



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:

Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)

ΕΛΕΝΗ ΤΟΥΡΝΑΚΗ

Επιβλέπων Καθηγητής:

Ασκούνης Δ., Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2018

*Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)*

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας τη διπλωματική μου εργασία δε θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με βοήθησαν και στήριξαν την προσπάθειά μου τον τελευταίο χρόνο.

Καταρχάς, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας κ. Δ. Ασκούνη για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα όσο αυτό το οποίο πραγματεύεται η παρούσα εργασία. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την υποψήφια διδάκτορα Ευμορφία Μπιλίρη για την καθοδήγησή της, την ενθάρρυνση και την υποστήριξή της καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω τον Supervisor μου στο CERN κ. Thomas Zickler για την εμπιστοσύνη του, τη βοήθειά του, την καθοδήγησή του και το χρόνο που μου διέθεσε και συνεχίζει να μου διαθέτει καθώς και τους συναδέλφους μου στον Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων χωρίς την υποστήριξη των οποίων η εκπόνηση της εργασίας αυτής δε θα ήταν εφικτή. Ιδιαίτερες ευχαριστίες στη Rocio Martinez-Estebanez, το Lucio Fiscarelli, τον Carlo Petrone και το Stephan Russenschuck.

Ευχαριστίες οφείλω, επίσης, σε όλη την ομάδα υποστήριξης του Ηλεκτρονικού Συστήματος Διαχείρισης Συντήρησης του CERN και ιδιαίτερα στους Tsvetelin Krastev, Lukasz Pater, Juan Mesa, Andrea Bolognesi, Jose Pintor Freire και David Widegren για την πολύτιμη βοήθειά τους στα θέματα που σχετίζονται τόσο με το σχεδιασμό όσο και με την υλοποίηση του νέου Πληροφοριακού Συστήματος που πραγματεύεται αυτή η εργασία καθώς και για την υπομονή τους και τις γνώσεις που μου μετέδωσαν.

Τέλος, δε θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου για την αγάπη και την αμέριστη στήριξή της σε κάθε μου απόφαση και βήμα. Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω, ακόμη, στους φίλους μου, νέους και παλιούς, οι οποίοι είτε βρίσκονται στην Ελβετία είτε στην Ελλάδα είναι πάντοτε δίπλα μου.

Ελένη Τουρνάκη

Γενεύη, Σεπτέμβριος 2018.

*Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι, αρχικά, η παρουσίαση και η ανάλυση και, στη συνέχεια, η εφαρμογή μεθοδολογίας για την ανάπτυξη Πληροφοριακών Συστημάτων. Συγκεκριμένα, η εργασία στοχεύει στην αναγνώριση των προκλήσεων που αντιμετωπίζονται σε έργα ανάπτυξης λογισμικού και στην επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας ώστε να γίνονται σωστές επιλογές και να ακολουθούνται καλές πρακτικές κατά τη διαδικασία της ανάπτυξης. Η εργασία επικεντρώθηκε στις φάσεις από τις οποίες περνάει ένα σύστημα κατά τη διαδικασία ανάπτυξής του (Ανάλυση Συστημάτων, Σχεδιασμός Συστημάτων, Προγραμματισμός, Δοκιμές, Μετατροπή, Παραγωγή και Συντήρηση) ανεξάρτητα από το μοντέλο κύκλου ζωής που επιλέγεται, αφού αυτό που διαφοροποιεί τα μοντέλα δεν είναι η σύλληψη των φάσεων αυτών καθ' αυτών αλλά η διάταξή τους.

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας πραγματοποιήθηκε στον Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων του Διεθνούς Ερευνητικού Οργανισμού CERN για την ανάπτυξη του Πληροφοριακού του Συστήματος, το οποίο θα συγκεντρώνει όλες τις απαραίτητες λειτουργίες και πληροφορίες για τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων του. Αρχικά, περιγράφηκε το υπάρχον σύστημα του Τομέα και στη συνέχεια παρουσιάστηκε το νέο, υπό ανάπτυξη, σύστημα και αναλύθηκαν οι λόγοι για τους οποίους έγιναν συγκεκριμένες επιλογές τόσο κατά το σχεδιασμό όσο και κατά την υλοποίησή του βάσει των ιδιαίτερων συνθηκών και χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης.

Λέξεις κλειδιά: Ανάπτυξη Συστημάτων, Ανάλυση Συστημάτων, Σχεδιασμός Συστημάτων, Πληροφοριακά Συστήματα, Μοντέλα Κύκλου Ζωής Λογισμικού, CERN.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is, at first, to present and analyse and, then, to apply a methodology for Information Systems development. More specifically, the current thesis aims to identify the challenges faced in software development projects and to review the literature in order to facilitate the decision-making and to point out good practices in the development process. This work focused on the phases that a system undergoes during its development process (Systems Analysis, Systems Design, Programming, Testing, Conversion, Production and Maintenance) regardless the software development life cycle model which is chosen, since what differentiates the models is not the definition of the phases themselves, but their layout.

The case study was carried out at the Magnetic Measurements Section of the International Research Organisation CERN for the development of its Information System, which integrates all the functions and information, which are essential for its activities. At first, the existing system of the Section was described and, then, the new, under development, system was presented and the reasons why some choices were made concerning both its design and its implementation were analysed based on the particular circumstances and characteristics of this specific case study.

Keywords: Systems Development, Systems Analysis, Systems Design, Information Systems, Software Development Lifecycle Models, CERN.

Πίνακας περιεχομένων

1.	Εισαγωγή.....	8
1.1.	Γενικά.....	8
1.2.	Αντικείμενο & Στόχος Εργασίας.....	10
1.3.	Διάρθρωση Εργασίας.....	10
2.	Βιβλιογραφική Επισκόπηση	11
2.1.	Εισαγωγή στα Πληροφορικά Συστήματα	11
2.1.1.	Ορισμός & Συστατικά Στοιχεία Πληροφοριακών Συστημάτων	11
2.1.2.	Κατηγορίες Πληροφοριακών Συστημάτων	13
2.2.	Μοντέλα Κύκλου Ζωής Πληροφοριακών Συστημάτων.....	22
2.2.1.	Μοντέλο Καταρράκτη	22
2.2.2.	Μοντέλο Πρωτοτυποποίησης.....	24
2.2.3.	Μοντέλο Λειτουργικής Επαύξησης	25
2.2.4.	Σπειροειδές Μοντέλο.....	27
2.2.5.	Μοντέλο Σχήματος V.....	29
2.2.6.	Ευέλικτο Μοντέλο.....	30
2.2.7.	Επιλογή Κατάλληλου Μοντέλου Κύκλου Ζωής.....	32
2.3.	Παράγοντες Επιτυχίας & Ρίσκου σε Έργα Ανάπτυξης Λογισμικού	34
3.	Ανάπτυξη Μεθοδολογίας.....	37
3.1.	Ανάλυση Συστημάτων	37
3.1.1.	Αναγνώριση Προβλημάτων	37
3.1.2.	Διατύπωση Λύσης.....	40
3.1.3.	Ορισμός Πληροφοριακών Απαιτήσεων	47
3.2.	Σχεδιασμός Συστημάτων.....	49
3.2.1.	Αρχιτεκτονικές Πληροφοριακών Συστημάτων.....	49
3.2.2.	Ολοκλήρωση Πληροφοριακών Συστημάτων	54
3.3.	Προγραμματισμός	55
3.4.	Δοκιμές	55
3.5.	Μετατροπή.....	57

*Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)*

3.5.1.	Στρατηγικές Μετατροπής.....	57
3.5.2.	Διαχείριση Αλλαγής.....	60
3.6.	Παραγωγή & Συντήρηση.....	63
4.	Εφαρμογή της Μεθόδου/Μελέτη Περίπτωσης.....	66
4.1.	Εισαγωγή.....	66
4.1.1.	Ο Διεθνής Οργανισμός CERN.....	66
4.1.2.	Ο Τομέας Μαγνητικών Μετρήσεων.....	68
4.2.	Περιγραφή Υπάρχουσας Κατάστασης Πληροφοριακού Συστήματος.....	77
4.3.	Περιγραφή Νέου Πληροφοριακού Συστήματος.....	82
4.4.	Διερεύνηση Πιθανών Λύσεων & Επιλογή Προτεινόμενης Λύσης.....	88
4.5.	Υλοποίηση, Μετατροπή & Λειτουργία του Νέου Συστήματος.....	90
4.5.1.	Βελτίωση Συστήματος Υποβολής Αιτήσεων.....	90
4.5.2.	Δημιουργία Βάσης Δεδομένων Οργάνων Μέτρησης.....	95
5.	Συμπεράσματα.....	101
6.	Εισηγήσεις για Περαιτέρω Έρευνα.....	104
	Βιβλιογραφία.....	106

1. Εισαγωγή

1.1. Γενικά

Οι σύγχρονες επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν αρκετές προκλήσεις: τόσο το οικονομικό όσο και το επιχειρηματικό περιβάλλον είναι ασταθές, ενώ οι τεχνολογικές εξελίξεις προχωρούν με ταχύτατους ρυθμούς. Τα Πληροφοριακά Συστήματα χρησιμοποιούνται σήμερα σε κάθε επιχείρηση ανεξάρτητα από το μέγεθός της και το πεδίο στο οποίο δραστηριοποιείται. Οι ανάγκες του σύγχρονου επιχειρηματικού περιβάλλοντος και οι τεχνολογικές καινοτομίες επιβάλλουν αφενός τη συντήρηση των παλιών και αφετέρου τη δημιουργία καινούργιων Πληροφοριακών Συστημάτων. Έτσι, κάθε χρόνο επενδύονται στον κόσμο πολύ μεγάλα κεφάλαια τόσο για τη συντήρηση όσο και για την ανάπτυξη Πληροφοριακών Συστημάτων.

Τα Πληροφοριακά Συστήματα έχουν αλλάξει αρκετά τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι οργανισμοί τα τελευταία χρόνια. Κάποτε χρησιμοποιούνταν απλά για να αυτοματοποιήσουν τις χειροκίνητες διεργασίες, ενώ σήμερα η τεχνολογία των πληροφοριών έχει μεταμορφώσει τόσο τη φύση της εργασίας όσο και τη μορφή των ίδιων των οργανισμών.

Ένας οργανισμός είναι ένα σύστημα, αποτελούμενο, όπως όλα τα συστήματα, από εισόδους, μηχανισμούς επεξεργασίας, εξόδους και ανατροφοδότηση. Χρησιμοποιεί χρήματα, ανθρώπους, πρώτες ύλες, μηχανές και άλλον εξοπλισμό, δεδομένα, πληροφορίες και λαμβάνει αποφάσεις. Οι πόροι, όπως οι πρώτες ύλες, οι άνθρωποι και τα χρήματα, χρησιμοποιούνται ως εισοδοί στο σύστημα από το περιβάλλον και περνούν από έναν μηχανισμό που τους μετασχηματίζει σε εξόδους προς το περιβάλλον. Οι έξοδοι από τον μηχανισμό μετασχηματισμού είναι συνήθως αγαθά ή υπηρεσίες οι οποίες έχουν μεγαλύτερη αξία σε σχέση με τις εισόδους. Μέσα από την προστιθέμενη αξία των εξόδων οι οργανισμοί προσπαθούν να επιτύχουν τους στόχους τους: τη μεγιστοποίηση των μετοχών/της αξίας της επιχείρησης στην περίπτωση κερδοσκοπικών οργανισμών και την εξυπηρέτηση κάποιου κοινωφελούς σκοπού στην περίπτωση μη κερδοσκοπικών οργανισμών (πανεπιστήμια, δημόσιοι φορείς, κτλ.). Οι διαδοχικές αυτές διαδικασίες σχηματίζουν μια αλυσίδα αξίας (value chain). Σύμφωνα με τον (Porter, 1985), η αλυσίδα αξίας είναι ένα σύνολο από ανεξάρτητες διαδικασίες οι οποίες συσχετίζονται. Οι συσχετίσεις αυτές υπάρχουν όταν το αποτέλεσμα μιας διαδικασίας επηρεάζει το κόστος ή την αποδοτικότητα μιας άλλης διαδικασίας. Εξετάζοντας κάθε διαδικασία με τη σειρά και βελτιώνοντάς τη, το τελικό προϊόν ή η υπηρεσία αποκτά μεγαλύτερη αξία. Η αξία προκύπτει από τις ικανότητες, τη γνώση,

το χρόνο και την ενέργεια που επενδύει η επιχείρηση στο προϊόν ή στην υπηρεσία. Ο συνδυασμός της αλυσίδας αξίας με την παράδοση των προϊόντων και των υπηρεσιών στην ώρα τους έχει ως αποτέλεσμα να μειώνονται τα κόστη της επιχείρησης και να αυξάνεται η ικανοποίηση των πελατών (Stair, Reynolds, & Chesney, 2010).

Ποιος είναι, όμως, ο ρόλος ενός Πληροφοριακού Συστήματος σε αυτές τις διαδικασίες;

Η παραδοσιακή άποψη για τα Πληροφοριακά Συστήματα είναι ότι οι οργανισμοί τα χρησιμοποιούν για να ελέγχουν και να παρακολουθούν τις διαδικασίες και να διασφαλίζουν την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα. Ένα Πληροφοριακό Σύστημα μπορεί να προσφέρει ανατροφοδότηση από τα υποσυστήματα με ουσιαστικές πληροφορίες για τους εργαζομένους. Αυτές οι πληροφορίες συνοψίζουν την απόδοση των υποσυστημάτων και είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για να αλλάξει ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί ο οργανισμός. Με αυτή την αντίληψη το Πληροφοριακό Σύστημα είναι έξω από τις διαδικασίες και χρησιμοποιείται για την επίβλεψη και τον έλεγχό τους.

Με μια πιο σύγχρονη αντίληψη, ωστόσο, το Πληροφοριακό Σύστημα είναι τόσο στενά συνδεδεμένο με τις διαδικασίες, που ουσιαστικά αποτελεί μέρος τους. Από αυτή την άποψη το Πληροφοριακό Σύστημα έχει πρωταγωνιστικό ρόλο στη λειτουργία των διαδικασιών ανεξάρτητα από το αν παρέχει είσοδο, συμβάλλει στους μετασχηματισμούς των προϊόντων ή των υπηρεσιών ή παράγει έξοδο. Αυτή η οπτική γωνία προσφέρει μια νέα αντίληψη στο πώς και γιατί οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν Πληροφοριακά Συστήματα: αντί, πλέον, να προσπαθεί κανείς να κατανοήσει ένα Πληροφοριακό Σύστημα ανεξάρτητα από την επιχείρηση που το χρησιμοποιεί, ο ρόλος του Πληροφοριακού Συστήματος εξετάζεται μέσα από τη διαδικασία που το χρησιμοποιεί, οδηγώντας έτσι στη βελτίωση της διαδικασίας. Για παράδειγμα, πολλές επιχειρήσεις αξιολογούν, πλέον, όχι μόνο τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες τους αλλά και τον τρόπο με τον οποίο το Πληροφοριακό Σύστημα εξυπηρετεί τις ανάγκες της επιχείρησης (αν είναι εύχρηστο, φιλικό προς τους χρήστες, αν ενισχύει την παραγωγικότητα των εργαζομένων, αν εναρμονίζεται με τις πολιτικές και το όραμα της επιχείρησης κλπ.) (Μητάκος, 2015).

Συνεπώς, η διαδικασία της ανάπτυξης ενός νέου Πληροφοριακού Συστήματος είναι μία διαδικασία άρρηκτα συνδεδεμένη με τον Οργανισμό αυτόν καθ' αυτόν και τις διαδικασίες του, αρκετά πολύπλοκη και πολυπαραγοντική και απαιτεί τη μελέτη και βαθιά κατανόηση όλης της αλυσίδας αξίας.

1.2. Αντικείμενο & Στόχος Εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι αρχικά η ανάλυση και στη συνέχεια η εφαρμογή μεθοδολογίας για την ανάπτυξη Πληροφοριακών Συστημάτων. Συγκεκριμένα, η εργασία στοχεύει στην αναγνώριση των προκλήσεων που αντιμετωπίζονται σε έργα ανάπτυξης λογισμικού και στην επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας ώστε να γίνονται σωστές επιλογές και να ακολουθούνται καλές πρακτικές κατά τη διαδικασία της ανάπτυξης. Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε σε μία μελέτη περίπτωσης για την ανάπτυξη ενός Πληροφοριακού Συστήματος σε έναν Τομέα ενός Διεθνούς Ερευνητικού Οργανισμού (CERN).

1.3. Διάρθρωση Εργασίας

Η ανάπτυξη του θέματος της παρούσας εργασίας περιλαμβάνει, εκτός από το κεφάλαιο της Εισαγωγής, πέντε ακόμη κεφάλαια. Το 2^ο Κεφάλαιο (Βιβλιογραφική Επισκόπηση) εισάγει τον αναγνώστη στις βασικές έννοιες των Πληροφοριακών Συστημάτων: αρχικά δίνεται ο ορισμός τους, τα συστατικά τους στοιχεία και οι διάφορες κατηγορίες τους και στη συνέχεια παρουσιάζονται τα μοντέλα κύκλου ζωής τους και οι παράμετροι που επηρεάζουν την επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου καθώς και οι παράγοντες επιτυχίας και ρίσκου σε έργα ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων και εν γένει λογισμικού. Στο 3^ο κεφάλαιο αναπτύσσεται η μεθοδολογία με την οποία προσεγγίστηκε το θέμα. Τα στάδια της μεθοδολογίας αναλύονται ένα προς ένα, εμβαθύνοντας σε θέματα που χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης ή/και έχουν ερευνητικό ενδιαφέρον. Στο 4^ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας για την ανάπτυξη του Πληροφοριακού Συστήματος του Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων του Διεθνούς Οργανισμού CERN και οι προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν. Στην συνέχεια, ακολουθεί μία σύνοψη των εξαχθέντων συμπερασμάτων (5^ο Κεφάλαιο) και στο τελευταίο κεφάλαιο προτείνονται αντικείμενα για περαιτέρω έρευνα.

2. Βιβλιογραφική Επισκόπηση

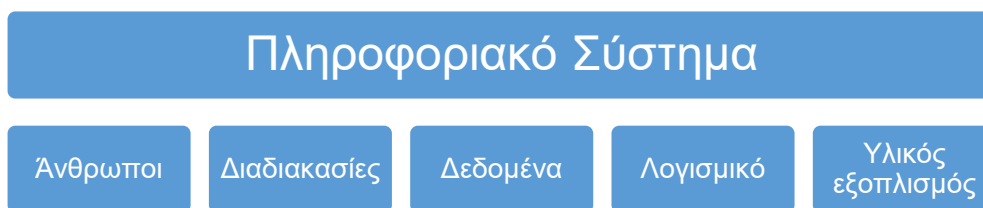
2.1. Εισαγωγή στα Πληροφοριακά Συστήματα

Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρείται μία σύντομη εισαγωγή στα Πληροφοριακά Συστήματα. Πιο συγκεκριμένα, αρχικά αναφέρεται ο ορισμός τους καθώς και τα συστατικά τους στοιχεία και στη συνέχεια αναλύονται οι διάφορες κατηγορίες τους: (α) ανάλογα με το είδος της επεξεργασίας των δεδομένων που κάνουν και σε ποια στελέχη μιας επιχείρησης απευθύνονται και (β) ανάλογα με το είδος των εφαρμογών που καλύπτουν.

2.1.1. Ορισμός & Συστατικά Στοιχεία Πληροφοριακών Συστημάτων

Ο όρος Πληροφοριακό Σύστημα (ΠΣ) αναφέρεται σε ένα σύνολο από στοιχεία για τη συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων και για την παροχή πληροφοριών, γνώσεων και ηλεκτρονικών προϊόντων. Επιχειρήσεις και οργανισμοί βασίζονται στα Πληροφοριακά Συστήματα για να διεξάγουν και να διαχειριστούν τις λειτουργίες/διαδικασίες τους, να αλληλεπιδράσουν με τους πελάτες και προμηθευτές τους και να παραμείνουν ανταγωνιστικοί στην αγορά. Τα Πληροφοριακά Συστήματα χρησιμοποιούνται, ακόμη, για τη διεξαγωγή αλυσίδων εφοδιασμού και ηλεκτρονικών αγορών. Για παράδειγμα, εταιρείες χρησιμοποιούν Πληροφοριακά Συστήματα για να επεξεργάζονται οικονομικούς λογαριασμούς, να διαχειρίζονται τους ανθρώπινους πόρους τους και να προσεγγίζουν πιθανούς πελάτες τους με διαδικτυακές προωθήσεις. Πολλές μεγάλες εταιρείες χτίζονται, μάλιστα, εξ ολοκλήρου γύρω από τα Πληροφορικά τους Συστήματα, όπως για παράδειγμα το eBay, το Amazon, το Alibaba και η Google. Ακόμη, οι κυβερνήσεις αναπτύσσουν Πληροφοριακά Συστήματα για την παροχή υπηρεσιών στους πολίτες (Zwass, 2017).

Ένα Πληροφοριακό Σύστημα, όπως ήδη αναφέρθηκε, αποτελεί ένα οργανωμένο σύνολο που αποτελείται από κάποια αλληλοεπιδρώντα στοιχεία. Αυτά είναι τα εξής: (α) οι άνθρωποι, (β) οι διαδικασίες, (γ) τα δεδομένα, (δ) το λογισμικό (software) και (ε) ο υλικός εξοπλισμός (hardware) (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Συστατικά στοιχεία Πληροφοριακών Συστημάτων

Ο υλικός εξοπλισμός είναι το μόνο τμήμα του Πληροφοριακού Συστήματος που είναι απτό. Υπολογιστές, πληκτρολόγια, σκληροί δίσκοι, tablets κτλ. είναι μερικά μόνο παραδείγματα του υλικού εξοπλισμού ενός Πληροφοριακού Συστήματος.

Το λογισμικό είναι ένα σύνολο οδηγιών που καθοδηγεί τον υλικό εξοπλισμό για το τι πρέπει να κάνει. Το λογισμικό δεν είναι απτό. Όταν οι προγραμματιστές δημιουργούν προγράμματα λογισμικού, αυτό που κάνουν ουσιαστικά είναι απλά να δημιουργούν λίστες οδηγιών που καθοδηγούν τον υλικό εξοπλισμό για τις λειτουργίες που αυτός πρέπει να επιτελέσει. Υπάρχουν αρκετές κατηγορίες λογισμικού, με τις δύο κύριες να είναι τα λειτουργικά συστήματα, τα οποία καθιστούν τον υλικό εξοπλισμό χρησιμοποιήσιμο, και το λογισμικά εφαρμογών, τα οποία παράγουν μία πρόσθετη αξία. Παραδείγματα λειτουργικών συστημάτων είναι τα Microsoft Windows σε έναν προσωπικό υπολογιστή και το Android της Google σε ένα κινητό τηλέφωνο. Παραδείγματα λογισμικών εφαρμογών είναι το Microsoft Excel και το Adobe Photoshop.

Το τρίτο στοιχείο είναι τα δεδομένα. Τα δεδομένα είναι συλλογές γεγονότων. Είναι άυλα και από μόνα τους δεν είναι ιδιαίτερα χρήσιμα. Όμως, συγκεντρωμένα, κωδικοποιημένα και οργανωμένα μαζί σε μία βάση δεδομένων, τα δεδομένα μπορούν να γίνουν ένα πολύ ισχυρό εργαλείο για τις επιχειρήσεις. Οι οργανισμοί συλλέγουν κάθε λογής δεδομένα και τα χρησιμοποιούν για να πάρουν αποφάσεις. Αυτές οι αποφάσεις μπορούν έπειτα να αναλυθούν ανάλογα με την αποτελεσματικότητά τους και ο οργανισμός να βελτιωθεί.

Το τέταρτο στοιχείο των Πληροφοριακών Συστημάτων είναι οι διαδικασίες. Οι διαδικασίες είναι μία σειρά από βήματα που γίνονται ώστε να επιτευχθεί ένα επιθυμητό αποτέλεσμα ή στόχος. Τα Πληροφοριακά Συστήματα γίνονται όλο και περισσότερο μέρος των επιχειρηματικών διαδικασιών, αυξάνοντας την παραγωγικότητα τους και επιτρέποντας τον καλύτερο έλεγχο τους. Παρόλα αυτά, η απλή αυτοματοποίηση κάποιων δραστηριοτήτων χρησιμοποιώντας την τεχνολογία δεν είναι αρκετή. Η χρησιμοποίηση της τεχνολογίας για τη διαχείριση και τη βελτίωση τόσο των εσωτερικών διαδικασιών (μέσα στην επιχείρηση) όσο και των εξωτερικών διαδικασιών

(με τους προμηθευτές και τους πελάτες της) είναι ο τελικός στόχος. Όροι όπως ανασχεδιασμός επιχειρηματικών διαδικασιών (business process re-engineering), διαχείριση επιχειρηματικών διαδικασιών (business process management), προγραμματισμός επιχειρηματικών πόρων (enterprise resource planning) αναφέρονται ακριβώς στη συνεχή βελτίωση των επιχειρηματικών διαδικασιών και στην ολοκλήρωσή τους με τη χρήση της τεχνολογίας.

Όταν σκεφτόμαστε τα Πληροφοριακά Συστήματα, είναι αρκετά συχνό το φαινόμενο να επικεντρωνόμαστε στα τεχνολογικά στοιχεία τους και να ξεχνάμε ότι πρέπει να κοιτάζουμε πέρα από αυτά τα εργαλεία για να κατανοήσουμε πλήρως τον τρόπο ενσωμάτωσής τους σε έναν οργανισμό. Η εστίαση στα άτομα που εμπλέκονται στα Πληροφοριακά Συστήματα είναι το επόμενο βήμα. Από τους εργαζόμενους στο γραφείο υποστήριξης πρώτης γραμμής, μέχρι τους αναλυτές συστημάτων, τους προγραμματιστές και τους τελικούς χρήστες, τα άτομα που ασχολούνται με τα Πληροφοριακά Συστήματα είναι ένα βασικό στοιχείο τους που δεν πρέπει να αγνοηθεί (Bourgeois, 2014).

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι κάθε προσπάθεια ανάπτυξης ενός ολοκληρωμένου Πληροφοριακού Συστήματος είναι ένα προϊόν αποτελεσματικού συνδυασμού των διαφόρων τεχνικών, οργανωσιακών και ανθρώπινων στοιχείων.

2.1.2. Κατηγορίες Πληροφοριακών Συστημάτων

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι κατηγοριοποίησης των Πληροφοριακών Συστημάτων. Ανάλογα με το είδος της επεξεργασίας των δεδομένων που κάνουν και σε ποια στελέχη μιας επιχείρησης απευθύνονται, τα Πληροφοριακά Συστήματα μπορούν να είναι (Μητάκος, 2015):

- Συστήματα επεξεργασίας δοσοληψιών (Transaction Processing Systems, TPS). Ο κύριος στόχος των συστημάτων αυτών είναι να υποστηρίξουν τις καθημερινές εργασίες ρουτίνας. Συνήθως εστιάζουν στη συλλογή, στην αποθήκευση, στην τροποποίηση, στους απλούς υπολογισμούς και στην ανάκτηση δεδομένων. Καταγράφουν και διεκπεραιώνουν τις καθημερινές δοσοληψίες της επιχείρησης με τους πελάτες της ή τις τυπικές εργασίες στον κύκλο εργασιών της επιχείρησης. Παραδείγματα τέτοιων συστημάτων αποτελούν τα συστήματα κρατήσεων θέσης, τα συστήματα τραπεζικών συναλλαγών, τα ηλεκτρονικά συστήματα αγοράς προϊόντων, τα συστήματα μισθοδοσίας και τα συστήματα διαχείρισης αποθήκης. Τα συστήματα αυτά απευθύνονται σε χαμηλόβαθμα στελέχη και τα βοηθούν να

διεκπεραιώνουν τις εργασίες τους τυπικά και προκαθορισμένα, ελαχιστοποιώντας τη δυνατότητα πρωτοβουλιών, αλλά και πιθανών λαθών.

- Συστήματα διαχείρισης πληροφοριών (Management Information Systems, MIS). Τα συστήματα διαχείρισης πληροφοριών παίρνουν τα δεδομένα που λαμβάνονται σε ακατέργαστη μορφή και τα επεξεργάζονται προκειμένου να παράγουν συγκεντρωτικές πληροφορίες. Τα δεδομένα τα οποία καταγράφουν μεμονωμένα γεγονότα δεν έχουν γενικευμένη αξία. Αντίθετα, οι συγκεντρωτικές, οργανωμένες πληροφορίες έχουν μεγάλο ενδιαφέρον για τα στελέχη μιας επιχείρησης. Αυτές παράγονται ως αποτέλεσμα επεξεργασίας στοχευμένου συνόλου δεδομένων και προβάλλονται με τη μορφή αναφορών. Οι αναφορές αυτές μπορεί να παράγονται με σταθερή συχνότητα και λαμβάνοντας συγκεκριμένα δεδομένα κάθε φορά ή να δημιουργούνται παραμετρικά οποιαδήποτε στιγμή και με βάση τα δεδομένα που επιλέγουν τα στελέχη της επιχείρησης. Τα συστήματα διαχείρισης πληροφοριών (MIS) συνεργάζονται με τα συστήματα επεξεργασίας δοσοληψιών (TPS), καθώς τα δεύτερα (TPS) συνήθως προσφέρουν τα δεδομένα που επεξεργάζονται στη συνέχεια τα πρώτα (MIS). Δεν αποκλείεται, όμως, τα συστήματα διαχείρισης πληροφοριών να χρησιμοποιούν δικά τους δεδομένα, τα οποία έχουν ήδη υποβληθεί σε επεξεργασία και έχουν αποθηκευτεί. Ο στόχος των συστημάτων διαχείρισης πληροφοριών είναι να προβάλλουν τις πληροφορίες συγκεντρωτικά με τρόπο εύκολα κατανοητό. Παραδείγματα τέτοιων πληροφοριών αποτελούν οι συγκεντρωτικές καταστάσεις εσόδων, εξόδων, παραγγελιών και πωλήσεων που αφορούν συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα.

Τα προβλήματα που επιλύουν τόσο τα συστήματα διαχείρισης πληροφοριών όσο και τα συστήματα επεξεργασίας δοσοληψιών είναι καλά ορισμένα και ανήκουν στην κατηγορία των δομημένων προβλημάτων.

- Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (Decision Support Systems, DSS). Η ύπαρξη αδόμητων και ημιδομημένων προβλημάτων στις επιχειρήσεις έκανε επιτακτική την ανάγκη δημιουργίας και χρήσης Πληροφοριακών Συστημάτων τα οποία βοηθούν στην επίλυσή τους. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως από τα μεσαία και ανώτερα στελέχη και δεν απαιτούν για τη χρήση τους ιδιαίτερες τεχνικές γνώσεις. Για την υποστήριξη των στελεχών στην επίλυση των προβλημάτων, χρησιμοποιούν, όχι μόνο τις κλασικές μεθόδους προσπέλασης και επεξεργασίας δεδομένων, αλλά και μαθηματικά μοντέλα για την ανάλυση των δεδομένων. Επίσης, χρησιμοποιούν μεθόδους της τεχνητής νοημοσύνης και των έμπειρων συστημάτων για την αποθήκευση και τη διαχείριση της γνώσης που είναι

απαραίτητη για την υποστήριξη των επιχειρηματικών αποφάσεων. Τα συστήματα αυτά μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής (Power, 2002):

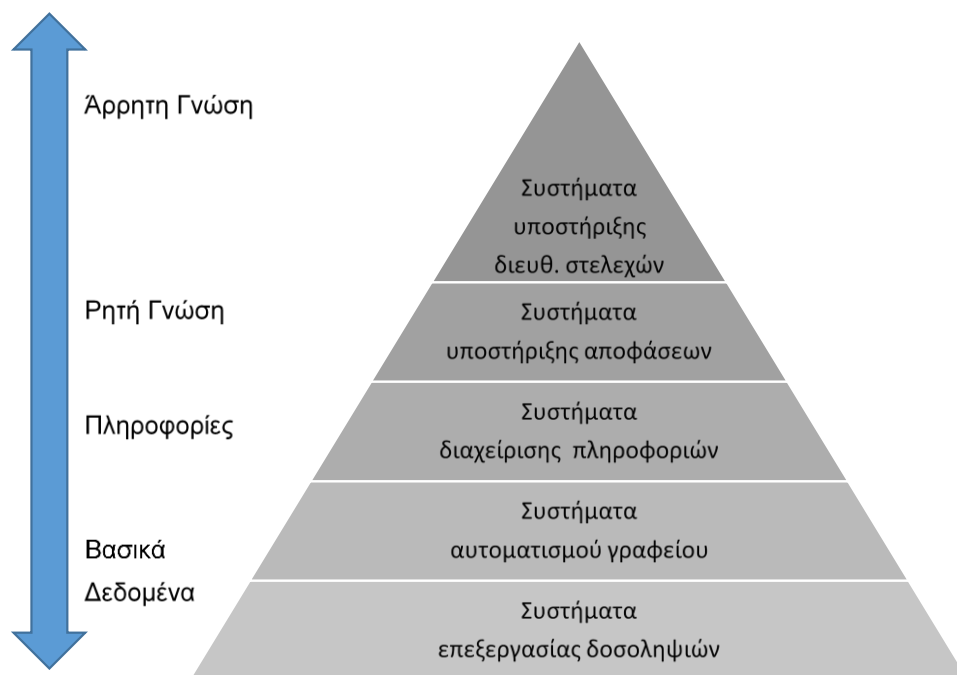
- Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων προσανατολισμένα στις επικοινωνίες (communication driven DSS), όταν υποστηρίζουν τον διαμοιρασμό πληροφοριών, την επικοινωνία, τη συνεργασία και το συντονισμό ανάμεσα σε άτομα με στόχο την κοινή λήψη αποφάσεων. Τα συστήματα αυτά βοηθούν τα στελέχη να κατανοούν καλύτερα τα προβλήματα της επιχείρησης και να λαμβάνουν ταχύτερα αποφάσεις.
- Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων προσανατολισμένα στα δεδομένα (data driven DSS), όταν στοχεύουν στην παροχή πληροφοριών από την επεξεργασία δεδομένων. Οι πληροφορίες αυτές εξάγονται όχι μόνο με την εφαρμογή κλασικών ερωτημάτων σε μια βάση δεδομένων, αλλά πολύ περισσότερο από την επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων με τεχνικές όπως είναι η εξόρυξη δεδομένων (data mining) και η άμεση αναλυτική επεξεργασία (Online Analytical Processing, OLAP).
- Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων προσανατολισμένα στα έγγραφα (document driven DSS), όταν εστιάζουν στην παροχή πληροφοριών μετά την επεξεργασία αδόμητων εγγράφων. Τέτοιου είδους πληροφορίες προκύπτουν από την επεξεργασία εγγράφων που βρίσκονται με τη μορφή ιστοσελίδων στο διαδίκτυο.
- Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων προσανατολισμένα στη γνώση (knowledge driven DSS), όταν υποστηρίζουν τη λήψη αποφάσεων, χρησιμοποιώντας κανόνες που οδηγούν επαγωγικά στην εξαγωγή συμπεράσματος με βάση γεγονότα τα οποία είναι αποθηκευμένα από πριν. Τα συστήματα αυτά μπορεί να χρησιμοποιούν διαδικασίες κατά περίπτωση (ad hoc procedures), οι οποίες να εξομοιώνουν τη συμπεριφορά του συστήματος με αυτή ενός ειδικού (expert) για το πεδίο δράσης του συστήματος.
- Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων προσανατολισμένα στο μοντέλο (model driven DSS), όταν ένα προεπιλεγμένο οικονομικό ή στατιστικό μοντέλο ή ένα μοντέλο προσομοίωσης χρησιμοποιείται με στόχο τη βελτιστοποίηση της λήψης αποφάσεων ή την ανάλυση ήδη ληφθεισών αποφάσεων. Το σύνολο των δεδομένων δεν είναι κατ' ανάγκη μεγάλο και οι χρήστες μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με το σύστημα δημιουργώντας διάφορα σενάρια, τα οποία στηρίζονται στο συγκεκριμένο μοντέλο που έχει επιλεγεί.

Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι τα συστήματα αυτά δεν υποκαθιστούν τον ρόλο των υπεύθυνων στελεχών διοίκησης, αλλά παρέχουν σημαντική βοήθεια, έτσι ώστε τα

στελέχη να μπορούν να λάβουν τις σωστές αποφάσεις. Στόχος τους δηλαδή είναι να αυξάνουν περισσότερο την αποτελεσματικότητα παρά την αποδοτικότητα των στελεχών (Οικονόμου & Γεωργόπουλος, 2004). Παραδείγματα της χρήσης συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων είναι η πρόβλεψη των πωλήσεων, η πρόσληψη προσωπικού, η τιμολόγηση προϊόντων και υπηρεσιών, ο προγραμματισμός διανομής προϊόντων, οι επενδύσεις διαφόρων μορφών, κα.

- Συστήματα υποστήριξης διευθυντικών στελεχών (Executive Support Systems, ESS). Τα συστήματα αυτά είναι εξειδικευμένα συστήματα που απευθύνονται στα κορυφαία διευθυντικά στελέχη μιας επιχείρησης, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι τα συστήματα αυτά δε χρησιμοποιούνται και από άλλα στελέχη. Κύρια χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών είναι η ευκολία χρήσης τους και η δυνατότητα προβολής πληροφοριών τόσο συγκεντρωτικά όσο και σε οποιονδήποτε βαθμό λεπτομέρειας. Καλύπτουν όλο το εύρος μιας επιχείρησης και παρακολουθούν κρίσιμους δείκτες της. Λαμβάνουν δεδομένα τόσο από εσωτερικές πηγές δεδομένων της επιχείρησης, όπως εσωτερικά αρχεία δεδομένων της επιχείρησης, όσο και από εξωτερικές πηγές, όπως το διαδίκτυο. Ένα άλλο χαρακτηριστικό τους είναι η ποικιλία δυνατοτήτων προβολής των πληροφοριών, για παράδειγμα, σε μορφή γραφικών παραστάσεων, πινάκων ή αναφορών κειμένου. Οι διεπαφές αυτών των συστημάτων συνήθως είναι φιλικές και δεν απαιτούν από την πλευρά του χρήστη ιδιαίτερες γνώσεις χειρισμού. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για την υποστήριξη μακρόπνοων στρατηγικών αποφάσεων, όπως παραδείγματος χάριν η επενδυτική πολιτική που είναι καλύτερο να υλοποιηθεί τα επόμενα πέντε χρόνια ώστε η επιχείρηση να αποκτήσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην αγορά, και όχι για την επίλυση προβλημάτων περιορισμένου εύρους.
- Συστήματα αυτοματισμού γραφείου (Office Automation Systems, OAS). Τα συστήματα αυτά εξυπηρετούν τις βασικές ανάγκες οργάνωσης της πληροφορίας και διαχείρισης των επικοινωνιών που έχει ένα οποιοδήποτε γραφείο. Τέτοιες ανάγκες είναι, για παράδειγμα, οι συνήθεις μαθηματικοί υπολογισμοί, η αποθήκευση και διαχείριση της επαγγελματικής ατζέντας, η διαχείριση της ηλεκτρονικής αλληλογραφίας, η οργάνωση των επαγγελματικών συναντήσεων ή ταξιδιών κα.

Τα παραπάνω συνοψίζονται στο σχήμα που ακολουθεί (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Κατηγορίες Πληροφοριακών Συστημάτων ανάλογα με το είδος επεξεργασίας των δεδομένων

Ένας άλλος τρόπος κατηγοριοποίησης των Πληροφοριακών Συστημάτων είναι με κριτήριο τη λειτουργική τους στόχευση, δηλαδή ανάλογα με το είδος των εφαρμογών που καλύπτουν. Σύμφωνα με τους (Laudon & Laudon, 2006) και (Υψηλάντης, 2001), διακρίνουμε τα παρακάτω είδη Πληροφοριακών Συστημάτων:

- ο Συστήματα οικονομικής και λογιστικής διαχείρισης (financial & accounting information systems). Τα συστήματα αυτά στοχεύουν στη συλλογή, αποθήκευση και διαχείριση των οικονομικών και λογιστικών στοιχείων που αφορούν μια επιχείρηση. Αυτοματοποιούν πλήθος εργασιών που αφορούν τις χρηματοοικονομικές ροές εσόδων και εξόδων της επιχείρησης. Επιπλέον, υλοποιούν το λογιστικό σύστημα που χρησιμοποιεί η επιχείρηση για να τηρεί τα βιβλία της, το οποίο περιλαμβάνει το γενικό λογιστικό σχέδιο (δηλαδή την κατηγοριοποίηση των οικονομικών στοιχείων σε ομάδες, π.χ. πάγια, μισθοδοσία), την αναλυτική λογιστική (δηλαδή την παρακολούθηση των οικονομικών στοιχείων ανά προϊόν ή υπηρεσία, ή κέντρο δραστηριότητας, π.χ. ανά τμήμα της επιχείρησης), αλλά και τον προϋπολογισμό ή τον απολογιστικό έλεγχο (δηλαδή το κόστος που συνδέεται με τους μελλοντικούς στόχους της επιχείρησης ή τη σύγκριση του πραγματικού κόστους με αυτό που είχε εκτιμηθεί αρχικά αντίστοιχα). Τα συστήματα αυτά είναι υπεύθυνα για τη διαχείριση οικονομικών στοιχείων όπως τα μετρητά και οι μετοχές της επιχείρησης, αλλά και τα δάνεια και η γενικότερη κεφαλαιοποίηση της επιχείρησης.

