 | 0 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3 | 3 | 0 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1 | 1 | 0 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3 | 3 | 0 |

Όπως φαίνεται από την παραπάνω ανάλυση, η πρώτη δραστηριότητα που καθυστερεί δεν επηρεάζει καθόλου τη συνολική διάρκεια του έργου.



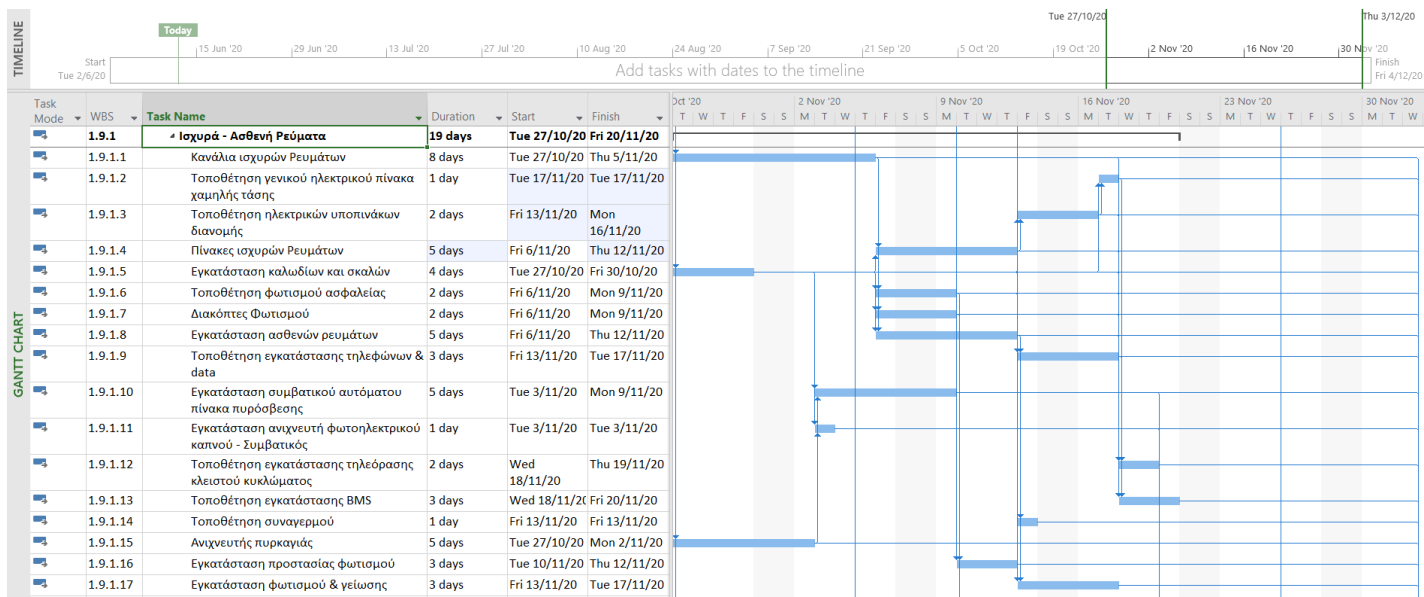
Σχήμα 4-20: Επίδραση της 2ης δραστηριότητας στο συνολικό έργο

Πίνακας 19: Διάρκεια καθυστέρησης 2ης δραστηριότητας

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστέρησης |
|-----|--|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                      | 1                    | 0                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                      | 4                    | 2                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                      | 4                    | 0                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης | 5                      | 5                    | 0                        |

|    |                                       |   |   |   |   |
|----|---------------------------------------|---|---|---|---|
| 11 | Εγκατάσταση φωτοηλεκτρικού Συμβατικός | ανιχνευτή καπνού–                           | 1 | 1 | 0 |
| 12 | Τοποθέτηση τηλεόρασης                 | εγκατάστασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 2 | 0 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS           |   | 3 | 3 | 0 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού                 |   | 1 | 1 | 0 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς                  |   | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση φωτισμού                  | προστασίας                                  | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης      |   | 3 | 3 | 0 |

Όπως φαίνεται από την παραπάνω ανάλυση, η δεύτερη δραστηριότητα που καθυστερεί επηρεάζει τη διάρκεια της κατηγορίας ισχυρά – ασθενή ρεύματα κατά μία ημέρα.



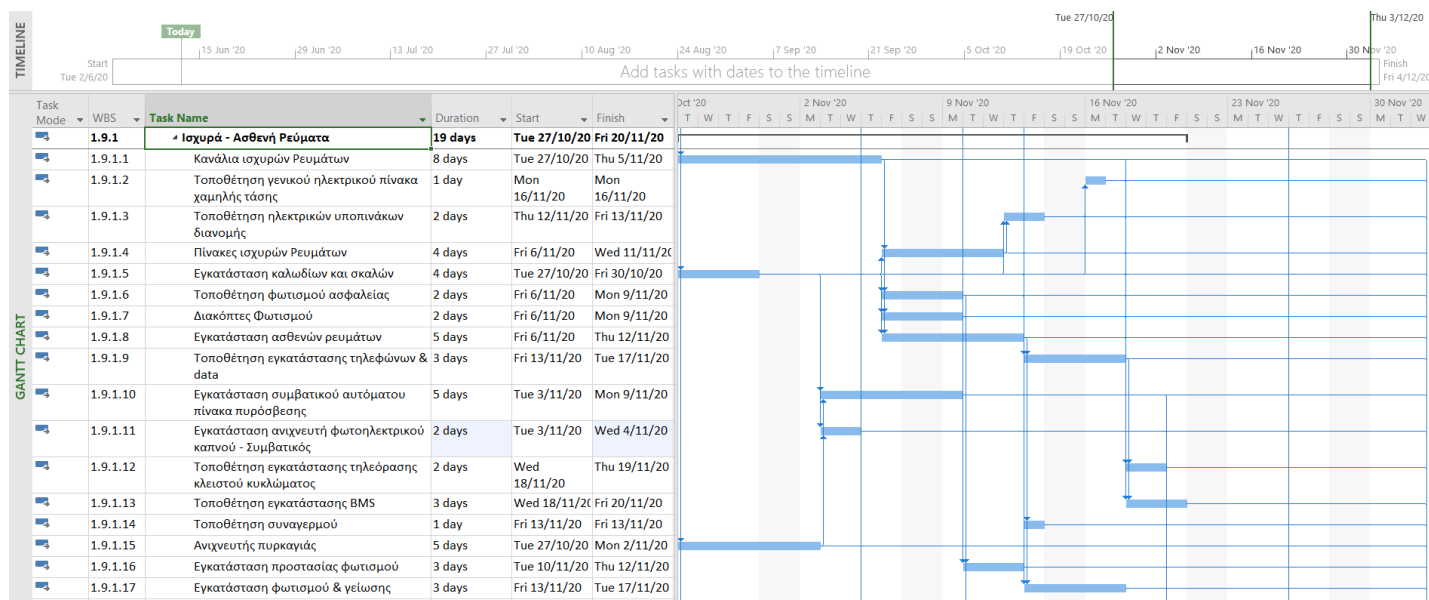
Σχήμα 4-21: Επίδραση της 3ης δραστηριότητας στο συνολικό έργο



**Πίνακας 20: Διάρκεια καθυστέρησης 3ης δραστηριότητας**

| A/A | Δραστηριότητες Έργου  | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστέρησης |
|-----|---|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων  | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης                | 1                      | 1                    | 0                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής                         | 2                      | 2                    | 0                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων  | 4                      | 5                    | 1                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού  | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5                      | 5                    | 0                        |
| 11  | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1                      | 1                    | 0                        |
| 12  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2                      | 2                    | 0                        |
| 13  | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3                      | 3                    | 0                        |
| 14  | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1                      | 1                    | 0                        |
| 15  | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5                      | 5                    | 0                        |
| 16  | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3                      | 3                    | 0                        |
| 17  | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3                      | 3                    | 0                        |

Όπως φαίνεται από την παραπάνω ανάλυση, η τρίτη δραστηριότητα που καθυστερεί δεν επηρεάζει καθόλου τη συνολική διάρκεια του έργου.



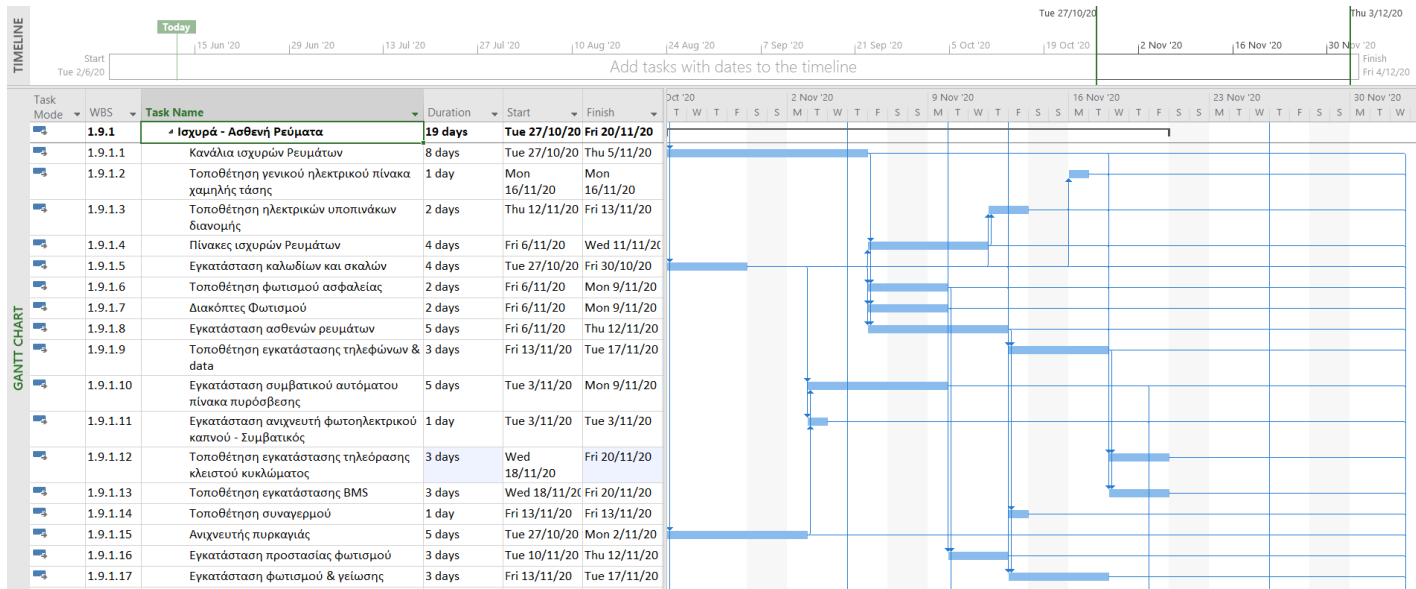
Σχήμα 4-22: Επίδραση της 4ης δραστηριότητας στο συνολικό έργο

Πίνακας 21: Διάρκεια καθυστέρησης 4ης δραστηριότητας

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                                    | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|---|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                                | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης      | 1                   | 1                 | 0                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής               | 2                   | 2                 | 0                     |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                                | 4                   | 4                 | 0                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                         | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                           | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                            | 5                   | 5                 | 0                     |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data              | 3                   | 3                 | 0                     |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης      | 5                   | 5                 | 0                     |
| 11  | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού- Συμβατικός | 1                   | 2                 | 1                     |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 12 | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 2 | 0 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3 | 3 | 0 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1 | 1 | 0 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3 | 3 | 0 |

Όπως φαίνεται από την παραπάνω ανάλυση, η τέταρτη δραστηριότητα που καθυστερεί δεν επηρεάζει καθόλου τη συνολική διάρκεια του έργου.



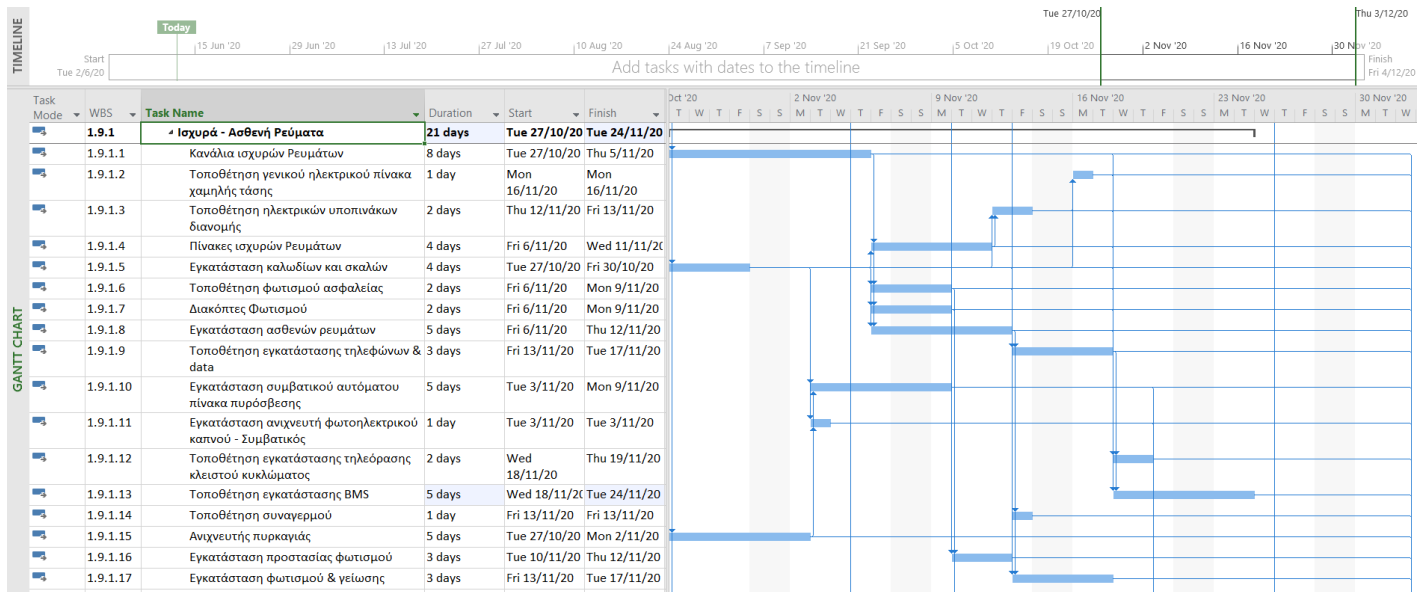
Σχήμα 4-23: Επίδραση της 5ης δραστηριότητας στο συνολικό έργο

Πίνακας 22: Διάρκεια καθυστέρησης 5ης δραστηριότητας

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 1                 | 0                     |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 3  | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής                         | 2 | 2 | 0 |
| 4  | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων  | 4 | 4 | 0 |
| 5  | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4 | 4 | 0 |
| 6  | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2 | 2 | 0 |
| 7  | Διακόπτες φωτισμού  | 2 | 2 | 0 |
| 8  | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5 | 5 | 0 |
| 9  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3 | 3 | 0 |
| 10 | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5 | 5 | 0 |
| 11 | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1 | 1 | 0 |
| 12 | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 3 | 1 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3 | 3 | 0 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1 | 1 | 0 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3 | 3 | 0 |

Όπως φαίνεται από την παραπάνω ανάλυση, η πέμπτη δραστηριότητα που καθυστερεί δεν επηρεάζει καθόλου τη συνολική διάρκεια του έργου.



