



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ναcDM: Ολοκλήρωση συστήματος Διαχείρισης Περιουσιακών
Στοιχείων και συστήματος SCADA

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΕΩΡΓΙΑ ΧΡ. ΓΚΙΟΚΑ

Επιβλέπων: Γρηγόριος Μέντζας
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2017



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ναcDM: Ολοκλήρωση συστήματος Διαχείρισης Περιουσιακών
Στοιχείων και συστήματος SCADA

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΕΩΡΓΙΑ ΧΡ. ΓΚΙΟΚΑ

Επιβλέπων: Γρηγόριος Μέντζας
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 13^η Οκτωβρίου 2017.

.....
Γρηγόριος Μέντζας
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Δημήτριος Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2017

.....

ΓΕΩΡΓΙΑ ΧΡ. ΓΚΙΟΚΑ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Γκιόκα Γεωργία, 2017

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2016-2017 στη Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου σε συνεργασία με το CERN.

Θα ήθελα να εκφράσω τη βαθιά ευγνωμοσύνη και τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου σε όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Στον επιβλέποντα καθηγητή δρα Γρ. Μέντζα, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, καταρχάς, για την κατανόησή του, αλλά και τις πολύτιμες συμβουλές του στη συνέχεια, καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Στον υπεύθυνό μου κατά τη διάρκεια της πρακτικής μου στο CERN, André Rocha, για τα όσα έμαθα στο πλευρό του, την καθοδήγησή του σε όλη τη διάρκεια της πρακτικής μου, και την υποστήριξη του κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Στην οικογένεια μου, και κυρίως τους γονείς μου Καλλιόπη και Χρήστο, και τον αδελφό μου Αντώνη, για όλη την υποστήριξη που μου παρείχαν τόσα χρόνια, και την αμέριστη αγάπη τους. Χωρίς αυτούς δεν θα τα είχα καταφέρει.

Στους φίλους μου για την ενθάρρυνση και τη συμπαράσταση κατά τη διάρκεια των φοιτητικών μας χρόνων, τις όμορφες στιγμές και τα όνειρα που κάναμε παρέα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους χρήστες της εφαρμογής vacDM κατά τη διαδικασία των δοκιμών. Χωρίς τη δική τους συμμετοχή, η παρούσα εργασία δεν θα είχε ολοκληρωθεί.

Περίληψη

Στη σημερινή εποχή, ένα σημαντικό ζήτημα που απασχολεί τις εταιρείες και τους οργανισμούς είναι η διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων κατά το βέλτιστο τρόπο, έτσι ώστε να μεγιστοποιούν το κέρδος και να ελαχιστοποιούν τις απώλειές τους. Παρόλο που οι εταιρείες έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές επενδύσεις και έχουν αποκομίσει κέρδη από την αυτοματοποίηση τις τελευταίες δεκαετίες, εξακολουθούν να υπάρχουν ευκαιρίες για περαιτέρω βελτίωση της συνολικής αποτελεσματικότητας των εργασιών. Στις περισσότερες των περιπτώσεων, η εκμετάλλευση αυτών των ευκαιριών δεν απαιτεί αντικατάσταση των συστημάτων πληροφορικής που υπάρχουν, αλλά επικεντρώνεται στον εντοπισμό, την ερμηνεία και την παροχή πληροφοριών που είναι ήδη διαθέσιμες, σε άτομα ή συστήματα που μπορούν να επωφεληθούν από αυτές, με στόχο τη μεγιστοποίηση της απόδοσης των περιουσιακών στοιχείων.

Εξαιρέση δεν θα μπορούσε να αποτελέσει το CERN, μιας και ο οργανισμός καλείται να διαχειριστεί σχεδόν 2 εκατομμύρια περιουσιακά στοιχεία. Πιο συγκεκριμένα, η παρακολούθηση και ο έλεγχος του δικτύου κενού του CERN αποτελείται από μια μεγάλη ποικιλία συσκευών και λογισμικού: εκτείνεται από συσκευές λήψης χαμηλού επιπέδου μέχρι συγκεντρωτές δεδομένων υψηλού επιπέδου και συστήματα επίβλεψης. Το κύριο ζήτημα που αντιμετωπίζει σήμερα η σχεδίαση ενός τόσο μεγάλου και ετερογενούς συστήματος, το οποίο περιλαμβάνει περισσότερα από 20.000 στοιχεία εξοπλισμού, είναι πως εξαιτίας των διαφορετικών συστημάτων που χρησιμοποιεί, έχουν διαπιστωθεί κατά καιρούς πολλές ασυνέπειες και, κατ' επέκταση, υποτίμηση της ποιότητας των δεδομένων.