- Συστήματα πωλήσεων και μάρκετινγκ (sales and marketing information systems). Τα συστήματα αυτά ασχολούνται με την παρακολούθηση, τον έλεγχο και την προώθηση των πωλήσεων. Είναι υπεύθυνα για την περιγραφή των προϊόντων και των υπηρεσιών που προσφέρει η επιχείρηση (τεχνικά χαρακτηριστικά, τιμή πώλησης, κόστος, περιθώριο κέρδους, κτλ.). Παρέχουν όχι μόνο τις τρέχουσες αλλά και ιστορικές πληροφορίες για τα προϊόντα και τις υπηρεσίες. Επιπλέον, παρακολουθούν τις παραγγελίες που κάνουν οι πελάτες και παρέχουν στοιχεία που αφορούν τους ίδιους τους πελάτες, όπως οφειλές, συμβόλαια, πλαφόν πιστώσεων κλπ. Υπάρχουν συστήματα τα οποία απευθύνονται στις πωλήσεις του λιανικού εμπορίου, τα οποία ονομάζονται Business to Customer (B2C), και συστήματα που αφορούν το χονδρικό εμπόριο, δηλαδή πωλήσεις ανάμεσα σε επιχειρήσεις, τα οποία ονομάζονται Business to Business (B2B). Παρακολουθούν και αναλύουν τις τάσεις που υπάρχουν στην αγορά τόσο για τα προϊόντα και τις υπηρεσίες που προσφέρει μια επιχείρηση, όσο και για αντίστοιχα προϊόντα και υπηρεσίες ανταγωνιστών, συνεισφέροντας έτσι στην πρόβλεψη των πωλήσεων. Τα δεδομένα λαμβάνονται τόσο από εσωτερικά στοιχεία της επιχείρησης, όπως τιμολόγια και παραγγελίες, όσο και από το εξωτερικό περιβάλλον, όπως τιμές αντίστοιχων ανταγωνιστικών προϊόντων. Επίσης, τα συστήματα αυτά συμβάλλουν στη διαφημιστική προβολή της επιχείρησης και στην προώθηση των πωλήσεων, αφού καταγράφουν με ακρίβεια τις τάσεις των πωλήσεων, αλλά και στοιχεία που αφορούν τους πελάτες. Έτσι, είναι δυνατόν να προγραμματιστεί καλύτερα ο σχεδιασμός και η παραγωγή νέων προϊόντων που να ικανοποιούν τις ανάγκες των πελατών.
- Συστήματα παραγωγής (production information systems). Τα συστήματα αυτά είναι υπεύθυνα για το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τον έλεγχο των προϊόντων και των υπηρεσιών που παρέχει μια επιχείρηση. Τα συστήματα αυτά είναι εξειδικευμένα για κάθε επιχείρηση, καθώς τόσο τα προϊόντα ή οι υπηρεσίες όσο και ο τρόπος παραγωγής τους διαφέρει από επιχείρηση σε επιχείρηση. Λαμβάνουν υπόψη τους πλήθος παραμέτρων, έτσι ώστε να είναι αποτελεσματικά και αποδοτικά στη λειτουργία τους. Τέτοιες παράμετροι είναι ο προγραμματισμός της παραγωγής (δηλαδή ποιες ποσότητες θα παραχθούν και σε ποιο χρόνο, ανάλογα με τις πραγματικές ανάγκες της αγοράς και το σχέδιο σύμφωνα με το οποίο θα γίνει η παραγωγή), η παρακολούθηση της παραγωγής (δηλαδή η επίβλεψη κάθε φάσης της παραγωγής σύμφωνα με το σχέδιο και η πραγματοποίηση διορθωτικών ενεργειών, όταν είναι απαραίτητο) και ο ποιοτικός έλεγχος (δηλαδή η εξέταση των προϊόντων και των υπηρεσιών, η σύγκρισή τους

με τα πρότυπα που πρέπει να ικανοποιούν με βάση προκαθορισμένα κριτήρια και, τελικά, η πιστοποίησή τους). Τα συστήματα αυτά πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους το είδος των προϊόντων και των υπηρεσιών που πρέπει να παραχθούν, το διαθέσιμο προσωπικό και το διαθέσιμο εξοπλισμό, τις απαιτούμενες πρώτες ύλες και το κόστος που συνεπάγεται η παραγωγή. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν: (α) τα συστήματα CAM (Computer Aided Manufacturing), τα οποία συμβάλλουν στην κατασκευή των προϊόντων ελέγχοντας τα μηχανήματα τα οποία τα κατασκευάζουν, επιταχύνοντας και βελτιστοποιώντας την παραγωγική διαδικασία και (β) τα συστήματα CAD (Computer Aided Design), τα οποία βοηθούν στη σχεδίαση προϊόντων διευκολύνοντας τη συλλογική εργασία των σχεδιαστών σε ένα κοινό σχέδιο, αυξάνοντας την παραγωγικότητά τους και, τελικά, επιτρέποντας τη δημιουργία ποιοτικών σχεδίων.

- ο Συστήματα παρακολούθησης αποθεμάτων (inventory information systems). Τα αποθέματα μπορεί να είναι πρώτες ύλες, ανταλλακτικά, τμήματα προϊόντων, ημικατεργασμένα ή και ολοκληρωμένα αποθηκευμένα προϊόντα. Αποθέματα μπορεί να προκύψουν ως αποτέλεσμα μιας σχεδιασμένης λειτουργίας, όπως η δημιουργία αποθεμάτων πρώτων υλών, προκειμένου να προχωρήσει απρόσκοπτα η παραγωγή προϊόντων, ή μιας υποχρεωτικής κατάστασης, όπως η υποχρεωτική αποθήκευση προϊόντων λόγω απρόσμενων προβλημάτων στις μεταφορές. Από τη μια πλευρά, τα αποθέματα καταλαμβάνουν χώρο, δεσμεύουν κεφάλαια που έχουν επενδυθεί και επιβαρύνουν τις επιχειρήσεις με κόστη που αφορούν τη φύλαξη και τη συντήρησή τους. Από την άλλη πλευρά, τα αποθέματα διευκολύνουν την παραγωγή, καθώς μπορούν να παραχθούν προϊόντα, αλλά και τις πωλήσεις, καθώς μπορούν αμέσως να διατεθούν προϊόντα στους πελάτες και να ικανοποιηθεί η ζήτηση. Καθώς η παρακολούθηση των αποθεμάτων είναι σημαντική για την εύρυθμη λειτουργία μιας επιχείρησης, εξειδικευμένα Πληροφοριακά Συστήματα έχουν αναπτυχθεί και παρέχουν τις απαραίτητες ποσοτικές και ποιοτικές πληροφορίες που αφορούν τα αποθέματα.
- ο Συστήματα διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας (logistics information systems). Ο έλεγχος της ροής των προϊόντων και των υπηρεσιών από τον παραγωγό προς τον τελικό καταναλωτή είναι μια πολυσύνθετη διαδικασία. Περιλαμβάνει τη σχεδίαση, την εκτέλεση, τον έλεγχο και την αξιολόγηση μιας σειράς δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες αυτές εμπλέκουν προμηθευτές, παραγωγούς, μεταφορείς, διανομείς και τελικούς καταναλωτές. Για τον λόγο αυτό, παρόλο που τα συστήματα αυτά έχουν δική τους υπόσταση, κινούνται στα όρια

της ευθύνης άλλων Πληροφοριακών Συστημάτων (π.χ. συνεργάζονται με τα συστήματα διαχείρισης αποθεμάτων, τα συστήματα παραγωγής και τα συστήματα πωλήσεων). Για τη μείωση του κόστους, αλλά και για την ικανοποίηση των πελατών, είναι πολύ σημαντικό τόσο τα προϊόντα όσο και οι υπηρεσίες να παράγονται στις ακριβείς ποσότητες που ικανοποιούν τις παραγγελίες, αλλά και να ελαχιστοποιείται ο χρόνος ανάμεσα στην παραγγελία και την παράδοση. Μεταξύ των Πληροφοριακών Συστημάτων διαχείρισης αποθεμάτων και της εφοδιαστικής αλυσίδας δρουν τα συστήματα που χρησιμοποιούν τη φιλοσοφία της «διαχείρισης των αποθεμάτων ακριβώς στην ώρα που χρειάζονται» (Just In Time inventory management, JIT). Τα Πληροφορικά αυτά Συστήματα βοηθούν ώστε οι πρώτες ύλες που χρειάζονται για την παραγωγή κάποιου προϊόντος να φτάνουν την ώρα ακριβώς που χρειάζονται για την παραγωγή και όχι νωρίτερα ή αργότερα. Η φιλοσοφία αυτή ισχύει και για την παραγωγή προϊόντων σε σχέση με δεδομένες παραγγελίες: τα προϊόντα δηλαδή παράγονται με τέτοιο τρόπο, ώστε ούτε να παραμένουν αποθηκευμένα ως απόθεμα ούτε να καθυστερεί η παραγωγή τους, αναγκάζοντας τους πελάτες να περιμένουν. Τέλος, επεκτείνεται και στην παράδοση των προϊόντων και των υπηρεσιών στους τελικούς πελάτες, συντομεύοντας όσο το δυνατόν περισσότερο το χρόνο παράδοσης.

- Συστήματα διαχείρισης ανθρώπινων πόρων (human resources information systems). Τα συστήματα αυτά αυτοματοποιούν σε μεγάλο βαθμό τη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού μιας επιχείρησης. Οι λειτουργίες τους αφορούν την προσέλκυση, την πρόσληψη, την ανάπτυξη των δεξιοτήτων και το σύστημα αμοιβών του προσωπικού. Παράλληλα, συμβάλλουν στον εντοπισμό και τον προγραμματισμό των μακροπρόθεσμων αναγκών μιας επιχείρησης σε προσωπικό. Καθώς το προσωπικό αποτελεί το ανθρώπινο κεφάλαιο μιας επιχείρησης, η επιλογή του κατάλληλου προσωπικού, η ανάθεση αρμοδιοτήτων ανάλογα με τα προσόντα και τις ικανότητες κάθε εργαζόμενου και το σύστημα ανταμοιβών είναι καθοριστικά για την ύπαρξη και την ευημερία μιας επιχείρησης. Επιπλέον, είναι απαραίτητο οι εργαζόμενοι να εξελίσσουν τα προσόντα τους και η επιχείρηση να διατηρεί το προσωπικό της και ιδιαίτερα τα ικανά στελέχη της. Τα συστήματα αυτά αρχικά αξιοποιούνταν για την καταγραφή των στοιχείων των εργαζομένων (όπως η οικογενειακή κατάσταση, τα στοιχεία επικοινωνίας, κτλ.) και για τη μισθοδοσία και την καταγραφή των ωρών εργασίας του προσωπικού. Στη συνέχεια, όμως, εξελιχθήκαν έτσι ώστε να συνδέουν τις αμοιβές όχι μόνο με τον χρόνο εργασίας, αλλά και με τα προσόντα (π.χ. επίπεδο τυπικής εκπαίδευσης, ξένες γλώσσες) και κυρίως με την αποτελεσματικότητα του προσωπικού (π.χ.

σύνδεση της επίτευξης των επιχειρηματικών στόχων με αμοιβές). Λαμβάνουν, ακόμα, υπόψη τους την εξέλιξη/ανάπτυξη του προσωπικού (π.χ. μέσα από σεμινάρια συνεχούς εκπαίδευσης και μετεκπαίδευσης) σε σχέση με την απόδοσή του. Άλλη μία βασική συμβολή τους εντοπίζεται στο πεδίο της αναγνώρισης των αναγκών της επιχείρησης σε προσωπικό (π.χ. με την εκτίμηση των θέσεων εργασίας που χρειάζονται σε κάποιο έργο) και της πρόσληψης κατάλληλων ατόμων (π.χ. συμβάλλοντας στον εντοπισμό τους με τη δημιουργία αγγελιών και τη διαχείριση των βιογραφικών). Οι τετριμμένες εργασίες της διαχείρισης ανθρώπινων πόρων (π.χ. παραγωγή συνήθων αναφορών μισθοδοσίας) μπορούν να αυτοματοποιηθούν πλήρως από το Πληροφοριακό Σύστημα. Σε άλλες, όμως, εργασίες, όπως στην πρόσληψη προσωπικού, το συγκεκριμένο είδος Πληροφοριακών Συστημάτων μπορεί να δρα επικουρικά μόνο στη λήψη αποφάσεων.

- Συστήματα διαχείρισης σχέσεων με τους πελάτες (customer relations information systems). Τα Πληροφοριακά αυτά Συστήματα βοηθούν στον συντονισμό της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στην επιχείρηση και στους τρέχοντες αλλά και στους μελλοντικούς πελάτες της. Συγκεντρώνουν δεδομένα από διάφορα κανάλια αλληλεπίδρασης των πελατών με την επιχείρηση (π.χ. από παραγγελίες, αγορές, επικοινωνία του πελάτη με την επιχείρηση) με στόχο την αύξηση των πωλήσεων της επιχείρησης, διατηρώντας τους πελάτες ικανοποιημένους από τη σχέση τους με την επιχείρηση και επιπλέον προσελκύοντας νέους πελάτες. Τα συστήματα αυτά δημιουργούν το προφίλ των πελατών, βοηθώντας τα στελέχη μιας επιχείρησης να πάρουν σημαντικές αποφάσεις (π.χ. για την προώθηση των πωλήσεων ή την παραγωγή νέων προϊόντων ή υπηρεσιών).
- Ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης επιχειρηματικών πόρων (enterprise resource management systems). Πολλές φορές, σε μια επιχείρηση λειτουργούν πολλά διαφορετικά Πληροφοριακά Συστήματα, που εστιάζουν σε συγκεκριμένες επιχειρηματικές δραστηριότητες. Το γεγονός αυτό δημιουργεί διάφορα προβλήματα, καθώς τα συστήματα αυτά συχνά δεν συνεργάζονται μεταξύ τους και υπάρχει κατακερματισμός ή πλεονασμός των πληροφοριών. Τα συστήματα διαχείρισης επιχειρηματικών πόρων έρχονται να καλύψουν αυτό το κενό. Τα συστήματα αυτά εκτείνονται σε περισσότερους από έναν λειτουργικούς τομείς (π.χ. πωλήσεις, μάρκετινγκ, λογιστήριο, αποθέματα, ανθρώπινοι πόροι, σχέσεις με τους πελάτες) και κατευθύνουν τη ροή των δεδομένων σε ένα κοινό αποθετήριο (π.χ. κοινές βάσεις δεδομένων), το οποίο και διαχειρίζονται. Με τον τρόπο αυτό, ενισχύεται η ακεραιότητα των δεδομένων, καθώς το αποθετήριο αυτό θεωρείται

ότι έχει τα πλέον έγκυρα και ενημερωμένα δεδομένα. Τα δεδομένα από τα διάφορα τμήματα μιας επιχείρησης και από τα υπόλοιπα Πληροφοριακά Συστήματα ενοποιούνται και οργανώνονται σε ένα καθολικά προσβάσιμο σύστημα. Έτσι, προσφέρεται μια ολοκληρωμένη άποψη της επιχείρησης και δημιουργούνται πληροφορίες εταιρικής κλίμακας. Τα στελέχη μπορούν να έχουν έγκυρη και έγκαιρη πληροφόρηση τόσο από το δικό τους τμήμα όσο και από άλλα τμήματα ή δραστηριότητες, οι οποίες επηρεάζουν τις δικές τους αποφάσεις (π.χ. η πώληση ενός προϊόντος και η έγκαιρη παράδοσή του επηρεάζονται από το αν το προϊόν υπάρχει σε απόθεμα ή όχι). Επιπλέον, η διεπαφή με τον χρήστη που προσφέρουν αυτά τα συστήματα είναι συνεπής σε όλο το εύρος του συστήματος, επιτρέποντας με τον τρόπο αυτό τυποποίηση και απλοποίηση των διαδικασιών.

2.2. Μοντέλα Κύκλου Ζωής Πληροφοριακών Συστημάτων

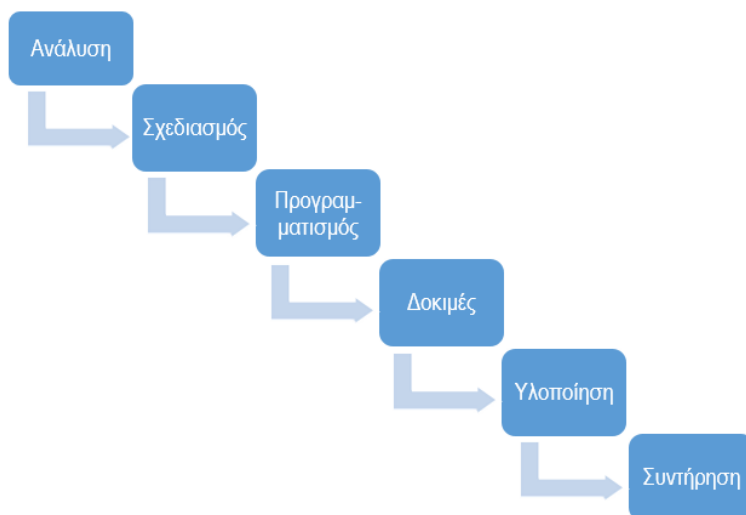
Ένα μοντέλο κύκλου ζωής λογισμικού περιγράφει τις φάσεις από τις οποίες διέρχεται μια εφαρμογή λογισμικού από τη σύλληψη μέχρι την απόσυρσή της, καθώς και τις ενέργειες που λαμβάνουν χώρα σε καθεμία από αυτές τις φάσεις. Τα μοντέλα κύκλου ζωής λογισμικού που έχουν παρουσιαστεί στη βιβλιογραφία διακρίνονται σε: (α) ακολουθιακά και (β) επαναληπτικά. Στα ακολουθιακά μοντέλα η ανάπτυξη γίνεται σε διαδοχικές διακριτές φάσεις και για ολόκληρο το σύστημα λογισμικού, ενώ στα επαναληπτικά η ανάπτυξη του λογισμικού γίνεται σε τμήματα. Χαρακτηριστικότερο ακολουθιακό μοντέλο είναι αυτό του καταρράκτη, ενώ το γενικότερο από τα επαναληπτικά είναι το σπειροειδές.

Στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου παρουσιάζονται αρχικά τα πιο σημαντικά μοντέλα κύκλου ζωής και έπειτα τα κριτήρια επιλογής του καταλληλότερου.

2.2.1. Μοντέλο Καταρράκτη

Ένα από τα πιο διαδεδομένα μοντέλα κύκλου ζωής είναι αυτό του καταρράκτη (Waterfall model), το οποίο παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 3). Η κεντρική ιδέα του μοντέλου του καταρράκτη είναι ότι το σύστημα λογισμικού αναπτύσσεται περνώντας ολόκληρο από διαδοχικές επιμέρους φάσεις, καθεμία από τις οποίες θεωρείται περατωμένη με την παραγωγή ορισμένων συστατικών λογισμικού. Κάθε επιμέρους φάση ολοκληρώνεται με μια εργασία επαλήθευσης/επικύρωσης των προϊόντων της κατά την οποία αποφασίζεται η μετάβαση ή όχι στην επόμενη. Χαρακτηριστικό του μοντέλου του καταρράκτη είναι, λοιπόν, ότι για να ξεκινήσει μία φάση πρέπει να έχει ολοκληρωθεί πλήρως η

προηγούμενη. Η ανάπτυξη με τον τρόπο αυτό χαρακτηρίζεται ακολουθιακή, διότι οι επιμέρους φάσεις από τις οποίες διέρχεται είναι διακριτές και ακολουθούν η μία την άλλη (Βεσκούκης, 2015).



Εικόνα 3: Παράδειγμα μοντέλου κύκλου ζωής καταρράκτη
(Μετάφραση από (Balaji & Sundararajan Murugaiyan, 2012))

Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 1), παρουσιάζονται ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του μοντέλου καταρράκτη.

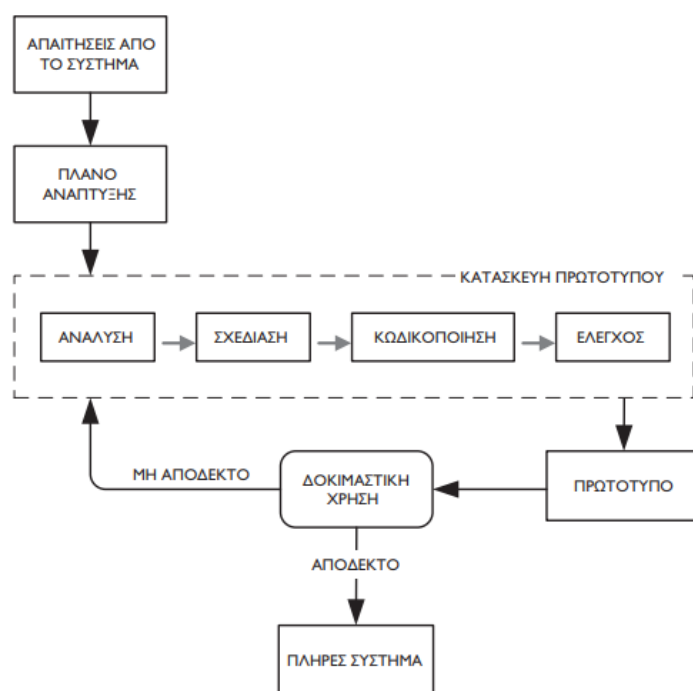
Πίνακας 1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μοντέλου καταρράκτη
(Sami M. , 2012), (Isaias & Issa, 2015))

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none">○ Είναι εύκολο να εξηγηθεί στους χρήστες.○ Προσέγγιση με δομές.○ Ανακεφαλαιώνει κοινώς αποδεκτές, καλές πρακτικές της ανάπτυξης λογισμικού (έγκαιρος και ακριβής σχεδιασμός στο αρχικό στάδιο του έργου, διεξοδική τεκμηρίωση ολόκληρης της διαδικασίας, ύπαρξη στιβαρών σχεδιαστικών ιδεών πριν ξεκινήσει το βήμα του προγραμματισμού (γράψιμο κώδικα), κα).○ Τα βήματα και οι δραστηριότητες του είναι καλά ορισμένα.○ Βοηθάει στο σχεδιασμό και προγραμματισμό του έργου.○ Η επαλήθευση κάθε βήματος εξασφαλίζει τον έγκαιρο εντοπισμό λαθών.	<ul style="list-style-type: none">○ Υποθέτει ότι οι απαιτήσεις του συστήματος είναι παγιωμένες.○ Είναι πολύ δύσκολη η επιστροφή σε οποιοδήποτε βήμα μετά την ολοκλήρωσή του.○ Η παραμικρή αλλαγή αντικειμένου είναι δύσκολη και ακριβή.○ Απαιτεί περισσότερα χρήματα και χρόνο σε σχέση με άλλα μοντέλα, πέρα από το λεπτομερή σχεδιασμό.

2.2.2. Μοντέλο Πρωτοτυποποίησης

Η κεντρική ιδέα του μοντέλου πρωτοτυποποίησης (prototyping model) είναι η ανάπτυξη του λογισμικού όχι εξ ολοκλήρου, αλλά σε τμήματα που ονομάζονται «πρωτότυπα». Οι διαδικασίες ανάπτυξης επαναλαμβάνονται για ένα τμήμα του συστήματος κάθε φορά και για το λόγο αυτό το μοντέλο χαρακτηρίζεται ως επαναληπτικό. Κάθε πρωτότυπο περιλαμβάνει τις βασικές από τις λειτουργίες που προορίζεται να εκτελεί το λογισμικό και τίθεται σε δοκιμασία από τον πελάτη. Από εκεί συλλέγονται παρατηρήσεις και η διαδικασία κατασκευής νέου πρωτοτύπου επαναλαμβάνεται μέχρις ότου ένα πρωτότυπο να ικανοποιεί τις απαιτήσεις, δηλαδή να εκτελεί τις επιθυμητές λειτουργίες του λογισμικού με τρόπο ικανοποιητικό και να γίνεται αποδεκτό από τον πελάτη. Από το σημείο αυτό και μετά μπορούν να προστεθούν και οι υπόλοιπες λειτουργίες, ώστε το λογισμικό να ολοκληρωθεί (Βεσκούκης, 2015). Η προσέγγιση αυτού του μοντέλου δίνει έμφαση στο χρήστη, αφού τα σχόλιά του είναι κρίσιμης σημασίας για την ανάπτυξη των επόμενων πρωτοτύπων και κατ' επέκταση του τελικού προϊόντος (Sabale & Dani, 2012). Υπάρχουν διάφορα είδη πρωτοτύπων, ανάλογα με τις ανάγκες του έργου. Μπορούν να ενταχθούν σε τρεις κατηγορίες: διερευνητικά (exploratory), πειραματικά (experimental) και εξελικτικά (evolutionary) (Isaias & Issa, 2015).

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται μία γραφική απεικόνιση του μοντέλου (Εικόνα 4) καθώς και τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά του (Πίνακας 2).



Εικόνα 4: Μοντέλο πρωτοτυποποίησης (Βεσκούκης, 2015)

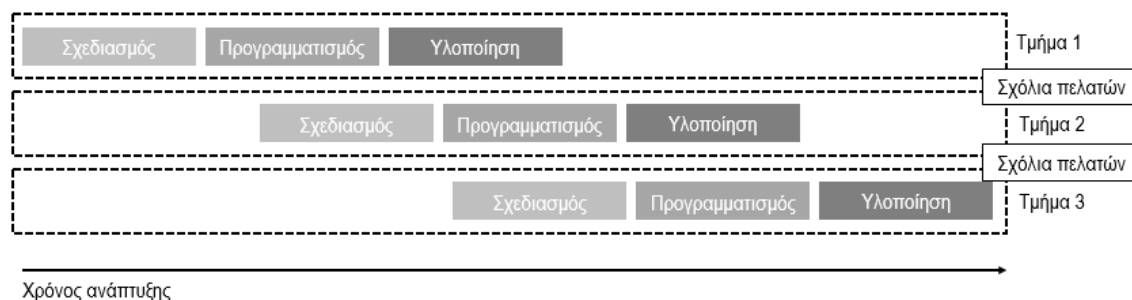
Πίνακας 2: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του μοντέλου πρωτοτυποποίησης
(Isaias & Issa, 2015), (Sami M. , 2012))

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none">○ Επιτρέπει την απόκτηση άποψης για την εφαρμογή λογισμικού σχετικά νωρίς.○ Η ανάπτυξη του λογισμικού μπορεί να προσαρμοστεί εύκολα στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις.○ Ενέχει μικρότερο ρίσκο και μεγαλύτερη πιθανότητα επιτυχίας αφού οι χρήστες δοκιμάζουν τα πρωτότυπα και παρέχουν σχόλια και νέες απαιτήσεις.○ Απαιτεί λιγότερο χρόνο και κόστος (προβλήματα εντοπίζονται στο αρχικό στάδιο του έργου).○ Ενθαρρύνει την αυξημένη εμπλοκή των χρηστών.	<ul style="list-style-type: none">○ Μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στους χρήστες σχετικά με το πρωτότυπο και το τελικό σύστημα.○ Μπορεί να απαιτηθεί υπερβολικός χρόνος για την ανάπτυξη του πρωτοτύπου.○ Η υλοποίηση των πρωτοτύπων μπορεί να είναι αρκετά ακριβή.○ Υπάρχει μικρός έλεγχος στο κόστος και στους πόρους του έργου αφού οι απαιτήσεις προσδιορίζονται καθώς το προϊόν εξελίσσεται.○ Δίνεται μικρή έμφαση στη διεξοδική τεκμηρίωση του έργου.

2.2.3. Μοντέλο Λειτουργικής Επαύξεσης

Το μοντέλο της λειτουργικής επαύξεσης (incremental model) συνδυάζει την ακολουθιακή ανάπτυξη του μοντέλου καταρράκτη και την τμηματική ανάπτυξη του μοντέλου πρωτοτυποποίησης. Κεντρική ιδέα είναι η κατάτμηση του υπό κατασκευή λογισμικού σε τμήματα που αναπτύσσονται ανεξάρτητα, ακολουθώντας το καθένα ακολουθιακή ανάπτυξη, σύμφωνα με το μοντέλο καταρράκτη, όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα (Εικόνα 5). Κατά την αρχική φάση ανάλυσης και σχεδίασης αποφασίζονται τα τμήματα στα οποία θα κατατμηθεί η εφαρμογή, η ανάπτυξη των οποίων γίνεται στη συνέχεια ανεξάρτητα και παράλληλα. Όταν ολοκληρώνεται η ανάπτυξη κάθε τμήματος, αυτό ενσωματώνεται στο σύνολο της εφαρμογής, διαδικασία η οποία δικαιολογεί και τον τίτλο «λειτουργική επαύξεση» (Βεσκούκης, 2015). Το μοντέλο αυτό επιχειρεί να αντιμετωπίσει τα βασικά μειονεκτήματα του μοντέλου καταρράκτη, παρέχοντας μία πιο ευέλικτη διαδικασία που μειώνει το συνολικό χρόνο ανάπτυξης και δεν απαιτεί τόσο διεξοδικό αρχικό σχεδιασμό (Munassar & Govardhan, 2010).

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)



Εικόνα 5: Ένα παράδειγμα του μοντέλου λειτουργικής επαύξεσης (Isaias & Issa, 2015)

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3), παρουσιάζονται κάποια από τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του συγκεκριμένου μοντέλου.

Πίνακας 3: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του μοντέλου λειτουργικής επαύξεσης (Sami M. , 2012), (Isaias & Issa, 2015), (Βεσκούκης, 2015))

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ○ Παράγει επιχειρηματική αξία σε αρχικό στάδιο του κύκλου ανάπτυξης. ○ Επιτρέπει την αποτελεσματικότερη χρήση των πόρων μέσω της κατάλληλης κατάτμησης του λογισμικού. ○ Επιτρέπει κάποιες αλλαγές καθώς η ανάπτυξη περνάει από τμήμα σε τμήμα. ○ Δίνεται έμφαση στη γνώμη των χρηστών. ○ Πιθανά προβλήματα εντοπίζονται σε αρχικά στάδια. ○ Ο συνολικός χρόνος ανάπτυξης μειώνεται λόγω της παράλληλης ανάπτυξης. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Απαιτεί διεξοδική τεκμηρίωση. ○ Ακολουθεί ένα προκαθορισμένο σύνολο διαδικασιών. ○ Η κατάτμηση βασίζεται σε εξαρτήσεις λειτουργιών και χαρακτηριστικών. ○ Απαιτεί περισσότερη εμπλοκή των χρηστών σε σχέση με άλλα μοντέλα. ○ Η κατάτμηση των λειτουργιών και των χαρακτηριστικών μπορεί να είναι προβληματική. ○ Η ολοκλήρωση (integration) των διαφόρων τμημάτων μπορεί να έχει προβλήματα εάν δεν έχει προβλεφθεί κατά την ανάπτυξη. ○ Η ανάπτυξη του λογισμικού κατά τμήματα μπορεί να είναι πιο ακριβή, αφού το λογισμικό πρέπει να περάσει από πολλές εκδοχές (versions) πριν την τελική.

2.2.4. Σπειροειδές Μοντέλο

Είναι εμφανές ότι δεν είναι η σύλληψη των διαδικασιών ανάπτυξης λογισμικού που διαφοροποιεί τα μοντέλα κύκλου ζωής, αλλά η διάταξή τους. Τα μοντέλα κύκλου ζωής που παρουσιάστηκαν έως τώρα αποτελούν παραλλαγές της βασικής ιδέας του μοντέλου καταρράκτη. Η ανάπτυξη παραμένει επί της ουσίας μια ακολουθιακή διαδικασία η οποία εφαρμόζεται είτε σε ολόκληρο είτε σε ένα μέρος του συστήματος. Στο μοντέλο πρωτοτυποποίησης, καθώς και στο μοντέλο λειτουργικής επαύξησης, η κατάτμηση είναι λίγο έως πολύ αυθαίρετη. Το ρίσκο δεν αποτιμάται, με αποτέλεσμα κάθε οπισθοδρόμηση ή ανατροπή να κοστίζει σε χρόνο και σε πόρους και συχνά να οδηγεί σε συνολική αποτυχία των έργων.

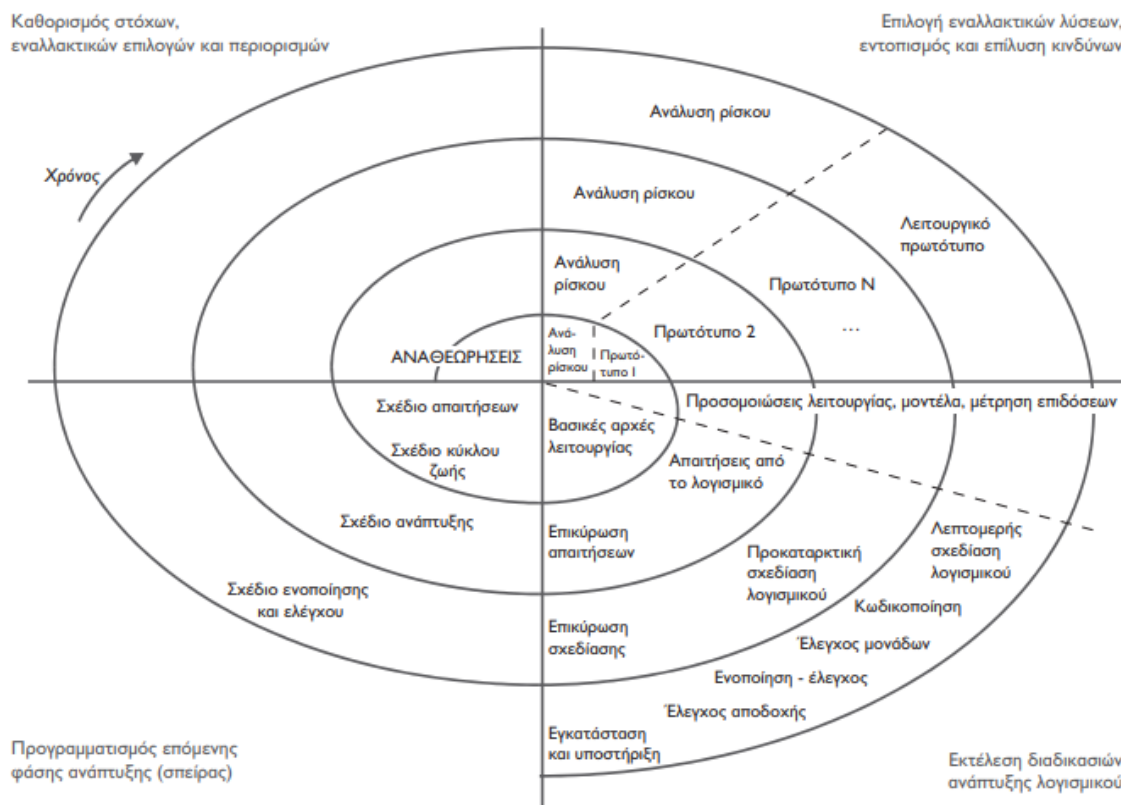
Από την άλλη, η μετά πειθαρχίας αποδοχή των αυστηρών φάσεων που προτείνονται από το μοντέλο καταρράκτη δεν είναι εφικτό να ακολουθείται σε όλες τις περιπτώσεις, με αποτέλεσμα η ανάπτυξη λογισμικού είτε να γίνεται άναρχα με βάση τη διαίσθηση είτε να είναι μια δαπανηρή και στριφνή διαδικασία στην οποία «πρέπει» να ακολουθηθούν κάποια συγκεκριμένα βήματα ανεξάρτητα από τις εκάστοτε συνθήκες.

Τα κενά αυτά ήρθε να καλύψει το σπειροειδές μοντέλο κύκλου ζωής (spiral model), το οποίο πήρε το όνομά του από τη σπειροειδή μορφή του, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 6). Πρόκειται για μια γενίκευση των μοντέλων καταρράκτη, λειτουργικής επαύξησης και πρωτοτυποποίησης, που συγκεντρώνει τα κυριότερα πλεονεκτήματά τους, προσθέτοντας κάποια σημαντικά νέα στοιχεία (Βεσκούκης, 2015):

- Οι φάσεις και οι διαδικασίες ανάπτυξης λογισμικού δεν είναι προκαθορισμένες από το μοντέλο, αλλά εξειδικεύονται στο πεδίο εφαρμογής του.
- Η ανάπτυξη ολόκληρου του συστήματος χωρίζεται σε πολλούς κύκλους, σε καθέναν από τους οποίους προστίθενται νέα λειτουργικά χαρακτηριστικά στο σύστημα.
- Πριν από την έναρξη κάθε κύκλου γίνεται μια μελέτη σκοπιμότητας και ανάλυση κινδύνων από την οποία προκύπτουν, αφενός, οι συγκεκριμένες εργασίες που θα εκτελεστούν μέσα στον κύκλο και, αφετέρου, η ίδια η εφικτότητα εκτέλεσης του κύκλου αυτού.

Στη συνέχεια, όπως και για τα προηγούμενα μοντέλα, συνοψίζονται τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του σπειροειδούς μοντέλου (Εικόνα 6).

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)



Εικόνα 6: Το σπειροειδές μοντέλο κύκλου ζωής (Βεσκούκης, 2015)

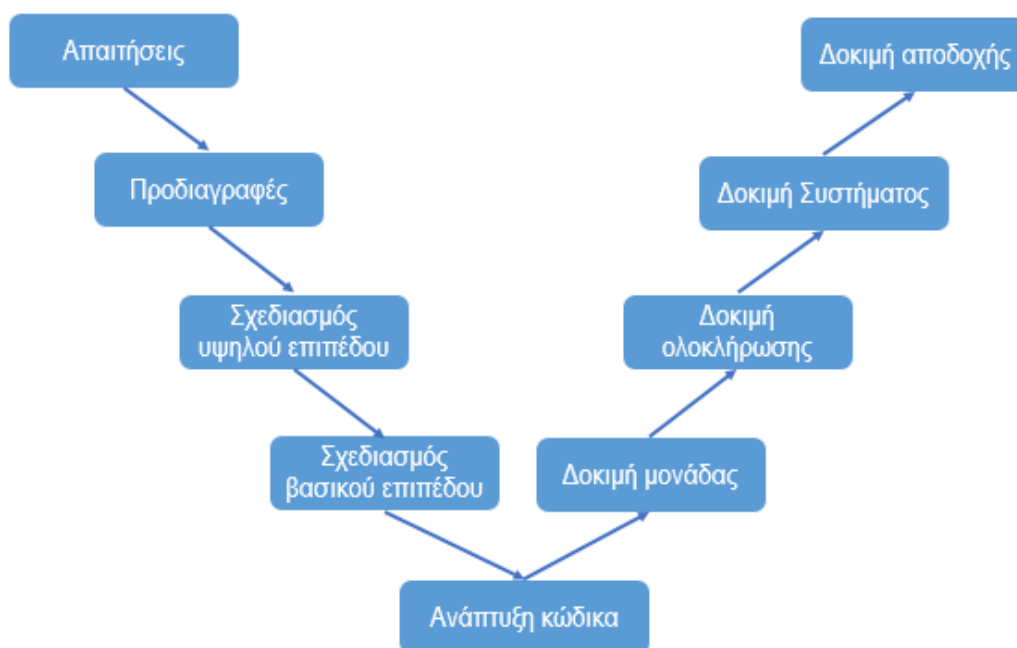
Πίνακας 4: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σπειροειδούς μοντέλου
((Sami M. , 2012), (Isaias & Issa, 2015))

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> Οι εκτιμήσεις (για τον προϋπολογισμό, το χρονοδιάγραμμα, κτλ.) γίνονται πιο ρεαλιστικές καθώς το έργο προχωράει αφού σημαντικά ζητήματα ανακαλύπτονται σχετικά νωρίς. Οι προγραμματιστές εμπλέκονται ήδη από τα αρχικά στάδια του έργου. Λαμβάνει υπόψη του και διαχειρίζεται ρίσκα και αναπτύσσει το σύστημα σε φάσεις. 	<ul style="list-style-type: none"> Απαιτείται υψηλό κόστος και αρκετός χρόνος για την ανάπτυξη του τελικού προϊόντος. Απαιτούνται άτομα με ιδιαίτερες δεξιότητες για την εκτίμηση και αξιολόγηση των ρίσκων και των παραδοχών/υποθέσεων. Η επαναχρησιμοποίηση του δεν είναι εύκολη αφού προσαρμόζεται σε μεγάλο βαθμό στις απαιτήσεις κάθε έργου.

2.2.5. Μοντέλο Σχήματος V

Το συγκεκριμένο μοντέλο είναι μια παραλλαγή του μοντέλου καταρράκτη που επιχειρεί να δώσει έμφαση στην υπάρχουσα σχέση μεταξύ του κάθε βήματος της διαδικασίας ανάπτυξης και του αντίστοιχου βήματος δοκιμών του. Εστιάζοντας σε αυτή τη σχέση εξασφαλίζεται η συνεχής παρακολούθηση της ποιότητας και η διενέργεια δοκιμών καθ' όλη τη διάρκεια του έργου.

Η βασική διαφορά με το μοντέλο καταρράκτη είναι ότι ενώ εκείνο συνεχίζει την καθοδική του πορεία, στο μοντέλο σχήματος V, υπάρχει μία παράλληλη δομή που κινείται ανοδικά από το στάδιο της παραγωγής κώδικα και μετά, δίνοντας στο μοντέλο τη χαρακτηριστική μορφή του γράμματος V (Εικόνα 7). Τα βήματα του ανοδικού τμήματος του μοντέλου περιγράφουν κάθε ένα από τα βήματα δοκιμών, ξεκινώντας από τη δοκιμή μονάδας και καταλήγοντας στη δοκιμή αποδοχής. Περισσότερες πληροφορίες για τις δοκιμές δίνονται και στη συνέχεια (βλ. Κεφάλαιο 3.4. Δοκιμές, σελ. 55). Υπό αυτή την έννοια, το μοντέλο αυτό περιγράφει τρία διαδοχικά επίπεδα της ανάπτυξης ενός συστήματος τα οποία μπορούν να οριστούν ως: (α) απαιτήσεις (συνολικό σύστημα), (β) σχεδιασμός υψηλού επιπέδου (αρχιτεκτονική συστήματος) και (γ) σχεδιασμός βασικού επιπέδου (τμήματα λογισμικού). Για καθένα από αυτά τα επίπεδα υπάρχει ένα αντίστοιχο επίπεδο σχεδιασμού και δοκιμών.



Εικόνα 7: Μοντέλο σχήματος V (μετάφραση από (Balaji & Sundararajan Murugaiyan, 2012))

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του μοντέλου σχήματος V παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 5).

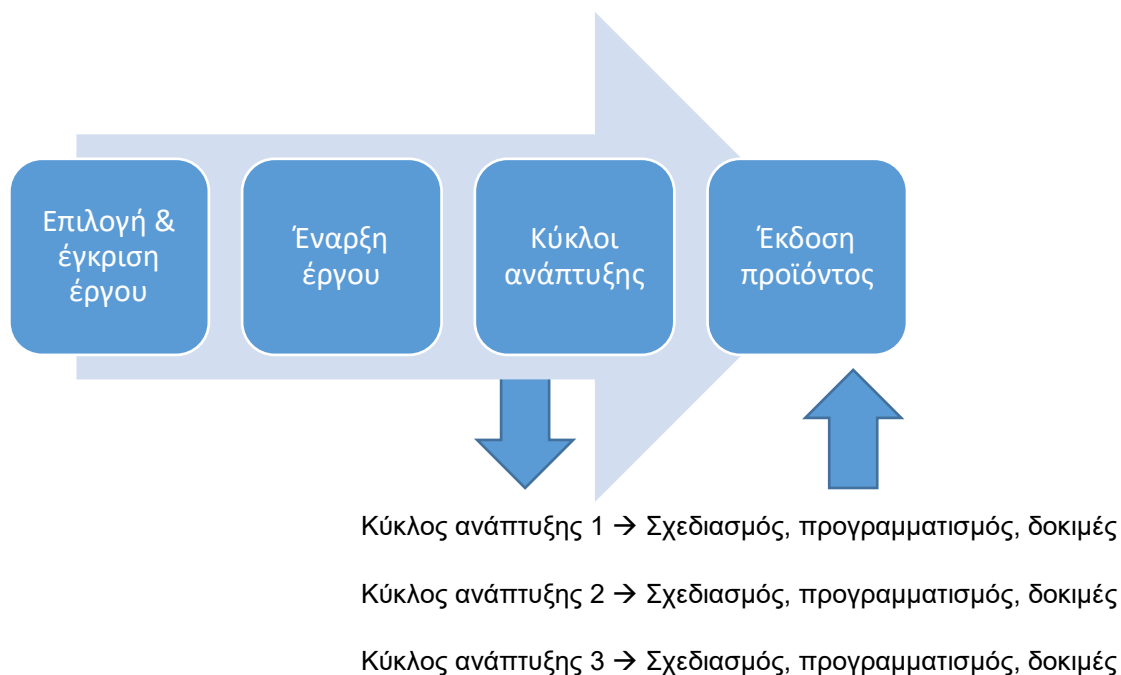
Πίνακας 5: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μοντέλου σχήματος V
(Sami M. , 2012), (Isaias & Issa, 2015))

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none">○ Είναι απλό και εύκολο στη χρήση.○ Κάθε φάση έχει συγκεκριμένα παραδοτέα.○ Έχει μεγαλύτερη πιθανότητα επιτυχίας σε σχέση με το μοντέλο καταρράκτη λόγω της ανάπτυξης πλάνων δοκιμών σε πρώιμο στάδιο του έργου.○ Λειτουργεί ικανοποιητικά σε περιπτώσεις που οι απαιτήσεις είναι εύκολα κατανοητές.○ Η επαλήθευση και επικύρωση του προϊόντος γίνεται σε πρώιμο στάδιο της ανάπτυξής του.	<ul style="list-style-type: none">○ Δεν είναι πολύ ευέλικτο, όπως και το μοντέλο καταρράκτη.○ Η μεταβολή του αντικειμένου είναι δύσκολη και δαπανηρή.○ Το λογισμικό αναπτύσσεται κατά τη φάση της υλοποίησης και συνεπώς κανένα πρώιμο πρωτότυπο του λογισμικού δεν παράγεται.○ Το μοντέλο δεν προτείνει κάποιες σαφείς οδηγίες για την επίλυση των προβλημάτων που προκύπτουν κατά τις φάσεις των δοκιμών.○ Εκτός από τον αρχικό, λεπτομερή σχεδιασμό, απαιτεί αρκετό χρόνο και χρήματα.