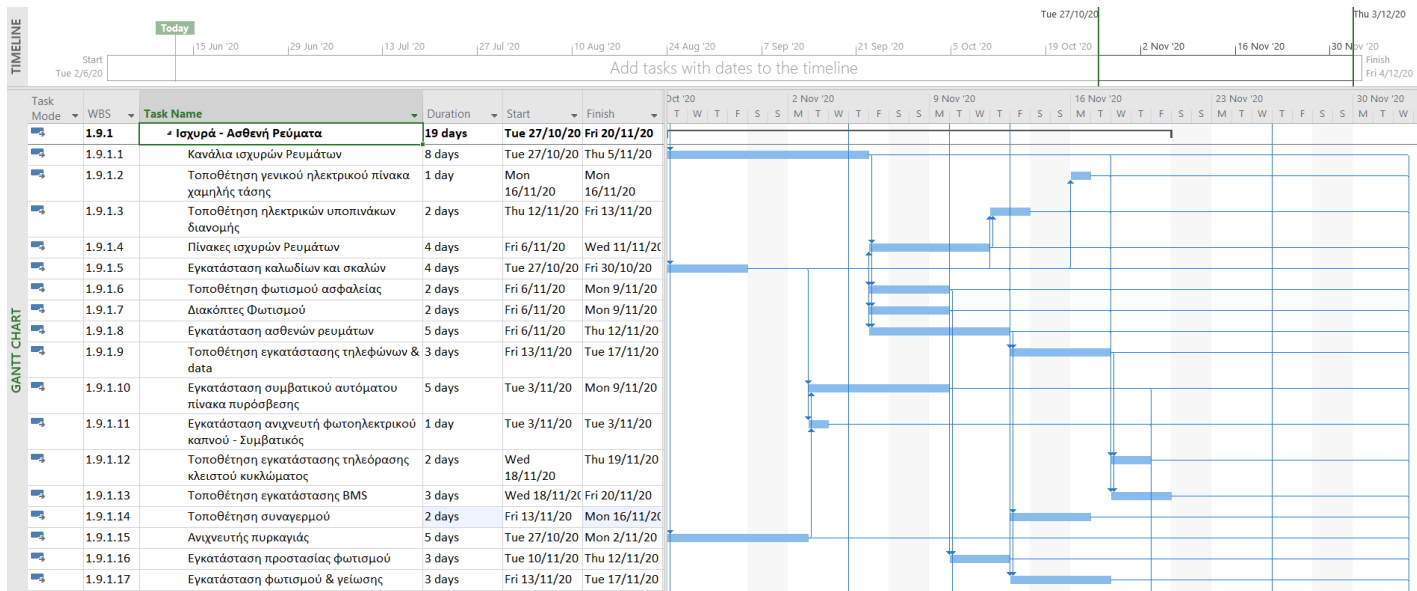
Σχήμα 4-24: Επίδραση της 6ης δραστηριότητας στο συνολικό έργο

Πίνακας 23: Διάρκεια καθυστέρησης 6ης δραστηριότητας

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστέρησης |
|-----|--|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                      | 1                    | 0                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                      | 2                    | 0                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                      | 4                    | 0                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης | 5                      | 5                    | 0                        |

|    |  |                   |   |   |   |
|----|--|-------------------|---|---|---|
| 11 | Εγκατάσταση φωτοηλεκτρικού Συμβατικός                | ανιχνευτή καπνού- | 1 | 1 | 0 |
| 12 | Τοποθέτηση τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | εγκατάστασης      | 2 | 2 | 0 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                          |                   | 3 | 5 | 2 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού                                |                   | 1 | 1 | 0 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς                                 |                   | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση φωτισμού                                 | προστασίας        | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                     |                   | 3 | 3 | 0 |

Όπως φαίνεται από την παραπάνω ανάλυση, η έκτη δραστηριότητα που καθυστερεί επηρεάζει τη διάρκεια της κατηγορίας ισχυρά – ασθενή ρεύματα και την καθυστερεί κατά δύο ημέρες.



Σχήμα 4-25: Επίδραση της 7ης δραστηριότητας στο συνολικό έργο

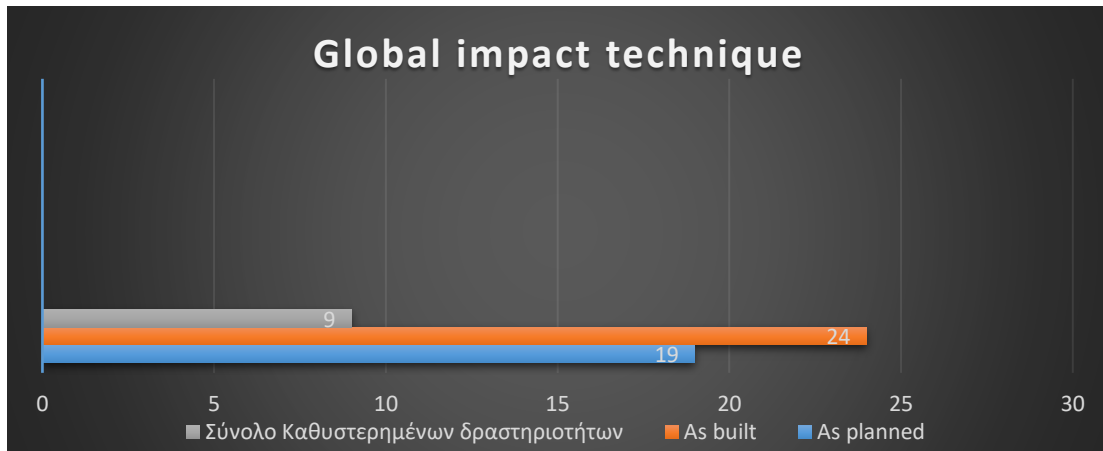
**Πίνακας 24: Διάρκεια καθυστέρησης 7ης δραστηριότητας**

| A/A | Δραστηριότητες Έργου  | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστέρησης |
|-----|---|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων  | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης                | 1                      | 1                    | 0                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής                         | 2                      | 2                    | 0                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων  | 4                      | 4                    | 0                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού  | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5                      | 5                    | 0                        |
| 11  | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1                      | 1                    | 0                        |
| 12  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2                      | 2                    | 0                        |
| 13  | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3                      | 3                    | 0                        |
| 14  | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1                      | 2                    | 1                        |
| 15  | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5                      | 5                    | 0                        |
| 16  | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3                      | 3                    | 0                        |
| 17  | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3                      | 3                    | 0                        |

Όπως φαίνεται από την παραπάνω ανάλυση, η έβδομη δραστηριότητα που καθυστερεί δεν επηρεάζει καθόλου τη συνολική διάρκεια του έργου.

#### 4.1.8 Τεχνική ολικών επιπτώσεων (Global impact technique)

Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου, περιλαμβάνει τόσο το as planned, όσο και το as built χρονοδιάγραμμα του έργου, όπως αναφέρθηκε παραπάνω (σελίδα 26). Παρακάτω στο σχήμα φαίνεται σε διάγραμμα ράβδων η διαφορά της ημερομηνίας ολοκλήρωσης μεταξύ των as planned και as built χρονοδιαγραμμάτων καθώς επίσης και η άθροιση των καθυστερήσεων όλων των δραστηριοτήτων που ολοκληρώθηκαν αργότερα από το προγραμματισμένο.



Σχήμα 4-26: Global impact technique

Όπως φαίνεται παραπάνω, ενώ οι δραστηριότητες που καθυστέρησαν έχουν σύνολο 9 ημέρες καθυστέρησης, η συνολική διάρκεια του έργου καθυστέρησε μόνο 5 ημέρες, που είναι οι ημέρες αυτές τις οποίες δικαιούται να ζητήσει αποζημίωση ο κύριος του έργου.

#### 4.1.9 Τεχνική καθαρού αντίκτυπου (Net impact technique)

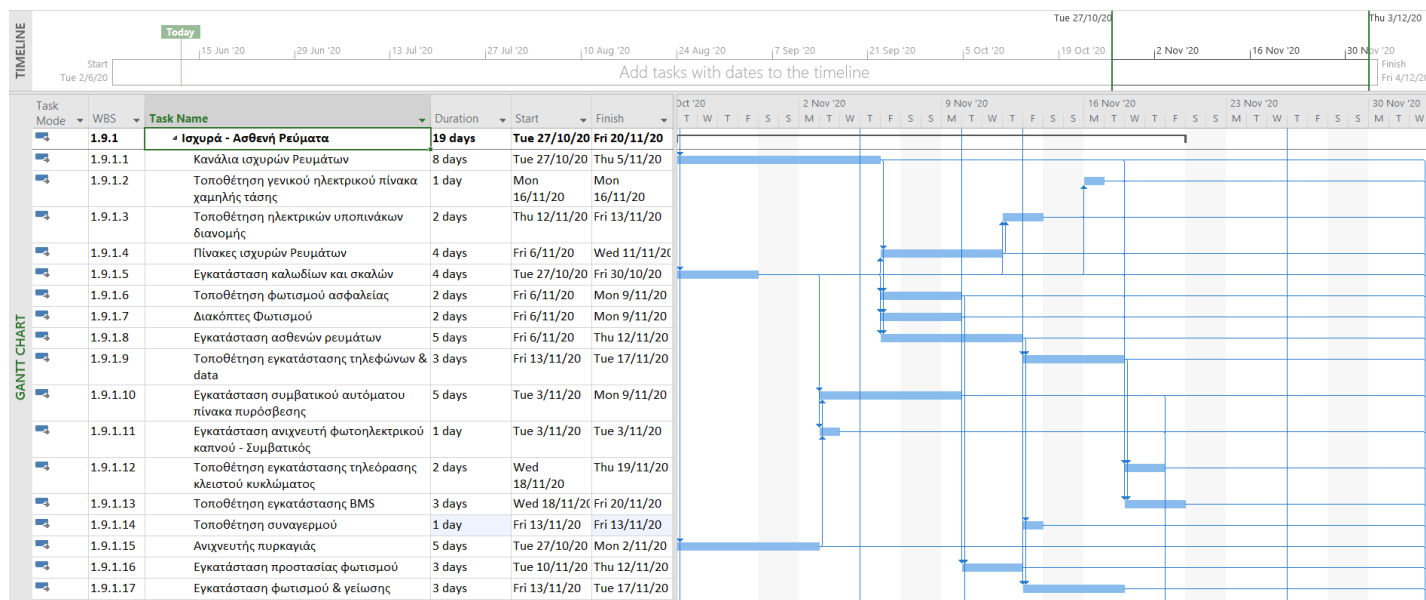
Η τεχνική αυτή, όπως αναφέρθηκε παραπάνω (σελίδα 26), είναι όμοια με την global impact τεχνική, αλλά έχει και ορισμένες διαφορές. Λόγω της ομοιότητας των δύο μεθόδων αυτών δεν θα παρουσιαστεί το διάγραμμα ράβδων, καθώς είναι ίδιο με εκείνο που παρουσιάστηκε παραπάνω και αφορούσε την άλλη μέθοδο.

#### 4.1.10 Μέθοδος απομόνωσης συγκεκριμένου τύπου (Isolated delay type)

Η μέθοδος αυτή είναι όμοια με την window analysis τεχνική που αναλύθηκε παραπάνω (σελίδα 27), αλλά έχει και διαφορές, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Και σε αυτή την περίπτωση, το as planned χρονοδιάγραμμα του έργου, χωρίζεται σε 5 χρονικές περιόδους, όπως και παραπάνω. Η πρώτη χρονική περίοδος είναι από τις 27/10/2020 – 1/11/2020 και έχει διάρκεια 6 ημερών,



η δεύτερη χρονική περίοδος είναι από τις 2/11/2020 – 8/11/2020 και έχει διάρκεια 7 ημερών, η τρίτη είναι από τις 9/11/2020 – 15/11/2020 και έχει διάρκεια 7 ημερών, η τέταρτη είναι από τις 16/11/2020 – 22/11/2020 και έχει διάρκεια επίσης 7 ημερών και η πέμπτη και τελευταία χρονική περίοδος είναι από τις 23/11/2020 – 27/11/2020 και έχει διάρκεια 5 ημερών.



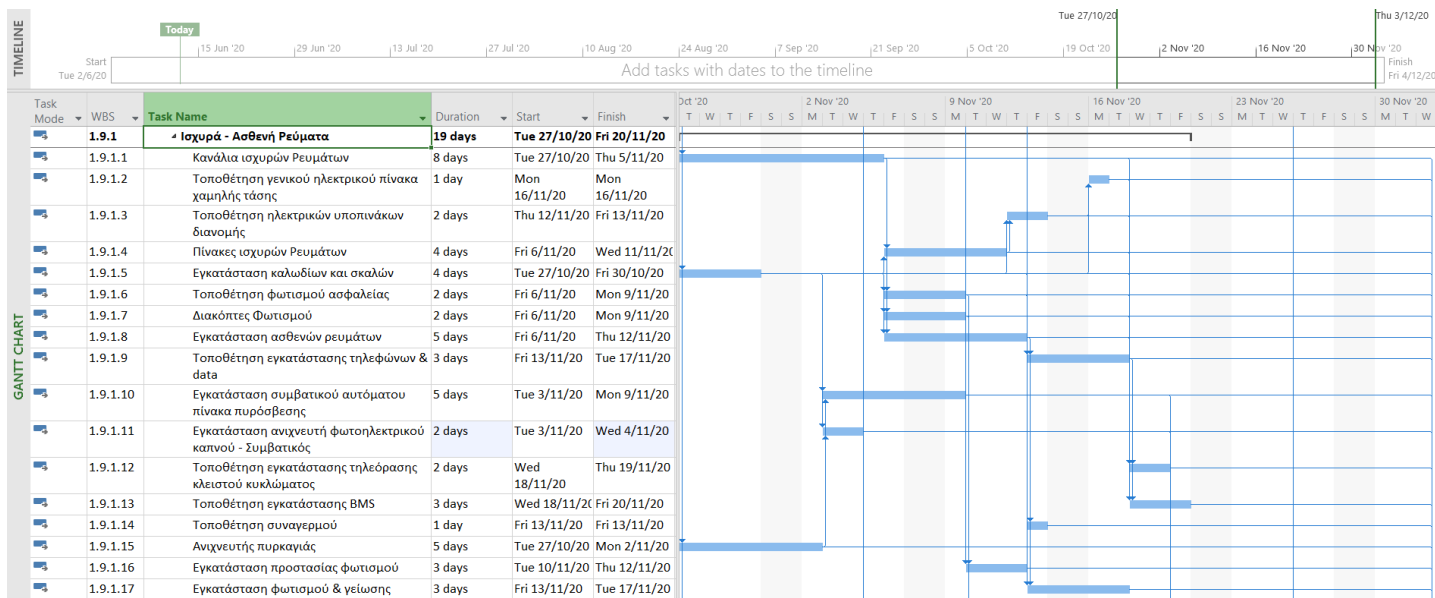
Σχήμα 4-27: 1η χρονική περίοδος

Πίνακας 25: Διάρκεια καθυστερήσεων 1ης χρονικής περιόδου

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστερήσης |
|-----|--|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                      | 1                    | 0                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                      | 2                    | 0                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                      | 4                    | 0                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                      | 5                    | 0                        |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 9  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3 | 3 | 0 |
| 10 | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5 | 5 | 0 |
| 11 | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού- Συμβατικός           | 1 | 1 | 0 |
| 12 | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 2 | 0 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3 | 3 | 0 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1 | 1 | 0 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3 | 3 | 0 |

Στο πρώτο παράθυρο δεν υπήρχε καμία καθυστερημένη δραστηριότητα, ως εκ τούτου η συνολική διάρκεια του έργου δεν καθυστέρησε.