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας πλήρως λειτουργικής δικτυακής εφαρμογής, η οποία ονομάζεται vacDM, κι η οποία είναι βασισμένη κυρίως σε ανοιχτές τεχνολογίες, με στόχο την ολοκλήρωση του συστήματος SCADA με το σύστημα Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων, InforEAM, καθώς και με τον επίσημο κατάλογο του εξοπλισμού για το CERN, Naming Portal, και με απώτερο σκοπό την εγγύηση της συνοχής των δεδομένων σε ολόκληρο το σύστημα κενού. Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης της εφαρμογής, διεξήχθη έλεγχος και αξιολόγηση που βασίστηκε στην ανατροφοδότηση από ένα σύνολο χρηστών της εφαρμογής, στο πλαίσιο της μεθόδου Agile. Αυτή η εργασία μπορεί να θεωρηθεί ως το πρώτο βήμα για την ολοκλήρωση συστημάτων σε έργα μεγαλύτερης κλίμακας που αφορούν ολόκληρο το CERN ως οργανισμό, ή ακόμα και άλλες εταιρείες.

Λέξεις-κλειδιά: ολοκλήρωση συστημάτων, διαχείριση περιουσιακών στοιχείων, σύστημα SCADA, CERN, εφαρμογή, μέθοδος ανάπτυξης λογισμικού Agile, Spring MVC framework, πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική

Abstract

Nowadays, a major issue which enterprises and organizations have to confront is to be able to manage their assets in an optimal way, so as to maximize their profit and minimize losses. Although enterprises have made substantial investments and realized significant gains from automation over the past decades, opportunities still exist to further improve the overall effectiveness of operations. In many cases, exploiting these opportunities does not require replacement of IT systems already owned, but instead focuses on identifying, interpreting and delivering information already available to individuals or systems that can benefit from it, with the aim of maximizing return on assets.

CERN could not be an exception to this approach, as the organization manages nearly 2 million assets. More specifically, monitoring and control of the CERN vacuum network consists of a great variety of devices and software: it spans from low level acquisition devices to high level data concentrators and supervision systems. The main issue faced today for the engineering of such a large and heterogeneous system, including more than 20,000 pieces of equipment, is that due to the many different systems it entails, many inconsistencies and, thus, degradation of data quality have been observed over time.

The scope of this thesis is to develop a fully functional web application called vacDM, based mainly on open technologies, aiming at integrating the Vacuum SCADA system with the Asset Management System, InforEAM, and with the official catalogue of CERN equipment, Naming Portal, and ultimately to ensure data coherence across the vacuum system. After the application development, usability tests were conducted among a group of users, using the Agile method, which led to useful feedback about the work carried-out and new features which were later implemented. This work can be seen as the starting point to the integration of systems into larger-scale projects, within CERN or even other companies and organizations.

Keywords: system integration, asset management, SCADA system, CERN, web application, Agile software development method, Spring MVC framework, multi-tier architecture

Πίνακας Περιεχομένων

1. Εισαγωγή	1
1.1 Το πρόβλημα	1
1.2 Στόχος της διπλωματικής	3
1.3 Συνεισφορά.....	4
1.4 Οργάνωση κειμένου	5
2. Θεωρητικό υπόβαθρο	7
2.1 Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων	7
2.2 Σύγχρονες Επιχειρήσεις και Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων	10
2.2.1 Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης.....	12
2.2.2 Μηχανοργανωμένο Σύστημα Διαχείρισης Συντήρησης.....	19
2.2.1 Παραδείγματα	25
2.2.3 Διαφορές μεταξύ CMMS και EAM	29
2.3 Σύστημα Εποπτικού Ελέγχου και Απόκτησης Δεδομένων (SCADA)	31
2.4 Ανάγκη ολοκλήρωσης συστημάτων	34
3. Σχετικές εργασίες	37
3.1 Ολοκληρωμένα συστήματα συντήρησης για περιουσιακά στοιχεία	37
3.2 Ολοκλήρωση συστήματος SCADA με GIS και CMMS: Έργο Insygnia	41
3.3 Ευφυές πλατφόρμα ολοκλήρωσης GIS, CMMS και SCADA για Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων σε υδάτινες γραμμές	44
4. Η περίπτωση του Vacuum Group του CERN	49
4.1 Μερικά λόγια για το CERN.....	49
4.2 Το σύστημα κενού.....	53
4.2.1 Αρχιτεκτονική ελέγχου κενού	53
4.2.2 Σύστημα SCADA για το κενό	54
4.2.3 Όργανα κενού	56
4.3 Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων στο Vacuum Group του CERN	56
4.4 Προκλήσεις κατά τη διαχείριση του εξοπλισμού	58
4.4.1 Λειτουργικές θέσεις	58
4.4.2 Περιουσιακά στοιχεία	60
4.5 Ανάγκη για ολοκλήρωση των διαφορετικών συστημάτων	61
5. Λειτουργική Αρχιτεκτονική	63
5.1 Τοποθέτηση	63
5.1.1 Προφίλ χρηστών	63
5.1.2 Προφίλ αρχής που θέτει το πρόβλημα	63
5.2 Απαιτήσεις συστήματος.....	64
5.2.1 Λειτουργικές απαιτήσεις του vacDM	65
5.2.2 Μη - λειτουργικές απαιτήσεις του vacDM	66
5.3 Λειτουργική αρχιτεκτονική.....	67