2.2.6. Ευέλικτο Μοντέλο

Μεταγενέστερα μοντέλα κύκλου ζωής λογισμικού προσπαθούν να δώσουν μια γενική κατεύθυνση εφαρμογής των υπαρχουσών ιδεών, αφήνοντας σημαντικούς βαθμούς ελευθερίας. Αυτό είναι ιδιαίτερα επιθυμητό, διότι η αυστηρή πειθαρχία που επιχειρήθηκε να εισαχθεί τα πρώτα χρόνια διαπιστώθηκε ότι δεν οδήγησε στην κατασκευή λογισμικού αναμενόμενης ποιότητας ούτε και μπορούσε να παρακολουθήσει τους υψηλούς ρυθμούς εξελίξεων στο χώρο της πληροφορικής.

Μια περιγραφή ενός σύγχρονου ευέλικτου μοντέλου (agile model) κύκλου ζωής λογισμικού περιέχει μόνο γενικές κατευθύνσεις, οι οποίες εξειδικεύονται στο εκάστοτε περιβάλλον ανάπτυξης, πρόβλημα κτλ. Επίσης, δεν είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με κάποια μεθοδολογία ανάπτυξης λογισμικού αλλά μπορεί να εξειδικευτεί ανά περίπτωση. Ένα τέτοιο μοντέλο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 8) και μπορεί να χαρακτηριστεί ως απόγονος πολλών μοντέλων που προαναφέρθηκαν.



Εικόνα 8: Παράδειγμα σύγχρονου ευέλικτο μοντέλου (Μετάφραση από (Isaias & Issa, 2015))

Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του ευέλικτου μοντέλου παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 6).

Πίνακας 6: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα ευέλικτου μοντέλου
((Sami M. , 2012), (Isaias & Issa, 2015))

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ○ Είναι πολύ ευέλικτο. ○ Έχει την ικανότητα να αναπτύσσει συστήματα των οποίων οι απαιτήσεις συνεχώς μεταβάλλονται και τα οποία έχουν ταυτόχρονα αυστηρά περιορισμένο χρονοδιάγραμμα. ○ Μειώνει τον απαιτούμενο χρόνο για τη χρησιμοποίηση κάποιων λειτουργιών του συστήματος. ○ Η πρόσωπο-με-πρόσωπο επικοινωνία και συνεχής συνεισφορά των εκπροσώπων των πελατών δεν αφήνει περιθώριο για εικασίες. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Δεν παρέχει τη δυνατότητα επέκτασης (scalability). ○ Η τεκμηρίωση γίνεται σε προχωρημένα στάδια. ○ Μειώνεται η ευχρηστία κάποιων τμημάτων του λογισμικού. ○ Απαιτεί άτομα με ιδιαίτερες δεξιότητες στην ομάδα ανάπτυξης.

2.2.7. Επιλογή Κατάλληλου Μοντέλου Κύκλου Ζωής

Υπάρχει μία πληθώρα μοντέλων κύκλου ζωής λογισμικού. Παραπάνω, παρουσιάστηκαν τα πιο βασικά από αυτά. Υπάρχουν, ωστόσο, και πολλά άλλα υβριδικά που σχεδιάζονται για να καλύπτουν συγκεκριμένες ανάγκες συγκεκριμένων έργων ή επιχειρούν μία άψογη προσέγγιση συνδυάζοντας διάφορα μοντέλα και απομακρύνοντας τις ατομικές αδυναμίες του κάθε μοντέλου. Αυτή η μεγάλη ποικιλία σημαίνει, όμως, ακόμα, ότι η διαδικασία επιλογής του μοντέλου εκείνου που προσαρμόζεται καλύτερα στις ανάγκες ενός συγκεκριμένου έργου μπορεί να είναι αρκετά πολύπλοκη. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ορισμένες θεμελιώδεις πτυχές του έργου που μπορούν να διευκολύνουν την απόφαση. Σύμφωνα με τους (Isaias & Issa, 2015), οι σημαντικότερες πτυχές είναι οι ακόλουθες: (α) οι απαιτήσεις του συστήματος, (β) το χρονοδιάγραμμα του έργου, (γ) το μέγεθος του έργου και (δ) οι πόροι του έργου. Πιο συγκεκριμένα, αν οι απαιτήσεις είναι αυστηρές και αμετάβλητες, το μοντέλο καταρράκτη θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί. Αντίθετα, αν οι απαιτήσεις αναμένεται να μεταβάλλονται συχνά ή δεν είναι καλώς ορισμένες κατά την έναρξη του έργου ένα πιο ευέλικτο μοντέλο θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Όσον αφορά το χρονοδιάγραμμα, αν αυτό είναι αυστηρό, ένα μη ευέλικτο μοντέλο με αυστηρά βήματα που απαιτεί εκτεταμένη τεκμηρίωση και δοκιμές στο τελευταίο στάδιο της ανάπτυξης, όπως το μοντέλο καταρράκτη, είναι συνήθως πολύ αργό και θα πρέπει να αποφεύγεται. Όσο μεγαλύτερο είναι το έργο, τόσο λιγότερο ευέλικτο θα πρέπει να είναι το μοντέλο που υιοθετείται καθώς μία μεγάλη ομάδα αποτελούμενη από πολλούς προγραμματιστές είναι δύσκολο να λειτουργήσει συντονισμένα με ευέλικτες διαδικασίες. Αντίστοιχα, αν η ομάδα είναι διασκορπισμένη γεωγραφικά, το μοντέλο καταρράκτη είναι συνήθως η καλύτερη επιλογή, λόγω της σαφήνειας των βημάτων του. Η χρήση του ευέλικτου μοντέλου (στο οποίο η επικοινωνία είναι κρίσιμη σημασίας) ενδείκνυται κυρίως σε περιπτώσεις μικρών ομάδων που συνεργάζονται στενά. Τέλος, έργα που έχουν περίπλοκη δυναμική και απαιτούν ειδικές γνώσεις και τεχνολογίες είναι ευκολότερο να επιτευχθούν με μοντέλα αυστηρού σχεδιασμού, όπως το μοντέλο καταρράκτη (Isaias & Issa, 2015).

Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 7), παρουσιάζονται κάποια επιπλέον κριτήρια επιλογής, καθώς και η επίδοση του κάθε μοντέλου σε αυτά.

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)

Πίνακας 7: Κριτήρια επιλογής μοντέλου κύκλου ζωής (Sami M. , 2012)

Παράγοντας	Μοντέλο					
	Καταρράκτη	Σχήματος V	Πρωτοτυπποίησης	Σπειροειδές	Λειτουργικής επαύξησης	Ευέλικτο
Ασαφείς απαιτήσεις χρηστών	Κακό	Κακό	Καλό	Άριστο	Καλό	Άριστο
Άγνωστη τεχνολογία	Κακό	Κακό	Άριστο	Άριστο	Καλό	Κακό
Πολύπλοκο σύστημα	Καλό	Καλό	Άριστο	Άριστο	Καλό	Κακό
Αξιόπιστο σύστημα	Καλό	Καλό	Κακό	Άριστο	Καλό	Καλό
Απαίτηση για σύντομη περίοδο υλοποίησης	Κακό	Κακό	Καλό	Κακό	Άριστο	Άριστο
Ισχυρή διαχείριση έργου (project management)	Άριστο	Άριστο	Άριστο	Άριστο	Άριστο	Άριστο
Περιορισμός κόστους	Κακό	Κακό	Κακό	Κακό	Άριστο	Άριστο
Διαφάνεια εμπλεκόμενων μερών	Καλό	Καλό	Άριστο	Άριστο	Καλό	Άριστο
Περιορισμός δεξιοτήτων	Καλό	Καλό	Κακό	Κακό	Καλό	Κακό
Τεκμηρίωση	Άριστο	Άριστο	Καλό	Καλό	Άριστο	Κακό
Επαναχρησιμοποίηση τμημάτων του λογισμικού	Άριστο	Άριστο	Κακό	Κακό	Άριστο	Κακό

Συμπερασματικά, δεν υπάρχει ένα «καλύτερο» μοντέλο κύκλου ζωής αλλά ένα καταλληλότερο στις εκάστοτε συνθήκες τόσο του κατασκευαστή, όσο και του θεματικού πεδίου της εφαρμογής του λογισμικού (Βεσκούκης, 2015). Η επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου για ένα έργο είναι κρίσιμο βήμα στην ανάπτυξη συστημάτων και όσο τα Πληροφοριακά Συστήματα συνεχίζουν να διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο στις σύγχρονες επιχειρήσεις και στους οργανισμούς, τα διάφορα μοντέλα θα συνεχίζουν να εξελίσσονται, να ερευνώνται και να χρησιμοποιούνται.

2.3. Παράγοντες Επιτυχίας & Ρίσκου σε Έργα Ανάπτυξης Λογισμικού

Οι παράγοντες επιτυχίας και ρίσκου έργων είναι ένα αντικείμενο που έχει διερευνηθεί αρκετά από την επιστημονική κοινότητα και η κατανόησή τους είναι πολύ σημαντική για την πορεία των έργων κάθε είδους.

Ο προσδιορισμός συγκεκριμένων παραγόντων επιτυχίας για ένα συγκεκριμένο είδος έργων είναι πολύ δύσκολος δεδομένου ότι αυτοί συνήθως συνάδουν με την πρακτική έννοια της επιτυχίας του ίδιου του έργου. Δεν υπάρχει ομοφωνία στην επιστημονική κοινότητα όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να αξιολογείται η επιτυχία ενός έργου και για το ποιοι είναι οι πιο κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας έργων (Wateridge, 1995). Παρόλα αυτά, οι (Fortune & White, 2006) επιχειρούν μία ενδιαφέρουσα μετα-ανάλυση των παραγόντων επιτυχίας των έργων από 65 διαφορετικές δημοσιεύσεις δίνοντας μία ευρεία αίσθηση των πιο κοινώς αποδεκτών παραγόντων επιτυχίας σε ακαδημαϊκές δημοσιεύσεις. Οι δεκατρείς πιο υψηλά βαθμολογημένοι παράγοντες επιτυχίας παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 8).

Πίνακας 8: Κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας έργων (Fortune & White, 2006)

Κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας	Αριθμός δημοσιεύσεων
Υποστήριξη από την ανώτερη διοίκηση	39
Ξεκάθαροι ρεαλιστικοί στόχοι	31
Ισχυρό/λεπτομερές σχέδιο που επικαιροποιείται σε τακτά χρονικά διαστήματα	29
Καλή επικοινωνία/ανάδραση (feedback)	27
Επαρκής εμπλοκή χρηστών/πελατών	24
Ικανό/κατάλληλα εκπαιδευμένο/επαρκές προσωπικό/ομάδα	20
Αποτελεσματική διαχείριση της αλλαγής	19
Ικανός διαχειριστής έργου (project manager)	19
Ισχυρή έκθεση επιχειρησιακής σκοπιμότητας έργου/ισχυρή βάση έργου	16
Επαρκείς/καλώς καταμερισμένοι πόροι	16
Καλή ηγεσία	15
Αποδεδειγμένη/γνώριμη τεχνολογία	14
Ρεαλιστικό πρόγραμμα/χρονοδιάγραμμα	14

Όταν εξετάζεται η βιβλιογραφία συγκεκριμένα για τα έργα ανάπτυξης λογισμικού, ένας σημαντικός παράγοντας επιτυχίας που δε συμπεριλαμβάνεται στη λίστα των Fortune και White αναδύεται: η σημασία του σχεδιασμού και της διαχείρισης των απαιτήσεων ((Berntsson-Svensson & Aurum, 2006), (Hofmann & Lehner, 2001) και (Reel, 1999)). Οι απαιτήσεις μπορούν να θεωρηθούν, ως ένα βαθμό, μέρος των στόχων και του σχεδιασμού/προγραμματισμού του έργου και συνεπώς κατά μία έννοια υπάρχουν ήδη στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 8), στο δεύτερο και τρίτο πιο συχνά αναφερόμενο παράγοντα επιτυχίας. Μία άλλη εμπειρική έρευνα (Dvir, Raz, & Shenhar, 2003) υποδεικνύει μία ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της επιτυχίας ενός έργου και του βαθμού προσπάθειας που καταβάλλεται στον προσδιορισμό των στόχων του έργου και των λειτουργικών απαιτήσεων και τεχνικών προδιαγραφών του τελικού προϊόντος. Η έννοια του σχεδιασμού του έργου που χρησιμοποιούν οι Dvir et al. ουσιαστικά περιλαμβάνει την έννοια του προσδιορισμού των απαιτήσεων σε έργα ανάπτυξης λογισμικού.

Όσον αφορά τους παράγοντες ρίσκου σε έργα ανάπτυξης λογισμικού, οι (Keil, Cule, Lyytinen, & Schmidt, 1998) μελέτησαν τους εκλαμβανόμενους παράγοντες ρίσκου και τη σχετική τους σημασία σε μία έρευνα στην οποία συμμετείχαν τρεις επιτροπές από διαχειριστές έργων λογισμικού από τρεις διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές: τη Φινλανδία, το Χονγκ-Κονγκ και τις ΗΠΑ. Και οι τρεις επιτροπές, ανεξάρτητα, αναγνώρισαν τους ίδιους έντεκα κοινούς παράγοντες ρίσκου. Οι παράγοντες αυτοί καθώς και η σχετική σημασία τους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 9). Στη συγκεκριμένη εργασία αναφέρεται ότι οι περισσότεροι από τους πιο σημαντικούς παράγοντες ρίσκου είναι εκτός του άμεσου ελέγχου του διαχειριστή του έργου (Project Manager) και μόνο ένας παράγοντας ρίσκου σχετίζεται με την τεχνολογία (Keil, Cule, Lyytinen, & Schmidt, 1998).

Πίνακας 9: Παράγοντες ρίσκου σε έργα ανάπτυξης λογισμικού
(Keil, Cule, Lyytinen, & Schmidt, 1998)

Παράγοντας ρίσκου	Σχετική σημασία
Έλλειψη δέσμευσης ανώτερης διοίκησης	1
Αποτυχία επίτευξης δέσμευσης χρηστών	2
Παρερμηνεία απαιτήσεων	3
Έλλειψη επαρκούς εμπλοκής χρηστών	4
Αποτυχία διαχείρισης προσδοκιών τελικών χρηστών	5

*Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)*

Παράγοντας ρίσκου	Σχετική σημασία
Αλλαγή πεδίου εφαρμογής/στόχων	6
Έλλειψη απαιτούμενων γνώσεων/ ικανοτήτων του προσωπικού του έργου	7
Έλλειψη παγιωμένων απαιτήσεων	8
Εισαγωγή νέας τεχνολογίας	9
Ανεπαρκές/ακατάλληλο προσωπικό	10
Σύγκρουση μεταξύ τμημάτων χρηστών	11

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας είναι πρακτικά σε συμφωνία με τους παράγοντες επιτυχίας έργων, όπως αυτοί παρουσιάστηκαν προηγουμένως, με την έννοια ότι οι πιο σημαντικοί παράγοντες ρίσκου είναι συχνά το αντίστροφο των πιο σημαντικών παραγόντων επιτυχίας (π.χ. υποστήριξη ανώτερης διοίκησης – έλλειψη δέσμευσης ανώτερης διοίκησης ή επαρκής εμπλοκή χρηστών – έλλειψη επαρκούς εμπλοκής χρηστών). Η ανάγκη για προσδιορισμό καλών απαιτήσεων λογισμικού είναι επίσης αρκετά εμφανής στη λίστα με τους πιο σημαντικούς παράγοντες ρίσκου σε έργα ανάπτυξης λογισμικού.

3. Ανάπτυξη Μεθοδολογίας

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει την γενική παρουσίαση της μεθοδολογίας που θα χρησιμοποιηθεί. Πρόκειται για τη διαδικασία ανάπτυξης συστημάτων (Εικόνα 9). Θα αναλυθούν οι επιμέρους δραστηριότητες της και κάποια ζητήματα αυτών τα οποία έχουν ενδιαφέρον και έχουν απασχολήσει την επιστημονική κοινότητα.



Εικόνα 9: Η διαδικασία ανάπτυξης συστημάτων (Laudon & Laudon, 2006)

3.1. Ανάλυση Συστημάτων

Ανάλυση συστημάτων είναι η ανάλυση του προβλήματος το οποίο θα προσπαθήσει να λύσει ο οργανισμός με ένα Πληροφοριακό Σύστημα. Συνίσταται στον προσδιορισμό του προβλήματος, την αναγνώριση των αιτιών του, τη διατύπωση της λύσης και τον καθορισμό των πληροφοριακών απαιτήσεων που θα πρέπει να ικανοποιεί η λύση του συστήματος.

3.1.1. Αναγνώριση Προβλημάτων

Στο στάδιο αυτό περιγράφονται εν συντομία το υπάρχον σύστημα και το λογισμικό που εξυπηρετεί τον οργανισμό και εκθέτονται με λεπτομέρεια τα προβλήματα των υπάρχοντων συστημάτων.

Υπάρχουν διάφορα κριτήρια αξιολόγησης λογισμικών. Το πρότυπο ISO 9126, παραδείγματος χάριν, είναι ένα διεθνές πρότυπο για την αξιολόγηση λογισμικού. Το πρώτο μέρος του (αναφέρεται ως ISO 9126-1) αποτελεί επέκταση προηγούμενων εργασιών που εκπόνησαν οι McCall (1977), Boehm (1978), FURPS και άλλοι για τον ορισμό ενός συνόλου χαρακτηριστικών ποιότητας λογισμικού. Αποτελεί την πιο πρόσφατη (και συνεχή) έρευνα για την αξιολόγηση λογισμικού για σκοπούς ελέγχου της ποιότητάς του, διασφάλισης της ποιότητάς του και βελτίωσης της διαδικασίας του. Το μοντέλο ποιότητας λογισμικού του προτύπου αυτού προσδιορίζει έξι κύρια χαρακτηριστικά ποιότητας, τα οποία στη συνέχεια αναλύονται σε υποχαρακτηριστικά (Πίνακας 10) (Fleming, 2018). Τα χαρακτηριστικά αυτά αποτελούν αφενός κριτήρια αξιολόγησης των υπαρχόντων Πληροφοριακών Συστημάτων αυτής της δραστηριότητας και αφετέρου απαιτήσεις που θα πρέπει να ικανοποιεί το νέο σύστημα όπως αυτές θα προσδιοριστούν στη συνέχεια (βλ. Κεφάλαιο 3.1.3. Ορισμός Πληροφοριακών Απαιτήσεων, σελ. 47).

Πίνακας 10: Χαρακτηριστικά ποιότητας λογισμικού σύμφωνα με το πρότυπο ISO 9126 (Fleming, 2018)

Χαρακτηριστικό	Υποχαρακτηριστικό	Περιγραφή
Λειτουργικότητα (Functionality)	Καταλληλότητα (Suitability)	Αυτό είναι το βασικό χαρακτηριστικό της λειτουργικότητας και αναφέρεται στην καταλληλότητα (στις προδιαγραφές) των λειτουργιών του λογισμικού.
	Ακρίβεια (Accurateness)	Αναφέρεται στην ορθότητα των λειτουργιών. Π.χ. ένα ATM μπορεί να παρέχει μια λειτουργία διανομής μετρητών, αλλά είναι σωστά τα ποσά που διανέμει;
	Διαλειτουργικότητα (Interoperability)	Ένα δεδομένο τμήμα ή σύστημα λογισμικού δεν λειτουργεί συνήθως μεμονωμένα. Αυτό το υποχαρακτηριστικό αφορά στην ικανότητα ενός τμήματος του λογισμικού να αλληλοεπιδρά με άλλα τμήματα ή συστήματα.
	Συμμόρφωση (Compliance)	Όπου ενδείκνυται, πρέπει να τηρούνται ορισμένοι νόμοι και κατευθυντήριες γραμμές της βιομηχανίας (ή των κυβερνήσεων). Αυτό το υποχαρακτηριστικό αναφέρεται στην ικανότητα του λογισμικού να καλύπτει τις απαιτήσεις αυτές.
	Ασφάλεια (Security)	Σχετίζεται με τη μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στις λειτουργίες του λογισμικού.

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)

Χαρακτηριστικό	Υποχαρακτηριστικό	Περιγραφή
Αξιοπιστία (Reliability)	Ωριμότητα (Maturity)	Αφορά στη συχνότητα αποτυχίας του λογισμικού.
	Ανοχή σε σφάλματα (Fault tolerance)	Η ικανότητα του λογισμικού να υπομένει αποτυχίες και να ανακάμπτει από αυτές.
	Ανακτησιμότητα (Recoverability)	Δυνατότητα επαναφοράς ενός αποτυχημένου συστήματος σε πλήρη λειτουργία, συμπεριλαμβανομένων των δεδομένων και των συνδέσεων δικτύου.
Ευχρηστία (Usability)	Κατανόηση (Understandability)	Αφορά στην ευκολία κατανόησης των λειτουργιών του συστήματος από τους χρήστες.
	Μάθηση (Learnability)	Η προσπάθεια που απαιτείται για την εκμάθηση χρήσης του λογισμικού από διαφορετικούς χρήστες (αρχάριους, περιστασιακούς, ειδικούς, κτλ.).
	Χειρισμός (Operability)	Ικανότητα του λογισμικού να μπορεί να το χειρίζεται εύκολα ένας δεδομένος χρήστης σε ένα δεδομένο περιβάλλον.
Αποδοτικότητα (Efficiency)	Χρονική απόδοση (Time behavior)	Χαρακτηρίζει τους χρόνους απόκρισης για δεδομένη διεκπεραιωτική ικανότητα, δηλαδή ρυθμό συναλλαγών.
	Απόδοση πόρων (Resource behavior)	Χαρακτηρίζει τους χρησιμοποιούμενους πόρους, δηλ. τη μνήμη, τη CPU, το δίσκο και τη χρήση δικτύου.
Συντηρησιμότητα (Maintainability)	Αναλυσιμότητα (Analyzability)	Χαρακτηρίζει την ικανότητα εντοπισμού της αιτίας μίας αποτυχίας μέσα στο λογισμικό.
	Μεταβλητότητα (Changeability)	Χαρακτηρίζει την προσπάθεια που απαιτείται για την αλλαγή ενός συστήματος.
	Σταθερότητα (Stability)	Χαρακτηρίζει την ευαισθησία ενός δεδομένου συστήματος στην αλλαγή, δηλαδή την αρνητική επίδραση που μπορεί να προκληθεί από τις αλλαγές του συστήματος.
	Δοκιμασιμότητα (Testability)	Χαρακτηρίζει την προσπάθεια που απαιτείται για την επαλήθευση (δοκιμή) μιας αλλαγής στο σύστημα.

Χαρακτηριστικό	Υποχαρακτηριστικό	Περιγραφή
Φορητότητα (Portability)	Προσαρμοστικότητα (Adaptability)	Χαρακτηρίζει την ικανότητα του συστήματος να προσαρμόζεται σε νέες προδιαγραφές ή περιβάλλοντα λειτουργίας.
	Εγκατάσταση (Installability)	Χαρακτηρίζει την προσπάθεια που απαιτείται για την εγκατάσταση του λογισμικού.
	Συμμόρφωση (Conformance)	Παρόμοιο με το αντίστοιχο υποχαρακτηριστικό της λειτουργικότητας, αλλά στη προκειμένη περίπτωση σχετίζεται με τη φορητότητα. Ένα παράδειγμα είναι η συμμόρφωση με την Open SQL που σχετίζεται με τη φορητότητα της χρησιμοποιούμενης βάσης δεδομένων.
	Δυνατότητα αντικατάστασης (Replaceability)	Χαρακτηρίζει την πτυχή plug & play των στοιχείων (components) του λογισμικού, πόσο εύκολο είναι, δηλαδή, να αντικατασταθεί ένα δεδομένο στοιχείο λογισμικού σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον.

3.1.2. Διατύπωση Λύσης

Η ανάλυση συστημάτων περιλαμβάνει μια μελέτη σκοπιμότητας που διερευνά αν η λύση είναι σκόπιμη ή εφαρμόσιμη από οικονομική, τεχνική και οργανωσιακή άποψη, προσδιορίζει αν το προτεινόμενο σύστημα είναι καλή επένδυση, αν είναι διαθέσιμη η τεχνολογία που απαιτείται για το σύστημα και αν μπορούν να την εφαρμόσουν οι ειδικοί Πληροφοριακών Συστημάτων του οργανισμού. Συνήθως, η μελέτη σκοπιμότητας εντοπίζει περισσότερες από μία εναλλακτικές λύσεις, αξιολογεί τη σκοπιμότητα καθεμίας και από εκεί και πέρα εναπόκειται στη διοίκηση η επιλογή της πιο επιθυμητής εναλλακτικής λύσης.

3.1.2.1. Στρατηγικός Σχεδιασμός Πληροφοριακών Συστημάτων

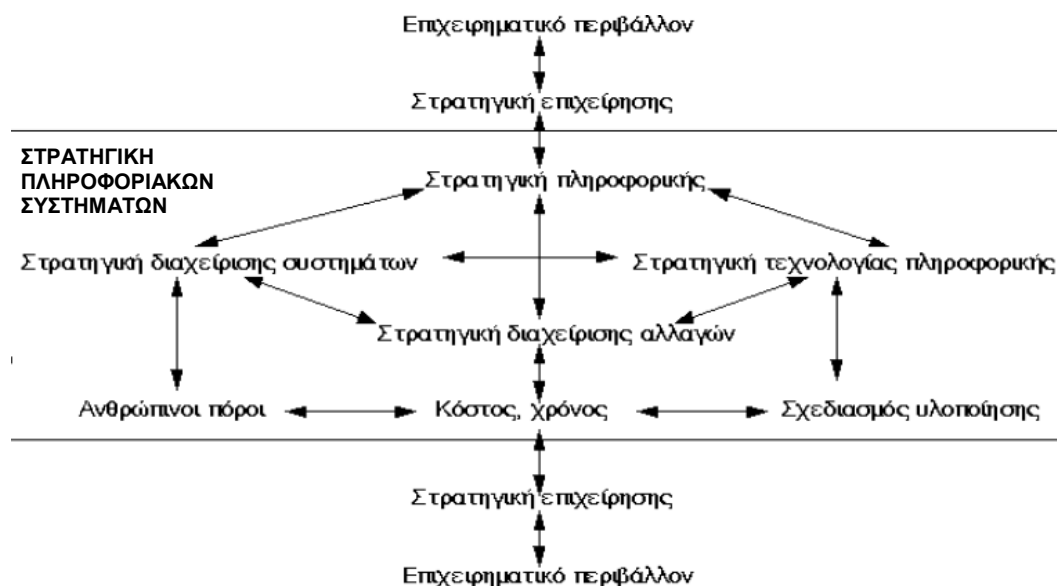
Τα Πληροφορικά Συστήματα δεν είναι μόνο πολύ σημαντικά για την υποστήριξη των επιχειρηματικών στρατηγικών, αλλά μπορούν να δημιουργήσουν και νέες στρατηγικές επιλογές για τους οργανισμούς που τα εκμεταλλεύονται.

Το πρώτο στάδιο σε όλες τις προσπάθειες ανάπτυξης και εγκατάστασης Πληροφοριακών Συστημάτων είναι η ανάλυση σε στρατηγικό επίπεδο του πολυδιάστατου ρόλου που παίζουν και πρόκειται να παίξουν στο μέλλον.

Σε αυτό το στάδιο καθορίζονται οι στρατηγικοί στόχοι του οργανισμού, προσδιορίζονται οι προσανατολισμοί του σε σχέση με την τεχνολογία πληροφορικής, αναλύονται οι λειτουργικές και οργανωτικές δομές, όπως είναι διαμορφωμένες στην παρούσα μορφή τους, και διατυπώνεται ένα στρατηγικό σχέδιο Πληροφοριακών Συστημάτων (Information Systems Master Plan) (Μέντζας, 1993). Το σχέδιο αυτό έχει τριπλό σκοπό:

- να στοιχειοθετήσει την εικόνα του συστήματος (λειτουργικού, οργανωτικού και τεχνικού) που αποτελεί τον στόχο του οργανισμού (target system).
- να αποτελέσει τη βάση για τα μετέπειτα βήματα της μεθόδου που ακολουθείται (δηλαδή για την ανάλυση και τον σχεδιασμό του συστήματος).
- να προσδιορίσει με ακρίβεια το χρονικό και οικονομικό προγραμματισμό της ανάλυσης, ανάπτυξης και συντήρησης των Πληροφοριακών Συστημάτων.

Η ανάγκη στενής συσχέτισης των επιχειρηματικών στόχων με τους στόχους της πληροφορικής είναι επιτακτική. Η διαμόρφωση στρατηγικής για τα Πληροφορικά Συστήματα σε μια επιχείρηση πρέπει να καλύπτει ένα διπλό ρόλο. Από τη μια μεριά, η επιχειρηματική στρατηγική πρέπει να αναλυθεί, ώστε να αναγνωρισθούν οι κύριες λειτουργικές ανάγκες που θα πρέπει να ικανοποιηθούν από τα Πληροφορικά Συστήματα, ενώ από την άλλη μεριά, η επιχειρηματική πρακτική και στρατηγική πρέπει να διαφοροποιηθεί ώστε να λάβει υπόψην της τις πληροφορίες που θα γίνουν πλέον διαθέσιμες (Εικόνα 10). Συνεπώς, ο στρατηγικός σχεδιασμός πληροφορικής δεν μπορεί να είναι μια διαδικασία απομονωμένη από το επιχειρηματικό περιβάλλον. Αντίθετα, πρέπει να περιλαμβάνει τρόπους αναγνώρισης των απαιτούμενων αλλαγών στις λειτουργικές-επιχειρηματικές διαδικασίες, σε σχέση με τους επιθυμητούς στόχους και τις κατευθύνσεις του οργανισμού (επανασχεδιασμός ή μετασχηματισμός επιχειρηματικών διαδικασιών, business process redesign or transformation) (Μέντζας, 1993).



Εικόνα 10: Γενικευμένη μεθοδολογία στρατηγικού σχεδιασμού (Μέντζας, 1993)

Βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή του στρατηγικού σχεδιασμού αποτελεί η αποδοχή του γεγονότος από την πλευρά της διοίκησης, ότι τα Πληροφοριακά Συστήματα και η συνετή αξιοποίησή τους είναι κρίσιμα εργαλεία για την επίτευξη των επιχειρηματικών στόχων του οργανισμού. Ο στρατηγικός σχεδιασμός των Πληροφοριακών Συστημάτων είναι μια σημαντική διαδικασία που σκοπό έχει να ευθυγραμμίσει την επιχειρηματική στρατηγική με την τεχνολογική υποδομή. Για το λόγο αυτό, η διοίκηση οφείλει να συνειδητοποιήσει την κρισιμότητα ενός τέτοιου σχεδιασμού, να αναλύσει με σύνεση τις υπάρχουσες επιχειρηματικές διαδικασίες, να καταλήξει με διορατικότητα σ' ένα σχέδιο πλάνου (action plan) και κυρίως να δεσμευτεί για την ολοκλήρωση του τελικού στόχου.

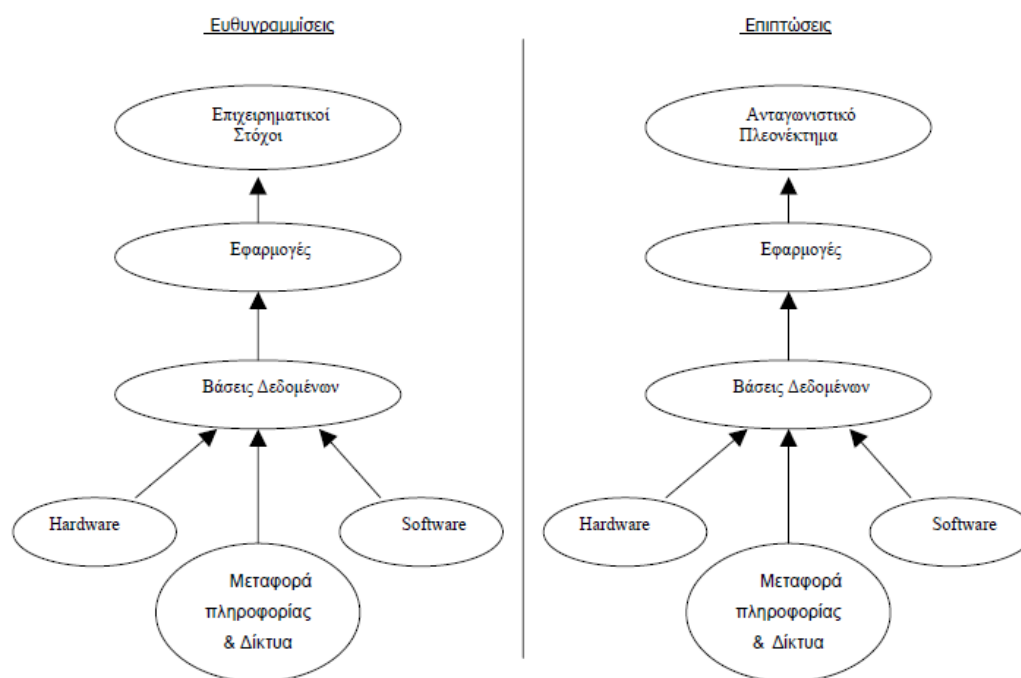
Υπάρχουν δύο κατηγορίες μεθοδολογιών στρατηγικού σχεδιασμού Πληροφοριακών Συστημάτων: (α) οι μεθοδολογίες επιπτώσεων και (β) οι μεθοδολογίες ευθυγράμμισης με τις λειτουργίες ενός οργανισμού (Αρβανίτης & Καρακώστας, 2005).

Οι μεθοδολογίες επιπτώσεων (impacts planning) βασίζονται στις εξελίξεις της τεχνολογίας πληροφορικής και στις πιθανές οργανωτικές και λειτουργικές επιπτώσεις που οι εξελίξεις αυτές δημιουργούν σε επιχειρησιακό επίπεδο. Οι επιπτώσεις μπορεί να πάρουν τη μορφή νέων προϊόντων, νέων πελατών ή αγορών για τον οργανισμό, κλπ. Κατά συνέπεια, ο σχεδιασμός επιπτώσεων στοχεύει στην αναγνώριση των επιδράσεων της τεχνολογικής εξέλιξης στην επιχειρηματική δραστηριότητα. Παραδείγματος χάριν, η υλοποίηση ενός προγράμματος πληροφορικής που βασίζεται στην ηλεκτρονική επικοινωνία της επιχείρησης με τους πελάτες της θα δημιουργήσει την ανάγκη για επανασχεδιασμό των οργανωτικών και λειτουργικών διαδικασιών και

μεταβολή των στόχων. Οι νέοι αυτοί στόχοι μπορεί να αφορούν τη χρήση της ηλεκτρονικής διασύνδεσης, όχι μόνο για τις παραγγελίες, αλλά και για τη διαφήμιση των νέων προϊόντων της επιχείρησης, την επέκταση σε νέους πελάτες που έχουν την απαιτούμενη πληροφοριακή υποδομή, κλπ.

Οι μεθοδολογίες ευθυγράμμισης (alignment planning) ξεκινούν από τις υπάρχουσες επιχειρησιακές διαδικασίες και ανάγκες, και δημιουργούν την αναγκαία τεχνολογική υποδομή για την υποστήριξη των διαδικασιών αυτών. Έστω, παραδείγματος χάριν, μια επιχείρηση που προμηθεύει πρώτες ύλες σε διάφορες βιομηχανίες. Η επιχείρηση αυτή παρότι έχει προκαθορισμένες διαδικασίες για την εκτέλεση των παραγγελιών δεν χρησιμοποιεί μηχανογραφημένο σύστημα. Ο σχεδιασμός ευθυγράμμισης θα μπορούσε να στοχεύει στον καθορισμό εκείνης της υποδομής σε Πληροφοριακά Συστήματα (λογισμικό, υλικό, και τηλεπικοινωνίες) που θα υποβοηθήσουν τη διαδικασία διαχείρισης παραγγελιών, με στόχο τη μείωση του συνολικού χρόνου από την παραγγελία μέχρι την ικανοποίησή της.

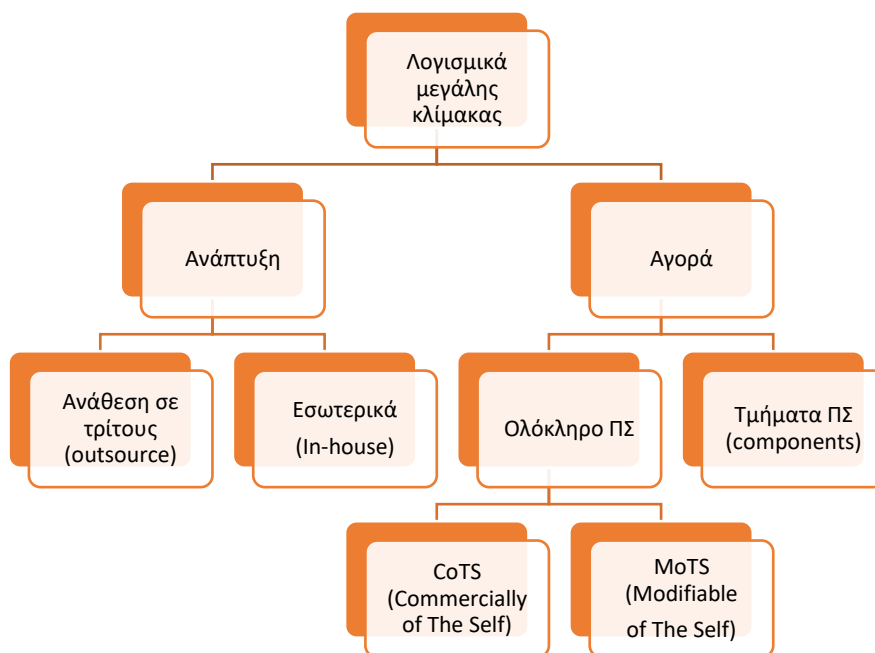
Οι μεθοδολογίες επιπτώσεων βοηθούν, δημιουργούν και αιτιολογούν τις νέες χρήσεις των Πληροφοριακών Συστημάτων, ενώ οι μεθοδολογίες ευθυγράμμισης συντάσσουν τα Πληροφοριακά Συστήματα με τους οργανωτικούς στόχους του οργανισμού (Εικόνα 11).



Εικόνα 11: Κατηγορίες μεθοδολογιών στρατηγικού σχεδιασμού Πληροφοριακών Συστημάτων (Αρβανίτης & Καρακώστας, 2005)

3.1.2.2. Επιλογή μεθόδου απόκτησης Πληροφοριακού Συστήματος

Μία ακόμη απόφαση που καλείται να πάρει η επιχείρηση ή ο οργανισμός κατά το στάδιο αυτό είναι η μέθοδος απόκτησης του Πληροφοριακού Συστήματος που θα επιλέξει. Οι πιθανές μέθοδοι για την απόκτηση λογισμικών μεγάλης κλίμακας παρουσιάζονται στο επόμενο σχήμα (Εικόνα 12).



Εικόνα 12: Μέθοδοι απόκτησης λογισμικών μεγάλης κλίμακας (μετάφραση από (Shahzad, 2017))

Οι (Gomez, Wriedt, & Zhao, 2016) αναφέρουν ότι είναι πολύ δύσκολη η απόφαση της ανάπτυξης ή της αγοράς ενός λογισμικού ειδικά όταν η απόφαση παίρνεται για πρώτη φορά. Κατά τη γνώμη του, οι οργανισμοί όταν καλούνται να πάρουν αυτήν την απόφαση βρίσκονται μπροστά σε τρία εναλλακτικά σενάρια: (α) να αγοράσουν ένα πακέτο λογισμικού και να το προσαρμόσουν ώστε να καλύπτει τις ανάγκες τους, (β) να αγοράσουν ένα πακέτο λογισμικού και να τροποποιήσουν τις οργανωσιακές τους ανάγκες ώστε να προσαρμοστούν στο πακέτο λογισμικού ή (γ) να αναπτύξουν εσωτερικά το δικό τους λογισμικό, φτιαγμένο στα μέτρα τους, το οποίο θα έχει τα δικά του πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Το ζήτημα της απόφασης αγοράς ή ανάπτυξης λογισμικού και οι παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαδικασία λήψης της απόφασης αυτής έχει απασχολήσει αρκετά την επιστημονική κοινότητα. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 11), παρουσιάζονται κάποιοι από αυτούς τους παράγοντες, όπως αυτοί συνοψίστηκαν από σχετική ανασκόπηση 38 πρόσφατων βιβλιογραφικών πηγών (Shahzad, 2017).

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)

Πίνακας 11: Παράγοντες απόφασης ανάπτυξης ή αγοράς λογισμικού (Shahzad, 2017)

Παράγοντας	Συχνότητα εμφάνισης (Αριθμός δημοσιεύσεων)
Στρατηγική και ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα	2
Κόστος ανάπτυξης λογισμικού	3
Κλίμακα και πολυπλοκότητα	1
Κάλυψη απαιτήσεων	4
Χρόνος ανάπτυξης	1
Επιδεξιότητα εσωτερικής ομάδας ανάπτυξης ΠΣ	6
Εξάλειψη/μεταφορά ρίσκου	2
Λειτουργικοί παράγοντες	1
Πνευματικά δικαιώματα	1
Συστήματα κληρονομιάς (legacy systems)	1
Διασυνδεδεμένη εφαρμογή	2
Προσανατολισμός σε ανώτερη ποιότητα	2
Ευκολία έτοιμης λύσης	2
Ευελξία στο σχεδιασμό	3
Υποστήριξη και εκπαίδευση	2
Ανάλυση οργανωσιακής ικανότητας προμηθευτή	1

Αντίστοιχα μία άλλη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, ομαδοποιεί τους παράγοντες απόφασης ανάπτυξης ή αγοράς λογισμικού με λίγο διαφορετικό τρόπο (Πίνακας 12). Ωστόσο, επί της ουσίας οι περισσότεροι παράγοντες συγκλίνουν. Παραδείγματος χάριν και οι δύο εργασίες κάνουν λόγο για τα πνευματικά δικαιώματα, τη διαθεσιμότητα του πηγαίου κώδικα και την άδεια χρήσης ή για το κόστος ή το χρόνο ανάπτυξης, κτλ.