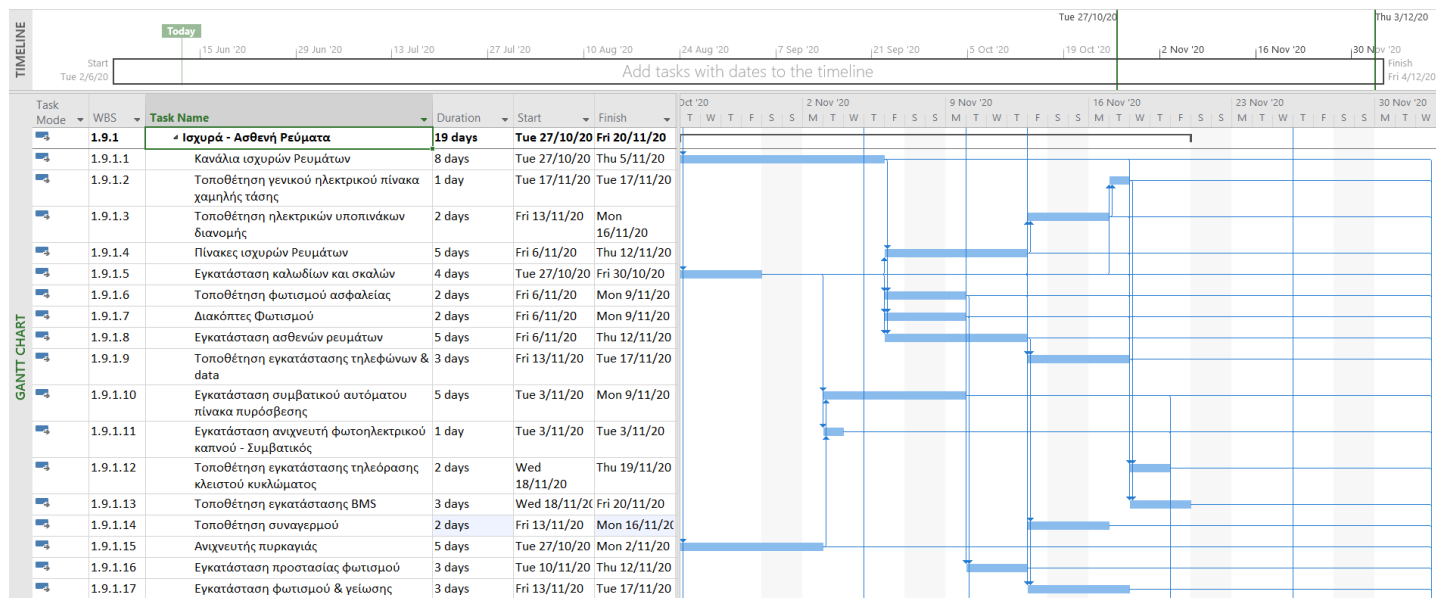


Σχήμα 4-28: 2η χρονική περίοδος

**Πίνακας 26: Διάρκεια καθυστερήσεων 2ης χρονικής περιόδου**

| A/A | Δραστηριότητες Έργου  | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστερήσης |
|-----|---|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων  | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης                | 1                      | 1                    | 0                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής                         | 2                      | 2                    | 0                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων  | 4                      | 4                    | 0                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού  | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5                      | 5                    | 0                        |
| 11  | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1                      | 2                    | 1                        |
| 12  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2                      | 2                    | 0                        |
| 13  | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3                      | 3                    | 0                        |
| 14  | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1                      | 1                    | 0                        |
| 15  | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5                      | 5                    | 0                        |
| 16  | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3                      | 3                    | 0                        |
| 17  | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3                      | 3                    | 0                        |

Στο δεύτερο παράθυρο υπήρξε μία καθυστερημένη δραστηριότητα, όπως φαίνεται παραπάνω, η οποία είχε μηδενικό αντίκτυπο στη συνολική διάρκεια του έργου.



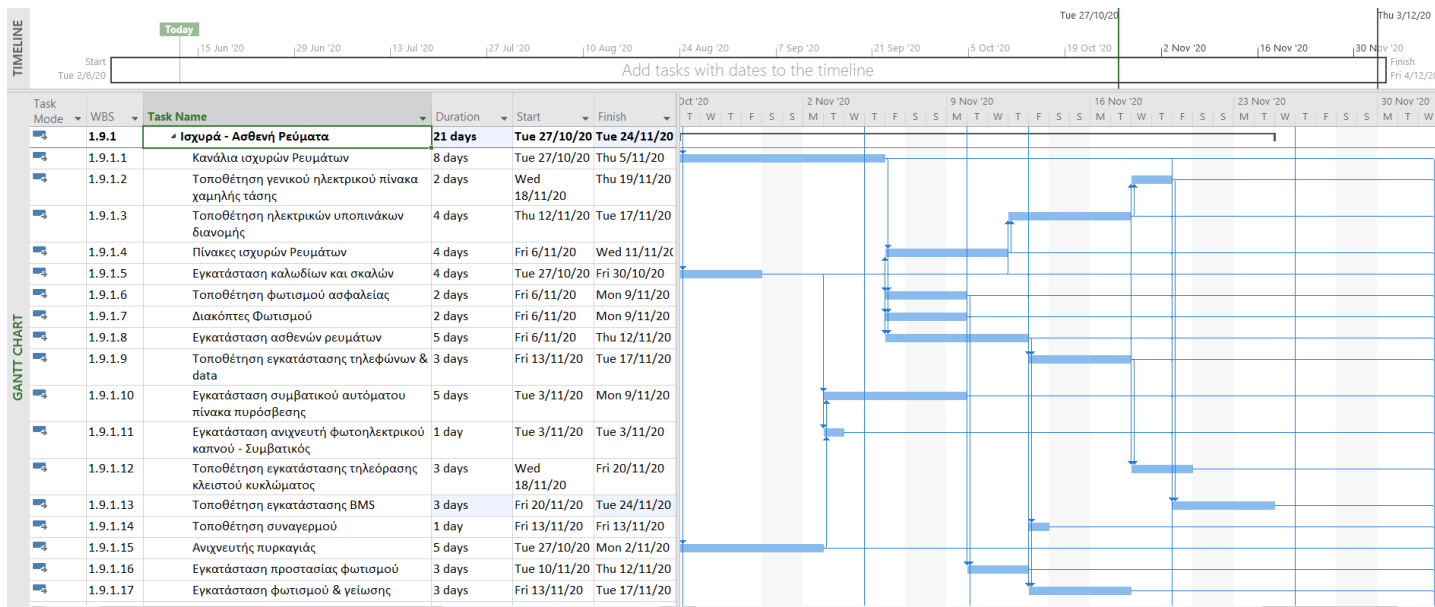
Σχήμα 4-29: 3η χρονική περίοδος

Πίνακας 27: Διάρκεια καθυστερήσεων 3ης χρονικής περιόδου

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 1                 | 0                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 2                 | 0                     |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 5                 | 1                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                   | 5                 | 0                     |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                   | 3                 | 0                     |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης | 5                   | 5                 | 0                     |

|    |  |                   |   |   |   |
|----|--|-------------------|---|---|---|
| 11 | Εγκατάσταση φωτοηλεκτρικού Συμβατικός                | ανιχνευτή καπνού– | 1 | 1 | 0 |
| 12 | Τοποθέτηση τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | εγκατάστασης      | 2 | 2 | 0 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                          |                   | 3 | 3 | 0 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού                                |                   | 1 | 2 | 1 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς                                 |                   | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση φωτισμού                                 | προστασίας        | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                     |                   | 3 | 3 | 0 |

Στο τρίτο παράθυρο υπήρξαν δύο καθυστερημένες δραστηριότητες, όπως φαίνεται παραπάνω, οι οποίες είχαν μηδενικό αντίκτυπο στη συνολική διάρκεια του έργου.

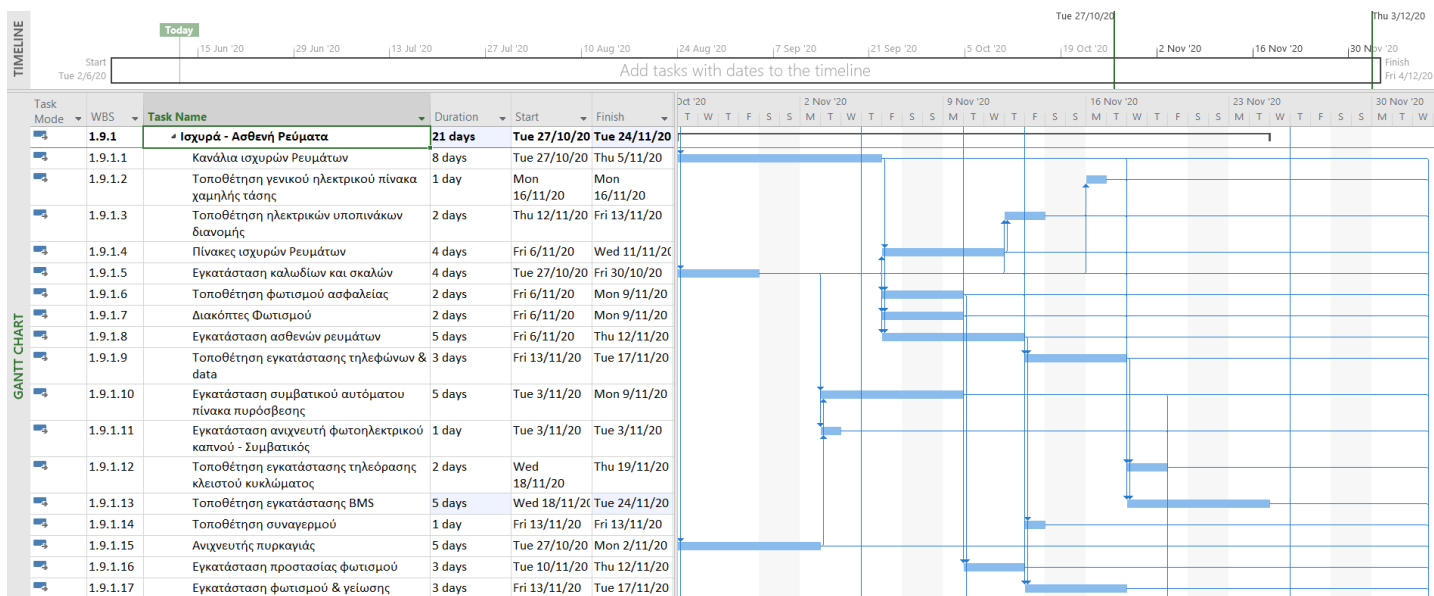


Σχήμα 4-30: 4η χρονική περίοδος

**Πίνακας 28: Διάρκεια καθυστερήσεων 4ης χρονικής περιόδου**

| A/A | Δραστηριότητες Έργου  | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστερήσης |
|-----|---|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων  | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης                | 1                      | 2                    | 1                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής                         | 2                      | 4                    | 2                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων  | 4                      | 4                    | 0                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού  | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5                      | 5                    | 0                        |
| 11  | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1                      | 1                    | 0                        |
| 12  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2                      | 3                    | 1                        |
| 13  | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3                      | 3                    | 0                        |
| 14  | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1                      | 1                    | 0                        |
| 15  | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5                      | 5                    | 0                        |
| 16  | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3                      | 3                    | 0                        |
| 17  | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3                      | 3                    | 0                        |

Όπως έγινε σαφές από τα παραπάνω, οι τρεις καθυστερημένες δραστηριότητες που υπήρξαν κατά την τέταρτη χρονική περίοδο, καθυστέρησαν την ολοκλήρωση του έργου κατά 2 ημέρες.



Σχήμα 4-31: 5η χρονική περίοδος

Πίνακας 29: Διάρκεια καθυστερήσεων 5ης χρονικής περιόδου

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστερήσης |
|-----|--|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                      | 1                    | 0                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                      | 2                    | 0                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                      | 4                    | 0                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης | 5                      | 5                    | 0                        |

|           |   |                         |   |   |   |
|-----------|---|-------------------------|---|---|---|
| <b>11</b> | Εγκατάσταση φωτοηλεκτρικού Συμβατικός     | ανιχνευτή καπνού–       | 1 | 1 | 0 |
| <b>12</b> | Τοποθέτηση τηλεόρασης κλειστού τηλεόρασης | εγκατάστασης κυκλώματος | 2 | 2 | 0 |
| <b>13</b> | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS               |                         | 3 | 5 | 2 |
| <b>14</b> | Τοποθέτηση συναγερμού                     |                         | 1 | 1 | 0 |
| <b>15</b> | Ανιχνευτής πυρκαγιάς                      |                         | 5 | 5 | 0 |
| <b>16</b> | Εγκατάσταση φωτισμού                      | προστασίας              | 3 | 3 | 0 |
| <b>17</b> | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης          |                         | 3 | 3 | 0 |

Όπως έγινε σαφές, η μία και μοναδική καθυστερημένη δραστηριότητα που υπήρξε κατά την παραπάνω χρονική περίοδο, καθυστέρησε την ολοκλήρωση της κατηγορίας ισχυρά – ασθενή ρεύματα κατά 2 ημέρες.