6. Τεχνική Υλοποίηση	73
6.1 Γενικά	73
6.2 Χρησιμοποιούμενα Frameworks	75
6.2.1 Spring MVC	75
6.2.2 Bootstrap	76
6.3 Βάση δεδομένων	77
6.3.1 Object-Relational Database Management Systems	77
6.3.2 Oracle DB	78
6.4 Χρησιμοποιούμενες Τεχνολογίες	79
6.4.1 Maven.....	79
6.4.2 Tomcat.....	80
6.4.3 Docker	81
6.4.4 Datatables	81
6.4.5 jsTree	82
6.4.6 IDE.....	83
6.5 Μέθοδος ανάπτυξης λογισμικού	83
6.5.1 Μέθοδος ανάπτυξης λογισμικού Agile	84
6.5.2 Συνεχής Ενσωμάτωση και Συνεχής Παράδοση	91
6.5.3 Κοινό αποθετήριο κώδικα.....	93
6.6 Δομή αρχείων	96
6.7 Ανάλυση αρχείων	102
6.8 Σχήμα της Βάσης Δεδομένων	126
7. Αξιολόγηση και έλεγχος	129
7.1 Μεθοδολογία αξιολόγησης	129
7.2 Αναλυτική παρουσίαση ελέγχου	131
7.2.1 Unit testing	131
7.3 Σενάρια χρήσης	133
7.3.1 Σενάριο χρήσης - User.....	133
7.3.2 Σενάριο χρήσης - Printer Responsible	141
7.3.3 Σενάριο χρήσης - Admin	145
8. Επίλογος	155
8.1 Σύνοψη και συμπεράσματα	155
8.2 Μελλοντικές επεκτάσεις	155
8.3 Καταληκτικές παρατηρήσεις	158
9. Βιβλιογραφία	159

1. Εισαγωγή

1.1 Το πρόβλημα

Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων

Οι σύγχρονες επιχειρήσεις, εταιρείες και οργανισμοί έχουν στη κατοχή τους και διαχειρίζονται χιλιάδες ή ακόμα και εκατομμύρια περιουσιακά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά αφορούν υλικά αγαθά, όπως κτίρια, ή άυλα, όπως ανθρώπους, υπεραξία ή χρηματοοικονομικά περιουσιακά στοιχεία. Συνεπώς, η σωστή διαχείρισή τους καθόλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, από την απόκτηση ή δημιουργία τους, μέχρι την αντικατάσταση ή την απόρριψη τους, δεν μπορεί να υποστηριχθεί πια από τους παραδοσιακούς τρόπους, αλλά χρειάζεται μια οργανωμένη και συστηματική προσέγγιση. Αυτή η προσέγγιση ονομάζεται Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων (Asset Management).

Η Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων είναι η διαδικασία μεγιστοποίησης των περιουσιακών στοιχείων της εταιρείας για την παροχή των καλύτερων αποδόσεων στα ενδιαφερόμενα μέλη. Η παρακολούθηση των περιουσιακών στοιχείων της εταιρείας αποτελεί σημαντικό καθήκον που συμβάλει στην εξοικονόμηση χρημάτων και χρόνου. Είναι σημαντικό για μια επιχείρηση να είναι σε θέση να διαχειριστεί τα περιουσιακά της στοιχεία και να τα χρησιμοποιήσει για να αποκομίσει τις μέγιστες δυνατές αποδόσεις.