Πίνακας 12: Ομαδοποίηση παραγόντων απόφασης ανάπτυξης ή αγοράς λογισμικού (Badampudi, 2016)

Κατηγορία παραγόντων	Παράγοντες	
Παράγοντες αξιολόγησης έργου	Χρόνος	Χρόνος για δοκιμές και διασύνδεση
		Χρόνος ολοκλήρωσης της ανάπτυξης
	Κόστος	Κόστος τμημάτων λογισμικού
		Συνολικό κόστος απόκτησης λογισμικού
		Κόστος αντικατάστασης τμημάτων λογισμικού
		Κόστος συντήρησης
	Μόχθος	Μόχθος επιλογής και διασύνδεσης
		Μόχθος ανάπτυξης
	Ποιότητα	Ποιότητα γενικώς

Κατηγορία παραγόντων	Παράγοντες	
Εξωτερικοί παράγοντες	Τάση αγοράς	Εξέλιξη τμημάτων λογισμικού
	Διαθεσιμότητα πηγαίου κώδικα	Πρόσβαση και χρήση πηγαίου κώδικα
		Τεκμηρίωση πηγαίου κώδικα
	Τεχνική υποστήριξη	Χρόνος απόκρισης
		Διαθεσιμότητα υποστήριξης
		Προσαρμοστικότητα κώδικα
		Αλλαγές στις απαιτήσεις
	Άδεια χρήσης	Κόστος άδειας χρήσης
		Υποχρεώσεις άδειας χρήσης
	Παράγοντες σχετικοί με τις δραστηριότητες ανάπτυξης λογισμικού	Διασύνδεση
Απαιτήσεις		Πολυπλοκότητα εργασίας
		Μοναδικότητα εργασίας
		Αβεβαιότητα απαιτήσεων
		Διαπραγματεύσεις απαιτήσεων
		Καταλληλότητα απαιτήσεων
Συντήρηση		Ευκολία συντήρησης

Παρόλο που οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση έχουν συζητηθεί αρκετά, δεν έχουν γίνει προσπάθειες για την ιεράρχησή τους βάσει της σημαντικότητάς τους, και δεν υπάρχουν εμπειρικές ενδείξεις για τη σύγκριση των λύσεων βάσει των παραγόντων αυτών.

Ο (Wilson, 2014) πρότεινε πότε θα πρέπει να επιλέγεται η λύση των εσωτερικά ανεπτυγμένων λογισμικών έναντι των έτοιμων λογισμικών. Σύμφωνα με αυτόν, τα εσωτερικά ανεπτυγμένα λογισμικά θα πρέπει να υιοθετούνται σε περιπτώσεις που υπάρχει μία μόνο επιχειρηματική διαδικασία, το πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί είναι μοναδικό, το πρόβλημα είναι απομονωμένο και το προσωπικό για την ανάπτυξη του λογισμικού είναι διαθέσιμο. Μία άλλη εργασία (Sundararajan, 2014) προσδιορίζει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των εσωτερικά ανεπτυγμένων λογισμικών. Σύμφωνα με το συγγραφέα, ένα από τα βασικά πλεονεκτήματά τους είναι ο πλήρης έλεγχος του κώδικα της εφαρμογής και του πλάνου ανάπτυξης. Από την άλλη πλευρά, τα μειονεκτήματα των εσωτερικά ανεπτυγμένων λογισμικών περιλαμβάνουν τη συνεχή δέσμευση προσωπικού, τη μειωμένη λειτουργικότητα και τις επικαιροποιήσεις/ενημερώσεις που είναι δύσκολο να γίνουν αφού για αυτό το σκοπό

απαιτείται μία νέα φάση ανάπτυξης που δημιουργεί νέες υψηλές απαιτήσεις σε χρόνο, κόστος και ανθρώπινους πόρους.

Ο (Wilson, 2014) προσδιόρισε επίσης πότε θα πρέπει να επιλέγεται η λύση των έτοιμων λογισμικών: όταν η χρήση του λογισμικού είναι κρίσιμη, το πρόβλημα που καλείται να αντιμετωπίσει είναι κοινό/συνηθισμένο, το πεδίο εφαρμογής του λογισμικού καλύπτει όλον τον οργανισμό και δεν υπάρχει ένα αξιόπιστο τμήμα ανάπτυξης λογισμικού. Αντίστοιχα, η επιλογή έτοιμων πακέτων λογισμικού παρουσιάζει επίσης πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Στα πλεονεκτήματα περιλαμβάνονται τα εξής: έτοιμη λύση, ευέλικτο λογισμικό, υποστήριξη και εκπαίδευση και αυξημένη λειτουργικότητα βάσει της ανάδρασης των πελατών. Στον αντίποδα, μερικά μειονεκτήματα είναι ο καθορισμός της λειτουργικότητας του λογισμικού από τον προμηθευτή, τα δικαιώματα του προμηθευτή στον κώδικα και η εξάρτηση από τον προμηθευτή για θέματα υποστήριξης και επικαιροποιήσεων/ενημερώσεων.

3.1.3. Ορισμός Πληροφοριακών Απαιτήσεων

Για να επιλεγεί η πιο κατάλληλη λύση καθορίζονται οι συγκεκριμένες πληροφοριακές απαιτήσεις οι οποίες θα πρέπει να ικανοποιούνται από τη λύση αυτή. Στο πιο στοιχειώδες επίπεδο, οι πληροφοριακές απαιτήσεις ενός νέου συστήματος περιλαμβάνουν τη διαπίστωση του ποιος χρειάζεται ποιες πληροφορίες, πού, πότε και πώς. Η ανάλυση των απαιτήσεων ορίζει προσεκτικά τους στόχους του νέου ή του τροποποιημένου συστήματος και αναπτύσσει μια αναλυτική περιγραφή των λειτουργιών που πρέπει να εκτελεί το νέο σύστημα.

Κάποια προβλήματα που προκύπτουν κατά τον προσδιορισμό των απαιτήσεων του συστήματος είναι συνέπεια της αποτυχίας να υπάρξει σαφής διαχωρισμός ανάμεσα στα διαφορετικά επίπεδα περιγραφής τους. Για το λόγο αυτό, θα γίνει ένας διαχωρισμός μεταξύ των απαιτήσεων από την πλευρά του χρήστη, δηλαδή των εισαγωγικών απαιτήσεων, και των απαιτήσεων που αφορούν το Πληροφοριακό Σύστημα, μέσα από τη λεπτομερή περιγραφή της λειτουργίας του. Υπό αυτή την έννοια, οι απαιτήσεις κατηγοριοποιούνται ως εξής (Δουληγέρης & Μητρόπουλος, 2015):

- Απαιτήσεις του χρήστη. Είναι δηλώσεις σε φυσική γλώσσα και διαγράμματα, που αναφέρονται στις υπηρεσίες που αναμένεται να παρέχει το σύστημα και τους περιορισμούς υπό τους οποίους θα πρέπει να λειτουργεί.
- Απαιτήσεις του Πληροφοριακού Συστήματος. Εκφράζουν τις υπηρεσίες και τους περιορισμούς του συστήματος με λεπτομέρειες. Το έγγραφο των απαιτήσεων

του συστήματος, που αναφέρονται ως λειτουργικές προδιαγραφές, πρέπει να είναι σαφές.

- Προδιαγραφές του σχεδιασμού λογισμικού. Είναι μια εισαγωγική περιγραφή της υλοποίησης του λογισμικού του Πληροφοριακού Συστήματος, η οποία αποτελεί τη βάση για το λεπτομερή σχεδιασμό και την υλοποίησή του. Αυτές οι προδιαγραφές καθιστούν σαφέστερο τον προσδιορισμό των απαιτήσεων του συστήματος και σχετίζονται με την υλοποίηση του συστήματος και τους μηχανικούς λογισμικού που ασχολούνται με την υλοποίηση και τον προγραμματισμό του Πληροφοριακού Συστήματος.

Εναλλακτικά, οι απαιτήσεις μπορούν να κατηγοριοποιηθούν και ως εξής (Δουληγέρης & Μητρόπουλος, 2015):

- Λειτουργικές απαιτήσεις. Είναι οι απαιτήσεις που ορίζουν τον τρόπο λειτουργίας του Πληροφοριακού Συστήματος, δηλαδή πώς το σύστημα θα πρέπει να αντιδρά στην εισαγωγή συγκεκριμένων δεδομένων και ποιος θα είναι ο τρόπος απόκρισής του σε συγκεκριμένες περιπτώσεις. Σε μερικές περιπτώσεις, οι λειτουργικές απαιτήσεις μπορεί επίσης να αναφέρονται σε ενέργειες που δε θα πρέπει να πραγματοποιούνται από το σύστημα.
- Μη λειτουργικές απαιτήσεις. Είναι οι περιορισμοί που θέτει το σύστημα στις υπηρεσίες ή στις λειτουργίες του. Περιλαμβάνουν χρονικούς περιορισμούς, περιορισμούς στη διαδικασία της ανάπτυξης, διάφορα πρότυπα κα.

Ορισμένες συνηθισμένες λειτουργικές απαιτήσεις είναι οι εξής: επιχειρηματικοί κανόνες, διορθώσεις, προσαρμογές και ακυρώσεις συναλλαγών, διοικητικές λειτουργίες, έλεγχος ταυτότητας (authentication), επίπεδα εξουσιοδότησης (authorization levels), παρακολούθηση ελέγχου (audit tracking), εξωτερικές διεπαφές, απαιτήσεις πιστοποίησης, απαιτήσεις παραγωγής εκθέσεων αναφορών (reporting), ιστορικά δεδομένα, νομικές ή κανονιστικές απαιτήσεις, κτλ. (Eriksson, 2012).

Από την άλλη, ορισμένες συνήθεις μη λειτουργικές απαιτήσεις είναι οι ακόλουθες: απόδοση, ευελιξία, χωρητικότητα, διαθεσιμότητα, αξιοπιστία, ανακτησιμότητα, συντήρηση, ασφάλεια, ακεραιότητα δεδομένων, ευχρηστία, διαλειτουργικότητα, κα. (Eriksson, 2012).

Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι οι λειτουργικές απαιτήσεις περιγράφουν τις λειτουργίες που το σύστημα θα πρέπει να επιτελεί, ενώ οι μη λειτουργικές τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του συστήματος. Δεδομένης της μεγάλης γκάμας διαφορετικών ειδών Πληροφοριακών Συστημάτων (βλ. 2.1.2. Κατηγορίες Πληροφοριακών Συστημάτων,

σελ. 13), ο προσδιορισμός συνηθισμένων λειτουργικών απαιτήσεων όλων των ειδών είναι πολύ δύσκολος έως αδύνατος. Αντίθετα, οι μη λειτουργικές απαιτήσεις είναι στην πλειονότητα των περιπτώσεων κοινές για όλα τα Πληροφοριακά Συστήματα και συνδέονται, όπως είδαμε παραπάνω, σε μεγάλο βαθμό, με την ποιότητα του Πληροφοριακού Συστήματος (βλ. Πίνακας 10 σελ.38).

3.2. Σχεδιασμός Συστημάτων

Η ανάλυση συστημάτων περιγράφει τι θα πρέπει να κάνει ένα σύστημα για να ικανοποιεί τις πληροφοριακές απαιτήσεις και ο σχεδιασμός συστημάτων δείχνει πώς το σύστημα θα εκπληρώσει αυτό το στόχο. Ο σχεδιασμός ενός Πληροφοριακού Συστήματος είναι το συνολικό σχέδιο ή μοντέλο αυτού του συστήματος και αποτελείται από όλες τις προδιαγραφές που δίνουν στο σύστημα τη μορφή και τη δομή του. Περιγράφονται με λεπτομέρεια οι σχεδιαστικές προδιαγραφές του συστήματος με τις οποίες θα εξασφαλίζεται η λειτουργικότητα που προσδιορίστηκε κατά την ανάλυσή του.

Στα πλαίσια αυτού του κεφαλαίου θα αναλυθούν οι συνηθέστερες αρχιτεκτονικές των Πληροφοριακών Συστημάτων και θα γίνει μία σύντομη αναφορά στην ολοκλήρωση των Πληροφοριακών Συστημάτων, τα επίπεδά της και τα προβλήματα/προκλήσεις που προκύπτουν.

3.2.1. Αρχιτεκτονικές Πληροφοριακών Συστημάτων

Η αρχιτεκτονική σχεδίαση είναι η διαδικασία δόμησης ενός συστήματος από υποσυστήματα και μονάδες με τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιούνται οι λειτουργικές και οι μη λειτουργικές απαιτήσεις του. Η σχεδίαση αποτυπώνει τη συμπεριφορά του συστήματος και τις σχέσεις που έχουν μεταξύ τους τα διάφορα υποσυστήματα και μονάδες. Διακρίνονται τρία επίπεδα αρχιτεκτονικής Πληροφοριακών Συστημάτων επιχειρήσεων (Vasconcelos, Sousa, & Tribolet, 2003):

- Η επιχειρηματική αρχιτεκτονική. Είναι ένα σύνολο μοντέλων που προσδιορίζονται για τη δημιουργία μίας πλήρους και κατανοητής εικόνας της επιχείρησης. Τα μοντέλα αυτά περιλαμβάνουν συνήθως διάφορα διαγράμματα (δραστηριοτήτων, διαδικασιών, οργάνωσης κτλ.) της επιχείρησης.
- Η αρχιτεκτονική του Πληροφοριακού Συστήματος. Το επίπεδο αυτό αρχιτεκτονικής επικεντρώνεται στην αναπαράσταση της δομής των συστατικών στοιχείων του Πληροφοριακού Συστήματος, των σχέσεών τους,

των κανόνων που τα διέπουν, κτλ., ώστε να ικανοποιείται η επιχειρηματική αποστολή του Πληροφοριακού Συστήματος.

- Η αρχιτεκτονική του λογισμικού. Το κύριο πεδίο έρευνάς της είναι ο τρόπος με τον οποίο κατασκευάζονται τα προγράμματα ή τα τμήματα των εφαρμογών. Σε αυτό το επίπεδο αναγνωρίζονται ποια αντικείμενα και κλάσεις είναι απαραίτητα για την υλοποίηση του λογισμικού. Η αρχιτεκτονική λογισμικού είναι ένα αρκετά εκτενές, ώριμο και σταθερό ερευνητικό πεδίο και για το λόγο αυτό δε θα γίνει αναφορά στη συνέχεια.

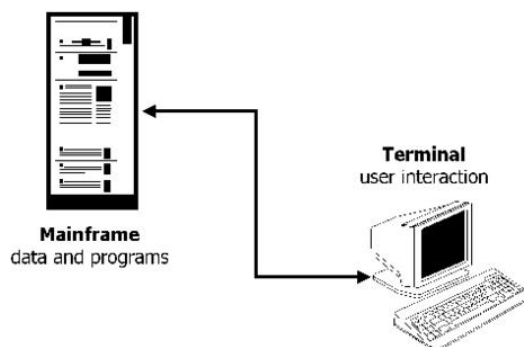
Η αρχιτεκτονική σχεδίαση περιγράφει, λοιπόν, τη γενική δομή του συστήματος σε υψηλό επίπεδο (αρχιτεκτονική Πληροφοριακού Συστήματος) και με σταδιακή εκλέπτυνση περιγράφει την εσωτερική δομή των μονάδων σε σημείο που να μπορούν να υλοποιηθούν άμεσα στην κατάλληλη γλώσσα προγραμματισμού (αρχιτεκτονική λογισμικού). Είναι μια αρκετά δύσκολη εργασία και ο σχεδιαστής θα πρέπει να έχει μεγάλη εμπειρία και γνώση προκειμένου να επιτύχει. Αξίζει να σημειωθεί ότι μετά την εφαρμογή της, η αρχιτεκτονική σχεδίαση είναι δύσκολο να αλλάξει (Μητάκος, 2015).

Τα κύρια αρχιτεκτονικά στοιχεία ενός συστήματος είναι το λογισμικό και το υλικό. Σημαντικός στόχος της αρχιτεκτονικής σχεδίασης είναι η αντιστοίχιση του λογισμικού με το υλικό του Πληροφοριακού Συστήματος. Το λογισμικό κάθε συστήματος μπορεί να εκτελεί λειτουργίες αποθήκευσης δεδομένων, προσπέλασης δεδομένων, παρουσίασης δεδομένων και λειτουργίες επεξεργασίας δεδομένων με βάση την επιχειρηματική λογική. Από την πλευρά του υλικού, διακρίνονται υπολογιστές με ρόλο πελάτη (client), υπολογιστές με ρόλο εξυπηρετητή (server) και φυσικά το δίκτυο που τους διασυνδέει. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η ανάθεση των διαφόρων μονάδων λογισμικού στο υλικό λέγεται αρχιτεκτονική διάταξη.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται πιο αναλυτικά οι πλέον γνωστές αρχιτεκτονικές διατάξεις συστημάτων:

- Αρχιτεκτονική απουσία πελάτη (mainframe architecture).

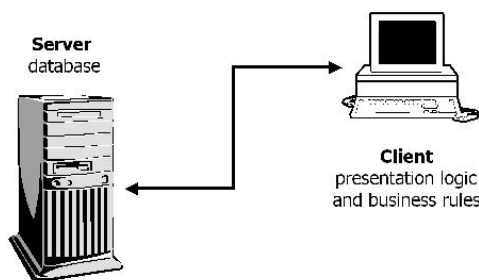
Στη σχεδίαση αυτή και οι τέσσερις λειτουργίες (αποθήκευση, προσπέλαση, παρουσίαση και επεξεργασία δεδομένων βάσει της επιχειρηματικής λογικής) έχουν ανατεθεί σε έναν υπολογιστή (mainframe) (Εικόνα 13). Οι πελάτες είναι τερματικά, τα οποία στέλνουν και λαμβάνουν μηνύματα από τον κεντρικό υπολογιστή. Στις μέρες μας, η αρχιτεκτονική αυτή εφαρμόζεται κυρίως σε μικροϋπολογιστές που τρέχουν εφαρμογές περιορισμένες σε απαιτήσεις.



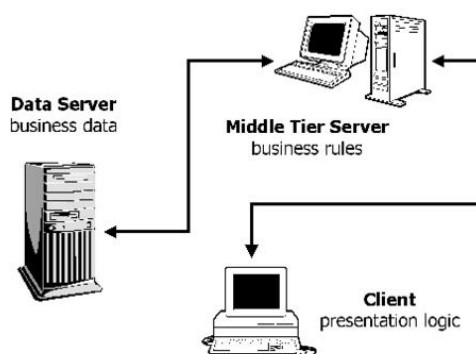
Εικόνα 13: Αρχιτεκτονική απουσία πελάτη (Ramirez, 2000)

- Αρχιτεκτονική πελάτη-εξυπηρετητή (client/server architecture).

Σε αυτή την αρχιτεκτονική υπάρχουν δύο βασικές οντότητες: (α) ο πελάτης (client), δηλαδή ένας σταθμός εργασίας που διαθέτει μια εφαρμογή που εκτελείται σε αυτόν και στην οποία έχει πρόσβαση ένας χρήστης και (β) ο εξυπηρετητής (server), δηλαδή μια συσκευή εξυπηρετητή (server) όπου εκτελείται μια άλλη εφαρμογή, που εξυπηρετεί την εφαρμογή του πελάτη (Φιτσιλής, 2015). Σε αυτήν τη σχεδίαση ο πελάτης φιλοξενεί το λογισμικό παρουσίασης. Ο εξυπηρετητής φιλοξενεί το λογισμικό αποθήκευσης και προσπέλασης δεδομένων. Όσον αφορά το λογισμικό της επιχειρηματικής λογικής, διακρίνονται δύο περιπτώσεις: (α) να βρίσκεται στην πλευρά του πελάτη (thick client) ή (β) να βρίσκεται στην πλευρά του εξυπηρετητή (thin client). Οι δύο αυτές αρχιτεκτονικές ονομάζονται 2-επιπέδων και 3-επιπέδων αντίστοιχα (Εικόνα 14 και Εικόνα 15 αντίστοιχα).



Εικόνα 14: Αρχιτεκτονική 2-επιπέδων (thick client) (Ramirez, 2000)

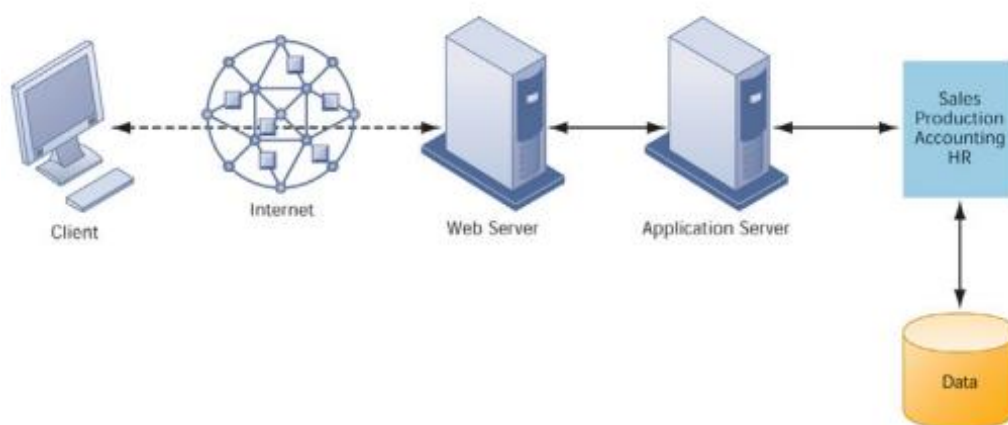


Εικόνα 15: Αρχιτεκτονική 3-επιπέδων (thin client) (Ramirez, 2000)

Η αρχιτεκτονική 3-επιπέδων αποτελεί εξέλιξη της αρχιτεκτονικής 2-επιπέδων. Στην αρχιτεκτονική 2-επιπέδων κάθε φορά που οι επιχειρηματικοί κανόνες (επιχειρηματική λογική) τροποποιούνται, η εφαρμογή στην πλευρά του πελάτη έπρεπε να τροποποιηθεί, να δοκιμασθεί και να αναδιανεμηθεί, παρόλο που η διεπαφή χρηστών μπορεί να έμενε ακριβώς η ίδια. Για τη μείωση της επίδρασης των αλλαγών της επιχειρηματικής λογικής στις εφαρμογές των πελατών, η λειτουργία της παρουσίασης των δεδομένων διαχωρίστηκε από τη λειτουργία επεξεργασίας των δεδομένων βάσει της επιχειρηματικής λογικής. Αυτός ο διαχωρισμός έγινε και το βασικό χαρακτηριστικό της αρχιτεκτονικής 3-επιπέδων. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της τελευταίας είναι τα εξής (Ramirez, 2000):

- Είναι ευκολότερη η τροποποίηση ή η αντικατάσταση οποιουδήποτε επιπέδου χωρίς να επηρεάζονται τα υπόλοιπα επίπεδα.
- Διαχωρίζοντας τη λειτουργία της αποθήκευσης δεδομένων από τη λειτουργία της επεξεργασίας τους επιτυγχάνεται καλύτερη εξισορρόπηση του φόρτου εξυπηρέτησης.
- Μπορούν να εφαρμοστούν κατάλληλες πολιτικές ασφαλείας εντός των επιπέδων των εξυπηρετητών χωρίς να παρεμποδίζονται οι πελάτες.

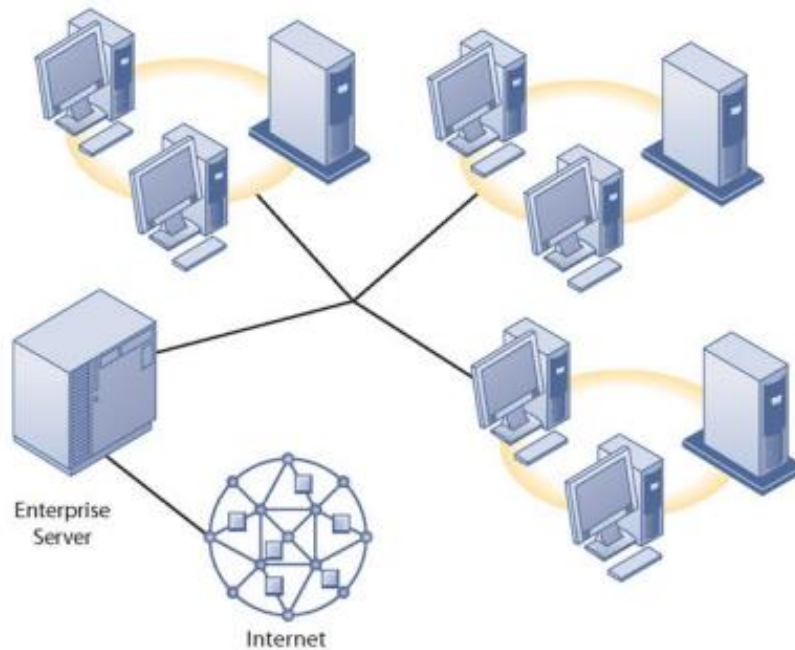
Γενικά, η αρχιτεκτονική 3-επιπέδων παρουσιάζει μια απλοποιημένη αλλά κατανοητή εικόνα της αρχιτεκτονικής ενός Πληροφοριακού Συστήματος επιχειρήσεων. Στην πραγματικότητα, όμως, η υλοποίηση των συστημάτων αυτών βασίζεται σήμερα σε πολυεπίπεδες αρχιτεκτονικές (Εικόνα 16), αφού το σιλό του λογισμικού (application stack) είναι πιο σύνθετο (Φιτσιλής, 2015).



Εικόνα 16: Αρχιτεκτονική n-επιπέδων (n-tier) (Laudon & Laudon, 2006)

- Αρχιτεκτονική εταιρικού δικτύου.

Καθώς το διαδίκτυο εξελίχθηκε, οι επιχειρήσεις ξεκίνησαν να χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο TCP/IP για να διασυνδέσουν διαφορετικά δίκτυα, ώστε οι πληροφορίες να ρέουν απρόσκοπτα σε όλο τον οργανισμό και μεταξύ της επιχείρησης και άλλων οργανισμών (Εικόνα 17). Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η διασύνδεση διαφορετικών ειδών υλικού, όπως κεντρικοί υπολογιστές (mainframes), εξυπηρετητές, κινητά τηλέφωνα, προσωπικοί υπολογιστές κτλ. (Laudon & Laudon, 2006).



Εικόνα 17: Αρχιτεκτονική εταιρικού επιπέδου (Laudon & Laudon, 2006)

- Αρχιτεκτονική υπολογιστικού νέφους.

Υπολογιστικό Νέφος ονομάζεται ένα μοντέλο που επιτρέπει την εύκολη, απρόσκοπτη, μετά από αίτηση, διαδικτυακή πρόσβαση σε μια κοινόχρηστη ομάδα διαμορφωμένων πόρων πληροφορικής (π.χ. δίκτυα, εξυπηρετητές, αποθηκευτικός χώρος, εφαρμογές και υπηρεσίες) που μπορούν γρήγορα να διατεθούν με ελάχιστη προσπάθεια διαχείρισης ή αλληλεπίδραση με τον πάροχο της υπηρεσίας (Mell & Grance, 2011). Στο Υπολογιστικό Νέφος η αποθήκευση, η επεξεργασία και η χρήση δεδομένων, λογισμικού και υπηρεσιών γίνεται διαδικτυακά, μέσω απομακρυσμένων υπολογιστών σε κεντρικά υπολογιστικά κέντρα. Υπηρεσίες όπως η κατ' αίτηση παροχή εικονικών μηχανών, το διαδικτυακό ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ή τα κοινωνικά δίκτυα συχνά βασίζονται στην τεχνολογία αυτή (Φιτσιλής, 2015). Μία αναπαράσταση της αρχιτεκτονικής Υπολογιστικού Νέφους παρουσιάζεται στη συνέχεια (Εικόνα 18).



Εικόνα 18: Αρχιτεκτονική Υπολογιστικού Νέφους (Laudon & Laudon, 2006)

3.2.2. Ολοκλήρωση Πληροφοριακών Συστημάτων

Όσο περισσότερο αναπτύσσεται ένας οργανισμός, τόσο περισσότερα Πληροφοριακά Συστήματα αναπτύσσει ή προμηθεύεται. Αποτέλεσμα αυτού είναι τα διάφορα Πληροφοριακά Συστήματα να πρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους ώστε να καλύπτουν τις ολικές ανάγκες του οργανισμού. Ο (Monteiro, 2003) αναφέρει ότι ο σκοπός της ολοκλήρωσης συστημάτων είναι η απαλοιφή περιττών διαδικασιών, η επίλυση της ασάφειας και η μείωση των δευτερογενών διοικητικών έμμεσων εξόδων. Ο σκοπός της ολοκλήρωσης συστημάτων είναι η εξασφάλιση ότι τα συστήματα μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους, η αποφυγή του πλεονασμού και η παροχή πρόσβασης στους εργαζομένους σε πληροφορίες όλου του οργανισμού. Σύμφωνα με τον (Shore, 2006) ο σκοπός της ολοκλήρωσης συστημάτων είναι η δημιουργία ενός περιβάλλοντος διαμοιρασμού πληροφοριών που υποστηρίζει την παροχή προϊόντων ή υπηρεσιών.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Προτυποποίησης (European Committee of Standardization, CEN) αναγνώρισε τρία βασικά επίπεδα ολοκλήρωσης (Wang, Xu, Li, Wang, & Choi, 2011):

1. Ολοκλήρωση σε φυσικό επίπεδο (διασύνδεση συσκευών μέσω δικτύων υπολογιστών),
2. Ενσωμάτωση σε επίπεδο εφαρμογής (διαλειτουργικότητα εφαρμογών λογισμικού και συστημάτων βάσεων δεδομένων σε ετερογενή υπολογιστικά περιβάλλοντα),
3. Ολοκλήρωση σε επίπεδο επιχείρησης (συντονισμός των λειτουργιών που διαχειρίζονται, ελέγχουν και παρακολουθούν τις επιχειρηματικές διαδικασίες).

Οι απαιτήσεις στο πρώτο επίπεδο καλύπτονται από την εξέλιξη των δικτύων (ασύρματα, ενσύρματα, δορυφορικά) και την επικράτηση του TCP/IP πρωτοκόλλου σε όλες τις κατηγορίες δικτύων υπολογιστών όπως εσωτερικά σε έναν οργανισμό ή στην παραγωγική αλυσίδα ή ακόμη και σε παγκόσμιες επικοινωνίες.

Για τα άλλα δυο επίπεδα υπάρχουν πολλές προκλήσεις και προβλήματα που απασχολούν την επιστημονική κοινότητα. Τα κυριότερα από αυτά είναι (Αλεξάκος, 2015):

- η απώλεια ή αδυναμία αποστολής δεδομένων,
- τα ελλιπή, δυσανάγνωστα, ετερογενή ή μη έγκυρα δεδομένα,
- η αύξηση των διαφορετικών προτύπων και υλοποιήσεων των διεπαφών στα συστήματα λόγω της εισαγωγής νέων τεχνολογιών,
- τα προβλήματα ασφάλειας, λόγω της υιοθέτησης υπηρεσιών ιστού για την ολοκλήρωση διαφόρων εφαρμογών και συσκευών,
- η έλλειψη τεχνικών εννοιολογικής μοντελοποίησης που να μπορούν να αποτυπώσουν αποτελεσματικά και να αναλύσουν όλες τις απαιτήσεις ολοκλήρωσης επιχειρησιακών συστημάτων,
- η έλλειψη προτύπων και αρχιτεκτονικών που να ορίζουν τις αλληλεπιδράσεις των ετερογενών συστημάτων, διατηρώντας παράλληλα την επανα-χρησιμοποίησή τους και την ασφάλεια.

3.3. Προγραμματισμός

Στο στάδιο του προγραμματισμού οι προδιαγραφές του συστήματος που διατυπώθηκαν στο στάδιο του σχεδιασμού μεταφράζονται σε κώδικα προγράμματος.

3.4. Δοκιμές

Στο στάδιο των δοκιμών γίνονται εξαντλητικές και διεξοδικές δοκιμές για να εξακριβωθεί κατά πόσο το σύστημα παράγει τα σωστά αποτελέσματα. Οι δοκιμές απαντούν στο εξής ερώτημα: «Θα παράγει το σύστημα τα επιθυμητά αποτελέσματα κάτω από γνωστές συνθήκες;».

Η διάρκεια του χρόνου που χρειάζεται για να απαντηθεί αυτό το ερώτημα συνήθως υποτιμάται κατά τον προγραμματισμό των έργων ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων. Οι δοκιμές είναι χρονοβόρες αφού τα δεδομένα των δοκιμών πρέπει να ετοιμαστούν προσεκτικά, τα αποτελέσματά τους να εξεταστούν και να γίνουν διορθώσεις στο σύστημα, όπου αυτό απαιτείται. Υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες

τμήματα του συστήματος πρέπει να επανασχεδιαστούν. Ο κίνδυνος που απορρέει από την υποβάθμιση της σημασίας αυτού του βήματος είναι πολύ μεγάλος.

Η δοκιμή ενός Πληροφοριακού Συστήματος μπορεί να αναλυθεί σε τρία είδη δραστηριοτήτων: (α) τη δοκιμή μονάδας, (β) τη δοκιμή συστήματος και (γ) τη δοκιμή αποδοχής. Στη συνέχεια, αυτού του κεφαλαίου παρουσιάζονται συνοπτικά τα τρία αυτά είδη δοκιμών.

Η δοκιμή μονάδας ή προγράμματος (unit testing) περιλαμβάνει τη δοκιμή κάθε προγράμματος του συστήματος ξεχωριστά. Γενικά ο στόχος μιας τέτοιας δοκιμής είναι να εξασφαλιστεί ότι τα προγράμματα δεν περιέχουν σφάλματα. Ο στόχος αυτός είναι, όμως, ρεαλιστικά ανεπίτευκτος. Αντίθετα, αυτή η δοκιμή πρέπει να θεωρείται ως μέσο εντοπισμού σφαλμάτων στα προγράμματα εστιάζοντας την προσπάθεια στο να βρεθεί κάθε δυνατός τρόπος αστοχίας του προγράμματος. Μόλις αναδειχθούν οι αστοχίες, τα προβλήματα μπορούν να διορθωθούν.

Η δοκιμή συστήματος (system testing) ελέγχει τη λειτουργικότητα του Πληροφοριακού Συστήματος ως συνόλου. Προσπαθεί να διαπιστώσει αν οι επιμέρους υπομονάδες λειτουργούν μαζί όπως αναμένεται και αν υπάρχουν ανακολουθίες μεταξύ του τρόπου με τον οποίο το σύστημα λειτουργεί πραγματικά και του τρόπου με τον οποίο υποτίθεται ότι θα έπρεπε να λειτουργεί. Ανάμεσα στα ζητήματα που εξετάζονται είναι ο χρόνος απόδοσης, η χωρητικότητα αποθήκευσης αρχείων και ο χειρισμός φορτίων αιχμής, οι δυνατότητες ανάκτησης και επανεκκίνησης και οι μη αυτόματες διαδικασίες.

Η δοκιμή αποδοχής (acceptance testing) έχει σκοπό την τελική πιστοποίηση ότι το σύστημα είναι σε θέση να χρησιμοποιηθεί σε περιβάλλον παραγωγής. Οι δοκιμές των συστημάτων αξιολογούνται από τους χρήστες και εξετάζονται από τη διοίκηση. Όταν όλοι οι εμπλεκόμενοι μείνουν ικανοποιημένοι ότι το νέο σύστημα πληροί τις απαιτήσεις τους, γίνεται η επίσημη αποδοχή εγκατάστασής του.

Έχει μεγάλη σημασία οι δοκιμές να έχουν μελετηθεί προσεκτικά από κάθε άποψη προκαταβολικά και να είναι όσο το δυνατόν πιο περιεκτικές. Για να εξασφαλιστεί αυτό, η ομάδα ανάπτυξης συνεργάζεται με τους χρήστες και καταστρώνει ένα πρόγραμμα δοκιμών (test plan). Το πρόγραμμα δοκιμών περιλαμβάνει όλες τις προετοιμασίες για τη σειρά των δοκιμών που πρέπει να γίνουν στο σύστημα και αναφέρθηκαν παραπάνω (Laudon & Laudon, 2006).

3.5. Μετατροπή

Ο όρος μετατροπή αναφέρεται στη διαδικασία μετάβασης από το παλιό στο νέο σύστημα, συμπεριλαμβανομένης και της εκπαίδευσης των τελικών χρηστών.

Και τα πέντε συστατικά στοιχεία ενός Πληροφοριακού Συστήματος (άνθρωποι, διαδικασίες, δεδομένα, λογισμικό, υλικός εξοπλισμός) πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε οποιαδήποτε μετατροπή αφού η μετατροπή οποιουδήποτε από τα πέντε στοιχεία μπορεί να έχει συνέπειες στα υπόλοιπα. Παραδείγματος χάριν, η μετατροπή μιας βάσης δεδομένων μπορεί να επηρεάσει τις διαδικασίες χρησιμοποίησής της, μία νέα εφαρμογή μπορεί να απαιτήσει αλλαγές στον υλικό εξοπλισμό, κτλ.

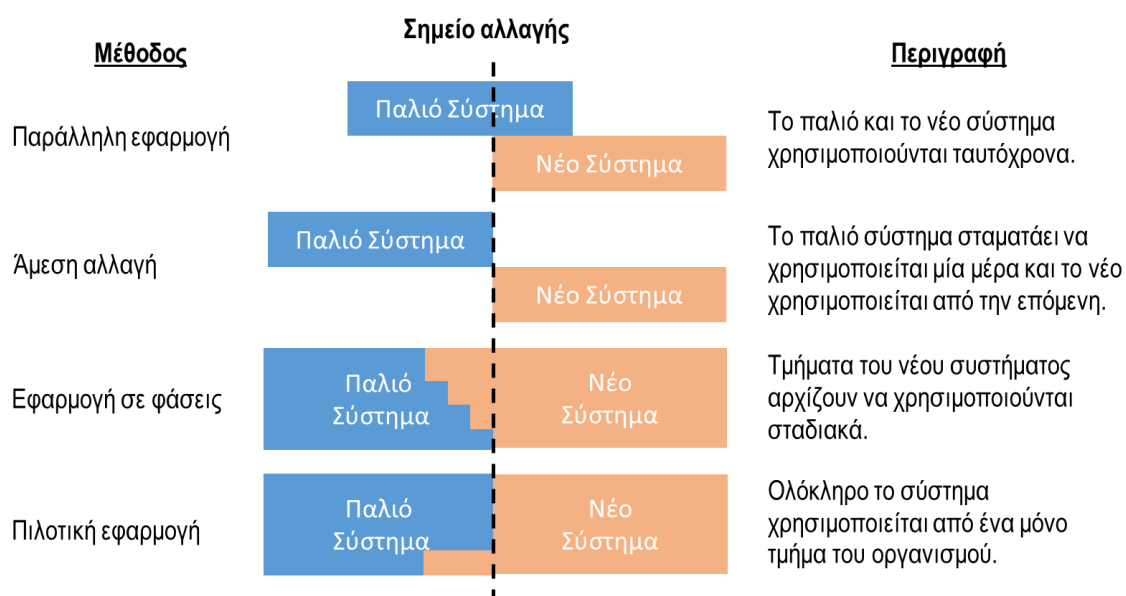
3.5.1. Στρατηγικές Μετατροπής

Στη βιβλιογραφία γενικά αναγνωρίζονται 4 μέθοδοι/στρατηγικές μετατροπής ((Stair, Reynolds, & Chesney, 2010) και (Baltzan, Phillips, & Haag, 2008)):

- **Μέθοδος άμεσης αλλαγής (Big Bang):** Ένας ολόκληρος οργανισμός σταματά κάποια στιγμή να χρησιμοποιεί το παλιό σύστημα και αρχίζει να χρησιμοποιεί το νέο αμέσως μετά. Αυτό μπορεί να συμβεί μετά από μια φυσική διακοπή κάποιας δραστηριότητας, όπως από μια εργάσιμη μέρα στην επόμενη. Ο οργανισμός ολοκληρώνει μια μέρα εργασίας χρησιμοποιώντας το παλιό σύστημα και ξεκινά την επόμενη μέρα με το νέο. Αυτή είναι η πιο επικίνδυνη μέθοδος.
- **Μέθοδος πιλοτικής εφαρμογής (Pilot Conversion):** Μέρος του οργανισμού χρησιμοποιεί το νέο σύστημα, ενώ ο υπόλοιπος συνεχίζει να χρησιμοποιεί το παλιό σύστημα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα προβλήματα να εντοπίζονται μόνο στην πιλοτική ομάδα εφαρμογής και οι πόροι που έχουν αναλάβει την υποστήριξη του νέου συστήματος να μπορούν να επικεντρωθούν σε αυτή. Ωστόσο, μπορεί να υπάρχουν ζητήματα διεπαφής σε περιπτώσεις όπου οι οργανωτικές μονάδες μοιράζονται δεδομένα.
- **Εφαρμογή σε φάσεις (Phased (modular) conversion):** Ένα μόνο μέρος του νέου συστήματος εισάγεται, ενώ το υπόλοιπο παλιό σύστημα εξακολουθεί να χρησιμοποιείται. Και σε αυτήν την περίπτωση τα προβλήματα που εντοπίζονται είναι πιο περιορισμένης κλίμακας και πιο άμεσα αντιμετωπίσιμα αφού η ομάδα υποστήριξης επικεντρώνεται σε αυτά. Και πάλι, όμως, μπορεί να παρουσιάζονται προβλήματα διασύνδεσης όταν τα διάφορα τμήματα του συστήματος μοιράζονται δεδομένα.

- **Παράλληλη εφαρμογή (Parallel conversion):** Το νέο σύστημα εισάγεται, ενώ το παλιό σύστημα είναι ακόμα σε λειτουργία. Μόλις υπάρξει σιγουριά ότι το νέο σύστημα λειτουργεί σωστά, το παλιό απομακρύνεται.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται διαγραμματικά οι τέσσερις μέθοδοι μετατροπής (Εικόνα 19) καθώς και τα κυριότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της καθεμίας μεθόδου (Πίνακας 13).