**Πίνακας 30: Συνολικά αποτελέσματα ανάλυσης των καθυστερήσεων**

| 4.1.1  | 4.1.2  | 4.1.3                                 | 4.1.4  | 4.1.5   | 4.1.6 | 4.1.7  | 4.1.8   | 4.1.9 | 4.1.10  |
|--|--|---------------------------------------|--|---|-------|--|---|-------|---|
| 9 ημέρες καθυστέρηση έργου,<br>5 ημέρες καθυστέρηση Ισχυρών - Ασθενών Ρευμάτων | 1 <sup>η</sup> καθυστέρηση<br><br>Μηδενική καθυστέρηση | 2 ημέρες καθυστέρηση ευθύνη ανάδοχου  | Ευθύνη ιδιοκτήτη<br><br>2 ημέρες καθυστέρηση | 1 <sup>ο</sup> παράθυρο<br><br>Καμία καθυστέρηση                                    |       | 1 <sup>η</sup> δραστηριότητα<br><br>Μηδενική καθυστέρηση | 9 ημέρες καθυστέρηση οι δραστηριότητες<br>5 ημέρες καθυστέρηση η διάρκεια του έργου |       | 1 <sup>η</sup> χρονική περίοδος<br><br>Καμία καθυστέρηση  |
|  | 2 <sup>η</sup> καθυστέρηση<br><br>2 ημέρες καθυστέρηση | 2 ημέρες καθυστέρηση ευθύνη εργολάβου | Ευθύνη εργολάβου<br><br>2 ημέρες καθυστέρηση | 2 <sup>ο</sup> παράθυρο<br><br>2 δραστηριότητες καθυστέρηση<br>Μηδενική καθυστέρηση |       | 2 <sup>η</sup> δραστηριότητα<br><br>1 ημέρα καθυστέρηση  |   |       | 2 <sup>η</sup> χρονική περίοδος<br>1 καθυστερημένη δραστηριότητα<br>Μηδενική καθυστέρηση στο έργο   |
|  | 3 <sup>η</sup> καθυστέρηση<br><br>1 ημέρα καθυστέρηση  |                                       |  | 3 <sup>ο</sup> παράθυρο<br><br>1 δραστηριότητα καθυστέρηση<br>Μηδενική καθυστέρηση  |       | 3 <sup>η</sup> δραστηριότητα<br><br>Μηδενική καθυστέρηση |   |       | 3 <sup>η</sup> χρονική περίοδος<br>2 καθυστερημένες δραστηριότητες<br>Μηδενική καθυστέρηση στο έργο |
|  | 4 <sup>η</sup> καθυστέρηση<br><br>Μηδενική καθυστέρηση |                                       |  | 4 <sup>ο</sup> παράθυρο<br><br>2 δραστηριότητες καθυστέρηση<br>3 ημέρες καθυστέρηση |       | 4 <sup>η</sup> δραστηριότητα<br><br>Μηδενική καθυστέρηση |   |       | 4 <sup>η</sup> χρονική περίοδος<br>3 καθυστερημένες δραστηριότητες<br>2 ημέρες καθυστέρηση στο έργο |
|  | 5 <sup>η</sup> καθυστέρηση<br><br>Μηδενική καθυστέρηση |                                       |  | 5 <sup>ο</sup> παράθυρο<br><br>1 δραστηριότητα καθυστέρηση<br>2 ημέρες καθυστέρηση  |       | 5 <sup>η</sup> δραστηριότητα<br><br>Μηδενική καθυστέρηση |   |       | 5 <sup>η</sup> χρονική περίοδος<br>1 καθυστερημένη δραστηριότητα<br>2 ημέρες καθυστέρηση στο έργο   |
|  | 6 <sup>η</sup> καθυστέρηση<br><br>2 ημέρες καθυστέρηση |                                       |  |   |       | 6 <sup>η</sup> δραστηριότητα<br><br>2 ημέρες καθυστέρηση |   |       |   |
|  | 7 <sup>η</sup> καθυστέρηση<br><br>Μηδενική καθυστέρηση |                                       |  |   |       | 7 <sup>η</sup> δραστηριότητα<br><br>Μηδενική καθυστέρηση |   |       |   |

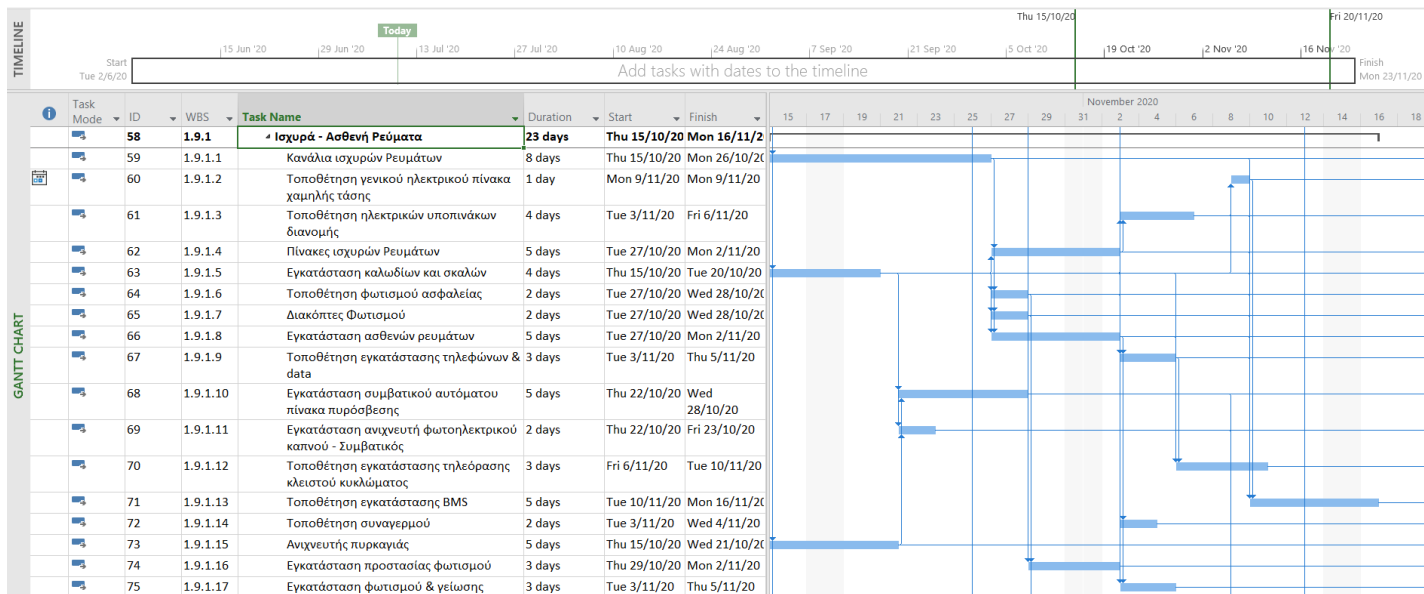
## 4.2 Προτεινόμενη μέθοδος ανάλυσης καθυστερήσεων

Χρησιμοποιώντας τις ήδη υπάρχουσες τεχνικές για την ανάλυση των καθυστερήσεων σε ένα έργο, θεωρώ ότι υπάρχει χώρος για νέες μεθόδους. Η νέα μέθοδος η οποία προτείνεται και παρουσιάζεται παρακάτω, ονομάζεται όλες εκτός από μία (Everything but one). Η ονομασία της μεθόδου προδίδει και τον τρόπο εφαρμογής της.

Η τεχνική αυτή, χρησιμοποιεί το as planned χρονοδιάγραμμα του έργου, αφαιρώντας κάθε φορά μία καθυστερημένη δραστηριότητα. Αν για παράδειγμα το έργο έχει 10 καθυστερημένες δραστηριότητες στο as planned χρονοδιάγραμμα, τότε η τεχνική αυτή κατά την πρώτη επανάληψη, θα προσθέσει στο as planned χρονοδιάγραμμα, τις 9 από αυτές. Με τον τρόπο αυτόν θα φανεί αν η δραστηριότητα που παραλείφθηκε είχε κάποιον αντίκτυπο στην καθυστέρηση του έργου ή όχι. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται άλλες 9 φορές. Παρακάτω, έγινε εφαρμογή της προτεινόμενης μεθόδου και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αυτής.

### 4.2.1 Όλες εκτός από μία (Everything but one)

Παρακάτω παρουσιάζονται τα print screen από την εφαρμογή της μεθόδου και τα αποτελέσματα αυτής. Στο σχήμα 4-32 φαίνεται το print screen με τις 6 από τις 7 καθυστερήσεις του έργου από την κατηγορία Ισχυρά – Ασθενή ρεύματα καθώς και ο πίνακας 31 όπου φαίνεται η διάρκεια όλων των καθυστερήσεων, εκτός της πρώτης που συναντάται στην κατηγορία αυτή.



Σχήμα 4-32: Επίπτωση 6 από τις συνολικά 7 καθυστερήσεις

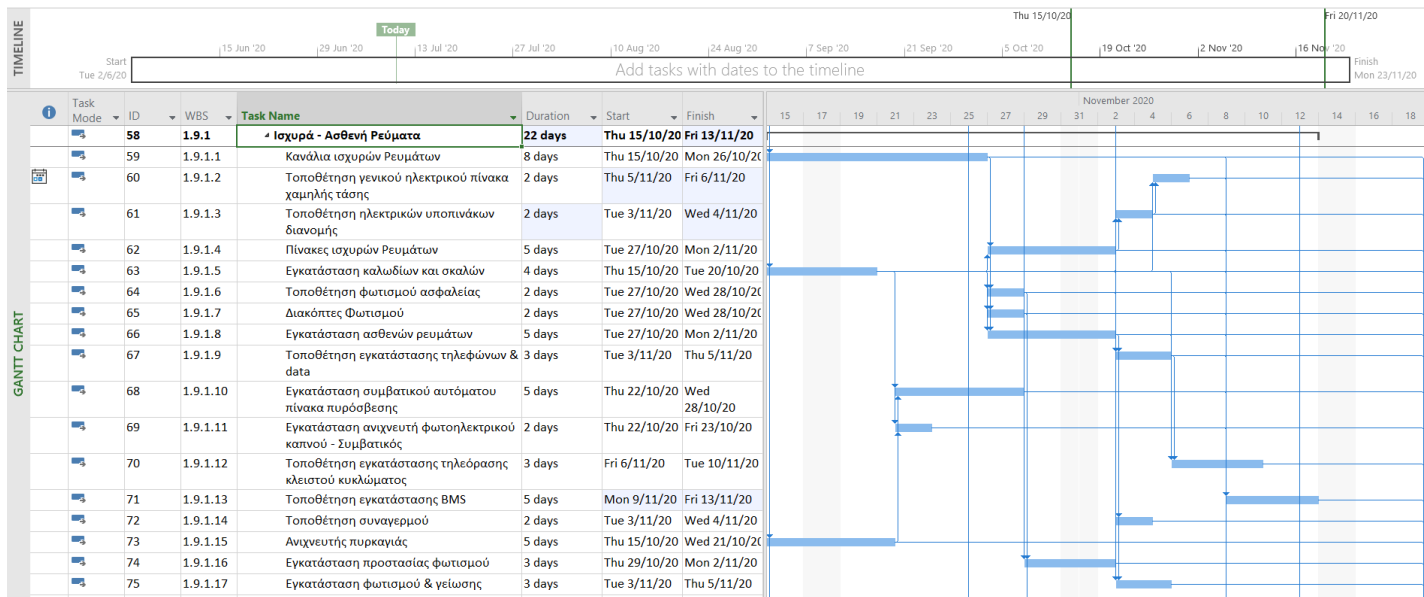
**Πίνακας 31: Διάρκεια 6 από τις συνολικά 7 καθυστερήσεις**

| A/A | Δραστηριότητες Έργου  | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστερήσης |
|-----|---|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων  | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης                | 1                      | 1                    | 0                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής                         | 2                      | 4                    | 2                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων  | 4                      | 5                    | 0                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                                   | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού  | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5                      | 5                    | 0                        |
| 11  | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1                      | 2                    | 1                        |
| 12  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2                      | 3                    | 1                        |
| 13  | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3                      | 5                    | 2                        |
| 14  | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1                      | 2                    | 1                        |
| 15  | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5                      | 5                    | 0                        |
| 16  | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3                      | 3                    | 0                        |
| 17  | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3                      | 3                    | 0                        |

Από την ανάλυση που διεξήχθη, παρατηρήθηκε ότι η δραστηριότητα που παραλήφθηκε (Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης), επηρεάζει τη διάρκεια της κατηγορίας Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα κατά 1 ημέρα. Με άλλα λόγια, η ανάλυση έδειξε ότι οι 6 από τις 7 καθυστερήσεις της κατηγορίας καθυστέρησαν την περάτωση της κατηγορίας Ισχυρά

– Ασθενή Ρεύματα κατά 4 ημέρες, ενώ η κατηγορία αυτή στο as built χρονοδιάγραμμα καθυστέρησε στην πραγματικότητα 5 ημέρες.

Στο σχήμα 4-33 φαίνεται το print screen με τις 6 από τις 7 καθυστερήσεις του έργου από την κατηγορία Ισχυρά – Ασθενή ρεύματα καθώς και ο πίνακας 32. Στην περίπτωση αυτή, παραλήφθηκε η δεύτερη δραστηριότητα που συναντάται στην κατηγορία αυτή.



Σχήμα 4-33: Επίπτωση 6 από τις 7 καθυστερήσεις

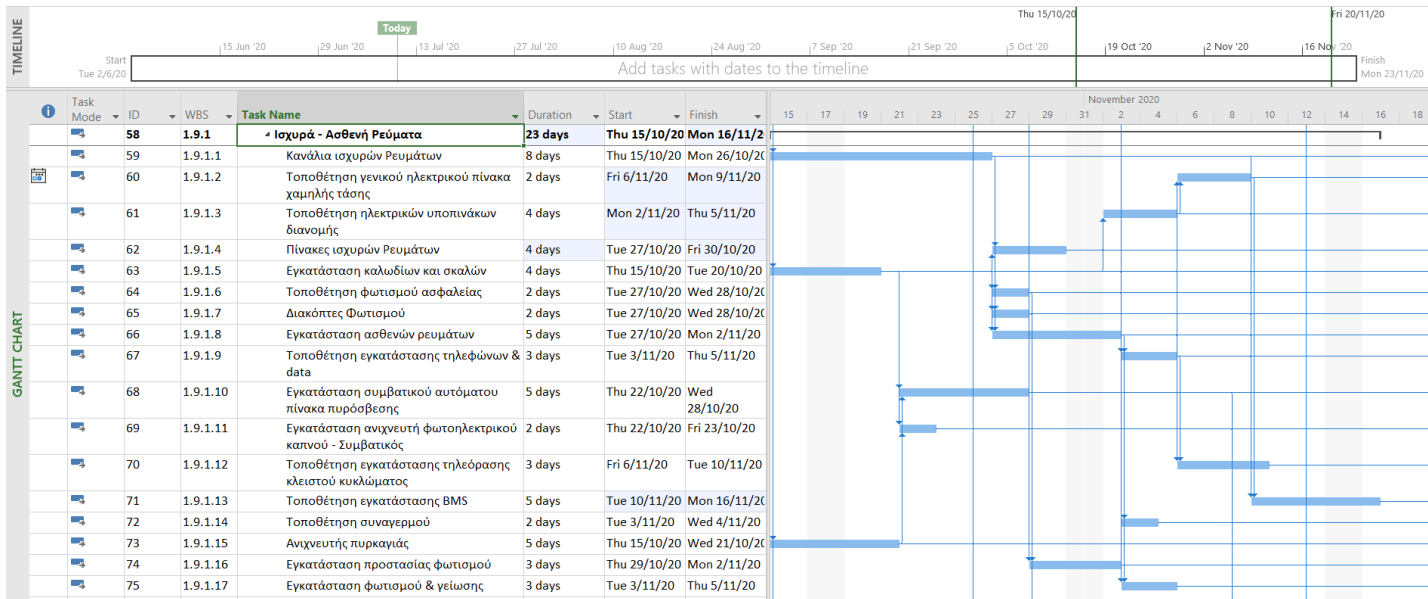
Πίνακας 32: Διάκριση 6 από τις 7 συνολικά καθυστερήσεις

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 2                 | 1                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 2                 | 0                     |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 5                 | 1                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 6  | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                                     | 2 | 2 | 0 |
| 7  | Διακόπτες φωτισμού  | 2 | 2 | 0 |
| 8  | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5 | 5 | 0 |
| 9  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3 | 3 | 0 |
| 10 | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5 | 5 | 0 |
| 11 | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1 | 2 | 1 |
| 12 | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 3 | 1 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3 | 5 | 2 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1 | 2 | 1 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3 | 3 | 0 |

Από την ανάλυση που διεξήχθη, παρατηρήθηκε ότι η δραστηριότητα που παραλήφθηκε (Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής), επηρεάζει τη διάρκεια της κατηγορίας Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα κατά 2 ημέρες. Με άλλα λόγια, η ανάλυση έδειξε ότι οι 6 από τις 7 καθυστερήσεις της κατηγορίας καθυστέρησαν την περάτωση της κατηγορίας Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα κατά 3 ημέρες, ενώ η κατηγορία αυτή στο as built χρονοδιάγραμμα καθυστέρησε στην πραγματικότητα 5 ημέρες.