Πιο συγκεκριμένα, με τη χρησιμοποίηση ενός συστήματος Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων, το συνολικό χρηματικό ποσό που χρειάζεται για τη συντήρηση των στοιχείων περιορίζεται σημαντικά. Κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός περιουσιακού στοιχείου, μια εταιρεία μπορεί να αντιμετωπίσει προβλήματα συντήρησης, κι αυτό αποτελεί επιχειρηματικό έξοδο που μπορεί να μειώσει τα κέρδη της. Από την άλλη πλευρά, η υποσυντήρηση μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη παραγωγικότητα. Με τη βοήθεια ενός τέτοιου συστήματος, επιτυγχάνεται η βέλτιστη αξιοποίηση των περιουσιακών στοιχείων για όσο καιρό αυτά βρίσκονται υπό την ομπρέλα της εταιρείας. Ακόμα, επιτυγχάνεται αποτελεσματικότερη λειτουργία, καθώς η διαχείριση περιουσιακών στοιχείων επιτρέπει σε έναν οργανισμό να κατανοεί τις δυνατότητες των περιουσιακών του στοιχείων και τον τρόπο με τον οποίο αυτά μπορούν να λειτουργούν με τον πλέον τελέσφορο και αποτελεσματικό τρόπο. [1]

Εποπτικός Έλεγχος και Απόκτηση Δεδομένων

Επιπλέον, αρκετές εταιρείες έχουν συστήματα Εποπτικού Ελέγχου και Απόκτησης Δεδομένων (συστήματα SCADA), για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1960, όπου η σχετική βιομηχανία γεννήθηκε από την ανάγκη για μια φιλική προς το χρήστη διαπροσωπεία σε ένα σύστημα ελέγχου που περιέχει προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLCs). Τα δίκτυα SCADA επιτρέπουν την απομακρυσμένη παρακολούθηση

και τον έλεγχο μιας ποικιλίας βιομηχανικών συσκευών, όπως αντλίες νερού και αερίου, διακλαδώσεις γραμμών και σήματα κυκλοφορίας. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του SCADA είναι η δυνατότητα παρακολούθησης ολόκληρου του συστήματος σε πραγματικό χρόνο.

Ένα σύστημα SCADA μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση διαφορετικών ειδών εργαλείων και μηχανών. Τυπικά, τα συστήματα SCADA χρησιμοποιούνται για την αυτοματοποίηση πολύπλοκων βιομηχανικών διεργασιών όπου ο έλεγχος του ανθρώπου είναι ανέφικτος. Ανά τον κόσμο, τα συστήματα SCADA χρησιμοποιούνται σε πολλές βιομηχανίες, όπως για παράδειγμα:

- Κατασκευαστικές, όπου τα συστήματα SCADA ρυθμίζουν τον βιομηχανικό αυτοματισμό και τα ρομπότ. Για να εξασφαλίσουν καλή απόδοση, παρακολουθούν τη διαδικασία και τον ποιοτικό έλεγχο.
- Κτίρια και εγκαταστάσεις, όπου οι διαχειριστές το χρησιμοποιούν για να ελέγχουν τις συσκευές, μεταξύ των οποίων μονάδες ψύξης, συστήματα φωτισμού και εισόδου.
- Παραγωγή, μετάδοση και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας, όπου τα ηλεκτρικά βοηθήματα χρησιμοποιούν αυτά τα συστήματα για να εντοπίσουν την τρέχουσα ροή και την τάση γραμμής, ελέγχουν τη λειτουργία των αυτόματων διακοπών και λαμβάνουν τμήματα του ηλεκτρικού δικτύου ακόμα κι εκτός σύνδεσης.

Άλλες βιομηχανικές περιλαμβάνουν το νερό και την αποχέτευση καθώς και τη Μαζική Μεταφορά, κυρίως σε μεγάλες πόλεις. [2]

Ανάγκη ολοκλήρωσης

Οι σύγχρονες επιχειρήσεις και οργανισμοί προσπαθούν συνεχώς να αναπτύξουν πιο αποδοτικές ροές εργασίας για την παροχή υπηρεσιών επισκευής και συντήρησης περιουσιακών στοιχείων. Το κλειδί για την επίτευξη αυτής της προσπάθειας είναι η απόκτηση πρόσβασης σε όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες και ο έξυπνος συνδυασμός τους για να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά. Σε πολλές περιπτώσεις, όμως, τα συστήματα διαχείρισης συντήρησης σε βιομηχανίες και εργοστάσια λειτουργούν μεμονωμένα από άλλα συστήματα που περιέχουν πολύτιμες πληροφορίες. Αυτά περιλαμβάνουν τα συστήματα ελέγχου των εγκαταστάσεων αυτών, για παράδειγμα τα συστήματα SCADA, τα οποία περιέχουν πληροφορίες που σχετίζονται άμεσα και δίνουν πληροφορίες πραγματικού χρόνου σχετικά με την κατάσταση ενός περιουσιακού στοιχείου.