Εικόνα 19: Μέθοδοι μετατροπής

Πίνακας 13: Αξιολόγηση μεθόδων μετατροπής ((Trasi, 2015), (Pellegrino, 2015))

Μέθοδος	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Άμεση αλλαγή	<p>Ο χρόνος υλοποίησης και ανάπτυξης είναι σύντομος.</p> <p>Το κόστος υλοποίησης είναι μικρό επειδή η υλοποίηση δεν είναι μακρόχρονη.</p> <p>Η πλήρης μετατροπή γίνεται σε μία μόλις ημέρα.</p>	<p>Κάποιες λεπτομέρειες χάνονται στη δίνη της γρήγορης αλλαγής/μετατροπής.</p> <p>Τα θέματα που μπορεί να προκύψουν είναι αρκετά μεγαλύτερα και το κόστος για την επίλυσή τους μπορεί να είναι αρκετά υψηλό.</p> <p>Οι τελικοί χρήστες έχουν λιγότερο χρόνο να μάθουν το πλήρες πεδίο εφαρμογής του νέου συστήματος.</p> <p>Τυχόν εναλλακτικά σχέδια είναι δύσκολο να υλοποιηθούν.</p> <p>Ένα ζήτημα σε ένα τμήμα του λογισμικού μπορεί να έχει ευρύτερες επιπτώσεις όταν χρησιμοποιείται αυτή η μέθοδος.</p>

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)

Μέθοδος	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Πιλοτική εφαρμογή	<p>Αναγνωρίζονται έγκαιρα προκλήσεις στην υλοποίηση, επιτρέποντας την ομαλότερη υλοποίηση στη μεγαλύτερη κλίμακα.</p> <p>Επιλύοντας ζητήματα μικρότερης κλίμακας, αποφεύγεται η κατασπατάληση πόρων και εξοικονομούνται χρόνος και χρήματα.</p> <p>Δημιουργείται ένα δίκτυο υποστηρικτών αφού η ομάδα που συμμετέχει στην πιλοτική εφαρμογή έχει την ευκαιρία να αναγνωρίσει την αξία του λογισμικού και στη συνέχεια τα μέλη της μπορεί να γίνουν εσωτερικοί υπέρμαχοί του, βοηθώντας στην προώθηση της ιδέας στους υπόλοιπους, απαντώντας σε ερωτήσεις των τελικών χρηστών, κτλ.</p> <p>Τα αποτελέσματα της πιλοτικής εφαρμογής, συγκρινόμενα με τα αντίστοιχα του παραδοσιακού συστήματος που χρησιμοποιείται, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσο προώθησης και υποστήριξης του νέου συστήματος.</p>	<p>Η πιλοτική εφαρμογή μπορεί να θεωρηθεί ως μία κίνηση που ενέχει αμφιβολίες και αβεβαιότητα σχετικά με την υλοποίηση του νέου συστήματος. Για το λόγο αυτό απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στον τρόπο με τον οποίο η πιλοτική εφαρμογή προωθείται και επικοινωνείται στους εργαζόμενους τονίζοντας την ανάγκη και τα πλεονεκτήματα των δοκιμών.</p> <p>Από τη στιγμή που κάποιος θα χρησιμοποιούν το νέο σύστημα και κάποιος το παλιό, υπάρχει ο κίνδυνος δεδομένα και πληροφορίες να χαθούν ή να μπερδευτούν στη μετάφραση.</p>
Εφαρμογή σε φάσεις	<p>Οι χρήστες αποκτούν εκ των προτέρων γνώσεις σχετικά με τις διαδικασίες και το λογισμικό, τις οποίες μπορούν να χρησιμοποιήσουν σε επόμενες φάσεις.</p> <p>Θέματα που προκύπτουν σε κάποια φάση επηρεάζουν μόνο ένα μικρό τμήμα της επιχείρησης/οργανισμού.</p> <p>Το ποσοστό υιοθέτησης είναι αργό και σταθερό σε αντίθεση με τη μέθοδο της άμεσης αλλαγής.</p>	<p>Η διάρκεια του έργου έως την πλήρη υλοποίησή του είναι μεγάλη.</p> <p>Αν υπάρχει περιορισμός στον προϋπολογισμό, η μέθοδος αυτή μπορεί να αποδειχθεί αρκετά ακριβή.</p> <p>Τα ERP συστήματα στηρίζονται σε διάφορα ολοκληρωμένα δομο-στοιχεία. Αν αποφασιστεί κάποιο κρίσιμο δομο-στοιχείο να υλοποιηθεί σε αργότερη φάση, πρέπει να βρεθεί μία εναλλακτική λύση ώστε τα κρίσιμα δεδομένα να</p>

Μέθοδος	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
	Ο φόρτος εργασίας της ομάδας πληροφορικής είναι ο ελάχιστος σε αυτήν τη μέθοδο. Η βασική ομάδα του έργου μπορεί να μάθει από τις αρχικές φάσεις και να εφαρμόσει τις νεοαποκτηθείσες γνώσεις σε επόμενες φάσεις.	επικοινωνούνται στα δομο-στοιχεία που είναι ήδη λειτουργικά. Η ομάδα μπορεί να χάσει το στόχο και την ανάγκη για επείγουσα δράση.
Παράλληλη εφαρμογή	Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να μάθουν το καινούριο περιβάλλον διατηρώντας παράλληλα και το παλιό. Αυτή είναι η λιγότερο επικίνδυνη μέθοδος μετατροπής. Υπάρχει πάντα μία εναλλακτική λύση σε περίπτωση που το νέο σύστημα δεν είναι αποδεκτό.	Αρκετά ακριβή μέθοδος αφού οι χρήστες πρέπει να επενδύσουν πρόσθετο χρόνο ώστε να συντηρήσουν και τα δύο συστήματα. Μπορεί να οδηγήσει σε κινητικότητα εργαζομένων επειδή τους ζητείται να επαναλαμβάνουν στο νέο σύστημα ό,τι έχουν ήδη κάνει στο παλιό εναπομείναν σύστημα.

3.5.2. Διαχείριση Αλλαγής

Στην ενότητα αυτή επιχειρείται να δοθούν απαντήσεις σε ερωτήματα όπως τι είναι η αντίσταση στην αλλαγή και ποιοι είναι οι λόγοι για τους οποίους οι εργαζόμενοι αντιστέκονται στις επικείμενες αλλαγές, ποιες είναι οι μέθοδοι διαχείρισης των αλλαγών που χρησιμοποιούν οι σύγχρονοι οργανισμοί και ποιοι είναι οι κρίσιμοι παράγοντες για την επιτυχία μίας αλλαγής. Τέλος, γίνεται μία σύντομη αναφορά στην ανάγκη διαμόρφωσης ενός στρατηγικού σχεδίου για τη διαχείριση των αλλαγών.

Η έννοια της αντίστασης στην αλλαγή εισήχθη από το μοντέλο τριών βημάτων αλλαγής του Lewin, που αποτελείται από τρεις φάσεις: το «ξεπάγωμα» (Unfreezing), την πρόοδο (Moving) και επαναπαγίωση (Refreezing) (Burnes, 2004). Οι (Coch & French, 1948) όρισαν την αλλαγή ως την αντίδραση των ατόμων σε αλλαγές που εισάγονται στο εργασιακό τους περιβάλλον και πρότειναν τη συμμετοχή στη φάση της σχεδίασης της αλλαγής ως ένα τρόπο για την υπερνίκηση της αντίστασης. Ωστόσο, η εργασία τους έχει λάβει πολλές κριτικές ως εφαρμόσιμη κυρίως σε αντίσταση που οφείλεται σε τεχνικές αλλαγές που διαφέρουν από τις κοινωνικές αλλαγές (Dent & Goldberg, 1999).

Κατά τις δεκαετίες του 1950 και 1960, η έννοια της αντίστασης στην αλλαγή εξετάστηκε από την ψυχολογική προοπτική/διάσταση σύμφωνα με την οποία η αντίσταση οφείλεται στα άτομα αυτά καθαυτά και η ευθύνη διαχείρισής της εναπόκειται στη διοίκηση. Υπό αυτή την έννοια ο (Zander, 1950) αναγνώρισε κάποιες αιτίες της αντίστασης των ατόμων και πρότεινε κάποιες λύσεις ακολουθώντας την πρόταση συμμετοχής των (Coch & French, 1948). Στο τέλος της δεκαετίας του 1970, οι (Kotter & Schlesinger, 1979) παρείχαν πρακτική καθοδήγηση στους διευθυντές ώστε να τους βοηθήσουν να αντιμετωπίσουν την αντίσταση. Συνιστούσαν έναν συνδυασμό στρατηγικών για την επιτυχή εφαρμογή της αλλαγής.

Αρκετά χρόνια αργότερα, οι (Dent & Goldberg, 1999) ζήτησαν την επανεξέταση του όρου «αντίσταση στην αλλαγή», καθώς οι άνθρωποι δεν αντιστέκονται στην αλλαγή ενστικτωδώς, αλλά υπάρχει πάντα ένας συγκεκριμένος λόγος για τις αντιδράσεις τους. Επομένως, είναι απαραίτητο να αντιμετωπιστεί το συγκεκριμένο ζήτημα και να μην θεωρείται η αντίσταση ως κάτι ευρύ και αναπόφευκτο. Αυτό το σκεπτικό είναι σύμφωνο με την εργασία του (Gravenhorst, 2003), η οποία υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι αντιστέκονται στην εξαίρεσή τους από μια διαδικασία αλλαγής που τους επηρεάζει.

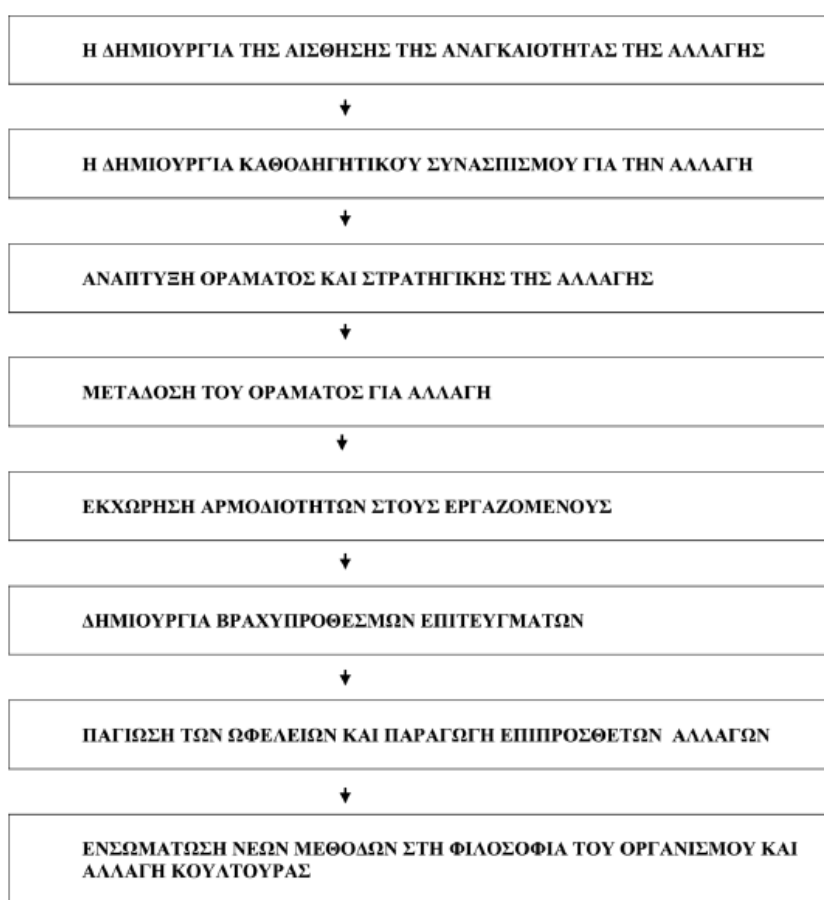
Ο (Oreg, 2003) προσεγγίζει την αντίσταση στην αλλαγή από μια διαφορετική οπτική από αυτήν που υιοθετήθηκε από τους (Coch & French, 1948), και (Zander, 1950), περιγράφοντας την αντίσταση ως «την τάση της διάθεσης ενός ατόμου να αντιστέκεται στις αλλαγές». Με βάση τον (Piderit, 2000), ο οποίος αντιλήφθηκε την αντίσταση ως πολυδιάστατη, «ως μία συμπεριφορά, ένα συναίσθημα ή μια πεποίθηση», ο Oreg εντοπίζει συμπεριφορικά, συναισθηματικά και γνωστικά στοιχεία στη δική του οπτική για την αντίσταση. Επιπλέον, ανέπτυξε την κλίμακα RTC που συνδέει τις τρεις διαφορετικές διαστάσεις (δηλαδή τη συμπεριφορική, τη συναισθηματική και τη γνωστική διάσταση) με έξι πηγές αντίστασης που απορρέουν από την προσωπικότητα ενός ατόμου (δηλαδή την απροθυμία να χάσει τον έλεγχο, τη γνωστική ακαμψία, την έλλειψη ψυχολογικής αντοχής/σθένους, την έλλειψη ανοχής κατά την περίοδο προσαρμογής της αλλαγής, την προτίμηση για χαμηλά επίπεδα διέγερσης και καινοτομίας, την απροθυμία εγκατάλειψης των παλιών συνηθειών). Αυτές οι πηγές συνοψίζονται σε τέσσερις κατηγορίες παραγόντων: αναζήτηση ρουτίνας, συναισθηματική αντίδραση, βραχυπρόθεσμη εστίαση και γνωστική ακαμψία (Papadakaki, 2011).

Μια μέθοδος αντιμετώπισης της αντίστασης στις αλλαγές που χρησιμοποιείται συχνά στις περισσότερες επιχειρήσεις είναι δυστυχώς ο εξαναγκασμός, δηλαδή οι ποινές, οι απειλές, οι μεταθέσεις ή και οι απολύσεις. Βέβαια τέτοιες μέθοδοι δε θα πρέπει να

προκρίνονται. Οι πέντε εναλλακτικές μέθοδοι που προτείνονται είναι συνήθως: η εκπαίδευση, η συμμετοχή, η επικοινωνία, η διευκόλυνση και υποστήριξη και η διαπραγμάτευση.

Η διαδικασία της αλλαγής θα πρέπει να διέπεται από δικαιοσύνη, όσον αφορά την κατανομή των αναμενόμενων αποτελεσμάτων, των κινδύνων και των οφελών. Επίσης, οφείλει να διέπεται από την ύπαρξη επικοινωνίας και τη συμμετοχή στις συντελούμενες διεργασίες και στη λήψη των αποφάσεων. Βέβαια, πάντοτε θα υπάρχουν αντιδράσεις και αντιστάσεις, αλλά τα θέματα που θα πρέπει να απασχολούν είναι δυο: (α) να μην είναι ανυπέρβλητες οι αντιστάσεις αυτές και (β) να αντιμετωπίζονται κατάλληλα και αποτελεσματικά.

Η διοίκηση οφείλει να διαμορφώσει ένα στρατηγικό σχέδιο αλλαγών, έτσι ώστε να έχει επιτυχία και αποτελεσματικότητα το όραμά της για το μέλλον της επιχείρησης ή του οργανισμού. Το σχέδιο αυτό απαρτίζεται από διαδοχικές φάσεις, οι οποίες παρουσιάζονται ενδεικτικά στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 20), καθώς ο αριθμός και το περιεχόμενό τους μπορεί να προσαρμόζεται με βάση τις ιδιόμορφες συνθήκες και τις ανάγκες του εκάστοτε προγράμματος αλλαγής (Γεωργόπουλος, 2015).



Εικόνα 20: Ενδεικτικά βήματα στρατηγικού σχεδίου αλλαγών (Γεωργόπουλος, 2015)

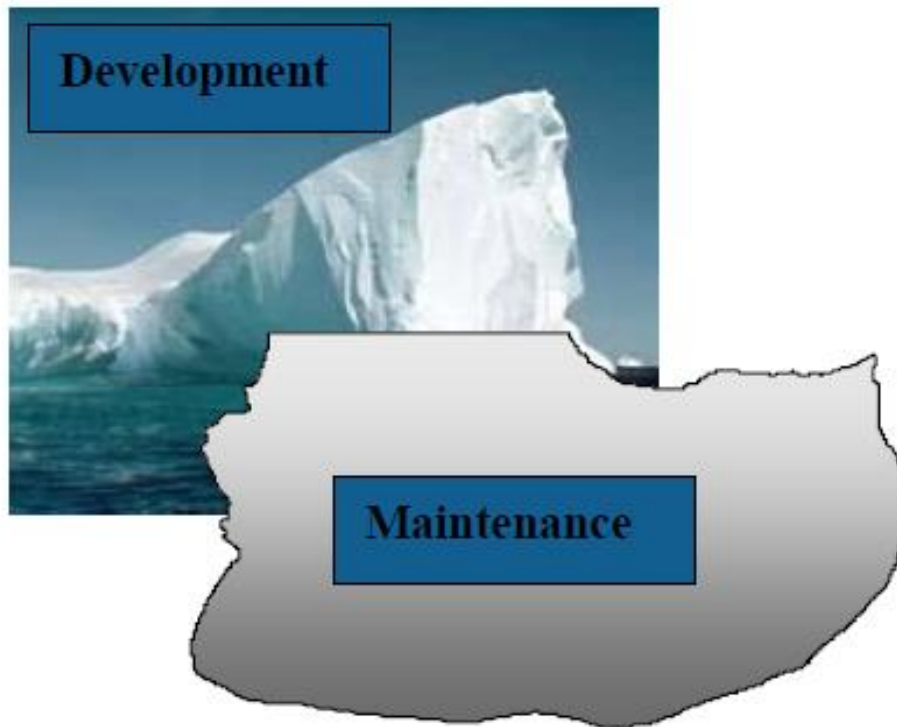
Ο (Adams, 2003), συνοψίζοντας τα ευρήματα μιας μακρόχρονης σχετικής έρευνας, προτείνει 12 κρίσιμα σημεία για την επιτυχία μιας αλλαγής, που σχετίζονται με την απόδοση προσοχής στα απροσδιόριστα στοιχεία του οργανισμού (intangibles), δηλαδή στον ανθρώπινο παράγοντα. Τα σημεία αυτά είναι τα εξής:

1. Κατανόηση και αποδοχή της ανάγκης για αλλαγή,
2. Πίστη ότι η αλλαγή είναι σωστή και εφικτή,
3. Επαρκής δέσμευση για την αλλαγή συνηθειών,
4. Συγκεκριμενοποίηση των στόχων και προσδιορισμός των πρώτων βημάτων,
5. Δομές/μηχανισμοί που απαιτούν την επανάληψη των νέων μοτίβων,
6. Αίσθηση υποστήριξης και ασφάλειας,
7. Ποικιλία και ευελιξία τρόπων χειρισμού προβλημάτων,
8. Υπομονή και επιμονή,
9. Σταθερός (τακτικός) και διάφανος απολογισμός,
10. Οριοθέτηση των αλλαγών και προσοχή στις ομάδες που βρίσκονται στα όρια,
11. Συμμαχία με μια κρίσιμη μάζα του οργανισμού (25-30%),
12. Επιβράβευση της νέας συμπεριφοράς με απόσυρση παλαιών προνομίων.

3.6. Παραγωγή & Συντήρηση

Αφού εγκατασταθεί το νέο σύστημα και ολοκληρωθεί η μετατροπή του, το σύστημα λέγεται ότι βρίσκεται σε κατάσταση παραγωγής, ενώ κάθε αλλαγή που γίνεται σε αυτό είναι στα πλαίσια της συντήρησής του.

Η συντήρηση ενός Πληροφοριακού Συστήματος απαιτεί την περισσότερη προσπάθεια σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες φάσεις του κύκλου ζωής του. Υπολογίζεται ότι το 60-70% της συνολικής προσπάθειας που καταβάλλεται κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός λογισμικού καταβάλλεται στη φάση της συντήρησής του. Η παρακάτω εικόνα (Εικόνα 21) παρουσιάζει τη χρονοβόρα φύση της συντήρησης λογισμικού.

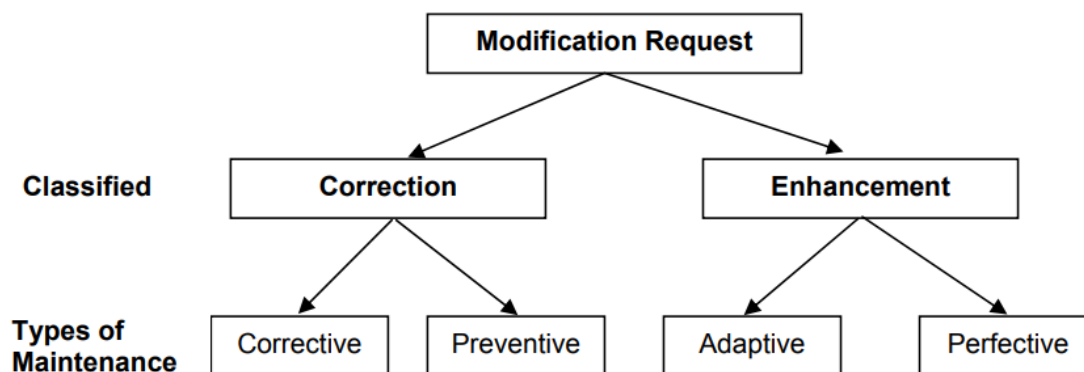


Εικόνα 21: Το φαινόμενο του παγόβουνου στη συντήρηση λογισμικού (Martin & McClure, 1983)

Η συντήρηση λογισμικού ορίζεται ως οποιαδήποτε τροποποίηση ενός προϊόντος λογισμικού μετά την παράδοσή του, ώστε να διορθωθούν λάθη, να βελτιωθεί η απόδοσή του ή άλλα χαρακτηριστικά του ή να προσαρμοστεί το προϊόν σε ένα τροποποιημένο περιβάλλον. Σύμφωνα με την (IEEE, 2006), υπάρχουν τέσσερα είδη συντήρησης (Εικόνα 22):

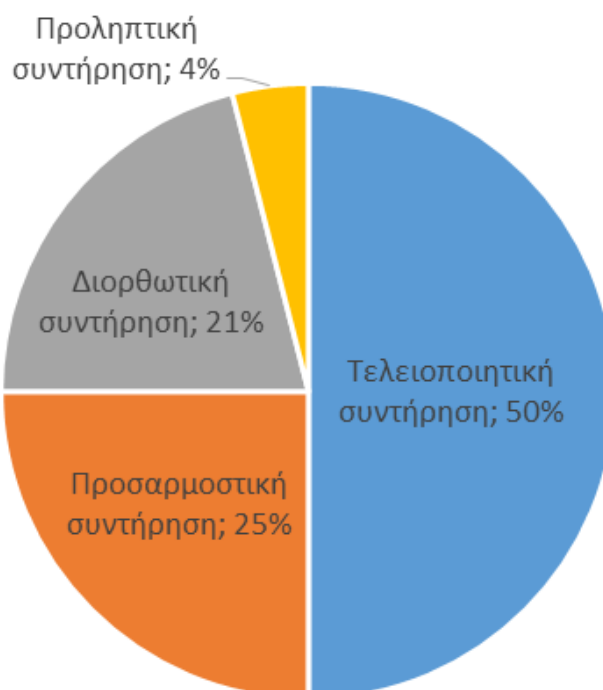
- **Διορθωτική συντήρηση** (Corrective maintenance): η αντιδραστική τροποποίηση ενός προϊόντος λογισμικού που γίνεται μετά την παράδοσή του για τη διόρθωση αναγνωρισμένων προβλημάτων. Η τροποποίηση επιδιορθώνει το προϊόν λογισμικού για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις.
- **Προληπτική συντήρηση** (Preventive maintenance): η τροποποίηση ενός προϊόντος λογισμικού, που πραγματοποιείται μετά την παράδοσή του για την ανίχνευση και διόρθωση υποβοσκόντων σφαλμάτων στο προϊόν λογισμικού πριν την εμφάνισή τους κατά τη λειτουργία του.
- **Προσαρμοστική συντήρηση** (Adaptive maintenance): η τροποποίηση ενός προϊόντος λογισμικού, που πραγματοποιείται μετά την παράδοσή του, ώστε να διατηρηθεί το προϊόν λογισμικού χρησιμοποιήσιμο σε ένα μεταβληθέν ή μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Για παράδειγμα, το λειτουργικό σύστημα μπορεί να αναβαθμιστεί και ορισμένες αλλαγές να απαιτούνται ώστε το προϊόν λογισμικού να προσαρμοστεί στο νέο λειτουργικό σύστημα.

- **Τελειοποιητική συντήρηση** (Perfective maintenance): η τροποποίηση ενός προϊόντος λογισμικού μετά την παράδοσή του, για την ανίχνευση και διόρθωση υποβοσκόντων σφαλμάτων στο προϊόν λογισμικού πριν εκδηλωθούν ως αποτυχίες. Παρέχει βελτιώσεις στους χρήστες, βελτιώσεις στην τεκμηρίωση (documentation) του λογισμικού και βελτιώνει την απόδοση, τη δυνατότητα συντήρησης (maintainability) και άλλα χαρακτηριστικά του, βελτιώνοντας τμήματα του κώδικα.



Εικόνα 22: Είδη συντήρησης προϊόντων λογισμικού (IEEE, 2006)

Σύμφωνα με τους (Yogesh & Bindu, 2007), η προσπάθεια κατά τη διαδικασία της συντήρησης λογισμικού είναι καταμερισμένη ως εξής στα διάφορα είδη της: 50% στην τελειοποιητική συντήρηση, 25% στην προσαρμοστική συντήρηση, 21% στη διορθωτική συντήρηση και 4% στην προληπτική συντήρηση (Εικόνα 23).



Εικόνα 23: Κατανομή προσπάθειας στα διάφορα είδη συντήρησης

4. Εφαρμογή της Μεθόδου/Μελέτη Περίπτωσης

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει την εφαρμογή της μεθοδολογίας, που περιγράφηκε έως τώρα, για την ανάπτυξη του Πληροφοριακού Συστήματος του Τομέα Μαγνητικών μετρήσεων του διεθνούς οργανισμού CERN. Πιο συγκεκριμένα, αρχικά γίνεται μία σύντομη εισαγωγή στον Οργανισμό και στη σημασία του Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων για την εύρυθμη λειτουργία του Οργανισμού. Στη συνέχεια, αναφέρονται οι βασικές δραστηριότητες του Τομέα και αναλύεται η κύρια δραστηριότητά του. Έπειτα, περιγράφεται η υπάρχουσα κατάσταση του Πληροφοριακού Συστήματος, το περίγραμμα των λειτουργικών απαιτήσεων του νέου Πληροφοριακού Συστήματος, οι εναλλακτικές λύσεις που διερευνήθηκαν, καθώς και η λύση που τελικά επιλέχθηκε. Τέλος, παρουσιάζονται κάποιες πτυχές της πρώτης φάσης της υλοποίησης και της λειτουργίας του νέου Πληροφοριακού Συστήματος.

4.1. Εισαγωγή

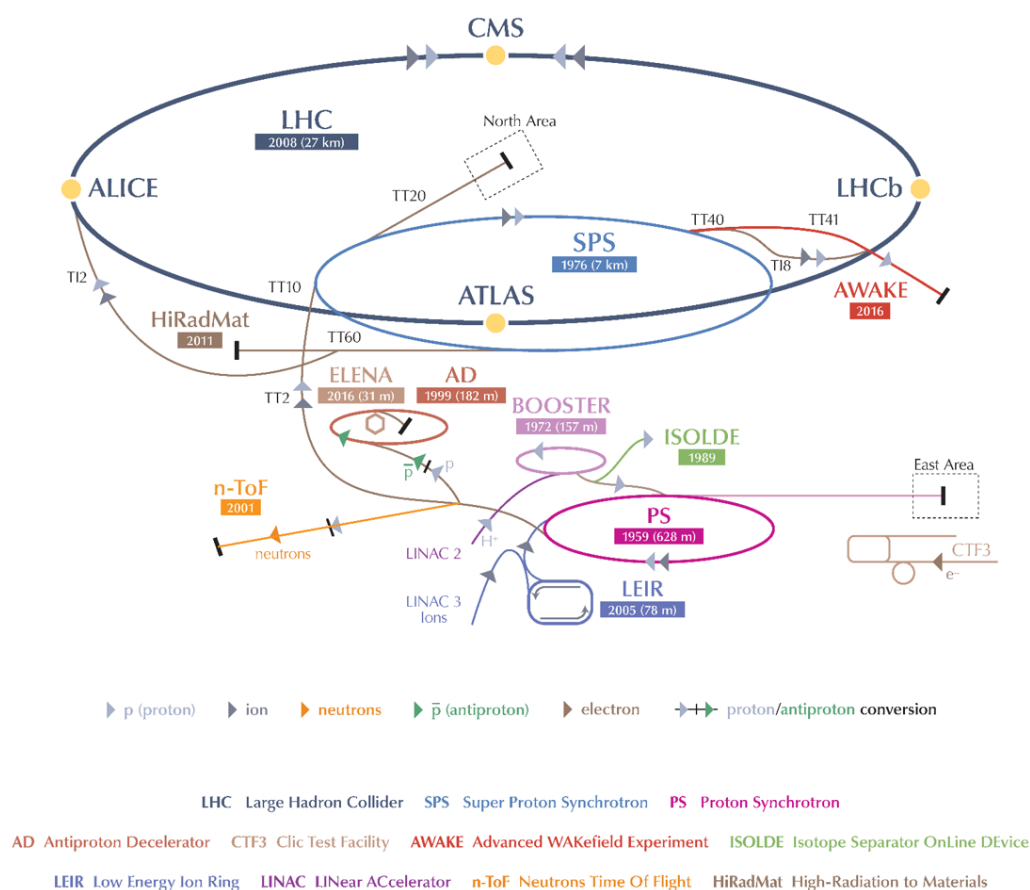
4.1.1. Ο Διεθνής Οργανισμός CERN

Η μελέτη περίπτωσης πραγματοποιήθηκε στον Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Πυρηνικών Ερευνών (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, CERN). Ο Οργανισμός αυτός διεξάγει έρευνα για τα στοιχειώδη συστατικά της ύλης, τα θεμελιώδη σωματίδια. Ιδρύθηκε το 1954 στη Γενεύη, κοντά στα γαλλο-ελβετικά σύνορα και ήταν μια από τις πρώτες κοινοπραξίες της Ευρώπης που αριθμεί σήμερα 22 κράτη-μέλη. Πολλοί φυσικοί και μηχανικοί εργάζονται σε διάφορα έργα που εκτελούνται στο CERN για να κατανοήσουν τη θεμελιώδη δομή του σύμπαντος. Επιταχυντές σωματιδίων και ανιχνευτές έχουν κατασκευαστεί για να υποστηρίξουν όλα αυτά τα πειράματα. Οι επιταχυντές χρησιμοποιούνται για την ώθηση δεσμών σωματιδίων σε υψηλές ενέργειες πριν οι δέσμες εξαναγκαστούν σε σύγκρουση μεταξύ τους ή με σταθερούς στόχους. Οι ανιχνευτές παρατηρούν και καταγράφουν τα αποτελέσματα αυτών των συγκρούσεων (CERN, About CERN, 2018).

Ο Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων (Large Hadron Collider, LHC) είναι ο μεγαλύτερος και ισχυρότερος επιταχυντής σωματιδίων στον κόσμο και η τελευταία προσθήκη στο σύμπλεγμα επιταχυντών του CERN (Εικόνα 1). Η λειτουργία του ξεκίνησε το 2008. Ο LHC αποτελείται από ένα δακτύλιο 27 χιλιομέτρων από υπεραγώγιμους μαγνήτες και έναν αριθμό επιταχυντικών δομών που ενισχύουν την ενέργεια των σωματιδίων κατά μήκος του.

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)

Στο εσωτερικό του επιταχυντή δύο δέσμες σωματιδίων υψηλής ενέργειας κινούνται κοντά στην ταχύτητα του φωτός προτού τεθούν σε σύγκρουση. Οι δέσμες κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις σε ξεχωριστούς αγωγούς, οι οποίοι διατηρούνται σε απόλυτο κενό. Καθοδηγούνται γύρω από το δακτύλιο επιτάχυνσης από ένα ισχυρό μαγνητικό πεδίο που διατηρείται από υπεραγωγίσιμους ηλεκτρομαγνήτες. Οι ηλεκτρομαγνήτες είναι κατασκευασμένοι από πηνία ειδικού ηλεκτρικού καλωδίου που λειτουργούν σε μια υπεραγώγιμη κατάσταση, διοχετεύοντας αποτελεσματικά την ηλεκτρική ενέργεια χωρίς αντίσταση ή απώλεια ενέργειας. Αυτό απαιτεί την ψύξη των μαγνητών στους $-271,3^{\circ}\text{C}$, μια θερμοκρασία ψυχρότερη από τον εξωτερικό χώρο. Για το λόγο αυτό, μεγάλο μέρος του επιταχυντή συνδέεται με ένα σύστημα διανομής υγρού ηλίου, το οποίο ψύχει τους μαγνήτες.



Εικόνα 24: Το σύστημα των επιταχυντών του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Πυρηνικών Ερευνών (CERN, Illustration of the CERN accelerator complex, 2015)

Χιλιάδες μαγνήτες διαφορετικών τύπων και μεγεθών χρησιμοποιούνται για την καθοδήγηση των δεσμών γύρω από τον επιταχυντή. Πρόκειται για 1.232 διπολικούς μαγνήτες μήκους 15 μέτρων ο καθένας, που κάμπτουν τις δέσμες, και 392 τετραπόλικους μαγνήτες, με μήκος 5-7 μέτρα, που εστιάζουν τις δέσμες. Ακριβώς πριν από τη σύγκρουση, ένας άλλος τύπος μαγνήτη χρησιμοποιείται για να "συμπίεσει" τα

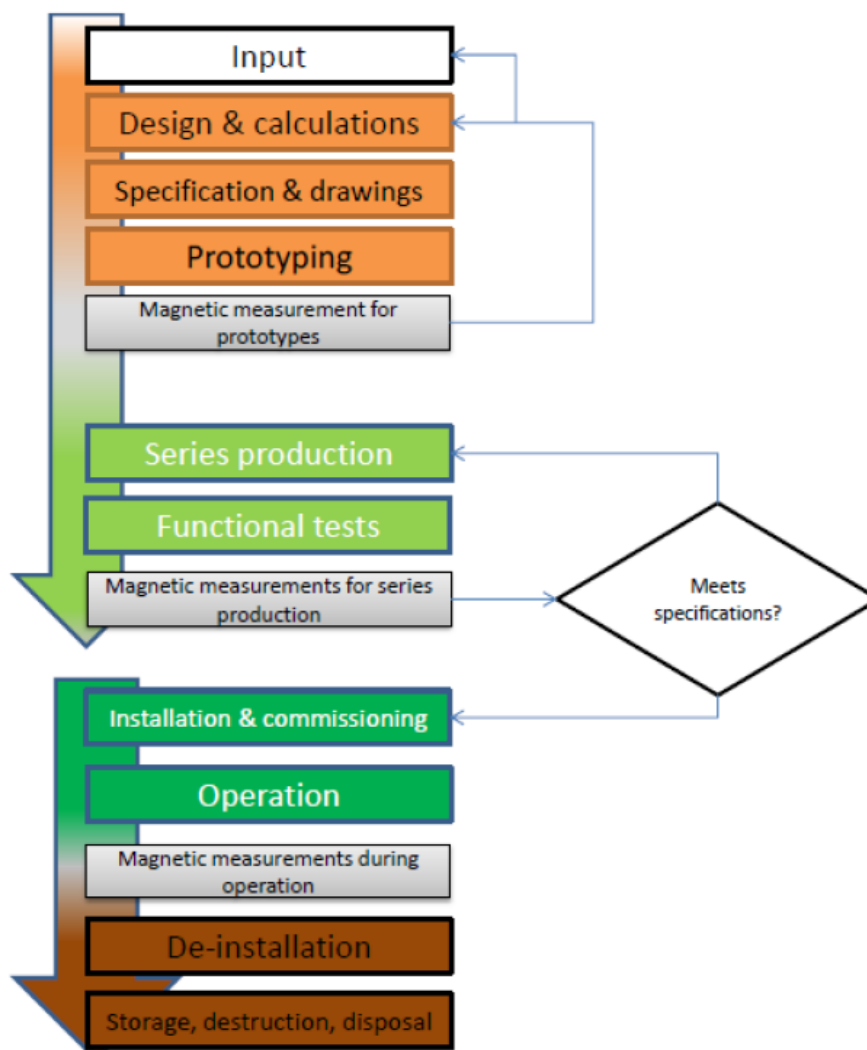
σωματίδια πιο κοντά μεταξύ τους για να αυξήσει τις πιθανότητες συγκρούσεων. Τα σωματίδια είναι τόσο μικροσκοπικά που η δυσκολία του να συγκρουστούν είναι παρόμοια με την εκτόξευση δύο βελόνων από απόσταση 10 χιλιομέτρων μεταξύ τους, με τέτοια ακρίβεια, ώστε να συναντηθούν στο μέσον της διαδρομής.

Οι δέσμες στο εσωτερικό του LHC εξαναγκάζονται σε σύγκρουση σε τέσσερις θέσεις του δακτυλίου του επιταχυντή, που αντιστοιχούν στις θέσεις τεσσάρων ανιχνευτών σωματιδίων με τα ονόματα ATLAS, CMS, ALICE και LHCb (Εικόνα 24).

4.1.2. Ο Τομέας Μαγνητικών Μετρήσεων

Ο Τομέας Μαγνητικών Μετρήσεων (Magnetic Measurement Section) ανήκει στην ομάδα των Μαγνητών, Υπεραγωγών και Κρυστατικών (Magnets, Superconductors and Cryostats, MSC Group) του τμήματος Τεχνολογίας (Technology Department) του CERN. Είναι υπεύθυνος για τη διεξαγωγή μαγνητικών μετρήσεων για να διασφαλιστεί ο σωστός σχεδιασμός και η σωστή απόδοση των διαφόρων μαγνητών των επιταχυντών. Έχοντας ήδη αναφέρει ορισμένα στοιχεία σχετικά με τον αριθμό των μαγνητών που πρέπει να εγκατασταθούν για την επιτυχή εκτέλεση των πειραμάτων, είναι προφανές ότι ο Τομέας Μαγνητικών Μετρήσεων, αν και μικρός σε μέγεθος, με περίπου 30 υπαλλήλους, είναι πολύ σημαντικός για την επιτυχή πραγματοποίηση των κύριων δραστηριοτήτων του Οργανισμού, καθώς οποιαδήποτε απροσδόκητη συμπεριφορά των μαγνητών μετά την τοποθέτησή τους στο σύμπλεγμα των επιταχυντών μπορεί να προκαλέσει πολλά προβλήματα στα προγραμματισμένα πειράματα, με αποτέλεσμα καθυστερήσεις και επιπλέον κόστη.

Οι μαγνήτες πρέπει να υποβάλλονται σε μετρήσεις πολλές φορές καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους (Εικόνα 25). Πιο συγκεκριμένα, τα χαρακτηριστικά τους πρέπει να μετρούνται κατά τη φάση της προκαταρκτικής σχεδίασής τους, όταν οι σχεδιαστές των μαγνητών κατασκευάζουν πρωτότυπα νέων μαγνητών, ώστε να ελεγχθεί αν αυτά πληρούν τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις που έχουν τεθεί κατά τη σχεδίασή τους. Στη συνέχεια, αφού είναι πλέον σίγουρο ότι το πρωτότυπο έχει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά, συνήθως ξεκινά η μαζική παραγωγή μίας σειράς μαγνητών βάσει του πρωτοτύπου. Όλοι οι νέοι μαγνήτες πρέπει να υποβληθούν επίσης σε μετρήσεις, ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή και απρόσκοπτη λειτουργία τους μετά την τοποθέτησή τους στο σύμπλεγμα των επιταχυντών. Τέλος, κατά τη φάση της λειτουργίας τους κάποιες φορές απαιτείται η επαναμέτρηση των χαρακτηριστικών τους είτε για να ρυθμιστούν κάποιες παράμετροι λειτουργίας των επιταχυντών είτε επειδή υπάρχει υποψία ότι δεν αποδίδουν όπως αναμενόταν.



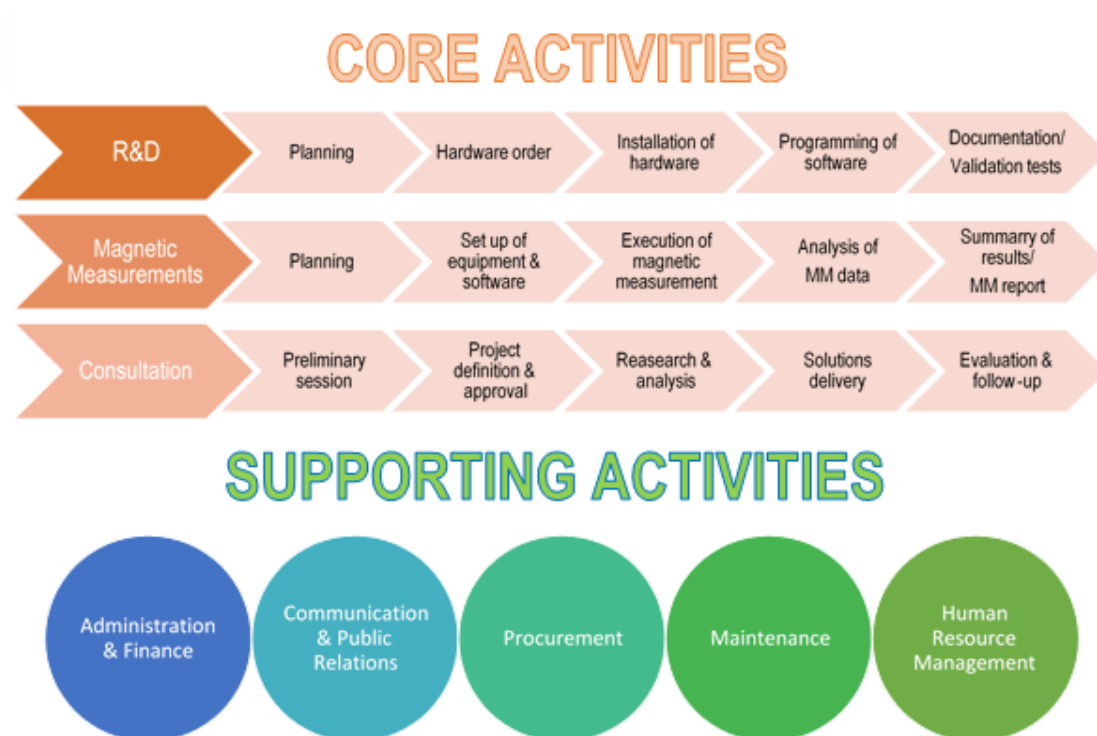
Εικόνα 25: Μαγνητικές μετρήσεις κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός μαγνήτη (Golluccio, 2012)

4.1.2.1. Δραστηριότητες Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων

Υπάρχουν πολλές βασικές και υποστηρικτικές δραστηριότητες στον Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων, άμεσα ή έμμεσα συνδεδεμένες με τις μαγνητικές μετρήσεις αυτές καθαυτές. Οι βασικές δραστηριότητες είναι οι λειτουργίες εκείνες, οι οποίες είναι οι πιο κρίσιμες και δικαιολογούν την ύπαρξη του Τομέα. Σχετίζονται με τις μαγνητικές μετρήσεις και με τις υπηρεσίες που προσφέρει ο Τομέας στους «πελάτες» του. Οι υποστηρικτικές ή μη βασικές δραστηριότητες, από την άλλη πλευρά, αποτελούν πτυχές υπηρεσιών η πραγματοποίηση των οποίων δεν είναι απαραίτητη από τον Τομέα ώστε να εκπληρώσει την αποστολή του στους πελάτες του, όπως η διοίκηση, η συντήρηση, κλπ. Οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να ανατεθούν σε τρίτους (πχ. σε άλλα τμήματα του Οργανισμού). Υπάρχουν, εν γένει, για να υποστηρίξουν την ομαλή λειτουργία των βασικών δραστηριοτήτων του Τομέα. Παρόλο που η πλειονότητα των υποστηρικτικών δραστηριοτήτων εκτελούνται από άλλα εξειδικευμένα τμήματα του

CERN, πρέπει να ληφθούν ορισμένες ενέργειες από το προσωπικό του Τομέα. Ως εκ τούτου, περιγράφονται και αυτές συνοπτικά, για λόγους πληρότητας.