Στο σχήμα 4-34 φαίνεται το print screen με τις 6 από τις 7 καθυστερήσεις του έργου από την κατηγορία Ισχυρά – Ασθενή ρεύματα καθώς και ο πίνακας 33. Στην περίπτωση αυτή, παραλήφθηκε η τρίτη δραστηριότητα που συναντάται στην κατηγορία αυτή.



Σχήμα 4-34: Επίπτωση 6 από τις 7 καθυστερήσεις

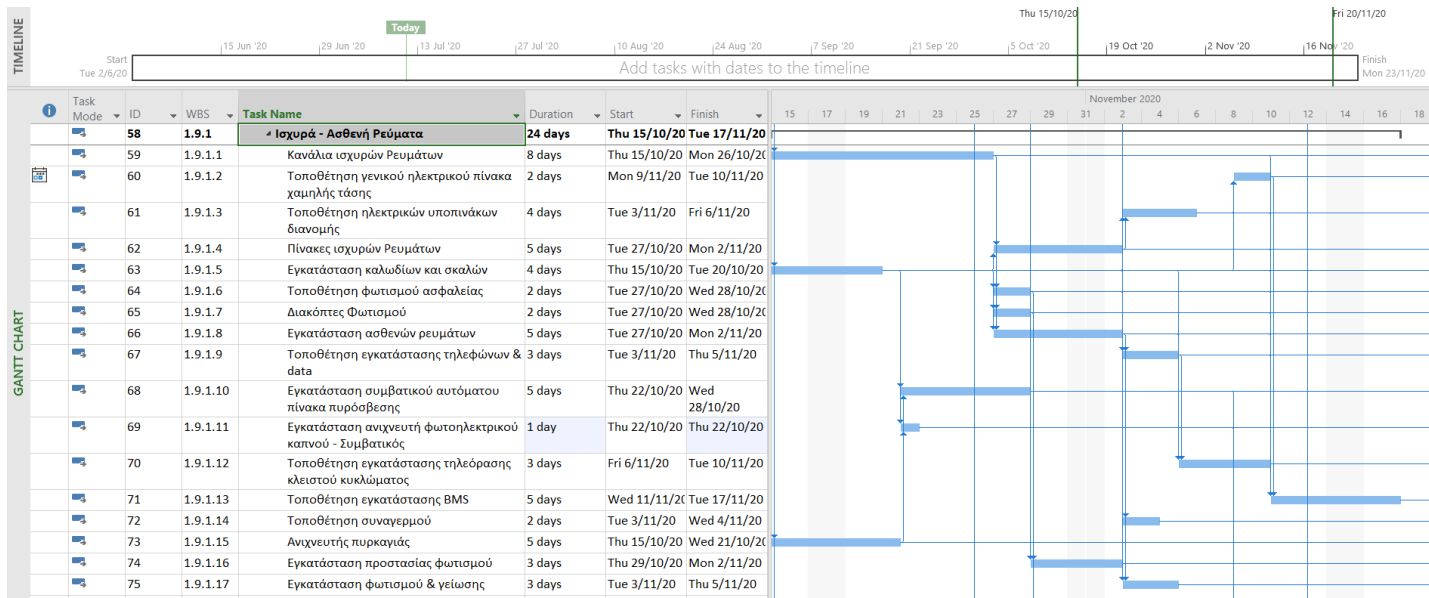
Πίνακας 33: Διάρκεια 6 από τις 7 συνολικά καθυστερήσεις

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστερήσης |
|-----|--|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                      | 2                    | 1                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                      | 4                    | 2                        |
| 4   | Πίνακες Ισχυρών ρευμάτων                           | 4                      | 4                    | 0                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                      | 2                    | 0                        |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 8  | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                                      | 5 | 5 | 0 |
| 9  | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data                        | 3 | 3 | 0 |
| 10 | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης                | 5 | 5 | 0 |
| 11 | Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού-Συμβατικός            | 1 | 2 | 1 |
| 12 | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 3 | 1 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS                                       | 3 | 5 | 2 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού   | 1 | 2 | 1 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς  | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση προστασίας φωτισμού                                   | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης                                  | 3 | 3 | 0 |

Από την ανάλυση που διεξήχθη, παρατηρήθηκε ότι η δραστηριότητα που παραλήφθηκε (Πίνακες ισχυρών ρευμάτων), επηρεάζει τη διάρκεια της κατηγορίας Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα κατά 1 ημέρα. Με άλλα λόγια, η ανάλυση έδειξε ότι οι 6 από τις 7 καθυστερήσεις της κατηγορίας καθυστέρησαν την περάτωση της κατηγορίας Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα κατά 4 ημέρες, ενώ η κατηγορία αυτή στο as built χρονοδιάγραμμα καθυστέρησε στην πραγματικότητα 5 ημέρες.

Στο σχήμα 4-35 φαίνεται το print screen με τις 6 από τις 7 καθυστερήσεις του έργου από την κατηγορία Ισχυρά – Ασθενή ρεύματα καθώς και ο πίνακας 34. Στην περίπτωση αυτή, παραλήφθηκε η τέταρτη δραστηριότητα που συναντάται στην κατηγορία αυτή.



Σχήμα 4-35: Επίπτωση 6 από τις 7 καθυστερήσεις

Πίνακας 34: Διάρκεια 6 από τις συνολικά 7 καθυστερήσεις

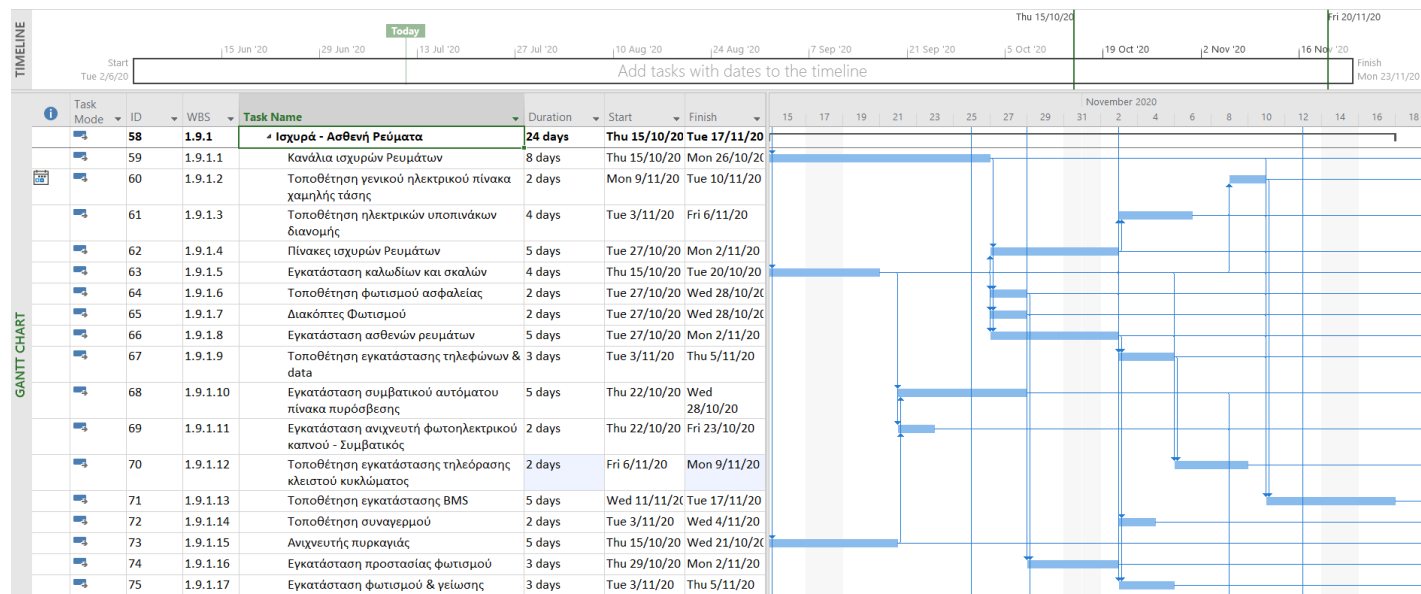
| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 2                 | 1                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 4                 | 2                     |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 5                 | 1                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                   | 5                 | 0                     |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                   | 3                 | 0                     |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης | 5                   | 5                 | 0                     |



|           |   |                         |   |   |   |
|-----------|---|-------------------------|---|---|---|
| <b>11</b> | Εγκατάσταση φωτοηλεκτρικού Συμβατικός     | ανιχνευτή καπνού–       | 1 | 1 | 0 |
| <b>12</b> | Τοποθέτηση τηλεόρασης κλειστού τηλεόρασης | εγκατάστασης κυκλώματος | 2 | 3 | 1 |
| <b>13</b> | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS               |                         | 3 | 5 | 2 |
| <b>14</b> | Τοποθέτηση συναγερμού                     |                         | 1 | 2 | 1 |
| <b>15</b> | Ανιχνευτής πυρκαγιάς                      |                         | 5 | 5 | 0 |
| <b>16</b> | Εγκατάσταση φωτισμού                      | προστασίας              | 3 | 3 | 0 |
| <b>17</b> | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης          |                         | 3 | 3 | 0 |

Από την ανάλυση που διεξήχθη, παρατηρήθηκε ότι η δραστηριότητα που παραλήφθηκε (Εγκατάσταση ανιχνευτή φωτοηλεκτρικού καπνού– Συμβατικός), δεν επηρεάζει τη διάρκεια της κατηγορίας Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα. Με άλλα λόγια, η ανάλυση έδειξε ότι οι 6 από τις 7 καθυστερήσεις της κατηγορίας καθυστέρησαν την περάτωση της κατηγορίας Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα κατά 5 ημέρες, όσες ακριβώς ήταν και οι καθυστέρηση της κατηγορίας στο as built χρονοδιάγραμμα.

Στο σχήμα 4-36 φαίνεται το print screen με τις 6 από τις 7 καθυστερήσεις του έργου από την κατηγορία Ισχυρά – Ασθενή ρεύματα καθώς και ο πίνακας 35. Στην περίπτωση αυτή, παραλήφθηκε η πέμπτη δραστηριότητα που συναντάται στην κατηγορία αυτή.



Σχήμα 4-36: Επίπτωση 6 από τις 7 καθυστερήσεις

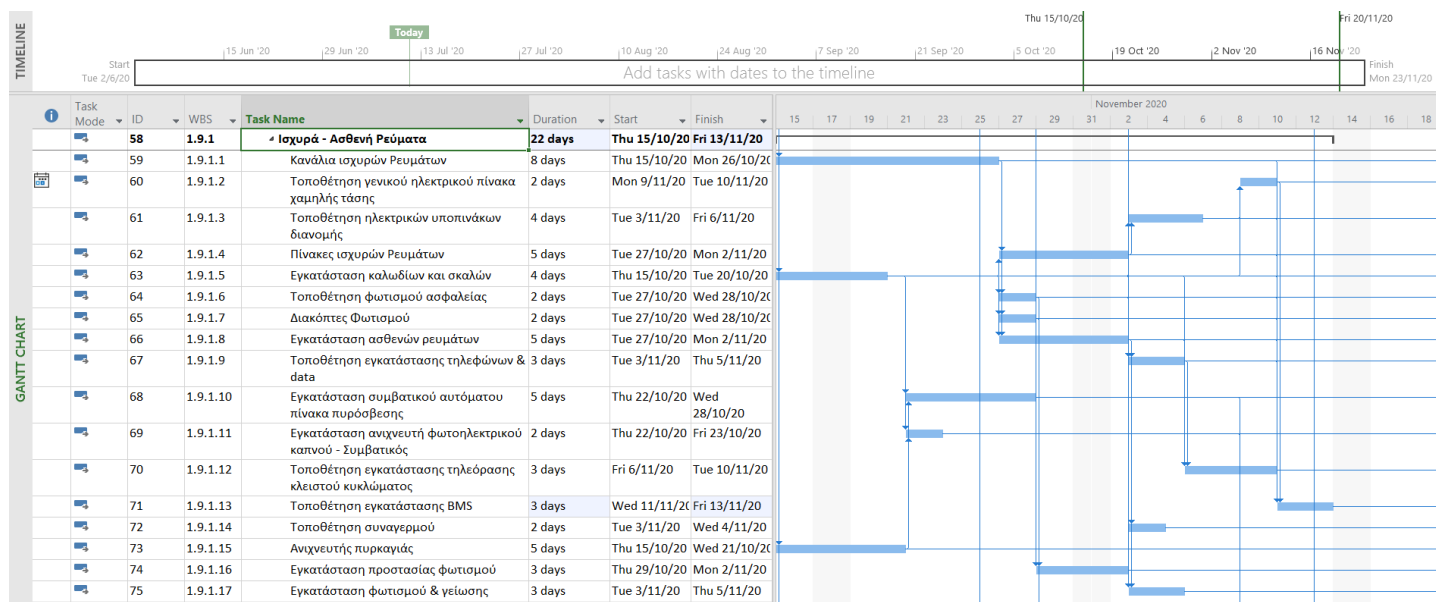
Πίνακας 35: Διάρκεια 6 από τις συνολικά 7 καθυστερήσεις

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 2                 | 1                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 4                 | 2                     |
| 4   | Πίνακες Ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 5                 | 1                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                   | 5                 | 0                     |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                   | 3                 | 0                     |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης | 5                   | 5                 | 0                     |

|           |   |                         |   |   |   |
|-----------|---|-------------------------|---|---|---|
| <b>11</b> | Εγκατάσταση φωτοηλεκτρικού Συμβατικός     | ανιχνευτή καπνού–       | 1 | 2 | 1 |
| <b>12</b> | Τοποθέτηση τηλεόρασης κλειστού τηλεόρασης | εγκατάστασης κυκλώματος | 2 | 2 | 0 |
| <b>13</b> | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS               |                         | 3 | 5 | 2 |
| <b>14</b> | Τοποθέτηση συναγερού                      |                         | 1 | 2 | 1 |
| <b>15</b> | Ανιχνευτής πυρκαγιάς                      |                         | 5 | 5 | 0 |
| <b>16</b> | Εγκατάσταση φωτισμού                      | προστασίας              | 3 | 3 | 0 |
| <b>17</b> | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης          |                         | 3 | 3 | 0 |

Από την ανάλυση που διεξήχθη, παρατηρήθηκε ότι η δραστηριότητα που παραλήφθηκε (Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης), δεν επηρεάζει τη διάρκεια της κατηγορίας Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα. Με άλλα λόγια, η ανάλυση έδειξε ότι οι 6 από τις 7 καθυστερήσεις της κατηγορίας καθυστέρησαν την περάτωση της κατηγορίας Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα κατά 5 ημέρες, όσες ακριβώς ήταν και οι καθυστέρηση της κατηγορίας στο as built χρονοδιάγραμμα.