Δεδομένου ότι η πρώτη φάση της υλοποίησης του νέου Πληροφοριακού Συστήματος επικεντρώθηκε στη βασική επαναλαμβανόμενη δραστηριότητα του Τομέα, τις μαγνητικές μετρήσεις, και όχι στις άλλες βασικές δραστηριότητές του, οι οποίες δεν είναι καλώς ορισμένες αλλά προσαρμόζονται κατά περίπτωση (π.χ. δραστηριότητες που σχετίζονται με την Έρευνα & Ανάπτυξη), η πρώτη παρουσιάζεται στη συνέχεια με περισσότερες λεπτομέρειες.



Εικόνα 26: Βασικές και υποστηρικτικές δραστηριότητες του Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Πυρηνικών Ερευνών

Η πρώτη βασική δραστηριότητα του Τομέα είναι οι μαγνητικές μετρήσεις. Η δραστηριότητα αυτή είναι στην πραγματικότητα η επιχειρησιακή δραστηριότητά του. Ο κύριος στόχος του Τομέα είναι να πραγματοποιεί μαγνητικές μετρήσεις είτε σε μαγνήτες που ανήκουν στο CERN είτε σε μαγνήτες που ανήκουν σε εξωτερικές εταιρείες / οργανισμούς και να πιστοποιεί ότι θα λειτουργούν όπως αναμένεται κατά τη χρήση τους σε έργα επιταχυντών. Σε αυτά τα πλαίσια, οι πελάτες μπορούν να είναι είτε εσωτερικοί είτε εξωτερικοί: οι πρώτοι είναι άλλα Τμήματα του CERN που πρέπει να πραγματοποιήσουν μετρήσεις σε μαγνήτες που χρησιμοποιούνται στον Οργανισμό ή για τους οποίους είναι υπεύθυνος ο Οργανισμός και οι δεύτεροι (εξωτερικοί πελάτες) είναι ιδιωτικές εταιρείες/ινστιτούτα/οργανισμοί που εκτελούν έργα επιταχυντών και απευθύνονται στο CERN για τις απαιτούμενες μαγνητικές μετρήσεις. Στις

περισσότερες περιπτώσεις, οι πελάτες είναι από το εσωτερικό του Οργανισμού, απλουστεύοντας αρκετά τη διαδικασία. Η δραστηριότητα αυτή περιλαμβάνει πολλές διαφορετικές πτυχές: την υποβολή και αξιολόγηση των αιτημάτων των πελατών, το σχεδιασμό και συντονισμό των πόρων του Τομέα που απαιτούνται για τη διεξαγωγή των μετρήσεων, την επικοινωνία με τους πελάτες, την ανάλυση και υποβολή εκθέσεων μετά την επεξεργασία των δεδομένων των μετρήσεων, κλπ. Η δραστηριότητα αυτή περιγράφεται λεπτομερώς στο επόμενο κεφάλαιο (βλ. κεφάλαιο 4.1.2.2. Διάγραμμα Ροής Μαγνητικών Μετρήσεων, σελ. 74).

Η δραστηριότητα της Έρευνας και Ανάπτυξης (R&D) θεωρείται, επίσης, μία από τις βασικές δραστηριότητες του Τομέα. Έχει ζωτική σημασία καθώς στοχεύει στην ανάπτυξη νέων μεθόδων, τεχνολογιών και οργάνων μέτρησης για την κάλυψη των μελλοντικών αναγκών που θα προκύψουν λόγω της τεχνολογικής προόδου των υλικών, των μαγνητών και των έργων των επιταχυντών. Οι εργαζόμενοι του Τομέα, οι οποίοι αναλαμβάνουν έργα Έρευνας και Ανάπτυξης, ξεκινούν με το σχεδιασμό του έργου και την αναγνώριση του απαιτούμενου εξοπλισμού. Όταν καταλήξουν στην τελική διαμόρφωση του εξοπλισμού, παραγγέλνουν όλα τα απαιτούμενα εξαρτήματα. Μετά την παράδοση όλων των παραγγελθέντων εξαρτημάτων, εγκαθίσταται ο εξοπλισμός και προγραμματίζουν το λογισμικό ώστε να είναι σε θέση να καθοδηγεί τον υλικό εξοπλισμό να εκτελεί συγκεκριμένες εργασίες και να ανακτά δεδομένα. Τέλος, το νέο-αναπτυσσόμενο σύστημα βαθμονομείται και δημιουργείται το σχετικό εγχειρίδιο χρήσης του. Μετά την ανάπτυξή του, ο εξοπλισμός τοποθετείται στο εργαστήριο του Τομέα για μελλοντική χρήση ή στο χώρο του πελάτη (στο CERN ή σε άλλο ινστιτούτο, εταιρεία ή οργανισμό).

Τέλος, ο Τομέας προσφέρει υπηρεσίες συμβουλευτικής και υποστήριξης, οι οποίες αποτελούν την τελευταία βασική του δραστηριότητα και συνίστανται σε οποιαδήποτε υπηρεσία προσφέρει ο Τομέας σε υφιστάμενους ή δυνητικούς πελάτες, πριν ή μετά από τις μετρήσεις. Σε περίπτωση που ένας πελάτης ζητήσει τη συμβουλή ή την υποστήριξη του Τομέα, οργανώνονται ορισμένες προκαταρκτικές συναντήσεις προκειμένου οι μηχανικοί να κατανοήσουν πλήρως το πρόβλημα του πελάτη. Στη συνέχεια, η ομάδα μηχανικών, στην οποία και έχει ανατεθεί το έργο, διεξάγει ενδελεχή έρευνα και ανάλυση του προβλήματος προκειμένου να βρει πιθανές βιώσιμες λύσεις οι οποίες και προτείνονται στον πελάτη. Τέλος, παρακολουθείται και αξιολογείται η εφαρμογή και η αποτελεσματικότητα της εκάστοτε επιλεγμένης λύσης.

Εκτός από τις προαναφερθείσες βασικές δραστηριότητες, υπάρχουν ορισμένες δραστηριότητες, οι οποίες, όπως αναφέρθηκε ήδη, δεν είναι βασικές, αλλά

συμβάλλουν σημαντικά στην ομαλή διεκπεραίωση των βασικών δραστηριοτήτων και στη λειτουργία του Τομέα εν γένει.

Η πρώτη υποστηρικτική δραστηριότητα είναι η Διοίκηση και η Διαχείριση των οικονομικών. Η διοίκηση περιλαμβάνει το γενικό σχεδιασμό, τη διασφάλιση της ποιότητας και τη γενική στρατηγική διαχείρισης του Τομέα. Αυτά τα καθήκοντα εκτελούνται από τους διαχειριστές (managers) του Τομέα. Προκειμένου να διεκπεραιωθεί αυτή η δραστηριότητα αποτελεσματικά, απαιτείται ένα σύστημα διαχείρισης πληροφοριών που ακολουθεί τη ροή εργασίας του Τομέα βήμα προς βήμα. Με αυτό τον τρόπο, οι διαχειριστές μπορούν να έχουν μια σαφή εικόνα των λειτουργιών και των επιδόσεων του Τομέα. Όσον αφορά τη διαχείριση των οικονομικών, τα περισσότερα καθήκοντα αυτής της δραστηριότητας ανατίθενται σε άλλα τμήματα του CERN, ανάλογα με το είδος των δαπανών (π.χ. οι μηνιαίες αποζημιώσεις του προσωπικού διεκπεραιώνονται από το Τμήμα Ανθρώπινου Δυναμικού, κλπ.). Στην περίπτωση του Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων, η δραστηριότητα αυτή περιλαμβάνει επίσης τη διαχείριση του τμήματος του προϋπολογισμού του CERN που διατίθεται σε αυτόν και της συνεισφοράς των εξωτερικών πελατών. Τα καθήκοντα αυτά αναλαμβάνονται από τους διαχειριστές, έχοντας συνεχή συνεργασία με τους μηχανικούς για να κατανοούν τις ανάγκες ανάπτυξης νέου εξοπλισμού, συντήρησης, στελέχωσης, εκπαίδευσης, κλπ.

Η δραστηριότητα της επικοινωνίας και των δημόσιων σχέσεων περιλαμβάνει όλα τα καθήκοντα που αποσκοπούν στην εδραίωση και διατήρηση σχέσεων με τους πελάτες του Τομέα και γενικά στην αλληλεπίδραση του Τομέα με το κοινό. Τα καθήκοντα αυτά αναλαμβάνονται, επίσης, κυρίως από το διοικητικό προσωπικό του Τομέα. Ωστόσο, η επικοινωνία με τους πελάτες διεκπεραιώνεται από τους Μηχανικούς του Τομέα οι οποίοι είναι υπεύθυνοι να έρχονται σε επαφή μαζί τους για να καθορίσουν λεπτομερώς τις απαιτήσεις τους, να αποκτούν περισσότερες πληροφορίες και να συζητούν μαζί τους για τα αποτελέσματα των προσφερόμενων υπηρεσιών.

Η υποστηρικτική δραστηριότητα που αφορά τη Διαχείριση Ανθρώπινου Δυναμικού είναι πολύ σημαντική για τον Τομέα. Παρόλο που οι διαδικασίες προσέλκυσης, πρόσληψης και μισθοδοσίας αποτελούν δραστηριότητα του τμήματος διαχείρισης ανθρώπινου δυναμικού του Οργανισμού, ο Τομέας συμμετέχει στο δεύτερο κύκλο της διαδικασίας πρόσληψης για θέσεις που τον αφορούν. Επιπλέον, στα πλαίσια του Τομέα, η διαχείριση των ανθρώπινων πόρων έχει πολλές πτυχές, όπως είναι ο καθορισμός των αρμοδιοτήτων και των καθηκόντων του προσωπικού του, ο καθορισμός της οργανωτικής ιεραρχίας του Τομέα (π.χ. ανάθεση φοιτητών σε

εποπτικές αρχές, κλπ.), η ομαλή ένταξη και κατάρτιση των νεοεισερχόμενων, η μεταφορά γνώσεων και ο ορισμός αναγκών εξωτερικής υποστήριξης, κλπ. Λαμβάνοντας υπόψη τον πολύ σύντομο κύκλο εναλλαγής του ανθρώπινου δυναμικού του Οργανισμού και, κατά συνέπεια, του προσωπικού του Τομέα, αυτή η δραστηριότητα, και ιδιαίτερα η διαχείριση της μεταφοράς γνώσεων, είναι καθοριστικής σημασίας για την ομαλή λειτουργία του Τομέα και τη συνέχεια της ροής εργασιών του.

Επιπλέον, η συντήρηση είναι μια πολύ σημαντική υποστηρικτική δραστηριότητα. Στο CERN υπάρχει ένα εξειδικευμένο Τμήμα (Τμήμα Διαχείρισης Χώρων και Κτηρίων (Site Management & Buildings Department)) το οποίο είναι υπεύθυνο για την παροχή, διατήρηση σε συνθήκες εργασίας και ανακαίνιση των δομών και υποδομών πολιτικού μηχανικού του Οργανισμού, καθώς και για την παροχή και διατήρηση των υποδομών και των υπηρεσιών που απαιτούνται για την ασφάλεια του Οργανισμού (CERN, Site Management and Buildings Department, 2016). Οι αρμοδιότητές του περιλαμβάνουν όλες τις φάσεις: από τον προκαταρκτικό σχεδιασμό μέχρι τη διαχείριση κατασκευών και την παράδοση ολοκληρωμένων δομών και υποδομών. Η γενική συντήρηση των χώρων εργασίας του Τομέα (γραφεία και εργαστήρια) είναι, συνεπώς, μέρος των ευθυνών του Τμήματος αυτού. Ο Τομέας, ωστόσο, διαθέτει μια μεγάλη γκάμα εξοπλισμού τελευταίας τεχνολογίας που πρέπει να συντηρηθεί για να διασφαλιστεί ότι δε θα υπάρξει καμία απροσδόκητη παύση των δραστηριοτήτων του, προκαλώντας διαδοχικές καθυστερήσεις σε προσεχείς μετρήσεις, ως αποτέλεσμα παραμελημένης συντήρησης. Η σημασία της συντήρησης είναι ακόμα πιο επιτακτική σε περιπτώσεις όπου ο Τομέας διαθέτει μοναδικά όργανα μέτρησης και δεν υπάρχουν πλεονάζοντα αντίστοιχα όργανα που να μπορούν να αντικαταστήσουν εκείνα που παρουσιάζουν βλάβη. Αυτή η δραστηριότητα, συνεπώς, περιλαμβάνει όλες τις τεχνικές εργασίες που σχετίζονται με την εξασφάλιση της διατήρησης της απρόσκοπτης λειτουργίας των οργάνων μέτρησης του Τομέα που είναι απαραίτητα για τις βασικές δραστηριότητές του. Παραδείγματα τέτοιων εργασιών είναι η επισκευή, η επαναβαθμονόμηση των οργάνων μέτρησης, η καταγραφή του ιστορικού προβλημάτων, κτλ. Αυτά τα καθήκοντα εκτελούνται επί του παρόντος από έμπειρα στελέχη και τεχνικούς του Τομέα όταν υπάρχουν ενδείξεις ότι μια συσκευή δεν λειτουργεί όπως αναμένεται και όχι προληπτικά και σε τακτική βάση.

Τέλος, η προμήθεια είναι μια σημαντική λειτουργία του Τομέα για την υποστήριξη των βασικών δραστηριοτήτων του και ιδιαίτερα της δραστηριότητας της Έρευνας και Ανάπτυξης. Οι προμήθειες πραγματοποιούνται μέσω μίας ειδικής Ομάδας του CERN που ονομάζεται «Ομάδα Προμηθειών και Βιομηχανικών Υπηρεσιών» (Procurement

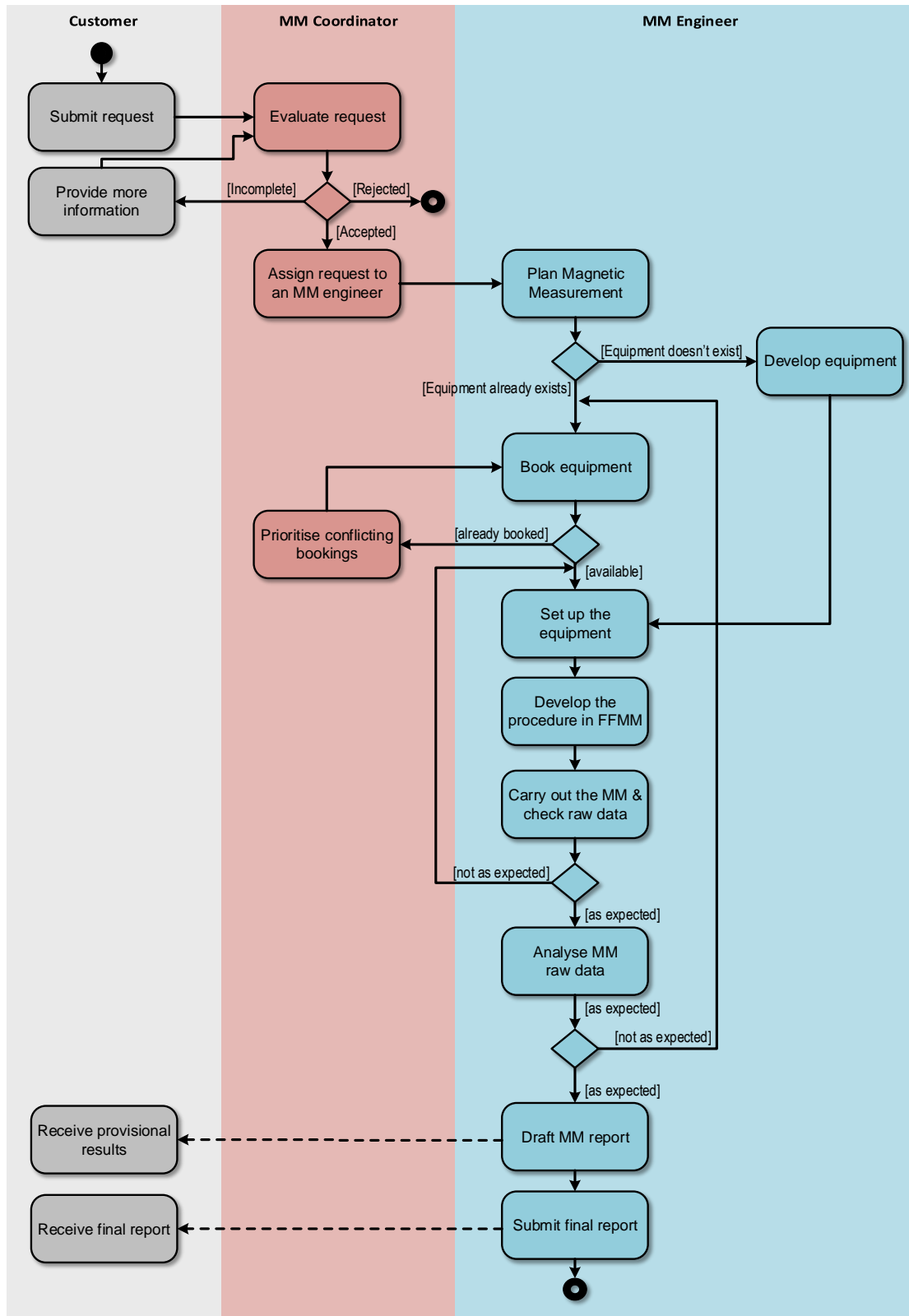
and Industrial Services Group). Η Ομάδα αυτή προμηθεύει όλα τα προϊόντα και τις υπηρεσίες για το CERN, καλύπτοντας τις προδιαγεγραμμένες και συμβατικές τεχνικές προδιαγραφές και τις απαιτήσεις παράδοσης και απόδοσης με το χαμηλότερο δυνατό συνολικό κόστος (CERN, Procurement and Industrial Services Group, 2018). Για την προμήθεια προϊόντων ή υπηρεσιών εκτός του CERN, πρέπει να υποβληθεί μία εσωτερική αίτηση αγοράς, σύμφωνα με μία τυποποιημένη διαδικασία. Όταν ένας μηχανικός μετρήσεων αναγνωρίζει την ανάγκη προμήθειας πρώτων υλών για μια δραστηριότητα Έρευνας και Ανάπτυξης ή εξαρτημάτων για τη συντήρηση του εξοπλισμού, υποβάλλει μία τέτοια αίτηση η οποία πρέπει να εγκριθεί από την παραπάνω Ομάδα. Στη συνέχεια, ο μηχανικός παρακολουθεί τις διαδικασίες παραγγελίας και παράδοσης.

4.1.2.2. Διάγραμμα Ροής Μαγνητικών Μετρήσεων

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μία επισκόπηση της κύριας δραστηριότητας του Τομέα, των μαγνητικών μετρήσεων. Για να πραγματοποιηθεί μία μέτρηση, ακολουθείται, κατά κύριο λόγο, το διάγραμμα ροής που παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 27). Συχνά, ωστόσο, παρατηρούνται κάποιες διαφοροποιήσεις που εξαρτώνται από την εκάστοτε μέτρηση και τον υπό μέτρηση μαγνήτη. Το διάγραμμα ροής περιγράφεται αναλυτικότερα στη συνέχεια ώστε να διευκολυνθεί η αναγνώριση των λειτουργιών εκείνων, τις οποίες το νέο Πληροφοριακό Σύστημα καλείται να επιτελεί, καταλήγοντας, έτσι, στις λειτουργικές του απαιτήσεις.

Η πράξη εκείνη που προκαλεί την έναρξη της διαδικασίας της μέτρησης είναι η αίτηση που κάνει κάποιος πελάτης στον Τομέα. Οι πελάτες συμπληρώνουν και υποβάλλουν αιτήσεις μετρήσεων μέσω ενός συστήματος υποβολής αιτήσεων για το οποίο θα γίνει αναφορά στη συνέχεια. Σε αυτές τις αιτήσεις οι πελάτες προσδιορίζουν το σκοπό της μέτρησης, τις βασικές παραμέτρους και τα χαρακτηριστικά του μαγνήτη που θα υποβληθεί σε μέτρηση, τον μοναδικό κωδικό του, τα μεγέθη που πρέπει να μετρηθούν και δύο πολύ σημαντικές ημερομηνίες: (α) την ημερομηνία κατά την οποία ο μαγνήτης θα είναι διαθέσιμος και, συνεπώς, η μέτρησή του μπορεί να ξεκινήσει και (β) την ημερομηνία κατά την οποία η μέτρηση θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί, ώστε ο μαγνήτης να εγκατασταθεί στον επιταχυντή. Οι ημερομηνίες αυτές, ωστόσο, είναι αρκετά αμφίβολες και η ημερομηνία μεταξύ της προγραμματισμένης και της πραγματικής έναρξης ή λήξης των μετρήσεων μπορεί να διαφέρει ως και αρκετούς μήνες. Οι καθυστερήσεις αυτές οφείλονται συνήθως σε καθυστερήσεις παράδοσης των μαγνητών από τους πελάτες.

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)



Role	Description
Customer	Requester of a Magnetic Measurement
MM Coordinator	An engineer who coordinates all the Magnetic Measurements of the Section
MM Engineer	Engineer responsible for a Magnetic Measurement

Εικόνα 27: Διάγραμμα ροής μαγνητικών μετρήσεων

Μετά την αίτηση που υποβάλλεται από τον πελάτη, ο συντονιστής των μετρήσεων αξιολογεί τα δεδομένα που περιλαμβάνονται στην αίτηση και βάσει των παρεχόμενων πληροφοριών η αίτηση γίνεται αποδεκτή, απορρίπτεται ή ζητούνται περαιτέρω πληροφορίες από τον πελάτη. Στην τελευταία περίπτωση, αφού ο πελάτης παρέχει περισσότερες πληροφορίες, ο συντονιστής των μετρήσεων επαναξιολογεί την αίτηση. Μόλις μία αίτηση γίνει αποδεκτή, ο συντονιστής των μετρήσεων αναθέτει τη μέτρηση σε έναν από τους μηχανικούς ο οποίος και είναι υπεύθυνος για αυτήν από εκείνη τη στιγμή και έπειτα.

Ο προγραμματισμός της μέτρησης ξεκινάει. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, στις αιτήσεις ζητείται από τους πελάτες να προσδιορίσουν το είδος των μετρήσεων που απαιτούνται, δηλαδή τα χαρακτηριστικά του μαγνήτη που θα πρέπει να μετρηθούν. Έτσι, κατά περίπτωση μπορεί να απαιτηθεί η χρησιμοποίηση περισσότερων του ενός συστημάτων μετρήσεων ώστε να εξαχθούν τα απαραίτητα αποτελέσματα. Βάσει των απαιτήσεων του πελάτη, ο μηχανικός προσδιορίζει τις μεθόδους μέτρησης που ανταποκρίνονται καλύτερα σε αυτές, το χρόνο κατά τον οποίο η μέτρηση θα λάβει χώρα, τη διάρκειά της καθώς και τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί για τη διεξαγωγή της. Αν ο απαιτούμενος εξοπλισμός δεν υπάρχει ήδη, ο μηχανικός θα πρέπει να τον αναπτύξει από το μηδέν, ξεκινώντας να εργάζεται ουσιαστικά σε ένα νέο έργο Έρευνας και Ανάπτυξης. Αν ο εξοπλισμός υπάρχει ήδη ο μηχανικός δηλώνει την πρόθεση του να χρησιμοποιήσει τα όργανα μέτρησης που απαιτούνται. Υπάρχουν δύο περιπτώσεις: είτε τα απαιτούμενα όργανα μέτρησης να είναι διαθέσιμα το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ο μηχανικός θέλει να διεξάγει τη μέτρηση είτε κάποιο ή όλα τα όργανα μέτρησης να είναι ήδη κρατημένα για κάποια άλλη μέτρηση. Στην τελευταία περίπτωση, ο συντονιστής των μετρήσεων ειδοποιείται κατά τη διάρκεια μίας συνάντησης που πραγματοποιείται κάθε δύο εβδομάδες και αποφασίζει μετά από συζήτηση με τους μηχανικούς ποια μέτρηση είναι πιο επείγουσα και θα πρέπει να προηγηθεί.

Όταν ο προγραμματισμός της μέτρησης έχει ολοκληρωθεί και ο μαγνήτης έχει παραληφθεί, τα όργανα μέτρησης (υπάρχοντα ή νέο-ανεπτυγμένα) εγκαθίστανται και βαθμονομούνται, αν αυτό είναι απαραίτητο, και ο μηχανικός πραγματοποιεί όλες τις κατάλληλες ρυθμίσεις ώστε το λογισμικό που χρησιμοποιείται στις μετρήσεις να μπορεί να κατευθύνει τη λειτουργία των οργάνων μέτρησης και να ανακτά τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Στη συνέχεια, η μέτρηση πραγματοποιείται. Ο μηχανικός παρακολουθεί στενά όλη τη διαδικασία και αξιολογεί τα πρώτα αποτελέσματα. Αν υπάρχουν αμφιβολίες για την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων, απαιτείται ο μαγνήτης

να επανυποβληθεί στην ίδια μέτρηση χρησιμοποιώντας τα ίδια ή και διαφορετικά όργανα μέτρησης, ανάλογα με το πρόβλημα που ο μηχανικός έχει εντοπίσει.

Ύστερα από κάποιο χρόνο, που εξαρτάται από το σκοπό της μέτρησης και το μαγνήτη αυτόν καθ' αυτόν, η μέτρηση ολοκληρώνεται.

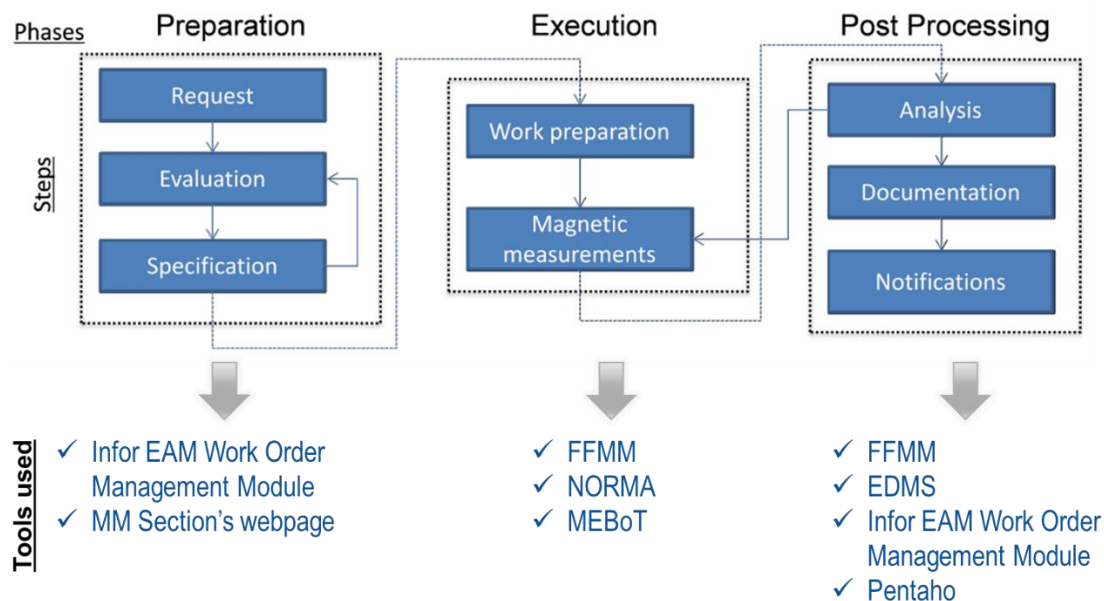
Έπειτα, ο μηχανικός αναλύει τα δεδομένα. Αν τα αναλυμένα δεδομένα δεν είναι τα αναμενόμενα, η μέτρηση πιθανώς να πρέπει να επαναληφθεί. Αυτό μπορεί να συμβεί επειδή κάποιο όργανο μέτρησης παρουσίασε κάποιο πρόβλημα κατά τη λειτουργία του ή δεν ήταν σωστά βαθμονομημένο και δεν έγινε αντιληπτό κατά τη διεξαγωγή της πρώτης μέτρησης. Επομένως, ο μηχανικός θα πρέπει να επαναπραγματοποιήσει τη μέτρηση με πιθανώς διαφορετικά όργανα μέτρησης σε σχέση με την πρώτη φορά, ξεκινώντας, ουσιαστικά, από το μηδέν.

Όταν τα αναλυμένα δεδομένα είναι τα αναμενόμενα, ο μηχανικός ανακεφαλαιώνει τα βασικά δεδομένα της μέτρησης και τα επικοινωνεί στον πελάτη και προετοιμάζει την τελική έκθεση αναφοράς της μέτρησης. Αυτή η έκθεση υποβάλλεται τόσο στον πελάτη όσο και στο κεντρικό σύστημα διαχείρισης εγγράφων του Οργανισμού (για το οποίο θα γίνει αναφορά στη συνέχεια), μετά την έγκρισή της από το διευθυντή του Τομέα. Στο στάδιο αυτό η μέτρηση ουσιαστικά ολοκληρώνεται.

4.2. Περιγραφή Υπάρχουσας Κατάστασης Πληροφοριακού Συστήματος

Ο Τομέας χρησιμοποιεί πολλά και διαφορετικά IT εργαλεία για την υποστήριξη των δραστηριοτήτων του. Η Εικόνα 28 παρουσιάζει ένα απλοποιημένο διάγραμμα ροής της δραστηριότητας των μετρήσεων σε αντιπαραβολή με τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για να υποστηρίξουν τις διαφορετικές φάσεις της διαδικασίας πραγματοποίησης των μετρήσεων. Στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου, περιγράφονται συνοπτικά τα διάφορα χρησιμοποιούμενα εργαλεία.

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)



Εικόνα 28: IT εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη των δραστηριοτήτων του Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων (πηγή: (Limniati, 2015) με τροποποιήσεις από τη συγγραφέα)

- **Infor EAM Work Order Management Module.** Το Infor EAM είναι ένα εμπορικό προϊόν λογισμικού για τη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων μίας επιχείρησης/οργανισμού (Asset Management System). Είναι το επίσημο και κεντρικά υποστηριζόμενο Ηλεκτρονικό Σύστημα Διαχείρισης Συντήρησης (Computerized Maintenance Management System, CMMS) του Οργανισμού. Ως ένα από τα κορυφαία συστήματα στον κλάδο του, χρησιμοποιείται στο CERN ήδη για πάνω από 30 χρόνια για τη διαχείριση των φυσικών περιουσιακών του στοιχείων και των ανταλλακτικών του, καθώς και για τη διαχείριση των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με αυτά και των πόρων που χρησιμοποιούνται για τη διεξαγωγή αυτών των δραστηριοτήτων. Στο CERN χρησιμοποιούνται κυρίως οι ακόλουθες λειτουργίες του Infor EAM: (α) Διαχείριση εξοπλισμού, (β) Διαχείριση εργασίας και (γ) Διαχείριση αναλώσιμων και ανταλλακτικών.

Εκτός από τη διεπαφή που προσφέρει εμπορικά η εταιρεία του λογισμικού Infor EAM, το CERN παρέχει επιπλέον μια σειρά διεπαφών στους χρήστες του που έχουν σχεδιαστεί για συγκεκριμένες εργασίες ή ειδικές ανάγκες ομάδων χρηστών (Perinić, 2016)). Το EAM Light είναι μια τέτοια διεπαφή που αναπτύχθηκε εσωτερικά, από την ομάδα υποστήριξης του Ηλεκτρονικού Συστήματος Διαχείρισης Συντήρησης του Οργανισμού. Πρόκειται για μια απλοποιημένη διεπαφή ιστού για την εκτέλεση ενός περιορισμένου υποσυνόλου λειτουργιών του Infor EAM. Αυτή η διεπαφή είναι πλήρως λειτουργική σε όλα τα προγράμματα περιήγησης ιστού, σε όλα τα λειτουργικά συστήματα (συμπεριλαμβανομένου και του iOS), καθώς και σε

- οποιασδήποτε μορφής υπολογιστή (tablet, κινητό τηλέφωνο, laptop, κτλ.) (CERN, Infor EAM: Our Asset & Maintenance Management platform at CERN, 2018).
- Ο Τομέας Μαγνητικών Μετρήσεων χρησιμοποιεί ένα τμήμα του Infor EAM (Work Order Management Module) για τη διαχείριση των αιτήσεων των πελατών του για τη βασική υπηρεσία που τους προσφέρει, τη διενέργεια μαγνητικών μετρήσεων, προσαρμοσμένο έτσι ώστε να ακολουθεί το διάγραμμα ροής της διενέργειας μίας μέτρησης. Χρησιμεύει ως μία πλατφόρμα, στην οποία οι πελάτες μπορούν να υποβάλλουν τις αιτήσεις τους για επικείμενες μετρήσεις, επιτρέπει τη συνεχή ενημέρωσή τους σχετικά με την κατάσταση της αίτησής τους μέσω αυτόματων μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και καθιστά την πρόοδο των αιτήσεων για μετρήσεις πιο ιχνηλάσιμη.
 - **Measurement Equipment Booking Tool (MEBoT).** Πρόκειται για ένα εμπορικό διαδικτυακό εργαλείο προγραμματισμού χρήσης πόρων. Χρησιμοποιείται από τον Τομέα για την παροχή πληροφοριών σχετικά με τη διαθεσιμότητα των οργάνων μέτρησης σε πραγματικό χρόνο, διευκολύνοντας τη διαχείρισή τους και επιτρέποντας την online κράτηση συγκεκριμένου οργάνου του Τομέα για κάποια μελλοντική μέτρηση ώστε να ανιχνεύονται πιθανές εμπλοκές (το ίδιο όργανο να πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε δύο διαφορετικές μετρήσεις που πρέπει να λάβουν χώρα την ίδια χρονική περίοδο). Σε τέτοιες περιπτώσεις, ο εργαζόμενος του Τομέα που έχει αναλάβει το ρόλο του συντονιστή των μετρήσεων καλείται να θέσει προτεραιότητες και να αποφασίσει βάσει αυτών ποια μέτρηση πρέπει να προηγηθεί.
 - **Pentaho.** Πρόκειται επίσης για ένα εμπορικό προϊόν. Είναι μία ολοκληρωμένη πλατφόρμα επιχειρηματικής ανάλυσης και ευφυίας. Χρησιμοποιείται από πολλά τμήματα του CERN για την παρακολούθηση και παραγωγή στατιστικών και αναφορών (reporting). Στην περίπτωση του Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων το εργαλείο Pentaho αντλεί δεδομένα από τη βάση δεδομένων του Infor EAM και παράγει προσαρμοσμένες αναφορές στατιστικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται για οργανωτικούς και διαχειριστικούς λόγους. Το Pentaho αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο κατά τη συνάντηση συντονισμού των μετρήσεων, μία τακτική συνάντηση που πραγματοποιείται ανά δύο εβδομάδες και κατά την οποία οι μηχανικοί του Τομέα οργανώνουν και συντονίζουν όλες τις τρέχουσες και μελλοντικές εργασίες μετρήσεων. Κατά τη διάρκεια αυτών των συναντήσεων, χρησιμοποιούνται δυναμικές αναφορές του Pentaho για την παρουσίαση των νέων αιτήσεων για μετρήσεις αλλά και της κατάστασης των υπάρχουσών εργασιών και των εκκρεμοτήτων. Με αυτό τον τρόπο είναι ευκολότερο για το συντονιστή των

- μετρήσεων να αναθέτει τις νέες μετρήσεις στους μηχανικούς και να έχει μία γρήγορη επισκόπηση του φόρτου εργασίας του Τομέα.
- **MM Website.** Ο ιστότοπος του Τομέα λειτουργεί ως διοικητικό εργαλείο με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Παρέχει μία πλατφόρμα που επιτρέπει την επικοινωνία του Τομέα με τους πελάτες του (εσωτερικούς και εξωτερικούς): περιέχει πολλές πληροφορίες σχετικά με τις δραστηριότητες του Τομέα, τις εγκαταστάσεις του, τον εξοπλισμό του, κτλ., καθώς και συνδέσμους που οδηγούν στα υπόλοιπα εργαλεία όπως το Infor EAM, το MEBOT, κτλ. Επιπλέον, χρησιμοποιείται για να διευκολυνθεί η εσωτερική επικοινωνία του Τομέα, παρέχοντας μία διαδικασία για την έγκριση των εγγράφων από τον διευθυντή του Τομέα, επιτρέποντας στους χρήστες να ανεβάζουν αρχεία, να δημοσιεύουν ανακοινώσεις και σχόλια, να αναζητούν σχέδια των οργάνων μέτρησης, κτλ. Τέλος, μία σελίδα του ιστότοπου παρουσιάζει την κατάσταση των διαφόρων χώρων εργασίας που βρίσκονται στο κύριο εργαστήριο του Τομέα. Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται εκτός από ενημερωτικούς λόγους και για την προβολή των δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται στο εργαστήριο σε διάφορες οθόνες που είναι εγκατεστημένες εκεί.
 - **Normal Conducting Magnets (NORMA) database.** Είναι μία βάση δεδομένων με μία διαδικτυακή εφαρμογή που παρέχει πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά και τις προδιαγραφές των μαγνητών, καθώς και πρόσβαση σε έγγραφα, φωτογραφίες και σχέδια μαγνητών του CERN (CERN, The CERN Normal Conducting Magnets Database, 2018). Το συγκεκριμένο εργαλείο χρησιμοποιείται από τους μηχανικούς όταν υπάρχει κάποια αίτηση για κάποια μέτρηση που αφορά κάποιο μαγνήτη που υπάρχει στη συγκεκριμένη βάση δεδομένων και κάποιες πληροφορίες πρέπει να ανακτηθούν από αυτήν, ώστε να διευκολυνθεί η διαδικασία προγραμματισμού και διεξαγωγής της μέτρησης.
 - **Engineering Data Management Service (EDMS).** Είναι ένα σύνθετο σύστημα που βασίζεται σε δύο εμπορικά προϊόντα: το σύστημα διαχείρισης κύκλου ζωής (Product Lifecycle Management, PLM) Agile e6 της Oracle και το σύστημα διαχείρισης επιχειρηματικών περιουσιακών στοιχείων (Enterprise Asset Management, EAM) της Infor. Αυτά τα δύο συστήματα ολοκληρώθηκαν στο CERN, όπου επίσης ένα σύνολο στενά συνδεδεμένων διαδικτυακών εφαρμογών έχουν αναπτυχθεί πάνω σε αυτά, για να παρέχουν απλοποιημένη πρόσβαση σε τεχνικά δεδομένα και να επιτρέπουν την απρόσκοπτη περιήγηση σε πληροφορίες ανεξάρτητα από τα υποκείμενα συστήματα και τις υποκείμενες βάσεις δεδομένων. Ο κυρίαρχος σκοπός του EDMS είναι η παροχή δυνατοτήτων διαχείρισης ηλεκτρονικών δεδομένων. Επιτρέπει την αποθήκευση, διαχείριση, οργάνωση και διανομή μεγάλου όγκου

δεδομένων μηχανικού, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα πεδίων. Για έναν Οργανισμό όπως το CERN με έργα με κύκλο ζωής από 25 έως 40 χρόνια αυτό το εργαλείο είναι απαραίτητο ώστε να διατηρείται ένα ελεγχόμενο επίπεδο ποιότητας των εγγράφων του αφού σε αρκετά έργα μία γενιά μηχανικών και επιστημόνων κατασκευάζει τον εξοπλισμό, ενώ η επόμενη γενιά αναλαμβάνει τη λειτουργία και τη συντήρησή του. Σε αυτό το πλαίσιο, το EDMS παίζει κυρίαρχο ρόλο ως ένα εργαλείο που επιτρέπει τη μεταφορά γνώσεων από γενιά σε γενιά – μία μεταφορά γνώσεων που είναι εφικτή μόνο με τον καθορισμό προτύπων και κοινών μεθόδων διαχείρισης πληροφοριών (EDMS, 2017). Στον Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων, όλα τα σημαντικά έγγραφα του Τομέα αρχειοθετούνται στο EDMS. Για παράδειγμα μετά το τέλος κάθε μέτρησης, ο υπεύθυνος μηχανικός πρέπει να μεταφορτώσει την τελική έκθεση αναφοράς της μέτρησης στο EDMS.

- **Flexible Framework for Magnetic Measurements (FFMM).** Πρόκειται για ένα λογισμικό που αναπτύχθηκε εσωτερικά, από το προσωπικό του Τομέα, για τον έλεγχο των οργάνων μέτρησης, καθώς και την ανάκτηση και την ανάλυση των δεδομένων των μαγνητικών μετρήσεων. Το σύστημα ελέγχου καθοδηγεί τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιούνται κατά τη μέτρηση και παρακολουθεί τις κύριες παραμέτρους του συστήματος επιτρέποντας την επαλήθευση της σωστής λειτουργίας του. Ο χρήστης αλληλεπιδρά με το σύστημα μέσω μιας γραφικής διεπαφής (Graphical User Interface). Το σύστημα μέτρησης ανακτά και αποθηκεύει το μαγνητικό πεδίο που μετρήθηκε και άλλες παραμέτρους που θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για τις αναλύσεις. Τέλος, το FFMM αναλύει τα ανακτηθέντα δεδομένα. Το κυριότερο πλεονέκτημα της χρήσης του FFMM έναντι άλλων εμπορικών πακέτων λογισμικού, όπως το Labview, είναι η ευελιξία που προσφέρει. Το Labview, το οποίο χρησιμοποιούταν στο παρελθόν από τον Τομέα, εφάρμοζε ένα καθορισμένο αλγόριθμο μέτρησης και μία συγκεκριμένη διαδικασία ανάλυσης και απαιτούσε αλλαγές στον κώδικα Labview R για να τροποποιηθεί. Κάθε τροποποίηση απαιτούσε όχι μόνο πολύ χρόνο αλλά και επεμβάσεις έμπειρων προγραμματιστών. Επιπλέον, το Labview δεν μπορούσε να συνεργαστεί με τα όργανα μέτρησης όλων των διαφορετικών κατασκευαστών που διαθέτει ο Τομέας. Το FFMM είναι υλοποιημένο σε C++, καθιστώντας το αρκετά πιο ευέλικτο (Inglese, 2009).

Όπως έγινε φανερό ο Τομέας χρησιμοποιεί μία πληθώρα από διάφορα εργαλεία τα οποία δεν επικοινωνούν μεταξύ τους. Αποτέλεσμα αυτού είναι να απαιτείται η είσοδος των ίδιων δεδομένων πολλαπλές φορές σε διαφορετικά συστήματα, να παρατηρούνται λάθη και να μην υπάρχει συνέπεια μεταξύ των διάφορων συστημάτων και εργαλείων

και αξιοπιστία. Η λύση που προτάθηκε είναι η ανάπτυξη και χρήση ενός ολοκληρωμένου Πληροφοριακού Συστήματος που θα ενσωματώνει όσο το δυνατόν περισσότερες λειτουργίες από εκείνες που επιτελούν τα διάφορα εργαλεία ξεχωριστά, έχοντας μία κεντρική βάση δεδομένων που θα περιέχει όλες τις πληροφορίες που σχετίζονται με τις μετρήσεις, που είναι και η βασική δραστηριότητα του Τομέα. Σε πρώτη φάση, το νέο Πληροφοριακό Σύστημα αποφασίστηκε να επικεντρωθεί στο ένα από τα πολλά συστήματα μέτρησης που διαθέτει ο Τομέας και το οποίο εκτιμάται ότι χρησιμοποιείται για παραπάνω από το 80% των μετρήσεων που αναλαμβάνει. Η στρατηγική αυτή απόφαση θα διευκολύνει την εργασία των μηχανικών των μετρήσεων και θα τους εξασφαλίσει περισσότερο χρόνο ώστε να συνεισφέρουν στα επόμενα στάδια ανάπτυξης του νέου Πληροφοριακού Συστήματος.

Το συγκεκριμένο έργο δεν είναι καινούριο για τον Τομέα αφού στο παρελθόν είχαν γίνει αρκετές προσπάθειες προς την ίδια κατεύθυνση. Πιο συγκεκριμένα, το 2014, αναπτύχθηκε από μέλος του Τομέα μία εφαρμογή σε APEX, η οποία ονομαζόταν 3MIS, και η οποία χρησιμοποιούταν για την ανάκτηση και αποθήκευση πληροφοριών από τους πελάτες, τον προγραμματισμό των πόρων (ανθρώπων και εξοπλισμού), καθώς και για την αποθήκευση δεδομένων και πληροφοριών σχετικών με τις μετρήσεις (Yli-Moijala, 2014). Ένα χρόνο αργότερα (2015), ξεκίνησε να χρησιμοποιείται η εφαρμογή EAM Light, η οποία αναπτύχθηκε κεντρικά από το CERN. Μέσω της εφαρμογής αυτής, ο Τομέας είχε την δυνατότητα να ζητάει πληροφορίες από τους πελάτες του, να διευκολύνει την επικοινωνία μαζί τους και να αυξήσει τη διαφάνεια και την ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων (Limniati, 2015). Τέλος, το 2016 δημιουργήθηκε μία, ακόμη, εφαρμογή, επίσης, σε APEX, η οποία επιχείρησε να συγκεντρώσει όλες τις πληροφορίες σχετικά με τις μετρήσεις σε μία βάση δεδομένων, καθώς και να εγκαθιδρύσει τυποποιημένες διαδικασίες για κάποια συγκεκριμένα συστήματα μέτρησης (Martinez-Estebanez, 2016).

4.3. Περιγραφή Νέου Πληροφοριακού Συστήματος

Το νέο Πληροφοριακό Σύστημα, όπως έχει ήδη ειπωθεί, θα προσπαθήσει να συγκεντρώσει όλες τις απαραίτητες λειτουργίες για τη διεξαγωγή των μετρήσεων, καθώς και όλα τα δεδομένα που σχετίζονται με αυτές σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα με μία κεντρική βάση δεδομένων. Το πεδίο εφαρμογής του θα καλύψει σε πρώτη φάση, μόνο την κύρια/βασική δραστηριότητα του Τομέα, τις μετρήσεις. Αυτό θα γίνει επειδή η δραστηριότητα αυτή είναι σαφώς καλύτερα ορισμένη σε σχέση με τις υπόλοιπες, οι οποίες διαφοροποιούνται αρκετά κατά περίπτωση. Ακόμη, ο Τομέας εστιάζει στη

συγκεκριμένη δραστηριότητα με απώτερο στόχο τη διασφάλιση της ποιότητας των μετρήσεων και την πιστοποίηση του εργαστηρίου.

Στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου αναπτύσσονται οι διάφορες λειτουργίες που θα κληθεί να επιτελέσει το υπό διερεύνηση νέο Πληροφοριακό Σύστημα. Η Εικόνα 29 παρουσιάζει συνοπτικά τις διαφορετικές αυτές λειτουργίες, ομαδοποιώντας τις.



Εικόνα 29: Βασικές λειτουργίες νέου Πληροφοριακού Συστήματος

Όσον αφορά τη διαχείριση λειτουργιών (operations management), το νέο Πληροφοριακό Σύστημα θα πρέπει να επιτελεί τουλάχιστον δύο διαφορετικές λειτουργίες: (α) να διαχειρίζεται τις αιτήσεις των πελατών και (β) να συμβάλει στην οργάνωση και τον προγραμματισμό των μετρήσεων. Η πρώτη λειτουργία θα πρέπει να έχει παρόμοια χαρακτηριστικά και δυνατότητες με αυτά που ήδη έχει το Infor EAM Work Order Management module έως τώρα. Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει να δρα ως μία πλατφόρμα στην οποία οι πελάτες μπορούν να υποβάλουν αιτήσεις στον Τομέα

για μελλοντικές μετρήσεις, ακολουθώντας το διάγραμμα ροής του από την αρχική αίτηση του πελάτη έως και τη φάση ολοκλήρωσης των μετρήσεων και διευκολύνοντας την επικοινωνία και την πληροφόρηση τόσο των πελατών (μέσω της αποστολής αυτόματων μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου) όσο και των ίδιων των μελών του Τομέα και της διοίκησης. Η δεύτερη λειτουργία αφορά τον προγραμματισμό των μετρήσεων: Το Πληροφοριακό Σύστημα θα πρέπει να παρέχει ένα εργαλείο Project Management (π.χ. διάγραμμα Gantt) μέσω του οποίου τόσο η διοίκηση όσο και οι εργαζόμενοι του Τομέα θα μπορούν να λαμβάνουν εύκολα μία σαφή εικόνα για τον υπάρχοντα φόρτο εργασίας, αλλά και θα διευκολύνεται η οργάνωση των μετρήσεων που θα πρέπει να ολοκληρωθούν τις επόμενες εβδομάδες.

Όσον αφορά τη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων (Asset Management) του Τομέα, το νέο Πληροφοριακό Σύστημα θα πρέπει να διαθέτει: (α) μία βάση δεδομένων του εξοπλισμού του Τομέα με δυνατότητα εκτύπωσης barcodes, (β) ένα σύστημα διαχείρισης της συντήρησης και της βαθμονόμησης του εξοπλισμού και (γ) ένα εργαλείο κράτησης εξοπλισμού. Η βάση δεδομένων του εξοπλισμού θα πρέπει να περιέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με τα διάφορα όργανα μέτρησης του Τομέα. Ακόμη, είναι απαραίτητο το νέο Πληροφοριακό Σύστημα να διαθέτει μία λειτουργία μέσω της οποίας θα μπορούν να εκτυπωθούν barcodes ώστε να αναγνωρίζεται μοναδικά κάθε όργανο μέτρησης. Αναφορικά με το σύστημα συντήρησης και βαθμονόμησης, το Πληροφοριακό Σύστημα θα πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζει σε περίπτωση βλάβης οργάνων μέτρησης αν για αυτά ισχύει ακόμα η εγγύηση αγοράς τους, καθώς και να επιτρέπει τη δημιουργία ιστορικού συμβάντων και προγραμμάτων και πλάνων τακτικής προληπτικής συντήρησης και βαθμονόμησης των οργάνων, ειδοποιώντας τους εκάστοτε υπεύθυνους για επικείμενες εργασίες που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν. Η τελευταία λειτουργία (σύστημα κράτησης εξοπλισμού) θα πρέπει να αντικαταστήσει το αντίστοιχο εμπορικό εργαλείο που χρησιμοποιείται αυτή τη στιγμή (MEBoT). Θα πρέπει να παρέχει μία πλατφόρμα στην οποία οι μηχανικοί θα μπορούν να κάνουν κρατήσεις για όργανα μέτρησης γνωστοποιώντας στους υπόλοιπους μηχανικούς την πρόθεσή τους να τα χρησιμοποιήσουν σε επερχόμενες μετρήσεις που θα πραγματοποιήσουν. Το συγκεκριμένο εργαλείο θα χρησιμοποιείται κυρίως για λόγους προγραμματισμού και όχι για λόγους ιχνηλασιμότητας των οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε μέτρηση. Το σκοπό αυτό θα επιτελεί μία άλλη λειτουργία (βλ. Διασφάλιση Ποιότητας στη συνέχεια). Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλο που το αντίστοιχο εμπορικό εργαλείο είναι αρκετά εύχρηστο και χαίρει, κατά κανόνα, της αποδοχής των μηχανικών, οι μηχανικοί θα ήθελαν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της κράτησης να έχουν τη

δυνατότητα να περιηγηθούν στα τεχνικά χαρακτηριστικά, τα σχέδια, κτλ. των διαφόρων οργάνων μέτρησης, ώστε να κάνουν την καταλληλότερη επιλογή του οργάνου μέτρησης που θα χρησιμοποιηθεί. Αυτός είναι και ο λόγος που η συγκεκριμένη λειτουργία θα πρέπει να ενσωματωθεί στο νέο Πληροφοριακό Σύστημα.

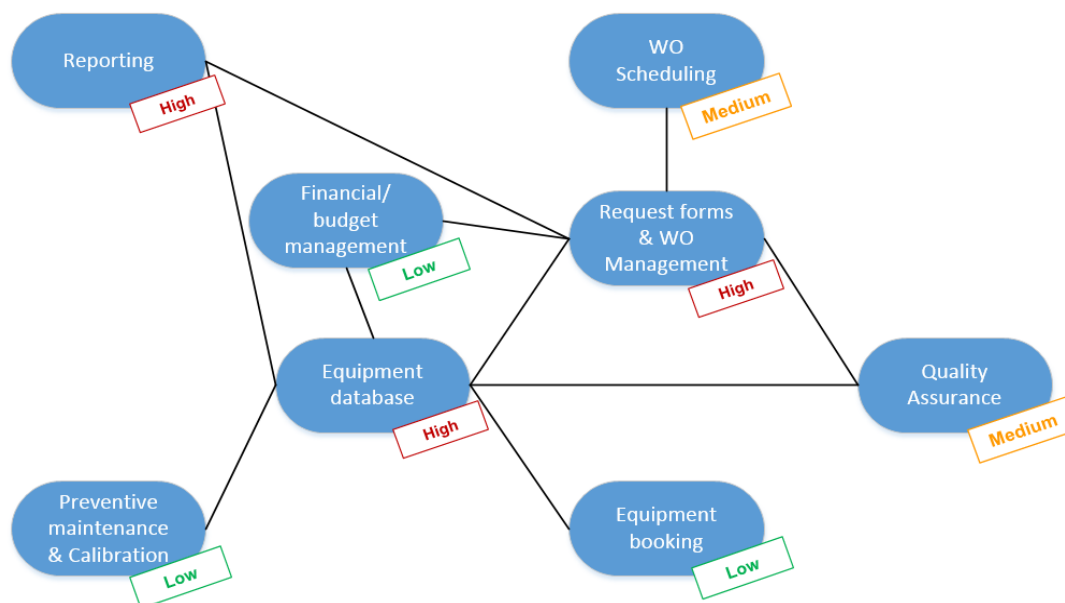
Όσον αφορά την επιχειρησιακή ευφυΐα, δύο λειτουργίες είναι απαραίτητες: (α) ένα εργαλείο παραγωγής στατιστικών δεικτών και εκθέσεων προόδου και (β) ένα εργαλείο διασφάλισης ποιότητας. Τόσο τα στατιστικά στοιχεία όσο και οι εκθέσεις αναφοράς/ προόδου είναι απαραίτητα για την ομαλή λειτουργία του διαγράμματος ροής ενός οργανισμού ή μίας επιχείρησης αλλά και την εξασφάλιση της σωστής διοίκησής τους. Σε αυτό το πλαίσιο, το νέο Πληροφοριακό Σύστημα θα πρέπει να είναι σε θέση να παράγει εκθέσεις, δείκτες αποδοτικότητας (Key Performance Indicators, KPIs) και να συνοψίζει στατιστικά στοιχεία όσον αφορά την πρόοδο των αιτήσεων των πελατών, τους εργαζόμενους και το φόρτο εργασίας καθενός εξ αυτών, την πρόοδο των διαφορετικών έργων του Οργανισμού και τη χρησιμοποίηση των οργάνων μέτρησης. Ακόμη, δεδομένου ότι τα αποτελέσματα των μετρήσεων θα αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων και ότι γενικά χρησιμοποιούνται σχετικά τυποποιημένες μέθοδοι ανάλυσής τους, υπάρχει η απαίτηση αυτόματης παραγωγής αναφορών που συνοψίζουν τα βασικά αποτελέσματα της κάθε μέτρησης. Όσον αφορά τη διασφάλιση ποιότητας, αυτή αποτελεί στρατηγικό στόχο του Τομέα, αφού συμβάλει στην κατεύθυνση της απόκτησης της πιστοποίησης του εργαστηρίου του. Ο όρος διασφάλιση ποιότητας αναφέρεται στη διατήρηση ενός επιθυμητού επιπέδου ποιότητας μίας υπηρεσίας ή ενός προϊόντος, ειδικά με την εστίαση της προσοχής σε κάθε επιμέρους στάδιο της διαδικασίας παραγωγής της υπηρεσίας ή του προϊόντος. Στην περίπτωση του Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων, είναι στενά συνδεδεμένη με τη δυνατότητα να είναι ιχνηλάσιμες όλες οι λεπτομέρειες κάθε μέτρησης, έστω και αν έχει παρέλθει αρκετός χρόνος από τη διενέργεια της μέτρησης. Πιο συγκεκριμένα, το νέο Πληροφοριακό Σύστημα θα πρέπει να επιτρέπει στους χρήστες να ανασύρουν δεδομένα μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στον Τομέα στο παρελθόν. Τέτοια δεδομένα είναι παραδείγματος χάριν ποια όργανα μέτρησης, ποιες παράμετροι και ποια έκδοση του κώδικα του FFMM χρησιμοποιήθηκαν, ποια ήταν τα πρωτογενή και τα αναλυμένα δεδομένα της μέτρησης, οι σχετικές εκθέσεις αναφοράς που παρήχθησαν στο τέλος της μέτρησης, κλπ. Αυτές οι πληροφορίες θα είναι αρκετά χρήσιμες και για τη διάχυση της γνώσης και τη μετάδοση εμπειρίας στους νέους μηχανικούς, αφού έχοντας μία ολοκληρωμένη εικόνα όλης της διαδικασίας μίας μέτρησης θα μπορούν να έχουν εύκολα και γρήγορα μία πρώτη επαφή με τα διάφορα συστήματα μέτρησης. Και για τους παλαιότερους έμπειρους μηχανικούς, βέβαια, η

ύπαρξη αυτών των πληροφοριών είναι υψίστης σημασίας σε περίπτωση που τα χαρακτηριστικά κάποιου μαγνήτη πρέπει να ξαναμετρηθούν ύστερα από αρκετά χρόνια από την πρώτη μέτρηση αφού έτσι θα έχουν πρόσβαση στα παρελθόντα δεδομένα, έχοντας ένα σημείο αναφοράς για τη νέα μέτρηση.

Οι λειτουργίες που περιγράφηκαν παραπάνω, αποτελούν τις ελάχιστες απαιτήσεις που θα πρέπει να έχει το νέο Πληροφοριακό Σύστημα. Πέρα από αυτές, και αφού αυτές υλοποιηθούν, η προσπάθεια μπορεί να επικεντρωθεί σε κάποιες επιπλέον λειτουργίες που αν και δεν είναι απαραίτητες για τις καθημερινές εργασίες του Τομέα, θα βελτιώσουν περαιτέρω την επιχειρησιακή του αποδοτικότητα. Παραδείγματος χάριν, ο προγραμματισμός και η διαχείριση των κονδυλίων του Τομέα (budget management) θα μπορούσε να ενσωματωθεί στο νέο Πληροφοριακό Σύστημα ώστε να διευκολυνθεί η παρακολούθηση της χρησιμοποίησης των διαφορετικών κονδυλίων. Επίσης, η ανώτερη διοίκηση του Οργανισμού έχει εκφράσει το ενδιαφέρον της για τον προσδιορισμό μίας εκτίμησης της συνολικής αξίας όλου του εξοπλισμού που ανήκει στον Τομέα. Ακόμη, επειδή ο Τομέας, πέρα από τους κανονικούς εργαζομένους του, απασχολεί και αρκετούς εξωτερικούς εργαζομένους είναι σημαντική μία εκτίμηση του φόρτου εργασίας ανά αίτηση πελάτη ή/και ανά έργο. Ωστόσο, λόγω του σχετικά μικρού αριθμού των εξωτερικών συνεργατών, η ανάγκη αυτή είναι σχετικά χαμηλά στη λίστα προτεραιοτήτων του Τομέα, στην οποία η δημιουργία της βάσης δεδομένων των οργάνων μέτρησης είναι η βασική προτεραιότητα αφού σε αυτήν, όπως θα δούμε στη συνέχεια βασίζονται σχεδόν όλες οι λειτουργίες του νέου Πληροφοριακού Συστήματος. Τέλος, η παρακολούθηση και διαχείριση των αποθεμάτων των αναλώσιμων και των ανταλλακτικών του Τομέα θα μπορούσε να ενσωματωθεί, επίσης, στο νέο Πληροφοριακό Σύστημα σε μετέπειτα φάση.

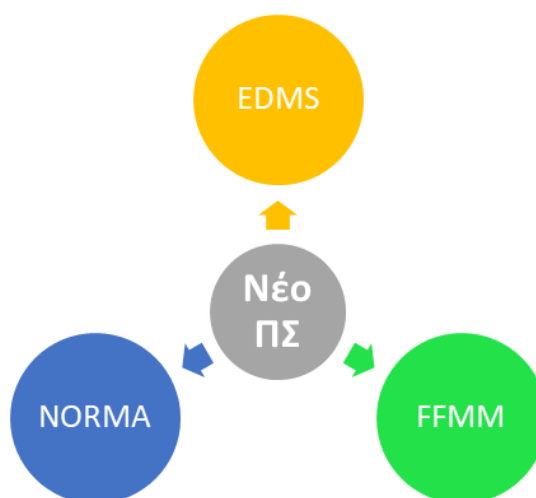
Η Εικόνα 30 παρουσιάζει τις αλληλεπιδράσεις των διαφόρων λειτουργιών που καλείται να επιτελέσει το νέο Πληροφοριακό Σύστημα, καθώς και την προτεραιότητα υλοποίησης των διάφορων λειτουργιών σε σχέση με τις υπόλοιπες. Είναι φανερό ότι το σύστημα υποβολής και διαχείρισης των αιτήσεων των πελατών και η βάση δεδομένων των οργάνων μέτρησης είναι οι δύο βασικές λειτουργίες πάνω στις οποίες βασίζονται όλες οι υπόλοιπες. Για το λόγο αυτό, η πρώτη φάση της υλοποίησης του νέου Πληροφοριακού Συστήματος θα πρέπει να επικεντρωθεί σε αυτές.

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)



Εικόνα 30: Ιεράρχηση προτεραιοτήτων λειτουργιών νέου Πληροφοριακού Συστήματος

Στην Εικόνα 31 παρουσιάζονται οι διασυνδέσεις που θα πρέπει κατ' ελάχιστον να διαθέτει το νέο Πληροφοριακό Σύστημα με άλλα ήδη υπάρχοντα Πληροφοριακά Συστήματα. Πιο συγκεκριμένα, το νέο Πληροφοριακό Σύστημα πρέπει να είναι διασυνδεδεμένο: (α) με τη βάση δεδομένων NORMA, ώστε να αντλούνται πληροφορίες σχετικά με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μαγνητών οι οποίοι πρόκειται να υποβληθούν σε μέτρηση, (β) με το σύστημα διαχείρισης εγγράφων του Οργανισμού EDMS, ώστε να αποθηκεύονται σε αυτό όλα τα σχετικά με τις μετρήσεις έγγραφα και (γ) με το σύστημα ελέγχου, ανάκτησης και επεξεργασίας των αποτελεσμάτων των μετρήσεων FFMM. Τα συστήματα αυτά έχουν περιγράψει αναλυτικότερα παραπάνω (βλ. κεφάλαιο 4.2: Περιγραφή Υπάρχουσας Κατάστασης Πληροφοριακού Συστήματος, σελ. 77).



Εικόνα 31: Διασύνδεση νέου Πληροφοριακού Συστήματος με άλλα Πληροφοριακά Συστήματα

4.4. Διερεύνηση Πιθανών Λύσεων & Επιλογή Προτεινόμενης Λύσης

Έχοντας καταλήξει στο περίγραμμα των λειτουργιών του νέου Πληροφοριακού Συστήματος διερευνήθηκαν πιθανές λύσεις για την υλοποίησή του. Οι δύο λύσεις που διερευνήθηκαν ήταν: (α) η ανάπτυξη του Πληροφοριακού Συστήματος εσωτερικά από κάποιον εργαζόμενο του Τομέα που θα προσλαμβάνόταν από αυτόν ειδικά για αυτό το έργο, σε APEX, η οποία είναι αρκετά εύκολη και γρήγορη σε υλοποίηση, και (β) η χρησιμοποίηση του εμπορικού παραμετροποιήσιμου λογισμικού Infor EAM.

Οι απαιτήσεις, όπως αναλύθηκαν παραπάνω, παρουσιάστηκαν στην ομάδα υποστήριξης του Ηλεκτρονικού Συστήματος Διαχείρισης Συντήρησης του Οργανισμού. Βάσει της θετικής ανταπόκρισης που ελήφθη όσον αφορά την εφικτότητα της υλοποίησης των λειτουργιών αυτών μέσω του Infor EAM, ήταν αυτό που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί. Οι κυριότεροι λόγοι παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Το Infor EAM είναι το κεντρικό σύστημα διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων όλου του Οργανισμού. Χρησιμοποιείται από πολλούς Τομείς και Τμήματα του Οργανισμού (Εικόνα 32) και η χρήση του συνεχώς επεκτείνεται (Εικόνα 33). Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί το σύστημα αυτό ώστε οι δραστηριότητες του Τομέα να συμβαδίζουν με τις δραστηριότητες όλου του Οργανισμού. Ακόμη, παρόλο που το Infor EAM είναι ένα εμπορικό προϊόν και, κατά κανόνα, η χρησιμοποίησή του θα κόστιζε αρκετά χρήματα, η άδεια χρήσης του είναι ήδη προμηθευμένη κεντρικά από τον Οργανισμό και συνεπώς η χρήση του δεν συνεπάγεται επιπλέον κόστη για τον Τομέα (τουλάχιστον όσον αφορά την απόκτηση άδειας χρήσης). Ένας από τους βασικότερους λόγους για τους οποίους επιλέχθηκε η συγκεκριμένη λύση είναι το γεγονός ότι η υπηρεσία (τεχνική υποστήριξη και συντήρηση λογισμικού) προσφέρεται κεντρικά από έναν Τομέα του Οργανισμού. Ένα από τα βασικά αρνητικά στοιχεία των διάφορων εφαρμογών που είχαν δημιουργηθεί στο παρελθόν ήταν η αδυναμία συντήρησής τους μετά την αποχώρηση από τον Τομέα του ατόμου που είχε αναπτύξει την εκάστοτε εφαρμογή. Λόγω της συχνής εναλλαγής προσωπικού στον Τομέα, η υπεροχή του Infor EAM σε αυτόν τον τομέα έπαιξε καταλυτική σημασία στη επιλογή του, ώστε να διασφαλιστεί κατά το δυνατόν η συνέχιση της χρησιμοποίησής του. Ο Τομέας που το υποστηρίζει έχει επενδύσει αρκετά στο συγκεκριμένο σύστημα δεδομένου ότι χρησιμοποιείται ήδη στον Οργανισμό για περισσότερα από 30 χρόνια. Το έχει, μάλιστα, ήδη διασυνδέσει με άλλα συστήματα και εφαρμογές του Οργανισμού, όπως το σύστημα διαχείρισης εγγράφων (EDMS), το σύστημα διαχείρισης

ραδιενεργών υλικών (TREC), το γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών του Οργανισμού, το σύστημα παρακολούθησης του κύκλου ζωής του εξοπλισμού (MTF), κα. Τέλος, το σύστημα αυτό είναι σχετικά εύκολα παραμετροποιήσιμο αλλά όπως και κάθε εμπορικό προϊόν παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς σε σχέση με μία αντίστοιχη εσωτερικά αναπτυγμένη λύση.

Infor EAM at CERN: Q3 2017

BE	EN	TE	SMB	HSE	IT	EP	FAP
ABP	ACE	ABT	SC	RP	CDA	ATLAS	ACC
ASR	ARP	CRG	SE	SEE	CS	CMX	
BI	CV	EPC	SIS	FB	CF	DT	
CO	EA	MPE	SMS			ESE	
ICS	EL	MSC					
OP	HE	VSC					
RF	MME						
	STI						

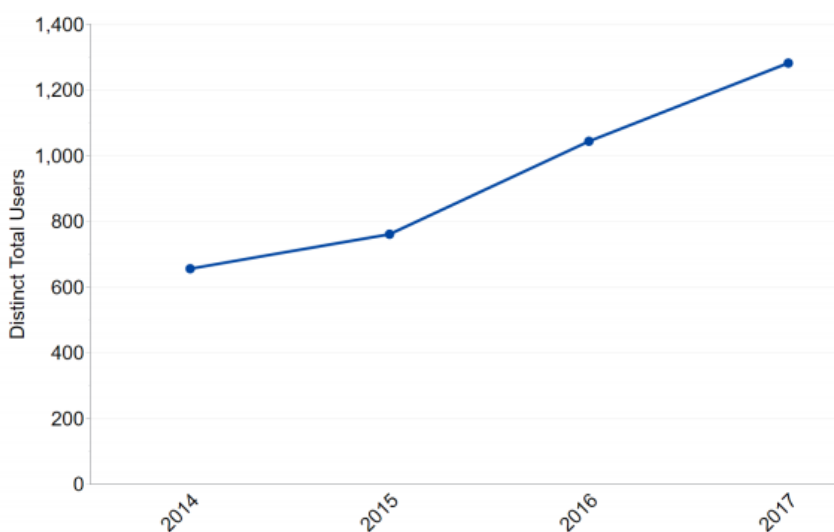
36 Groups using or starting to use Infor EAM!

Usage:



Εικόνα 32: Χρησιμοποίηση Infor EAM σε διάφορα Τμήματα και Τομείς του Οργανισμού (Widegren, 2018)

Number of EAM users per Year



Εικόνα 33: Αριθμός χρηστών Infor EAM σε επίπεδο Οργανισμού (Widegren, 2018)

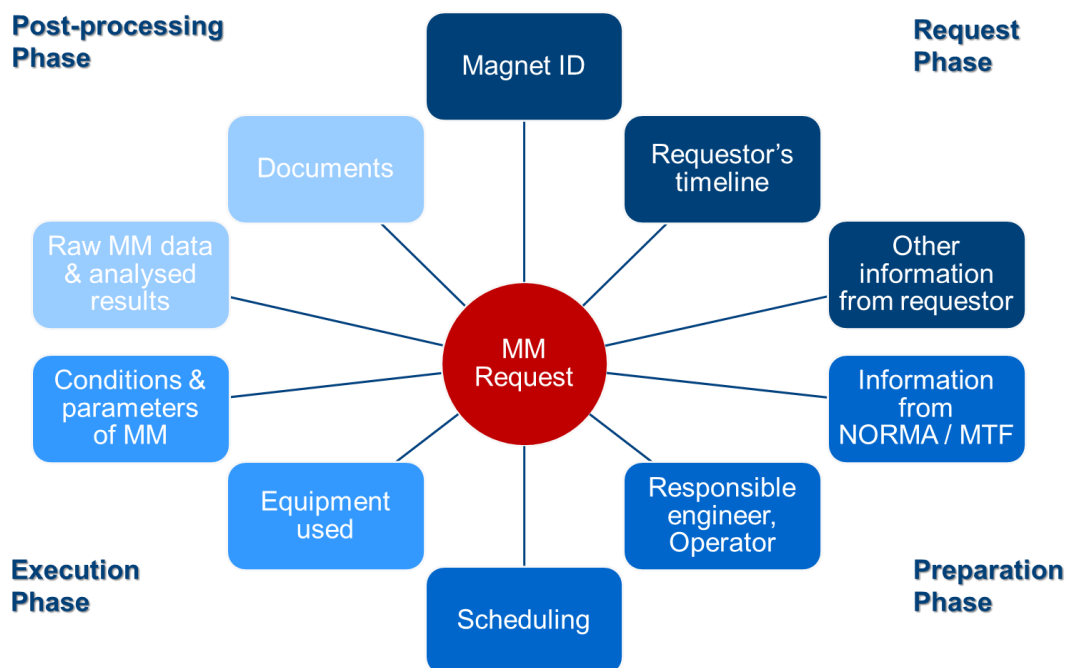
Όσον αφορά τις διεπαφές του συστήματος, αποφασίστηκε η νέα έκδοση της απλοποιημένης διεπαφής EAM Light να χρησιμοποιείται από τους πελάτες του Τομέα για την υποβολή των αιτήσεων τους προς αυτόν και η εμπορική, πιο σύνθετη διεπαφή του Infor EAM από τους μηχανικούς και τη διοίκηση του Τομέα. Με αυτόν τον τρόπο, η υποβολή των αιτήσεων για μετρήσεις θα είναι όσο πιο απλουστευμένη και εύκολη σε χρήση γίνεται για τους πελάτες, ενώ το σύστημα θα διατηρήσει την πολυπλοκότητα που απαιτείται για τις μελλοντικές προσθήκες όλων των διαφορετικών λειτουργιών, μόνο, όμως, για τους έμπειρους χρήστες του συστήματος (προσωπικό του Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων).

4.5. Υλοποίηση, Μετατροπή & Λειτουργία του Νέου Συστήματος

Η υλοποίηση θα γίνει σταδιακά με το μοντέλο της λειτουργικής επαύξησης. Βάσει της ανάλυσης που παρουσιάστηκε ήδη (βλ. Εικόνα 30), αποφασίστηκε ότι η βελτίωση του συστήματος υποβολής αιτήσεων από τους πελάτες και η δημιουργία μίας βάσης δεδομένων των οργάνων μέτρησης που διαθέτει ο Τομέας θα έπρεπε να προηγηθούν. Στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου παρουσιάζεται ο τρόπος υλοποίησης των δύο αυτών τμημάτων του νέου Πληροφοριακού Συστήματος και τα επιμέρους βήματα που ακολουθήθηκαν, οι προκλήσεις που έπρεπε να αντιμετωπιστούν, ο τρόπος πραγματοποίησης των δοκιμών, η μέθοδος μετατροπής που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και ορισμένα στοιχεία της μέχρι τώρα λειτουργίας τους.

4.5.1. Βελτίωση Συστήματος Υποβολής Αιτήσεων

Η πρώτη φάση της υλοποίησης επικεντρώθηκε στη βελτίωση του συστήματος υποβολής αιτήσεων από τους πελάτες το οποίο, αν και ήταν υλοποιημένο ήδη στο Infor EAM, ήταν αρκετά δύσχρηστο με αποτέλεσμα οι πελάτες να αποθαρρύνονται και να αποφεύγουν να υποβάλλουν αιτήσεις μετρήσεων, εις βάρος του Τομέα. Ωστόσο, επειδή η αίτηση των πελατών αποφασίστηκε ότι θα είναι το κεντρικό στοιχείο του νέου Πληροφοριακού Συστήματος που θα δρα ως συνδετικός κρίκος και θα συγκεντρώνει γύρω του όλες τις πληροφορίες σχετικά με μία συγκεκριμένη μέτρηση (βλ. Εικόνα 34), η βελτίωση του ήταν η πρώτη προτεραιότητα κατά την υλοποίηση του νέου Πληροφοριακού Συστήματος.



Εικόνα 34: Συνδετικός κρίκος νέου Πληροφοριακού Συστήματος

Το κυριότερο πρόβλημα, όπως ήδη αναφέρθηκε, ήταν η χρηστικότητα της συγκεκριμένης εφαρμογής. Οι πελάτες έβλεπαν στη φόρμα αίτησης πάρα πολλά πεδία τα οποία είτε χρησιμοποιούνταν για εσωτερική χρήση από τον Τομέα είτε δεν χρησιμοποιούνταν καθόλου. Ακόμη, υπήρχαν περιπτώσεις πεδίων στα οποία οι πελάτες έπρεπε να συμπληρώνουν συγκεκριμένες τιμές, χωρίς φυσική σημασία για τους ίδιους, και τα οποία δε σχετίζονταν απαραίτητα καν με τη λειτουργία του Τομέα. Ακόμη, ο τρόπος παρουσίασης των πεδίων της φόρμας, που έπρεπε να συμπληρώσουν οι πελάτες ήταν αρκετά περιορισμένος, αμβλύνοντας ακόμα περισσότερο το πρόβλημα της χρηστικότητας.

Ένα άλλο μειονέκτημα της συγκεκριμένης εφαρμογής ήταν η απουσία ύπαρξης παραμετροποιημένων οθονών και δικαιωμάτων για διαφορετικές ομάδες χρηστών. Πρακτικά, όλοι οι χρήστες έβλεπαν ακριβώς τα ίδια πεδία και είχαν ακριβώς τα ίδια δικαιώματα επί αυτών.

Παρόλο που η συγκεκριμένη εφαρμογή ήταν ήδη διασυνδεδεμένη με την εφαρμογή διαχείρισης εγγράφων του οργανισμού (EDMS), το σχετικό κουμπί που οδηγούσε σε αυτήν ήταν πολύ μικρό και δύσκολα παρατηρήσιμο από τους πελάτες με αποτέλεσμα να μην χρησιμοποιείται.

Τέλος, λόγω της απουσίας διασύνδεσης της εφαρμογής με τη βάση δεδομένων των μαγνητών (NORMA), ο Τομέας ζητούσε από τους πελάτες να συμπληρώσουν

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)

χειροκίνητα ένα μεγάλο όγκο δεδομένων σχετικά με τα χαρακτηριστικά του μαγνήτη για τον οποίο γινόταν η αίτηση.

Η Εικόνα 35 παρουσιάζει ένα στιγμιότυπο από την παλιά φόρμα αίτησης.

CERN Accelerating science

>EAM Light

Home Back Clone Work Order E-Mail Work Order Print Work Order Show EDM5 Documents Show on Map

Work Order Details

Work Order: **24045157**

Work Order Description: Magnetic Measurement - Normal Conducting Magnet

Equipment: HCMQW_001-AM000005 NC Cleaning Lattice Quadrupole

Type: INSP - Inspection

MRC: MM01 Magnetic Measurements

Work Order Status: RA - Accepte

Location: B67=HALL DE MONTAGE+STAT ESSENCE

Priority: Basse Haute Moyenne Toutes Priorités

Reported By (CERNID):

Assigned To: 76107 CHRITIN REGIS 78509 160679

SNOW Ticket:

Closing Codes

Scheduling

Requested Start Date: 15-MAR-2017 Requested End Date: 31-MAR-2017

Scheduled Start Date: 12-JAN-2017 Scheduled End Date: 12-JAN-2017

Completed Date:

Save Changes

Custom Fields

Property	Value	Description
Opérateur (ID CERN)	<input type="text"/>	
Engineer 1 (Internal Use)	<input type="text"/>	
Engineer 2 (Internal Use)	<input type="text"/>	
1-General Information	General Information	
1 Magnet Alias Name	MQW005	
1 Date of Request*	12-JAN-2017 <input type="text"/>	

Εικόνα 35: Στιγμιότυπο της παλιάς φόρμας αίτησης του Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων

Αποτέλεσμα όλων αυτών ήταν η φόρμα αίτησης να είναι πολύ πολύπλοκη και οι πελάτες να μην μπορούν να υποβάλουν αιτήσεις αν δεν διέθεταν το εγχειρίδιο χρήσης, που είχε δημιουργηθεί από τον Τομέα για το λόγο αυτό και τους καθοδηγούσε βήμα

προς βήμα στη συμπλήρωση της φόρμας, ή να μην έμπαιναν καν στη διαδικασία να υποβάλουν την αίτηση. Ήταν πολύ συχνό, επίσης, το φαινόμενο οι πελάτες να νόμιζαν ότι είχαν υποβάλει μία αίτηση, αλλά αυτή να μην είχε αποσταλεί στον Τομέα επειδή δεν είχαν κάνει τις σωστές επιλογές σε διάφορα πεδία.

Η προσπάθεια βελτίωσης της φόρμας αίτησης συνέπεσε με την αναβάθμιση της εφαρμογής EAM Light. Η νέα έκδοση της εφαρμογής παρέχει περισσότερες δυνατότητες παραμετροποίησης και είναι αρκετά πιο φιλική προς τους χρήστες. Έτσι, κατά τη μετάβαση από την παλιά στην νέα έκδοση του EAM Light, πραγματοποιήθηκαν κάποιες αλλαγές, βάσει και των νέων δυνατοτήτων που ήταν πλέον διαθέσιμες. Οι βασικότερες αλλαγές που έγιναν κατά την υλοποίηση παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Καταρχάς, δημιουργήθηκαν ομάδες χρηστών, και βάσει αυτών, παραμετροποιημένες οθόνες που εμφανίζουν λιγότερα ή περισσότερα πεδία και παρέχουν μειωμένα ή αυξημένα δικαιώματα χρήσης ανάλογα με την ομάδα χρηστών στην οποία ανήκει ο εκάστοτε χρήστης. Μάλιστα, αποφασίστηκε, όπως ήδη αναφέρθηκε, η ομάδα των πελατών να χρησιμοποιεί την απλοποιημένη διεπαφή του EAM Light και η ομάδα των μηχανικών του Τομέα και της διοίκησης να χρησιμοποιεί αποκλειστικά την εμπορική διεπαφή του Infor EAM, η οποία θα παρέχει σταδιακά στους χρήστες όλο και περισσότερες δυνατότητες, καθώς τα διάφορα τμήματα του νέου Πληροφοριακού Συστήματος θα υλοποιούνται. Ακόμη, το σύστημα διασυνδέθηκε με τη βάση δεδομένων NORMA, μειώνοντας σημαντικά τον αριθμό των δεδομένων, τα οποία οι πελάτες θα έπρεπε να συμπληρώσουν στην αίτησή τους και συνεπώς μείωσε αρκετά την έκταση της φόρμας. Αποφασίστηκε ακόμα η χρησιμοποίηση ενός νέου στοιχείου του Infor EAM, των checklists, το οποίο επέτρεψε την ευκολότερη παρουσίαση των δεδομένων και τη διευκόλυνση της εισαγωγής τους (με χρήση checkbox, κτλ.). Τέλος, η διασύνδεση με το σύστημα εγγράφων του Οργανισμού έγινε πιο εμφανής.

Ένα στιγμιότυπο της νέας φόρμας αίτησης παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα (Εικόνα 36).

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)

The screenshot displays the EAM Light interface for a magnet request form. The form is organized into several sections:

- GENERAL:** Includes fields for Description (MM Request Form for Normal-conducting/Permanent Magnets), Equipment* (TESTP – TEST POSITION), Status (RDT - Demande de Travaux Lance), and Class (MMED1 – Normal-Conducting/Permanent MM Request – MM Section).
- SCHEDULING:** Includes fields for Reported By (145295 – TOURNAKI ELENI 64631), Assigned To, and various dates (Req. Start Date: 22-Aug-2018, Req. End Date: 25-Aug-2018, Sched. Start Date: 28-Aug-2018, Sched. End Date: 28-Aug-2018, Date Completed).
- EDMS DOCUMENTS:** A section for document management.
- COMMENTS:** A section for adding comments, with a recent comment from ETTA dated 28-AUG-2018 19:39.
- CHECKLISTS:** A section for providing general information, including a list of questions with Yes/No options and numerical input fields for magnetic field specifications (Local Magnetic Field: 50 T/mⁿ(n-1), Integral Magnetic Field: 20 Tm/mⁿ(n-1)).

Εικόνα 36: Στιγμιότυπο της νέας φόρμας αίτησης του Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων

Η νέα φόρμα δημιουργήθηκε εξ ολοκλήρου στη δοκιμαστική πλατφόρμα του EAM Light στην οποία και πραγματοποιήθηκαν οι δοκιμές του νέου συστήματος για όλες τις διαφορετικές ομάδες χρηστών. Διαπιστώθηκαν αρκετά προβλήματα τα οποία και επιλύθηκαν σε συνεργασία με την ομάδα υποστήριξης και ανάπτυξης της εφαρμογής EAM Light. Μετά το τέλος των απαραίτητων δοκιμών, η εφαρμογή μεταφέρθηκε στη λειτουργική πλατφόρμα του EAM Light και δημιουργήθηκε όλο το απαραίτητο υποστηρικτικό υλικό (σύντομο εγχειρίδιο χρήσης, demo videos, κτλ.). Στη συνέχεια, παρουσιάστηκε δοκιμαστικά σε έναν από τους τακτικούς πελάτες της υπηρεσίας. Βάσει της θετικής του ανταπόκρισης, αποφασίστηκε η άμεση μετατροπή στο νέο σύστημα με τη μέθοδο της άμεσης αλλαγής (Big Bang), αντικαθιστώντας τους συνδέσμους που υπήρχαν στην ιστοσελίδα του Τομέα και οδηγούσαν στις φόρμες αίτησης, ώστε αυτοί να οδηγούν πλέον στο νέο σύστημα. Μία εβδομάδα αργότερα, πραγματοποιήθηκε μία παρουσίαση και επίδειξη του συστήματος σε όλους τους πελάτες, ενώ τους δόθηκαν και οι σύνδεσμοι για το υποστηρικτικό υλικό.

Το σύστημα βρίσκεται ήδη σε λειτουργία για περίπου ένα χρόνο. Δεν έχουν παρατηρηθεί ιδιαίτερα προβλήματα από τότε που τέθηκε σε λειτουργία και η αποδοχή του από τους χρήστες είναι αρκετά καλή αφού η νέα υλοποίηση βελτίωσε αρκετά τον τρόπο υποβολής αιτήσεων, είναι αρκετά φιλική και επιτρέπει την υποβολή της αίτησης σε πολύ σύντομο χρόνο. Τα προβλήματα που έχουν παρατηρηθεί σχετίζονται κυρίως με αναβαθμίσεις της εφαρμογής EAM Light, που πραγματοποιούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να εφαρμοστούν βελτιώσεις αφού η εφαρμογή χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε επίπεδο Οργανισμού. Αποτέλεσμα αυτών, είναι η εμφάνιση,

παραδείγματος χάριν, πεδίων που δε θα έπρεπε να υπάρχουν. Για το λόγο αυτό μετά από κάθε αναβάθμιση, πραγματοποιούνται δοκιμές ώστε να διασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία του. Ακόμη, ο Τομέας πραγματοποιεί πλέον αρκετά συχνά παρουσιάσεις και επιδείξεις του συστήματος στους πελάτες του ώστε να εξασφαλίσει ότι το χρησιμοποιούν αλλά και να γνωστοποιήσει τη σημασία του, αφού όπως ειπώθηκε, οι αιτήσεις αποτελούν το συνδεδετικό κρίκο όλων των πληροφοριών του νέου Πληροφοριακού Συστήματος (βλ. Εικόνα 34).