Στο σχήμα 4-37 φαίνεται το print screen με τις 6 από τις 7 καθυστερήσεις του έργου από την κατηγορία Ισχυρά – Ασθενή ρεύματα καθώς και ο πίνακας 36. Στην περίπτωση αυτή, παραλήφθηκε η έκτη δραστηριότητα που συναντάται στην κατηγορία αυτή.



Σχήμα 4-37: Επίπτωση 6 από τις 7 καθυστερήσεις

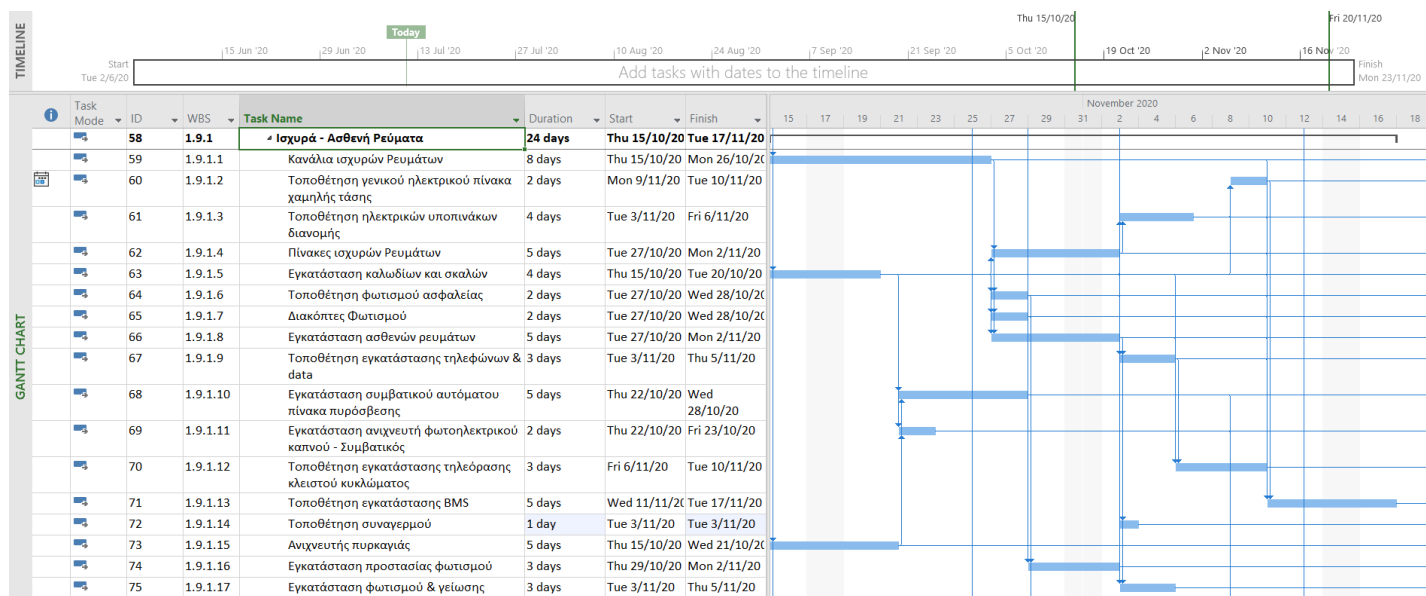
Πίνακας 36: Διάρκεια 6 από τις συνολικά 7 καθυστερήσεις

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned<br>Διάρκεια | As built<br>Διάρκεια | Διάρκεια<br>καθυστερήσης |
|-----|--|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                      | 8                    | 0                        |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                      | 2                    | 1                        |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                      | 4                    | 2                        |
| 4   | Πίνακες ισχυρών ρευμάτων                           | 4                      | 5                    | 1                        |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                      | 4                    | 0                        |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                      | 2                    | 0                        |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                      | 2                    | 0                        |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                      | 5                    | 0                        |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                      | 3                    | 0                        |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης | 5                      | 5                    | 0                        |

|           |   |                         |   |   |   |
|-----------|---|-------------------------|---|---|---|
| <b>11</b> | Εγκατάσταση φωτοηλεκτρικού Συμβατικός     | ανιχνευτή καπνού–       | 1 | 2 | 1 |
| <b>12</b> | Τοποθέτηση τηλεόρασης κλειστού τηλεόρασης | εγκατάστασης κυκλώματος | 2 | 3 | 1 |
| <b>13</b> | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS               |                         | 3 | 3 | 0 |
| <b>14</b> | Τοποθέτηση συναγερμού                     |                         | 1 | 2 | 1 |
| <b>15</b> | Ανιχνευτής πυρκαγιάς                      |                         | 5 | 5 | 0 |
| <b>16</b> | Εγκατάσταση φωτισμού                      | προστασίας              | 3 | 3 | 0 |
| <b>17</b> | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης          |                         | 3 | 3 | 0 |

Από την ανάλυση που διεξήχθη, παρατηρήθηκε ότι η δραστηριότητα που παραλήφθηκε (Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS), επηρεάζει τη διάρκεια της κατηγορίας Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα κατά 2 ημέρες. Με άλλα λόγια, η ανάλυση έδειξε ότι οι 6 από τις 7 καθυστερήσεις της κατηγορίας καθυστέρησαν την περάτωση της κατηγορίας Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα κατά 3 ημέρες, ενώ η κατηγορία αυτή στο as built χρονοδιάγραμμα καθυστέρησε στην πραγματικότητα 5 ημέρες.

Στο σχήμα 4-38 φαίνεται το print screen με τις 6 από τις 7 καθυστερήσεις του έργου από την κατηγορία Ισχυρά – Ασθενή ρεύματα καθώς και ο πίνακας 37. Στην περίπτωση αυτή, παραλήφθηκε η έβδομη δραστηριότητα που συναντάται στην κατηγορία αυτή.



Σχήμα 4-38: Επίπτωση 6 από τις 7 καθυστερήσεις

Πίνακας 37: Διάρκεια 6 από τις συνολικά 7 καθυστερήσεις

| A/A | Δραστηριότητες Έργου                               | As planned Διάρκεια | As built Διάρκεια | Διάρκεια καθυστέρησης |
|-----|--|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 1   | Κανάλια Ισχυρών Ρευμάτων                           | 8                   | 8                 | 0                     |
| 2   | Τοποθέτηση γενικού ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης | 1                   | 2                 | 1                     |
| 3   | Τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων διανομής          | 2                   | 4                 | 2                     |
| 4   | Πίνακες Ισχυρών ρευμάτων                           | 4                   | 5                 | 1                     |
| 5   | Εγκατάσταση καλωδίων και σκαλών                    | 4                   | 4                 | 0                     |
| 6   | Τοποθέτηση φωτισμού ασφαλείας                      | 2                   | 2                 | 0                     |
| 7   | Διακόπτες φωτισμού                                 | 2                   | 2                 | 0                     |
| 8   | Εγκατάσταση ασθενών ρευμάτων                       | 5                   | 5                 | 0                     |
| 9   | Τοποθέτηση εγκατάστασης τηλεφώνων και data         | 3                   | 3                 | 0                     |
| 10  | Εγκατάσταση συμβατικού αυτόματου πίνακα πυρόσβεσης | 5                   | 5                 | 0                     |

|    |                                       |   |   |   |   |
|----|---------------------------------------|---|---|---|---|
| 11 | Εγκατάσταση φωτοηλεκτρικού Συμβατικός | ανιχνευτή καπνού–                           | 1 | 2 | 1 |
| 12 | Τοποθέτηση τηλεόρασης τηλεόρασης      | εγκατάστασης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης | 2 | 3 | 1 |
| 13 | Τοποθέτηση εγκατάστασης BMS           |   | 3 | 5 | 2 |
| 14 | Τοποθέτηση συναγερμού                 |   | 1 | 1 | 0 |
| 15 | Ανιχνευτής πυρκαγιάς                  |   | 5 | 5 | 0 |
| 16 | Εγκατάσταση φωτισμού                  | προστασίας                                  | 3 | 3 | 0 |
| 17 | Εγκατάσταση φωτισμού και γείωσης      |   | 3 | 3 | 0 |

Από την ανάλυση που διεξήχθη, παρατηρήθηκε ότι η δραστηριότητα που παραλήφθηκε (Τοποθέτηση συναγερμού), δεν επηρεάζει τη διάρκεια της κατηγορίας Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα. Με άλλα λόγια, η ανάλυση έδειξε ότι οι 6 από τις 7 καθυστερήσεις της κατηγορίας καθυστέρησαν την περάτωση της κατηγορίας Ισχυρά – Ασθενή Ρεύματα κατά 5 ημέρες, όσες ακριβώς ήταν και οι καθυστέρηση της κατηγορίας στο as built χρονοδιάγραμμα.

#### 4.3 Υποθέσεις Ανάλυσης Καθυστερήσεων στην δικαστική αίθουσα

Όσον αφορά στην ανάλυση των καθυστερήσεων που εξετάστηκε σε αυτήν την διπλωματική εργασία, υπάρχουν υποθέσεις οι οποίες κατέληξαν στη δικαστική αίθουσα, με σκοπό την επίλυση των καθυστερήσεων.

Το 1999 στο δικαστήριο βρέθηκαν η διοίκηση της Henry Boot Construction (UK) και η διοίκηση της Malmaison Hotel. Στη συγκεκριμένη υπόθεση, οι καθυστερήσεις οφείλονταν σε δύο παράγοντες. Κάποιες καθυστερήσεις ήταν ευθύνη του κύριου του έργου, οι οποίες συνέβησαν εξαιτίας των κακών καιρικών συνθηκών, ενώ άλλες ήταν ευθύνη του ανάδοχου, αφού κάποιες μέρες δεν δούλεψε, όπως προβλεπόταν (Winter and Johnson, 2000). Σε αυτή την περίπτωση το δικαστήριο αποφάσισε ότι ο ανάδοχος του έργου δεν δικαιούται παράταση χρόνου για την περάτωση του έργου. Σε αυτή την περίπτωση της δικαστικής διαμάχης, όμως δεν εξετάστηκε από το δικαστήριο εάν οι καθυστερήσεις που συνέβησαν ήταν στον κρίσιμο δρόμο (CPM) (Winter and Johnson, 2000).

Σε μία ακόμη δικαστική διαμάχη και πάλι το 1999 μεταξύ των Ascon Contracting Ltd και Alfred McAlpine Construction Isle of Man Ltd, έγιναν τα εξής. Για την καθυστέρηση ορισμένων δραστηριοτήτων στο έργο, ένας υπεργολάβος και ο ανάδοχος του έργου,

αλληλοκατηγορούνταν για το ποιος φέρει την ευθύνη για τις καθυστερήσεις αυτές. Τελικά η διαφωνία αυτή κατέληξε στα δικαστήρια. Στην περίπτωση αυτή, ο δικαστής αποφάσισε ότι ο υπερβολικός δεν θα μπορούσε να αξιώσει, παράταση χρόνου και έξοδα για την παράταση αυτή, για ολόκληρη την περίοδο των καθυστερήσεων (Winter and Johnson, 2000).

Σε μία άλλη υπόθεση στη Σκωτία μεταξύ του City Inn και της Shepherd Construction, έγιναν τα εξής. Η Shepherd Construction ήταν ο ανάδοχος του έργου και παρέλαβε το έργο στις 26 Ιανουαρίου του 1998 με σκοπό να το παραδώσει στις 25 Ιανουαρίου του 1999, δηλαδή 52 εβδομάδες μετά. Τελικά το έργο παραδόθηκε στις 29 Μαρτίου του 1999, δηλαδή 9 εβδομάδες αργότερα από το προγραμματισμένο. Ο αρχιτέκτονας του έργου αργότερα αναθεώρησε την ημερομηνία παράδοσης του έργου για τις 22 Φεβρουαρίου του 1999. Από την αναθεώρηση αυτή, προέκυψε παράταση στο χρόνο παράδοσης 4 εβδομάδων. Ακόμη και σε αυτή την περίπτωση όμως, το έργο ήταν 5 εβδομάδες εκτός χρόνου παράδοσης. Η υπόθεση κατέληξε στα δικαστήρια, καθώς η εταιρεία Shepherd Construction από την καθυστέρηση αυτή, είχε ζημιές 150 χιλιάδες λίρες. Η Shepherd Construction ζήτησε επιπλέον επέκταση χρόνου 5 εβδομάδων (Keane and Caletka, 2015).

Η άποψη της διοίκησης του City Inn, ήταν ότι οι οδηγίες που δόθηκαν από τον αρχιτέκτονα δεν προκάλεσαν κάποια καθυστέρηση στην ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου. Η διοίκηση επίσης, θεώρησε ότι αν κάποιες καθυστερήσεις συνέβησαν από τον αρχιτέκτονα, τότε αυτές έγιναν ταυτόχρονα με τις καθυστερήσεις που προκλήθηκαν από τον ανάδοχο, οπότε η Shepherd Construction δεν δικαιούταν παράταση χρόνου (Keane and Caletka, 2015).

Αντίθετα η άποψη της Shepherd Construction ήταν ότι δικαιούταν 11 εβδομάδες παράταση χρόνου από την αρχικά προγραμματισμένη, δηλαδή η ημερομηνία παράδοσης του έργου ήταν για τις 14 Απριλίου του 1999. Το δικαστήριο ανακάλυψε ότι κάποιες από τις καθυστερήσεις που προκλήθηκαν ήταν ευθύνη του City Inn και άλλες ήταν ευθύνη της Shepherd Construction. Το δικαστήριο κατέληξε στο ότι η καθυστέρηση στην παράδοση του έργου ήταν αποτέλεσμα ταυτόχρονων καθυστερήσεων, οι περισσότερες εκ των οποίων ήταν αποτέλεσμα των καθυστερημένων οδηγιών που δόθηκαν από τον αρχιτέκτονα. Έτσι η απόφαση ήταν ότι η Shepherd Construction, δικαιούταν 9 εβδομάδες παράτασης χρόνου για την ολοκλήρωση των εργασιών (Keane and Caletka, 2015).

Σε μία άλλη δικαστική διαμάχη μεταξύ της εταιρείας De Beers UK Limited και της Atos Origin IT Services UK Limited, υπήρχε διαφωνία για την ευθύνη συγκεκριμένων ταυτόχρονων καθυστερήσεων. Το δικαστήριο αποφάνθηκε ότι οι καθυστερήσεις αυτές προκλήθηκαν, τόσο από τον κύριο του έργου, όσο και από τον ανάδοχο (Keane and Caletka, 2015). Έτσι και σε αυτή την περίπτωση δόθηκε παράταση χρόνου στον ανάδοχο για την ολοκλήρωση του έργου.