Τα βασικά πλεονεκτήματα που προέκυψαν από τη νέα υλοποίηση είναι τα εξής:

1. Λιγότερο πολύπλοκες και πιο χρηστικές διεπαφές,
2. Νέα μέθοδος εργασίας εύκολη ως προς την κατανόηση και πιο αποδεκτή,
3. Σύντομη καμπύλη μάθησης χρήσης της εφαρμογής,
4. Εξοικονόμηση χρόνου και μείωση φόρτου εργασίας,
5. Βελτίωση ποιότητας δεδομένων και περιορισμός ανθρωπίνων λαθών,
6. Διασφάλιση ποιότητας των υπηρεσιών του Τομέα:
 - Καταγραφή όλων των πληροφοριών που σχετίζονται με τις μετρήσεις,
 - Ιχνηλασιμότητα μετρήσεων,
 - Συνέπεια και μη ύπαρξη δεδομένων πολλαπλές φορές (κεντρική βάση δεδομένων),
 - Ολοκληρωμένη εικόνα όλων των δεδομένων.

4.5.2. Δημιουργία Βάσης Δεδομένων Οργάνων Μέτρησης

Μετά την ολοκλήρωση της υλοποίησης της βελτίωσης του συστήματος υποβολής αιτήσεων, η προσπάθεια επικεντρώθηκε στην επόμενη προτεραιότητα του έργου ανάπτυξης του νέου Πληροφοριακού Συστήματος, στη δημιουργία μίας βάσης δεδομένων που θα περιέχει όλον τον εξοπλισμό του Τομέα. Ο Τομέας Μαγνητικών Μετρήσεων μέχρι πρόσφατα δε διέθετε βάση δεδομένων του εξοπλισμού του. Η ύπαρξή της, όμως, είναι ζωτικής σημασίας για την υπόλοιπη υλοποίηση το συστήματος αφού πολλά από τα υπόλοιπα τμήματα του νέου Πληροφοριακού Συστήματος αλληλοεπιδρούν με αυτήν. Για το λόγο αυτό, η υλοποίηση της ήταν η επόμενη από άποψη προτεραιότητας.

Τα βήματα που αποφασίστηκε να ακολουθηθούν παρουσιάζονται στην επόμενη εικόνα (Εικόνα 37). Στην εικόνα παρουσιάζεται ακόμα ο βαθμός ολοκλήρωσής τους ως σήμερα.

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)



Εικόνα 37: Διαδικασία δημιουργίας βάσης δεδομένων οργάνων μέτρησης

Ο Τομέας διαθέτει ένα πλήθος οργάνων μέτρησης. Έτσι, ως πρώτο βήμα αποφασίστηκαν τα κριτήρια που θα πρέπει να πληροί ένα όργανο μέτρησης για να εισαχθεί στη βάση δεδομένων. Τα πέντε κυριότερα κριτήρια ήταν τα εξής:

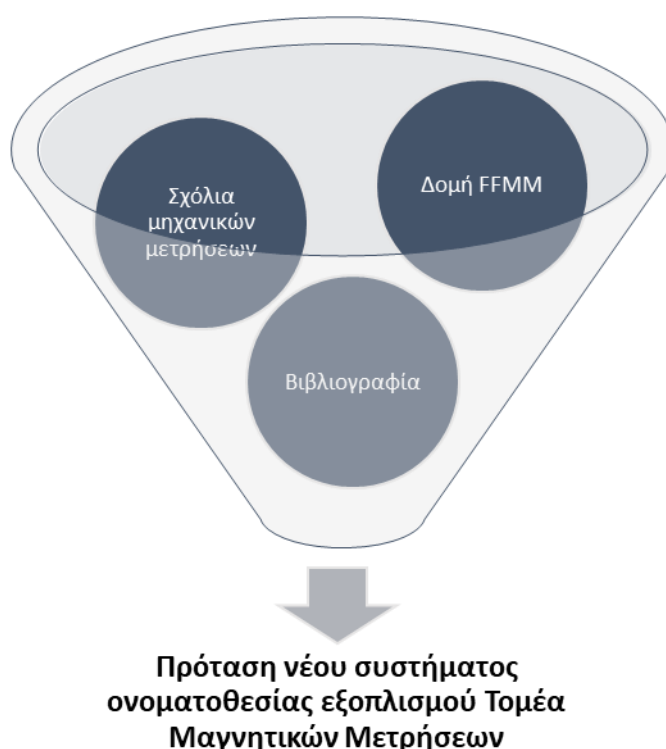
- να είναι σχετικό ή κρίσιμο για τις μετρήσεις ή
- να έχει δεδομένα που είναι απαραίτητα για τη λειτουργία του FFMM ή
- να χρειάζεται τακτική συντήρηση, βαθμονόμηση ή έλεγχο ή
- να ξεπερνάει μία προκαθορισμένη χρηματική αξία ή
- να είναι μοναδικό και συχνά χρησιμοποιούμενο

Το πρώτο κριτήριο σχετίζεται με τη διάσταση της διασφάλισης ποιότητας του νέου Πληροφοριακού Συστήματος: όλα τα όργανα μέτρησης και γενικά ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια μίας μέτρησης και έχει επιπτώσεις στα αποτελέσματά της θα συνδέεται με αυτήν ώστε να μπορούν να ιχνηλατηθούν τυχόν προβλήματα εξοπλισμού και ποιες μετρήσεις αυτά επηρέασαν. Το δεύτερο κριτήριο θα επιτρέψει τη διασύνδεση της βάσης δεδομένων με το λογισμικό των μετρήσεων (FFMM). Πιο συγκεκριμένα, πριν την έναρξη κάθε μέτρησης, τα barcodes των οργάνων μέτρησης θα σκανάρονται και το FFMM θα αντλεί από τη βάση δεδομένων τεχνικά χαρακτηριστικά τους που είναι απαραίτητα για τη μέτρηση. Στο τέλος της μέτρησης θα ενημερώνει τις εγγραφές της βάσης με τυχόν αλλαγές που προέκυψαν. Το τρίτο κριτήριο σχετίζεται με τη συντήρηση-βαθμονόμηση του εξοπλισμού. Για τα όργανα μέτρησης που υπάρχουν οι συγκεκριμένες ανάγκες, θα δημιουργηθούν προγράμματα συντήρησης/βαθμονόμησης, ώστε οι εργαζόμενοι του Τομέα να λαμβάνουν ειδοποιήσεις όταν η μέρα συντήρησης ή βαθμονόμησης πλησιάζει ή μήνυμα που να τους επισείει την προσοχή όταν πρόκειται να χρησιμοποιήσουν ένα όργανο μέτρησης το οποίο δεν είναι σωστά συντηρημένο ή βαθμονομημένο. Το τέταρτο κριτήριο αφορά στην ανάγκη της διοίκησης του Τομέα να έχει μία εκτίμηση για την τάξη μεγέθους της

αξίας του εξοπλισμού του. Τέλος, το πέμπτο κριτήριο σχετίζεται με τη δημιουργία του νέου εργαλείου για την κράτηση εξοπλισμού για επικείμενες μετρήσεις.

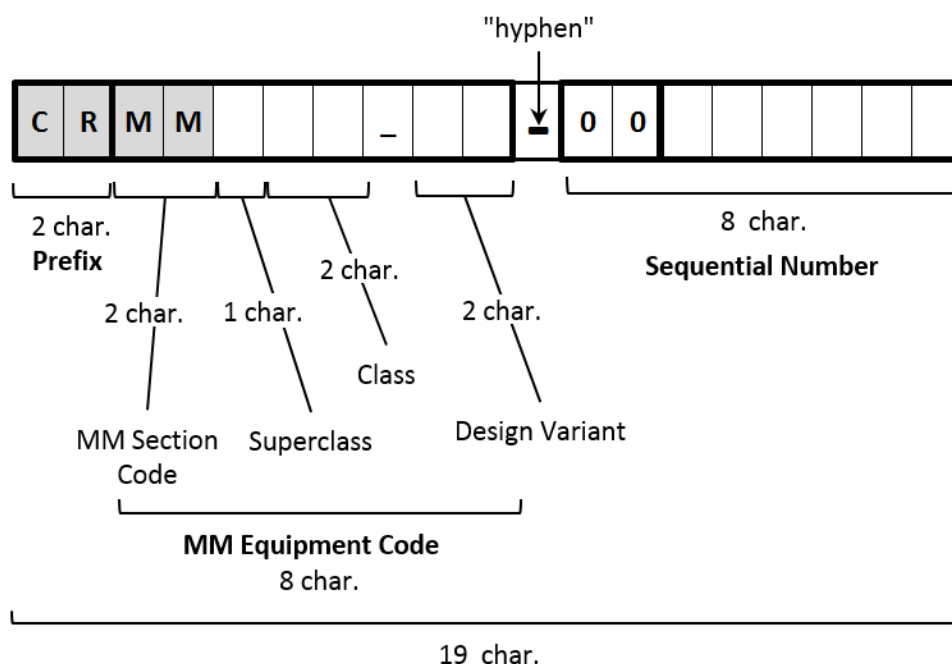
Το επόμενο βήμα της διαδικασίας ήταν η δημιουργία ενός συστήματος ονοματοθεσίας, ώστε το κάθε όργανο μέτρησης να έχει ένα μοναδικό κωδικό και να αναγνωρίζεται μοναδικά μέσω ενός barcode. Ο κωδικός αυτός θα είναι και το κλειδί του αντίστοιχου πίνακα της βάσης δεδομένων.

Αφού συλλέχθηκαν πληροφορίες από διάφορες πηγές (βλ. Εικόνα 38), συντάχθηκε μία πρόταση σχετικά με το νέο σύστημα ονοματοθεσίας (βάσει και των προτύπων του Οργανισμού), συζητήθηκε εσωτερικά και εγκρίθηκε.



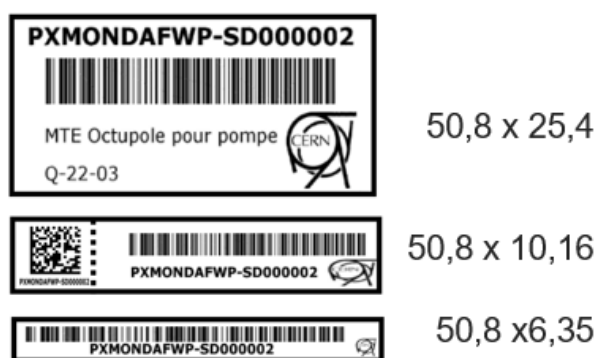
Εικόνα 38: Πηγές δημιουργίας συστήματος ονοματοθεσίας του εξοπλισμού του Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων

Η μορφή των κωδικών φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 39). Κάθε κωδικός αποτελείται από 19 χαρακτήρες συνολικά εκ των οποίων οι 4 πρώτοι είναι σταθεροί και προσδιορίζουν τον εξοπλισμό που ανήκει στον Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων και οι επόμενοι 3 προσδιορίζουν την υπερ-κλάση και την κλάση στην οποία ανήκει ο εξοπλισμός, δηλαδή τη γενική και ειδική κατηγορία αντίστοιχα στην οποία ανήκει ο εξοπλισμός. Έπειτα ακολουθεί μία κάτω παύλα και ύστερα μια μεταβλητή 2 χαρακτήρων που αναφέρεται στο μοντέλο του εξοπλισμού. Τέλος, το τελευταίο τμήμα του κωδικού, που χωρίζεται από τον υπόλοιπο με μία παύλα, είναι ένας σειριακός αριθμός που αριθμεί πόσα τεμάχια του ίδιου μοντέλου, κλάσης και υπερ-κλάσης διαθέτει ο Τομέας.



Εικόνα 39: Μορφή κωδικών εξοπλισμού Τομέα Μαγνητικών Μετρήσεων

Έχοντας καθορίσει τους κανόνες ονοματοθεσίας, ο Τομέας προμηθεύτηκε τον κατάλληλο εξοπλισμό (ένα εκτυπωτή εκτύπωσης barcodes και σαρωτές barcodes) και σχεδιάστηκαν και εισήχθησαν στο Infor EAM τα υποδείγματα των ετικετών διαφορετικού μεγέθους που θα έπρεπε να μπορούν να εκτυπωθούν (Εικόνα 40).



Εικόνα 40: Υποδείγματα ετικετών εξοπλισμού διαφορετικού μεγέθους

Για να διασφαλιστεί η ποιότητα της διαδικασίας, δημιουργήθηκε μία εφαρμογή σε γλώσσα C++, εσωτερικά από τον Τομέα, για να διευκολύνει την εισαγωγή του εξοπλισμού στη βάση δεδομένων. Η εφαρμογή αυτή διαθέτει ενσωματωμένο το σύστημα ονοματοθεσίας και παράγαγε αυτόματα, βάσει των επιλογών του χρήστη από διάφορα μενού και πεδία, τον επόμενο διαθέσιμο κωδικό, εκτύπωνε την ετικέτα του κατάλληλου μεγέθους και δημιουργούσε την εγγραφή στη βάση δεδομένων επικοινωνώντας με το Infor EAM με τη χρήση web-services.

Προκλήσεις κατά τη Διαδικασία Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων:
Μελέτη Περίπτωσης σε ένα Διεθνή Ερευνητικό Οργανισμό (CERN)

AssApp - Create new assets

Superclass*: Actuator
Superclasse:

Class*: Linear motor
Classe:

Status*: Installe et Maintenu
Situation:

Location: Laboratory I8
Emplacement:

Responsible person: Thomas Zickler
Responsable:

Available models*: M-663.4U
Modèles disponibles:

Manufacturer: Keithley
Fabricant:

Alias: Actuator #3
Pseudonyme:

Serial number:
Numéro de série:

CERN Inventory:
CERN Inventaire:

Parent asset:
Actif parent:

Comments: Is installed in point B
Commentaires:

Upload picture: Title:
Charger une photo: Path: Choose

Commission date: **October, 2017**
Date de mis en service:

Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31	1	2	3	4	5

Add new Model
Ajouter un nouveau modèle

Model:
Modèle:

Do not add new variant (Not applicable - XX)
N'ajoutez pas une nouvelle variante (N'est pas applicable - XX)

Description: Linear motor - Keithley - M-663.4U
Description:

Asset code: CRMALM_AA-0000003
Code de l'actif:

Printing label: Big Small Medium
Étiquette: Gros Petit Moyen

Quantity: 1
Quantité:

OK Clear Exit

Last asset created: CRMMDPC_AB-00000005
Dernier actif créé: Copy to clipboard

Εικόνα 41: Στιγμιότυπο της εφαρμογής δημιουργίας και εκτύπωσης των ετικετών των οργάνων μέτρησης

Η εφαρμογή δοκιμάστηκε, όπως και στην περίπτωση του συστήματος υποβολής αιτήσεων, στη δοκιμαστική πλατφόρμα του Infor EAM, ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή λειτουργία της και επικοινωνία της με τη βάση δεδομένων και τον εκτυπωτή.

Στη συνέχεια, ένας τεχνικός του εργαστηρίου εκπαιδεύτηκε στη χρήση της εφαρμογής, η οποία αποδείχθηκε αρκετά εύχρηστη, και έγιναν οι τελικές δοκιμές του συνόλου του νέου συστήματος σε ρεαλιστικές περιπτώσεις χρήσης στο εργαστήριο.

Η διαδικασία αναγνώρισης και καταγραφής του εξοπλισμού διήρκησε περίπου ένα μήνα. Δημιουργήθηκαν συνολικά 1.297 εγγραφές στη βάση δεδομένων και εκτυπώθηκε αντίστοιχος αριθμός ετικετών που προσκολλήθηκε σε κάθε όργανο μέτρησης.

Το επόμενο στάδιο στη διαδικασία δημιουργίας της βάσης δεδομένων περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των παραμέτρων κάθε μίας κλάσης των οργάνων μέτρησης, ώστε στο τελικό στάδιο της διαδικασίας αυτές να συμπληρωθούν για καθένα όργανο ξεχωριστά. Οι παράμετροι των κλάσεων θα περιλαμβάνουν γενικά στοιχεία σχετικά με

τα όργανα μέτρησης, τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, στοιχεία που θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κριτήρια αναζήτησης συγκεκριμένων οργάνων, καθώς και παραμέτρους που είναι απαραίτητες για τη διασύνδεση και ανταλλαγή πληροφοριών με το λογισμικό FFMM.

Η βάση δεδομένων, παρόλο που η υλοποίησή της δεν έχει ολοκληρωθεί έως σήμερα, έχει ήδη αρχίσει να χρησιμοποιείται από τους μηχανικούς κατά την αναζήτηση του καταλληλότερου μοντέλου μίας κλάσης εξοπλισμού που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για κάποια μέτρηση, αναζητώντας, ωστόσο, τα τεχνικά χαρακτηριστικά των διάφορων μοντέλων ένα προς ένα στα εγχειρίδια χρήσης των κατασκευαστών.

5. Συμπεράσματα

Οι σύγχρονες επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν αρκετές προκλήσεις: τόσο το οικονομικό όσο και το επιχειρηματικό περιβάλλον είναι ασταθές, ενώ οι τεχνολογικές εξελίξεις προχωρούν με ταχύτατους ρυθμούς. Στο περιβάλλον αυτό, τα Πληροφοριακά Συστήματα διαδραματίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο, όντας παρόντα σε κάθε επιχείρηση ή οργανισμό ανεξάρτητα από το μέγεθός τους και το πεδίο στο οποίο δραστηριοποιούνται. Για το λόγο αυτό, το ζήτημα της ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων απασχολεί σημαντικά την επιστημονική κοινότητα τα τελευταία χρόνια.

Όπως είδαμε στο κεφάλαιο της Βιβλιογραφικής Επισκόπησης, τα μοντέλα κύκλου ζωής λογισμικού που έχουν παρουσιαστεί στη βιβλιογραφία περιγράφουν τις φάσεις από τις οποίες διέρχεται μια εφαρμογή λογισμικού από τη σύλληψη μέχρι την απόσυρσή της, καθώς και τις ενέργειες που λαμβάνουν χώρα σε καθεμία από αυτές τις φάσεις. Αυτό που διαφοροποιεί τα διάφορα μοντέλα δεν είναι η σύλληψη των φάσεων και των διαδικασιών ανάπτυξης αλλά η διάταξή τους (ακολουθιακή, επαναληπτική ή υβριδική). Για το λόγο αυτό, η ανάπτυξη της μεθοδολογίας της παρούσας εργασίας επικεντρώθηκε στις διαδοχικές φάσεις (Ανάλυση Συστημάτων, Σχεδιασμός Συστημάτων, Προγραμματισμός, Δοκιμές, Μετατροπή, Παραγωγή και Συντήρηση) και στα διάφορα ζητήματα που σχετίζονται με αυτές και έχουν ερευνητικό ενδιαφέρον. Σκοπός αυτού ήταν η μεθοδολογία να έχει πιο γενικό χαρακτήρα και να καλύπτει όλα τα διαφορετικά μοντέλα κύκλου ζωής.

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας πραγματοποιήθηκε σε έναν Τομέα ενός Διεθνούς Ερευνητικού Οργανισμού για την ανάπτυξη ενός Πληροφοριακού Συστήματος που συγκεντρώνει όλες τις απαραίτητες λειτουργίες για τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων του καθώς και όλα τα δεδομένα που σχετίζονται με αυτές σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα με μία κεντρική βάση δεδομένων.

Καταρχάς, η μελέτη περίπτωσης κατέδειξε το σημαντικό ρόλο που παίζουν και τα πέντε συστατικά στοιχεία ενός Πληροφοριακού Συστήματος στη διαδικασία ανάπτυξης και λειτουργίας του. Πέρα από το λογισμικό αυτό καθ' αυτό και τον υλικό εξοπλισμό, κρίσιμης σημασίας είναι ακόμη: (α) η ύπαρξη καλώς ορισμένων, ήδη βελτιστοποιημένων διαδικασιών, τις οποίες θα κληθεί να μοντελοποιήσει στη συνέχεια το λογισμικό, (β) η εστίαση στα άτομα που εμπλέκονται στη διαδικασία ανάπτυξης και ιδιαίτερα στους τελικούς χρήστες οι οποίοι μπορούν να απορρίψουν τη χρήση του λογισμικού ακόμη και μετά την επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία ανάπτυξής του και (γ) η προετοιμασία των δεδομένων, ώστε να είναι σε κατάλληλη, αξιοποιήσιμη μορφή.

Κατά την πρώτη φάση της ανάλυσης των υπάρχοντων συστημάτων εντοπίστηκαν προβλήματα λειτουργικότητας και ευχρηστίας. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τη λειτουργικότητα, το υπάρχον σύστημα υποβολής αιτήσεων παρουσίαζε προβλήματα διαλειτουργικότητας (απουσία ολοκλήρωσης με τη βάση δεδομένων των μαγνητών) και προβλήματα ασφάλειας (αφού δεν υπήρχαν διαφορετικές ομάδες χρηστών με διαφορετικά δικαιώματα πρόσβασης και χρήσης). Όσον αφορά την ευχρηστία του, τόσο η κατανόηση, όσο και η μάθηση και ο χειρισμός του ήταν γενικά αρκετά πολύπλοκα και δύσκολα για τους τελικούς χρήστες.

Η λύση που διατυπώθηκε ήταν στα πλαίσια ενός γενικότερου στρατηγικού σχεδίου με τελικό στόχο την πιστοποίηση του εργαστηρίου του Τομέα ως εργαστήριο διενέργειας μετρήσεων, ακολουθώντας τη μεθοδολογία στρατηγικού σχεδιασμού της ευθυγράμμισης με τις λειτουργίες και τους επιχειρηματικούς στόχους του Τομέα. Στη συνέχεια, αναλύθηκε το περίγραμμα των λειτουργιών που θα έπρεπε να επιτελεί το νέο Πληροφοριακό Σύστημα και διερευνήθηκαν εναλλακτικές λύσεις. Η επιλογή της χρήσης ενός εμπορικού προϊόντος έναντι ενός εσωτερικά ανεπτυγμένου λογισμικού έγινε μετά από προσεκτική μελέτη της βιβλιογραφίας σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση αυτή. Οι παράγοντες που έπαιξαν πιο σημαντικό ρόλο στη διαδικασία λήψης της τελικής απόφασης στην προκειμένη περίπτωση ήταν, εκτός από την κάλυψη των απαιτήσεων, το κόστος και ο χρόνος ανάπτυξης, η παροχή τεχνικής υποστήριξης και συντήρησης από έναν άλλο εξειδικευμένο Τομέα του Οργανισμού (και όχι μόνο από τον προμηθευτή), το γεγονός ότι το πεδίο εφαρμογής του συγκεκριμένου εμπορικού λογισμικού καλύπτει όλο τον Οργανισμό και το γεγονός ότι η διασύνδεση με άλλα συστήματά του ήταν ήδη διαθέσιμη.

Όσον αφορά το σχεδιασμό, δεδομένου ότι αποφασίσθηκε η χρήση ενός εμπορικού προϊόντος κεντρικά διαθέσιμου από τον Οργανισμό, η αρχιτεκτονική του ήταν ήδη καθορισμένη: (α) σε επίπεδο συστήματος χρησιμοποιείται η αρχιτεκτονική εταιρικού δικτύου και (β) σε επίπεδο λογισμικού χρησιμοποιείται η αρχιτεκτονική «εκδίδω-εγγράφομαι» (publish-subscribe) (Infor, 2018).

Για την υλοποίηση του Πληροφοριακού Συστήματος αποφασίσθηκε η χρησιμοποίηση του μοντέλου λειτουργικής επαύξησης. Η κατάτμηση του συστήματος σε επιμέρους υποσυστήματα έγινε βάσει των λειτουργιών του. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ομάδα υποστήριξης του Ηλεκτρονικού Συστήματος Διαχείρισης Συντήρησης του Οργανισμού, που υποστηρίζει το λογισμικό που επιλέχθηκε, χρησιμοποιεί το ευέλικτο μοντέλο κύκλου ζωής λογισμικού αφού καλείται να αναπτύσσει συστήματα των οποίων οι

απαιτήσεις συνεχώς μεταβάλλονται και τα οποία έχουν ταυτόχρονα αυστηρά περιορισμένο χρονοδιάγραμμα.

Όσον αφορά το στάδιο των δοκιμών, το νέο σύστημα αρχικά δοκιμάστηκε στη δοκιμαστική πλατφόρμα πριν μεταφερθεί στη λειτουργική. Διαπιστώθηκαν αρκετά προβλήματα τα οποία και επιλύθηκαν. Στην περίπτωση του συστήματος υποβολής αιτήσεων η δοκιμή αποδοχής έγινε σε συνεργασία με έναν από τους βασικούς πελάτες (και τελικό χρήστη της εφαρμογής) του Τομέα. Βάσει της θετικής του ανταπόκρισης, αποφασίστηκε η άμεση μετατροπή στο νέο σύστημα με τη μέθοδο της άμεσης αλλαγής (Big Bang). Παρόλο που θεωρείται η πιο επικίνδυνη μέθοδος μετατροπής, πρακτικά δεν αντιμετωπίστηκαν πολλά προβλήματα κατά τις πρώτες ημέρες λειτουργίας του νέου συστήματος.

Για την επιτυχή διαχείριση των αλλαγών χρησιμοποιήθηκαν αρκετές από τις μεθόδους που προτείνονται στη βιβλιογραφία. Πιο συγκεκριμένα, έγιναν αρκετές παρουσιάσεις και επιδείξεις των νέων συστημάτων, παρήχθη εκπαιδευτικό υλικό και διευκολύνθηκε και υποστηρίχθηκε η συμμετοχή των χρηστών σε αυτά. Παράλληλα, βάσει του στρατηγικού σχεδίου αλλαγής του Τομέα, προωθήθηκε η αναγκαιότητα της αλλαγής και έγινε μία σημαντική προσπάθεια επικοινωνίας του οράματος του νέου Πληροφοριακού Συστήματος και των θετικών στοιχείων που αυτό θα επιφέρει τόσο σε επίπεδο Τομέα όσο και σε επίπεδο Οργανισμού.

Τα τμήματα του συστήματος που βρίσκονται ήδη σε λειτουργία δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα προβλήματα από τότε που τέθηκαν σε λειτουργία και η αποδοχή τους από τους χρήστες είναι αρκετά καλή. Δεδομένης της μικρής, μέχρι τώρα, διάρκειας ζωής τους, δεν έχει απαιτηθεί μεγάλης κλίμακας συντήρηση. Ωστόσο, έχουν ήδη γίνει κάποιες ενέργειες διορθωτικής και τελειοποιητικής συντήρησης.

6. Εισηγήσεις για Περαιτέρω Έρευνα

Δεδομένου ότι ένα μόνο μικρό τμήμα της υλοποίησης του νέου Πληροφοριακού Συστήματος έχει ολοκληρωθεί έως σήμερα, υπάρχει αρκετή δουλειά η οποία θα πρέπει να γίνει στο προσεχές μέλλον.

Οι απαιτήσεις των επιμέρους λειτουργιών θα πρέπει να επανεξετασθούν και ενδεχομένως να προστεθούν νέες που θα αναδιαμορφώσουν την τελική μορφή του νέου Πληροφοριακού Συστήματος.

Παρόλο που οι δυνατότητες του νέου εργαλείου, η γνώση που έχει ήδη συσσωρευτεί από τις μέχρι τώρα αντίστοιχες προσπάθειες που έχουν γίνει και η συνεχής συντήρηση και τεχνική υποστήριξη από την ομάδα υποστήριξης του Ηλεκτρονικού Συστήματος Διαχείρισης Συντήρησης του Οργανισμού είναι στοιχεία που το κάνουν αρκετά υποσχόμενο, η δοκιμή του συνόλου του συστήματος και η αξιολόγησή του θα οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα για την επιτυχία ή αποτυχία του έργου.

Σημαντική προσπάθεια απαιτείται προς την κατεύθυνση του καλύτερου ορισμού και της βελτιστοποίησης των υπάρχουσών διαδικασιών του Τομέα. Παραδείγματος χάριν, δεν αρκεί απλά η διασύνδεση του νέου Πληροφοριακού Συστήματος με το σύστημα διαχείρισης των εγγράφων του Οργανισμού (EDMS) αν δεν προηγηθεί ο ορισμός των διαφορετικών ειδών εγγράφων που παράγονται από τον Τομέα και της διαδικασίας έγκρισης του κάθε είδους εγγράφου, ώστε η επιχειρηματική λογική να ενσωματωθεί στο λογισμικό.

Όσον αφορά τη Βάση Δεδομένων των οργάνων μέτρησης, απαραίτητη είναι η ανάπτυξη διαδικασιών και εργαλείων που να επιτρέπουν την εύκολη, συστηματική και γρήγορη συμπλήρωση των απαραίτητων στοιχείων της κάθε κλάσης εξοπλισμού και των εγγράφων που σχετίζονται με αυτές, εξασφαλίζοντας την ποιότητα των εισαγόμενων δεδομένων.

Ορόσημο της ανάπτυξης του νέου Πληροφοριακού Συστήματος θα αποτελέσει η διασύνδεσή του με το λογισμικό ελέγχου, ανάκτησης και επεξεργασίας των αποτελεσμάτων των μετρήσεων (FFMM). Δεδομένου ότι το συγκεκριμένο λογισμικό έχει χρόνο ζωής ήδη, σχεδόν, δέκα χρόνια και στην ανάπτυξή του έχει συμβάλει ένας σημαντικός αριθμός εργαζομένων, θα πρέπει αρχικά να αξιολογηθεί η υπάρχουσα κατάστασή του και να γίνουν κάποιες ενέργειες συντήρησής του. Στη συνέχεια, θα πρέπει να γίνει η προσπάθεια διασύνδεσής του με το νέο Πληροφοριακό Σύστημα, ώστε να μπορούν να ανταλλάζουν δεδομένα, έχοντας καθορίσει βέβαια, από πριν, τις

δομές των δεδομένων που θα εξασφαλίσουν τη διαλειτουργικότητα των δύο συστημάτων.

Τέλος, πολύ σημαντική κρίνεται για την αποδοχή από τους τελικούς χρήστες, και κατά συνέπεια για το μέλλον του νέου Πληροφοριακού Συστήματος, η εξοικείωση και ομαλή μετάβασή τους στο νέο σύστημα και στο νέο τρόπο εργασίας μέσω της συνεχούς παροχής υποστήριξης αλλά και εκπαίδευσης. Επομένως, θα πρέπει να διερευνηθούν περαιτέρω τρόποι για την προσέλκυση και διατήρηση του ενδιαφέροντος των χρηστών στο νέο σύστημα.

Βιβλιογραφία

- Adams, J. D. (2003). Successful Change: Paying Attention to the Intangibles. *OD Practitioner*, 35(4), 3-7. Ανάκτηση από <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.537.435&rep=rep1&type=pdf>
- Badampudi, D. W. (2016). Software component decision-making: In-house, OSS, COTS, or outsourcing- A systematic literature review. *The Journal of Systems and Software*, 121, 105-124.
- Balaji, S., & Sundararajan Murugaiyan, M. (2012). Waterfall vs V-model vs Agile: a comparative study on SDLC. *International Journal of Information Technology and Business Management*, 2(1), 26-30.
- Baltzan, P., Phillips, A., & Haag, S. (2008). *Business Driven Information Systems*. Irwin: McGraw-Hill.
- Berntsson-Svensson, R., & Aurum, A. (2006). Successful software project and products: An empirical investigation. *Proceedings of the 2006 ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering*, (σσ. 144-153). Rio de Janeiro, Brazil.
- Bourgeois, D. T. (2014). *Information Systems for Business and Beyond*. Open Textbook Challenge by the Saylor Academy. Ανάκτηση από <https://www.saylor.org/site/textbooks/Information%20Systems%20for%20Business%20and%20Beyond.pdf>
- Burnes, B. (2004). Kurt Lewin and the Planned Approach to change: A re-appraisal. *Journal of Management Studies*, 41(6), 977-1002.
- CERN. (2015). *Illustration of the CERN accelerator complex*. Ανάκτηση από CERN Accelerators & Technology Sector: <https://espace.cern.ch/acc-tec-sector/default.aspx>
- CERN. (2016). *Site Management and Buildings Department*. Ανάκτηση από CERN: <https://smb-dep.web.cern.ch/en>
- CERN. (2018). *About CERN*. Ανάκτηση από CERN: <https://home.cern/about>

- CERN. (2018). *Infor EAM: Our Asset & Maintenance Management platform at CERN*. Ανάκτηση από CERN: <https://espace.cern.ch/cmms-service/default.aspx>
- CERN. (2018). *Procurement and Industrial Services Group*. Ανάκτηση από CERN: <http://procurement.web.cern.ch/>
- CERN. (2018). *The CERN Normal Conducting Magnets Database*. Ανάκτηση από <https://norma-db.web.cern.ch/>
- Coch, L., & French, J. R. (1948). Overcoming resistance to change. *Human Relations*, 1(4), 512-532.
- Dent, E. B., & Goldberg, S. G. (1999). Challenging “resistance to change”. *Journal of Applied Behavioral Science*, 35(1), 25-41.
- Dvir, D., Raz, T., & Shenhar, A. J. (2003). An empirical analysis of the relationship between project planning and project success. *International Journal of Project Management*, 21(2), 89-95.
- EDMS, C. (2017). *EDMS - CERN's Engineering Data Management Service*. Ανάκτηση από EDMS: <https://edms-service.web.cern.ch/edms-service/faq/EDMS/pages/index.html>
- Eriksson, U. (2012). *Function VS non functional requirements*. Ανάκτηση από ReQtest: <https://reqtest.com/requirements-blog/functional-vs-non-functional-requirements/>
- Fleming, I. (2018). *ISO 9126 Software Quality Characteristics*. Ανάκτηση από Software Quality Assurance: <http://www.sqa.net/iso9126.html>
- Fortune, J., & White, D. (2006). Framing of project critical success factors by a systems model. *International Journal of Project Management*, 24(1), 53-65.
- Golluccio, G. (2012). *High-Performance Measurement Systems for Characterizing and Monitoring Particle Accelerator Magnets*. PhD thesis, Univerista del Sannio, Benevento.
- Gomez, O., Wriedt, P., & Zhao, F. (2016). Build or Buy: A case study for ERP system selection in SMEs. *Proceedings of International Conference on Human-Computer Interaction*, (σσ. 23-33). Toronto, Canada.
- Gravenhorst, K. M. (2003). A different view on resistance to change. *11th EAWOP on Power Dynamics and Organizational Change*. Lisbon, Portugal.

- Hofmann, H. F., & Lehner, F. (2001). Requirements engineering as a success factor in software projects. *IEEE Software*, 18(4), 58-66.
- IEEE. (2006). *IEEE Standard for Software Maintenance (ISO/IEC 14764)*. Geneva: ISO.
- Infor. (2018). *The Infor Architecture*. Ανάκτηση από <https://www.infor.com/content/technicalpapers/the-infor-architecture.pdf/>
- Inglese, V. (2009). *A Flexible Framework for Magnetic Measurements*. PhD thesis, Universita Delgi Studi Di Napoli Federico II, Napoli.
- Isaias, P., & Issa, T. (2015). *High Level Models and Methodologies for Information Systems*. New York: Springer Science & Business Media.
- Keil, M., Cule, P. E., Lyytinen, K., & Schmidt, R. C. (1998). A framework for identifying software project risks. *Communications of the ACM*, 41(11), 76-83.
- Kotter, J. P., & Schlesinger, L. A. (1979). Choosing strategies for change. *Harvard Business Review*, 57(2), 106-114.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2006). *Management Information Systems: Managing the digital firm*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Limniati, Y. S. (2015). *Particularities of designing and implementing a Management Information System (MIS) application in a Research Organisation (CERN)*. Master Thesis, Ecole Polytechnique Federal de Lausanne, Geneva.
- Martin, J., & McClure, C. S. (1983). *Software Maintenance: The Problem and Its Solutions*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Martinez-Estebanez, R. (2016). *Design, implementation and usability study of an application for equipment management at CERN*. Master Thesis, University of Malaga, Geneva.
- Mell, P., & Grance, T. (2011). *Final Version of NIST Cloud Computing Definition Published*. Ανάκτηση από National Institute of Standards & Technology: <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final>
- Monteiro, E. (2003). Integrating health information systems: A critical appraisal. *Methods Inf Med*, 42(4), 428-432.
- Munassar, N., & Govardhan, A. (2010). Comparison between five models of software engineering. *International Journal of Computer Science Issues*, 7(5), 94–101.

- Oreg, S. (2003). Resistance to change: Developing an individual differences measure. *Journal of Applied Psychology*, 88(4), 680-693.
- Papadakaki, S. (2011). *Organizations' and individuals' resistance to regulative-institutional change: The case of smoking ban regulations in Greece*. Master Thesis, School of Economics and Management, Tilburg University, Tilburg.
- Pellegrino, C. (2015). *The Pros and Cons of a Technology Pilot Program*. Ανάκτηση από StreamLink Software Inc: <https://www.streamlinksoftware.com/blog/bid/187638/The-Pros-and-Cons-of-a-Technology-Pilot-Program>
- Perinić, G. (2016). *Getting Started with Infor EAM. Instructions document (EDMS No.: 1709848)*.
- Piderit, S. (2000). Rethinking resistance and recognizing ambivalence: A multidimensional view of attitudes toward an organizational change. *The Academy of Management Review*, 25(4), 783-794.
- Porter, M. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior*. New York: Free Press.
- Power, D. J. (2002). *Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers*. Westport: Greenwood/Quorum Books.
- Ramirez, A. O. (2000). *Three-Tier Architecture*. Ανάκτηση από Linux Journal: <https://www.linuxjournal.com/article/3508>
- Reel, J. S. (1999). Critical success factors in software projects. *IEEE Software*, 16(3), 18-23.
- Sabale, R., & Dani, A. (2012). Comparative study of prototype model for software engineering with system development Life Cycle. *IOSR Journal of Engineering*, 2(7), 21–24.
- Sami, M. (2012). *Choosing the right Software development lifecycle*. Ανάκτηση από Software Engineering & Architecture Practices: <https://melsatar.blog/2012/03/15/software-development-life-cycle-models-and-methodologies/>
- Sami, M. (2012). *Software Development Life Cycle Models and Methodologies*. Ανάκτηση από Software Engineering & Architecture Practices:

<https://melsatar.blog/2012/03/15/software-development-life-cycle-models-and-methodologies/>

- Shahzad, B. A. (2017). Build Software or Buy: A Study on Developing Large Scale Software. *IEEE Access*, 5, 24262-24274. Ανάκτηση από <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8085093>
- Shore, B. (2006). Enterprise in across the globally disbursed service organization. *Association for Computing Machinery*, 49(6), 102-106.
- Stair, R. M., Reynolds, G. W., & Chesney, T. (2010). *Principles of Information Systems: A Managerial Approach*. Boston: Course Technology/Cengage Learning.
- Sundararajan, S. B. (2014). Case study on risk management practice in large offshore-outsourced Agile software projects. *IET Software*, 8(6), 245-257.
- Trasi, A. (2015). *Pros and Cons of the different implementation strategies*. Ανάκτηση από KTL Solutions: <https://www.ktlsolutions.com/project-management/pros-and-cons-of-the-different-implementation-strategies/>
- Vasconcelos, A., Sousa, P., & Tribolet, J. (2003). Information System Architectures: Representation, Planning & Envaluation. *Systemics, Cybernetics & Informatics*, 1(6), 78-84.
- Wang, S., Xu, L., Li, L., Wang, K., & Choi, J. (2011). Features of enterprise information systems integration: A systemic analysis. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, (σσ. 333-339).
- Wateridge, J. (1995). IT projects: A basis for success. *International Journal of Project Management*, 13(3), 169-172.
- Widegren, D. (2018). *19th CERN Infor EAM Users Meeting*. Ανάκτηση από CERN EDMS: https://edms.cern.ch/ui/file/1844645/0.1/19th-CERN-InforEAM-UserMeeting_pptx_cpdf.pdf
- Wilson, A. (2014). *Build vs. Buy: Should You Buy Software or Develop it Internally?* Ανάκτηση από <https://blog.kainexus.com/continuous-improvement-software/build-vs-buy/should-you-buy-software-or-develop-it-internally>
- Yli-Moijala, A. (2014). *Project Resource Management in R&D Public Sector Organisation*. Master Thesis, University of Technology, School of Industrial Engineering and Management, Geneva.

- Yogesh, S., & Bindu, G. (2007). A Step Towards Software Preventive Maintenance. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 32(4). Ανάκτηση από https://www.researchgate.net/profile/Bindu_Goel/publication/220631405_A_step_towards_software_preventive_maintenance/links/543fd1710cf2fd72f99db1da/A-step-towards-software-preventive-maintenance.pdf?origin=publication_detail
- Zander, A. F. (1950). Resistance to change: Its analysis and prevention. *Advanced Management Journal*, 15(1), 9-11.
- Zwass, V. (2017, Δεκεμβρίου 28). *Information system*. Ανάκτηση από Encyclopedia Britannica: <https://www.britannica.com/topic/information-system>
- Αλεξάκος, Χ. (2015). *Ολοκλήρωση Πληροφοριακών Συστημάτων με Χρήση Πολλαπλών Ευφυών Πρακτόρων και Σημασιολογικών Μοντέλων Γνώσης*. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής. Ανάκτηση από http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/9420/1/alexakos_phd_final.pdf
- Αρβανίτης, Β., & Καρακώστας, Δ. (2005). *Στρατηγικός Σχεδιασμός Πληροφοριακών Συστημάτων SISP*. Μεταπτυχιακή Εργασία, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Βεσκούκης, Β. (2015). *Στοιχεία τεχνολογίας λογισμικού*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανάκτηση από <http://hdl.handle.net/11419/3160>
- Γεωργόπουλος, Α. (2015). *Αναδιοργάνωση και μανάτζμεντ αλλαγών στις επιχειρήσεις*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανάκτηση από <http://hdl.handle.net/11419/1647>
- Δουληγέρης, Χ., & Μητρόπουλος, Σ. (2015). *Πληροφοριακά συστήματα στο διαδίκτυο*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανάκτηση από <http://hdl.handle.net/11419/3969>
- Μέντζας, Γ. (1993). Στρατηγικός Σχεδιασμός Πληροφοριακών Συστημάτων: Μέθοδοι και Προβλήματα. *Πυρφόρος*, 10, 45-54. Ανάκτηση από <http://journals.lib.ntua.gr/index.php/pyrforos/article/download/420/412>

Μητάκος, Θ. (2015). *Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανάκτηση από <http://hdl.handle.net/11419/748>

Οικονόμου, Γ., & Γεωργόπουλος, Ν. (2004). *Πληροφοριακά συστήματα για τη διοίκηση επιχειρήσεων*. Αθήνα: Μπένου.

Υψηλάντης, Π. (2001). *Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης*. Αθήνα: Πατάκης.

Φιτσιλής, Π. (2015). *Σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα επιχειρήσεων*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανάκτηση από <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/2256>