Στην υπόθεση μεταξύ των εταιρειών Adyard και της SD Marne Services, ο ανάδοχος Adyard, καθυστέρησε την παράδοση δύο πλοίων. Η άποψη του ανάδοχου ήταν ότι δικαιούταν παράταση χρόνου για τις καθυστερήσεις που προκλήθηκαν εξαιτίας του κύριου του έργου, οι οποίες καθυστερήσεις αυτές, προκλήθηκαν ταυτόχρονα με τις καθυστερήσεις που συνέβησαν



εξαιτίας του. Παρόλα αυτά, ο δικαστής Hamblen δεν είχε την ίδια άποψη (Keane and Caletka, 2015).

Στην περίπτωση της διαμάχης μεταξύ των η Pacific Coast Construction Co και της Greater Vancouver Regional Hospital District, το δικαστήριο αποφάσισε ότι ο ανάδοχος του έργου, δικαιούταν αποζημίωση, εξαιτίας των ενεργειών του ιδιοκτήτη του έργου (Arif and Morad, 2014).

Στην υπόθεση Foundation Co. of Canada και της United Grain Growers Ltd, η πρώτη προσέλαβε την δεύτερη για την ανακαίνιση του Cross Town Metal Industries, Ltd. Το έργο αυτό καθυστέρησε να παραδοθεί, και ο ιδιοκτήτης του έργου (Foundation Co. of Canada) μήνυσε τον ανάδοχο για την καθυστέρηση αυτή. Το δικαστήριο αποφάνθηκε ότι ο ανάδοχος ήταν υπεύθυνος για 3 μήνες καθυστέρησης του έργου. Επίσης βρήκε ότι οι συγκεκριμένες καθυστερήσεις, ήταν ταυτόχρονες με άλλες καθυστερήσεις που ήταν ευθύνη του ιδιοκτήτη (Arif and Morad, 2014). Έτσι η απόφαση του δικαστηρίου ήταν ότι ο ανάδοχος δικαιούταν 75% αποζημίωση, ενώ ο ιδιοκτήτης μόλις 25%.

#### 4.4 Αποτελέσματα

Σύμφωνα με την ανάλυση που διεξήχθη στην εργασία αυτή, έγινε σαφές ότι τα αποτελέσματα διαφέρουν, ανάλογα με την τεχνική που χρησιμοποιείται. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων, παρουσιάστηκαν παραπάνω στον Πίνακα 30. Σύμφωνα με αυτά, ορισμένες τεχνικές μπορούν να καθορίσουν ποιο από τα εμπλεκόμενα μέρη ευθύνεται για τις καθυστερήσεις, ενώ άλλες δεν μπορούν να το δηλώσουν αυτό ξεκάθαρα. Το ερώτημα που προκύπτει αβίαστα είναι, αφού οι μέθοδοι εξετάζουν το ίδιο θέμα της ανάλυσης των καθυστερήσεων σε ένα έργο, γιατί η κάθε μέθοδος εξάγει διαφορετικά αποτελέσματα;

Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα είναι η εξής. Οι μέθοδοι που εξετάστηκαν στην εργασία, χρησιμοποιούν τεχνάσματα για την ανάλυση των καθυστερήσεων στο έργο που εξετάστηκε. Η τεχνική για παράδειγμα, η οποία συγκρίνει το χρονοδιάγραμμα όπως χτίστηκε, το χρονοδιάγραμμα όπως είχε αρχικώς προγραμματιστεί (σελίδα 33), δεν μπορεί να διαχωρίσει ποιες δραστηριότητες καθυστέρησαν εξαιτίας του κύριου του έργου και ποιες ήταν ευθύνες του ανάδοχου. Αυτό συμβαίνει γιατί η μέθοδος αυτή, δεν απαιτεί τέτοιες πληροφορίες για την εφαρμογή της. Επομένως, σε περίπτωση που ο αναλυτής επιθυμεί να βρει ποιες ευθύνεται για τις καθυστερήσεις του έργου, δεν είναι σκόπιμο να χρησιμοποιήσει τη μέθοδο, η οποία συγκρίνει το χρονοδιάγραμμα όπως χτίστηκε με το χρονοδιάγραμμα όπως είχε προγραμματιστεί.

Το επόμενο ερώτημα που προκύπτει μετά την ανάλυση των καθυστερήσεων του έργου, είναι για ποιο λόγο τα αποτελέσματα των αναλύσεων, δηλαδή οι ημέρες καθυστέρησης των δραστηριοτήτων του έργου, διαφέρουν από μέθοδο σε μέθοδο. Αυτό οφείλεται κυρίως σε δύο

παράγοντες. Αρχικά, στα τεχνάσματα της κάθε μεθόδου. Για παράδειγμα, με τη χρήση της τεχνικής επιπτώσεις τους αρχικού χρονοδιαγράμματος, η κάθε καθυστερημένη δραστηριότητα, προστίθεται στο έργο, μαζί με όλες τις προηγούμενες. Αντίθετα, η τεχνική ανάλυση επιπτώσεων χρόνου, εξετάζει την κάθε δραστηριότητα που καθυστέρησε ξεχωριστά, χωρίς να προσθέτει και όλες τις προηγούμενες μαζί.

Ο άλλος βασικός παράγοντας στον οποίο οφείλεται η προαναφερθείσα διαφορά, είναι η σύνδεση των δραστηριοτήτων. Με άλλα λόγια, κατά τη μοντελοποίηση του έργου στο MS Project, οι δραστηριότητες συνδέονται μεταξύ τους. Για παράδειγμα για να ξεκινήσει η δραστηριότητα τοποθέτηση ηλεκτρικών υποπινάκων, θα πρέπει να οπωσδήποτε να τελειώσουν οι δραστηριότητες πίνακες ισχυρών ρευμάτων και εγκατάσταση καλωδίων και σχαρών. Η σύνδεση αυτή, αν ήταν διαφορετική, ενδεχομένως να μην επηρέαζε τη διάρκεια της κατηγορίας ισχυρά – ασθενή ρεύματα, στο βαθμό που επηρεάστηκε. Επομένως, το συμπέρασμα που προκύπτει, είναι ότι για την καθυστέρηση της συνολικής διάρκειας του έργου, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο ποια δραστηριότητα καθυστέρησε. Αν η δραστηριότητα που καθυστέρησε βρίσκεται στον κρίσιμο δρόμο του χρονοδιαγράμματος του έργου, τότε κάθε καθυστέρηση επηρεάζει και τη συνολική διάρκεια του έργου.

Με την ανάλυση που διεξήχθη στην εργασία μπορούμε να πούμε τα εξής για τις μεθόδους των αναλύσεων καθυστερήσεων. Οι μέθοδοι όπως σχεδιάστηκε...αλλά και καταρρέον όπως χτίστηκε χρονοδιάγραμμα, μοιάζουν πολύ μεταξύ τους. Και οι δύο μέθοδοι εμπλέκουν για την ανάλυση των καθυστερήσεων και τα δύο μέρη ενός έργου (ιδιοκτήτης - ανάδοχος). Η διαφορά των δύο μεθόδων έγκειται στο γεγονός ότι η πρώτη χρησιμοποιεί το χρονοδιάγραμμα όπως είχε αρχικά προγραμματιστεί, τοποθετώντας σε αυτό μόνο τις καθυστερήσεις για τις οποίες είναι πρόθυμος να αναλάβει την ευθύνη ο ιδιοκτήτης. Το ίδιο γίνεται και το δεύτερο εμπλεκόμενο μέρος, δηλαδή τον ανάδοχο.

Αντίθετα, η μέθοδος καταρρέον όπως χτίστηκε χρονοδιάγραμμα, χρησιμοποιεί το όπως χτίστηκε χρονοδιάγραμμα και από αυτό αφαιρεί τις καθυστερήσεις για τις οποίες είναι πρόθυμος να αναλάβει την ευθύνη ο ιδιοκτήτης. Έτσι, βγαίνει το αποτέλεσμα για τις ημέρες καθυστέρησης για τις οποίες ευθύνεται ο ανάδοχος του έργου. Αντίστοιχα γίνεται και με τις καθυστερήσεις του ανάδοχου. Επομένως, αυτές οι δύο μέθοδοι είναι καλές για την ανάλυση των καθυστερήσεων, για να βγει συμπέρασμα για το ποιος ευθύνεται για την καθυστέρηση στην παράδοση του έργου.

Η μέθοδος ανάλυση παραθύρων και η μέθοδος απομόνωσης συγκεκριμένου τύπου είναι επίσης δύο τεχνικές που μοιάζουν μεταξύ τους. Η πρώτη μέθοδος χρησιμοποιεί το χρονοδιάγραμμα όπως είχε αρχικώς προγραμματιστεί και συνεχώς ανανεώνεται, ώστε να αντικατοπτρίζει την πραγματικότητα. Το χρονοδιάγραμμα χωρίζεται σε περιόδους και έτσι παρατηρούμε σε ποιες χρονικές στιγμές πραγματοποιήθηκαν οι καθυστερήσεις στο έργο, οι οποίες είχαν σαν αποτέλεσμα την καθυστέρηση στην περάτωση του έργου.

Η μέθοδος απομόνωσης συγκεκριμένου τύπου, χωρίζει το χρονοδιάγραμμα όπως είχε αρχικά προγραμματιστεί σε περιόδους, με διαφορετικό τρόπο από ότι η προαναφερθείσα μέθοδος και έτσι βγαίνουν τα αντίστοιχα αποτελέσματα.

Επομένως, οι δύο παραπάνω μέθοδοι είναι ιδανικές σε περίπτωση που θέλουμε να διαπιστώσουμε σε ποιες στιγμές έγιναν οι καθυστερήσεις στο έργο.

Σε περίπτωση που θέλουμε να δούμε ποιες δραστηριότητες είχαν αποτέλεσμα την καθυστέρηση στην περάτωση του έργου, οι ιδανικές μέθοδοι για να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση είναι η μέθοδος επιπτώσεων του αρχικού χρονοδιαγράμματος και η μέθοδος ανάλυση επιπτώσεων χρόνου. Οι δύο προαναφερθέντες μέθοδοι επικεντρώνονται σε συγκεκριμένες δραστηριότητες και πως αυτές επηρεάζουν τη συνολική διάρκεια του έργου. Επομένως αυτή η μέθοδος είναι πολύ καλή στην περίπτωση που θέλουμε να διαπιστώσουμε ποιες από τις καθυστερημένες δραστηριότητες επηρέασαν τη συνολική διάρκεια του έργου.

Τέλος, όσον αφορά στη μέθοδο ολικών επιπτώσεων, η οποία τοποθετεί σε ένα διάγραμμα ράβδων, τη συνολική διάρκεια των καθυστερήσεων που συνέβησαν στο έργο, τη διάρκεια του έργου όπως είχε αρχικώς προγραμματιστεί και τη διάρκεια του έργου όταν τελικά παραδόθηκε το έργο. Με τον τρόπο αυτόν, βγαίνει η διάρκεια την οποία μπορούν τα δύο εμπλεκόμενα μέρη (ιδιοκτήτης – ανάδοχος) να διεκδικήσουν.

Η νέα μέθοδος που προτάθηκε στην εργασία αυτή, η όλες εκτός από μία, εφαρμόστηκε στην μελέτη περίπτωσης που παρουσιάστηκε και φάνηκε ότι ήταν αποτελεσματική. Είναι εύκολη στη χρήση της και μπορεί να την χρησιμοποιήσει ο οποιοσδήποτε, ακόμη και να μην είναι μηχανικός, όπως για παράδειγμα ένας δικαστής. Η μέθοδος επίσης προσπαθεί να αντιμετωπίσει και το πρόβλημα των ταυτόχρονων καθυστερήσεων, που άλλες μέθοδοι δεν μπορούν να τις αντιμετωπίσουν καλά, όπως για παράδειγμα η όπως σχεδιάστηκε vs όπως χτίστηκε. Αν το έργο έχει ταυτόχρονες καθυστερήσεις, τότε η μία από τις δύο παραλείπεται κατά την ανάλυση και στη δεύτερη επανάληψη της μεθόδου γίνεται το αντίθετο. Με τον τρόπο αυτόν φαίνεται ποια από τις δύο καθυστερήσεις επηρέασαν τη συνολική διάρκεια του έργου.

Επίσης, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω (σελίδα 82), πολλές υποθέσεις έργων οι οποίες είχαν σαν αποτέλεσμα την καθυστέρηση στην παράδοσή τους, κατέληξαν στην δικαστική αίθουσα. Αυτό έγινε καθώς, ο κύριος του έργου και ο ανάδοχος ήταν σε διαφωνία για το ποιος ευθύνεται για τις καθυστερήσεις αυτές. Στις περισσότερες των περιπτώσεων δικαιώθηκε ο ανάδοχος του έργου.

Στις περισσότερες από τις παραπάνω περιπτώσεις, οι καθυστερήσεις που συνέβησαν ήταν ταυτόχρονες. Με άλλα λόγια οι καθυστερήσεις που προκλήθηκαν από τον κύριο του έργου, συνέβησαν την ίδια περίοδο με τις καθυστερήσεις του ανάδοχου. Έτσι, εξαιτίας αυτού, ο ανάδοχος έπαιρνε πίστωση χρόνου για την παράδοση του έργου.

## 5 Συμπεράσματα

Η διεκδίκηση αξιώσεων για καθυστερήσεις στην παράδοση έργων (Delay Claims), αποτελούσε πάντα θέμα συγκρούσεων μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών (ιδιοκτήτης - ανάδοχος) ενός έργου. Υπάρχουν πολλές τεχνικές για την ανάλυση των καθυστερήσεων σε ένα έργο. Κάποιες από αυτές εστιάζουν σε περιόδους του έργου, άλλες σε συγκεκριμένες δραστηριότητες που έχουν καθυστερήσει και άλλες αποκλειστικά στη διαφορά των χρονοδιαγραμμάτων του έργου. Αναλόγως, με την τεχνική που θα χρησιμοποιήσει ο εκάστοτε αναλυτής, τα αποτελέσματα ποικίλουν. Κάποιες τεχνικές μετά την εφαρμογή τους θα δικαιώσουν τον ανάδοχο του έργου και άλλες τον κύριο αυτού. Επομένως, σε τέτοιες καταστάσεις διεκδίκησης αξιώσεων για την καθυστέρηση στην παράδοση του έργου, είναι δύσκολο να δηλώσει κάποιος με βεβαιότητα, ποιος ευθύνεται για την καθυστέρηση αυτή, αφού ο κάθε αναλυτής αναλόγως με την τεχνική που θα χρησιμοποιήσει, θα εξαγάγει δικά του αποτελέσματα, τα οποία είναι πολύ πιθανόν να διαφέρουν από αναλυτή σε αναλυτή. Παρόλα αυτά η ανάλυση, με οποιαδήποτε από τις παραπάνω τεχνικές, θα μας δώσει πολύτιμα στοιχεία, τα οποία ίσως μπορέσουν να οδηγήσουν στη λύση των συγκρούσεων για τις καθυστερήσεις. Με άλλα λόγια, αν από την εφαρμογή των τεχνικών ανάλυσης των καθυστερήσεων, συμπεράνουμε ότι ο ανάδοχος, για παράδειγμα, ευθύνεται για το 60% της καθυστέρησης στην παράδοση του έργου, μπορεί να γίνει κάποια συμφωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών, ώστε να αποφευχθεί η χρονοβόρα και κοστοβόρα διαδικασία της διαμάχης στα δικαστικά έδρανα.

Στο σημείο αυτό της ολοκλήρωσης της διπλωματικής εργασίας είναι ιδιαίτερα σημαντικό, να συνοψιστούν οι στόχοι που είχαν τεθεί κατά την αρχή της συγγραφής της διπλωματικής εργασίας. Οι στόχοι αυτοί είναι οι εξής:

- Διερεύνηση των υπάρχουσών τεχνικών ανάλυσης των καθυστερήσεων.
- Εφαρμογή των παραπάνω τεχνικών σε ένα case study.
- Εξαγωγή συμπερασμάτων από την εφαρμογή των τεχνικών αυτών.
- Διεύρυνση των γνώσεων μας στο θέμα του delay analysis.
- Εφαρμογή των γνώσεων που λήφθηκαν κατά την ανάπτυξη της εργασίας σε επόμενα έργα.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η δημιουργία σεναρίων σε ένα υποθετικό κατασκευαστικό έργο και η ανάλυση των καθυστερήσεων αυτών με διάφορες τεχνικές, ώστε να δούμε τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης.

Οι τεχνικές ανάλυσης καθυστερήσεων βρέθηκαν, και παρουσιάστηκαν, ενώ φάνηκε να έχουν καλά αποτελέσματα κατά την εφαρμογή τους στο έργο, το οποίο μοντελοποιήθηκε με τη χρήση του MS Project.

Τα συμπεράσματα τα οποία βγήκαν από τη διερεύνηση του θέματος του delay analysis από την εργασία αυτή, είναι γενικά και αφορούν όλους του τύπους των έργων. Ένα έργο μπορεί να είναι είτε κατασκευαστικό, είτε να είναι έργο μάρκετινγκ, είτε έργο IT, είτε HR. Η φύση του θέματος της διπλωματικής αυτής, συνάδει στο γεγονός, ώστε τα αποτελέσματα και οι τεχνικές που αναφέρθηκαν παραπάνω, να μπορούν να εφαρμοστούν σε οποιοδήποτε τύπο έργου και αν έχουμε.

Η επιλογή της μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση των καθυστερήσεων σε ένα έργο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, που παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν εκτενώς παραπάνω, όπως η πληροφορία που έχει στη διάθεση του ο εκάστοτε αναλυτής, τη στιγμή που επιλέγεται να γίνει η ανάλυση, ο χρόνος και τα χρήματα που είναι διαθέσιμα, το είδος της συμφωνημένης σύμβασης μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών και άλλα πολλά. Αναλόγως το πόσα και ποια από τα παραπάνω μπορεί να έχει στη διάθεσή του και να χρησιμοποιήσει ο αναλυτής, θα χρησιμοποιήσει και την αντίστοιχη τεχνική, μεταξύ όλων των παραπάνω που παρουσιάστηκαν στη διπλωματική εργασία.

Όμως, όσο εύκολη και αν είναι η εφαρμογή της μεθόδου στο εκάστοτε έργο, η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Ένας τέτοιος παράγοντας είναι το είδος των καθυστερήσεων, δηλαδή αν αυτές είναι ταυτόχρονες, όπου σε αυτή την περίπτωση ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης των καθυστερήσεων αυτών είναι το χρονοδιάγραμμα του έργου να διαιρεθεί σε περιόδους πριν ξεκινήσει η ανάλυση. Επομένως, η κατάλληλη μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η window analysis. Παρόλα αυτά, ακόμη και με τη χρήση της προαναφερθείσας τεχνικής, μπορεί τα αποτελέσματα να μην είναι τόσο ξεκάθαρα, για αυτό άλλωστε και οι ταυτόχρονες καθυστερήσεις, αποτελούν ακόμη και σήμερα, ένα δύσκολο πρόβλημα προς επίλυση για τους αναλυτές.

Στην διπλωματική εργασία αυτή, παρουσιάστηκε μία νέα μέθοδος για την ανάλυση των καθυστερήσεων, η όλες εκτός από μία. Η μέθοδος αυτή σε κάθε επανάληψη παραλείπει μία καθυστερημένη δραστηριότητα. Με τον τρόπο αυτό, φαίνεται ποιες δραστηριότητες επηρέασαν τη συνολική διάρκεια του έργου και ποιες δραστηριότητες όχι.

Τα βασικότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

1. Πολύ εύκολη στην εφαρμογή της.
2. Δεν απαιτείται ιδιαίτερη εμπειρία από τον αναλυτή που την χρησιμοποιεί.
3. Δεν απαιτούνται πολλές πληροφορίες για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής.
4. Προσπαθεί να λύσει το πρόβλημα των ταυτόχρονων καθυστερήσεων.

5. Η μέθοδος είναι αντικειμενική, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από τα δύο εμπλεκόμενα μέρη του έργου.

Ολοκληρώνοντας την εργασία αυτή, επισημαίνεται ότι το θέμα του delay analysis, έχει ακόμη χώρο για περαιτέρω έρευνα. Συγκεκριμένα, ένας ερευνητής, θα μπορούσε να ασχοληθεί με το παρακάτω:

- Ανάπτυξη πληροφοριακού συστήματος

Το πληροφοριακό σύστημα αυτό, αφού θα λαμβάνει υπόψη όλες τις παραμέτρους που είναι απαραίτητοι για την ανάλυση των καθυστερημένων δραστηριοτήτων, θα είναι σε θέση να υποδείξει την κατάλληλη τεχνική που πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Αν κάτι τέτοιο καταστεί εφικτό, είναι βέβαιο ότι θα λύσει τα χέρια όλων όσων ασχολούνται με το θέμα του delay analysis και ίσως μελλοντικά, επιτρέψει την εξολοκλήρου λύση του θέματος αυτού.

- Ανάπτυξη νέας μεθόδου

Η μέθοδος που θα αναπτυχθεί θα μπορούσε να αντιμετωπίζει καλύτερα σε σχέση με τις υπόλοιπες τα βασικότερα προβλήματα που συναντώνται κατά την ανάλυση των καθυστερήσεων. Τα προβλήματα αυτά είναι οι ταυτόχρονες καθυστερήσεις που συμβαίνουν στο έργο, δηλαδή οι καθυστερήσεις που συμβαίνουν και από τα δύο εμπλεκόμενα μέρη την ίδια στιγμή, καθώς και να λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάλυση οι τύποι των καθυστερήσεων.

## Κατάλογος Αναφορών

- ADHIKARI, I. & KIM, S.-Y. Selection of appropriate schedule delay analysis method: Analytical hierarchy process (AHP). 2006 Technology Management for the Global Future-PICMET 2006 Conference, 2006. IEEE, 483-488.
- ALKASS, S., MAZEROLLE, M. & HARRIS, F. 1996. Construction delay analysis techniques. *Construction Management & Economics*, 14, 375-394.
- ALKASS, S., MAZEROLLE, M., TRIBALDOS, E. & HARRIS, F. 1995. Computer aided construction delay analysis and claims preparation. *Construction Management and Economics*, 13, 335-352.
- ARDITI, D. & PATTANAKITCHAMROON, T. 2006. Selecting a delay analysis method in resolving construction claims. *International Journal of project management*, 24, 145-155.
- ARDITI, D. & ROBINSON, M. A. 1995. Concurrent delays in construction litigation. *Cost Engineering*, 37, 20.
- ARIF, F. & MORAD, A. A. 2014. Concurrent delays in construction: International legal perspective. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, 6, 04513001.
- ASSAF, S. A. & AL-HEJJI, S. 2006. Causes of delay in large construction projects. *International journal of project management*, 24, 349-357.
- BARAM, G. E. 1994. Delay analysis-Issues not for granted. *AACE International Transactions*, 1994, DCL5. 1.
- BARAM, G. E. 2000. Concurrent delays--what are they and how to deal with them? *AACE international transactions*, R7A.
- BIN YUSOF, M. A., BINTI MOHAMMAD, N. & BIN MAT DERUS, Z. 2007. EXCUSABLE AND COMPENSABLE DELAYS IN THE CONSTRUCTION OF BUILDING PROJECT—A STUDY IN THE STATES OF SELANGOR AND WILAYAH PERSEKUTUAN KUALA LUMPUR, MALAYSIA. *Change*, 49, 71.
- BORDOLI, D. W. & BALDWIN, A. N. 1998. A methodology for assessing construction project delays. *Construction Management & Economics*, 16, 327-337.
- BRAIMAH, N. 2013. Construction delay analysis techniques—A review of application issues and improvement needs. *Buildings*, 3, 506-531.
- BRAIMAH, N. & NDEKUGRI, I. 2008. Factors influencing the selection of delay analysis methodologies. *International Journal of Project Management*, 26, 789-799.
- BRAMBLE, B. B. & CALLAHAN, M. T. 2004. *Construction delay claims*, Taylor & Francis US.
- BURR, A. 2016. *Delay and disruption in construction contracts*, CRC Press.
- CHAN, A. P., HO, D. C. & TAM, C. 2001. Design and build project success factors: multivariate analysis. *Journal of construction engineering and management*, 127, 93-100.
- CONLIN, J. & RETIK, A. 1997. The applicability of project management software and advanced IT techniques in construction delays mitigation. *International Journal of Project Management*, 15, 107-120.

- DAYI, S. 2010. *Schedule delay analysis in construction projects: a case study using time impact analysis method*.
- DE LA GARZA, J. M., VORSTER, M. C. & PARVIN, C. M. 1991. Total float traded as commodity. *Journal of construction engineering and management*, 117, 716-727.
- FINKE, M. R. 1997. Contemporaneous analyses of excusable delays. *Cost Engineering*, 39, 26.
- FINKE, M. R. 1999. Window analyses of compensable delays. *Journal of Construction Engineering and Management*, 125, 96-100.
- GONZALEZ, P., GONZÁLEZ, V., MOLENAAR, K. & OROZCO, F. 2014. Analysis of causes of delay and time performance in construction projects. *Journal of construction engineering and management*, 140, 04013027.
- HAO, Q., SHEN, W., NEELAMKAVIL, J. & THOMAS, R. Change management in construction projects. Proceedings of International conference on information technology in construction, 2008.
- HEGAZY, T. & ZHANG, K. 2005. Daily windows delay analysis. *Journal of construction engineering and management*, 131, 505-512.
- HOUSEHOLDER, J. L. & RUTLAND, H. E. 1990. Who owns float? *Journal of Construction Engineering and Management*, 116, 130-133.
- HUGHES, W. 1991. Modelling the construction projects using plans of work.
- JERGEAS, G. F., WILLIAMSON, E., SKULMOSKI, G. J. & THOMAS, J. L. 2000. Stakeholder management on construction projects. *AACE International Transactions*, P12A.
- KAMANDANG, Z. R. & CASITA, C. B. 2018. Delays in Construction Project: A Review. *IPTEK Journal of Proceedings Series*.
- KEANE, P. J. & CALETKA, A. F. 2015. *Delay analysis in construction contracts*, John Wiley & Sons.
- KIM, K. & DE LA GARZA, J. M. 2005. Critical path method with multiple calendars. *Journal of construction engineering and management*, 131, 330-342.
- KRAIEM, Z. M. & DIEKMANN, J. E. 1987. Concurrent delays in construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 113, 591-602.
- LOVEJOY, V. A. 2004. Claims schedule development and analysis: Collapsed as-built scheduling for beginners. *Cost engineering*, 46, 27.
- LUCAS, E. D. 2002. Schedule analyzer pro-an aid in the analysis of delay time impact analysis. *Cost Engineering*, 44, 30.
- MAJID, M. A. & MCCAFFER, R. 1998. Factors of non-excusable delays that influence contractors' performance. *Journal of management in engineering*, 14, 42-49.
- MCCULLOUGH, R. B. 1999. CPM Schedules in construction claims from the contractor's perspective. *AACE International Transactions*, R21.
- MOHAN, S. B. & AL-GAHTANI, K. S. 2006. Current delay analysis techniques and improvements. *Cost Engineering*, 48, 12.
- MUNNS, A. K. & BJEIRMI, B. F. 1996. The role of project management in achieving project success. *International journal of project management*, 14, 81-87.



- NAM, C. & TATUM, C. 1988. Major characteristics of constructed products and resulting limitations of construction technology. *Construction management and economics*, 6, 133-147.
- NDEKUGRI, I., BRAIMAH, N. & GAMESON, R. 2008. Delay analysis within construction contracting organizations. *Journal of construction engineering and management*, 134, 692-700.
- NG, S. T., SKITMORE, M., DENG, M. Z. & NADEEM, A. 2004. Improving existing delay analysis techniques for the establishment of delay liabilities. *Construction Innovation*, 4, 3-17.
- PERERA, N. A., SUTRISNA, M. & YIU, T. W. 2016. Decision-making model for selecting the optimum method of delay analysis in construction projects. *Journal of Management in Engineering*, 32, 04016009.
- RUBIN, R. A. 1983. *Construction claims: analysis, presentation, defense*, Van Nostrand Reinhold Company.
- SCHUMACHER, L. 1995. Quantifying and apportioning delay on construction projects. *Cost engineering*, 37, 11.
- SGARLATA, M. A. & BRASCO, C. J. 2004. Successful claims resolution through an understanding of the law governing allocation of risk for delay and disruption. *CM ejournal*, CMAA, Available from <http://cmaanet.org/ejournal.php>.
- SHAHHOSSEINI, V. & SEBT, M. 2011. Competency-based selection and assignment of human resources to construction projects. *Scientia Iranica*, 18, 163-180.
- STELLINGWERF, R. & ZANDHUIS, A. 2013. *ISO 21500 Guidance on project management—A Pocket Guide*, Van Haren.
- STUMPF, G. R. 2000. Schedule delay analysis. *Cost Engineering*, 42, 32.
- VAN ROOIJ, S. W. 2010. Project management in instructional design: ADDIE is not enough. *British Journal of Educational Technology*, 41, 852-864.
- WAMBEKE, B. W., HSIANG, S. M. & LIU, M. 2011. Causes of variation in construction project task starting times and duration. *Journal of construction engineering and management*, 137, 663-677.
- WINTER, J. & JOHNSON, P. Resolving complex delay claims. A report on a meeting of the UK Society of Construction Law, 2000.
- XUE, X., SHEN, Q. & REN, Z. 2010. Critical review of collaborative working in construction projects: Business environment and human behaviors. *Journal of Management in Engineering*, 26, 196-208.
- YANG, J.-B. & KAO, C.-K. 2009. Review of delay analysis methods: A process-based comparison. *The Open Construction and Building Technology Journal*, 3.
- YANG, J.-B. & YIN, P.-C. 2009. Isolated collapsed but-for delay analysis methodology. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135, 570-578.
- ZACK, J. G. 2001. But-for schedules-analysis and defense. *Cost Engineering*, 43, 13-17.
- ZAIMI, A. & MUHD, M. 1997. *Non-excusable delays in construction*. Loughborough University.