Η ενσωμάτωση αυτών των συστημάτων ελέγχου και η σωστή διανομή των πληροφοριών που περιέχουν βοηθά το προσωπικό συντήρησης να καθορίσει πιο αποτελεσματικούς τρόπους διαχείρισης, επισκευής και αντικατάστασης των περιουσιακών στοιχείων. Οι πρόσθετες πληροφορίες μπορούν να βοηθήσουν το προσωπικό συντήρησης να γίνει πιο ενεργό και να μειώσει σημαντικά τον απρογραμμάτιστο χρόνο εκτός λειτουργίας, και επομένως η επιχείρηση να αυξήσει το κέρδος της.

Επιπρόσθετα, το γεγονός πως τα συστήματα αυτά έχουν αναπτυχθεί σε διαφορετικές χρονικές περιόδους και συνεπώς βρίσκονται πλήρως αποσυνδεδεμένα δημιουργεί προβλήματα συνοχής των δεδομένων που διαχειρίζονται. Για παράδειγμα, είναι

δυνατόν ο διαχειριστής ενός συστήματος SCADA να εντοπίσει κάποιο πρόβλημα στον εξοπλισμό, έστω σε κάποια αντλία, και έπειτα, αναζητώντας το όνομα της αντλίας αυτής στο σύστημα διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων, όπου προβαίνει για να δημιουργήσει μια εντολή εργασίας για επιδιόρθωση του προβλήματος, να μην βρει την αντίστοιχη εγγραφή. Αυτό μπορεί να συμβαίνει διότι το περιουσιακό στοιχείο δεν έχει εγγραφεί, είτε διότι έχει εγγραφεί με λανθασμένο ή διαφορετικό όνομα στο σύστημα Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων.

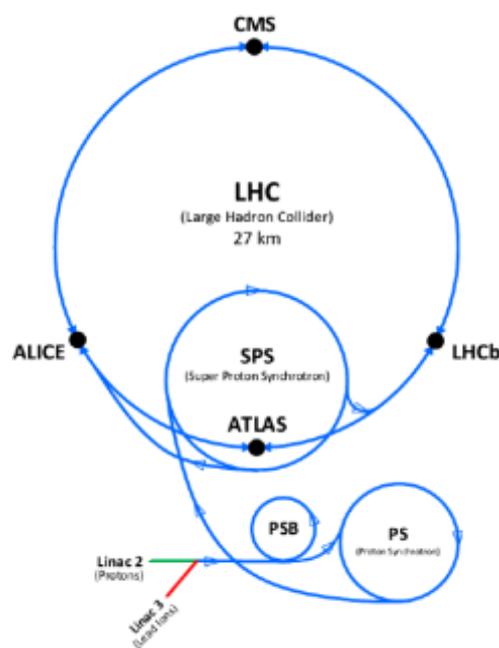
Συνεπώς, είναι φανερό πως η ολοκλήρωση του συστήματος ελέγχου SCADA με το σύστημα Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων, θα συνέβαλλε καθοριστικά στην εξάλειψη των ασυνεπειών των δεδομένων, και άρα στην βελτίωση της ποιότητάς τους, ενώ τα δεδομένα θα χρησιμοποιούνταν με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετούν το στόχο της επιχείρησης ή του οργανισμού για τη βελτίωση της διαχείρισης των περιουσιακών τους στοιχείων.

1.2 Στόχος της διπλωματικής

Αυτή η εργασία στοχεύει στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής για την ολοκλήρωση του συστήματος ελέγχου SCADA και του συστήματος Διαχείρισης των Περιουσιακών Στοιχείων, για το Vacuum Group του οργανισμού CERN.

Λίγα λόγια για το CERN

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Πυρηνικών Ερευνών (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire - CERN) λειτουργεί το μεγαλύτερο εργαστήριο φυσικής σωματιδίων στον κόσμο. Στόχος της έρευνας που διεξάγεται είναι η περαιτέρω κατανόηση της θεμελιώδους δομής του σύμπαντος. Είναι μια συνεργασία φυσικών και μηχανικών από 22 κράτη μέλη, τα οποία χρησιμοποιούν τα μεγαλύτερα και πιο σύνθετα επιστημονικά όργανα στον κόσμο για να μελετήσουν τα βασικά συστατικά της ύλης. Η κύρια λειτουργία του εργαστηρίου είναι η κατασκευή και συντήρηση επιταχυντών σωματιδίων και άλλων υποδομών που απαιτούνται για την έρευνα της φυσικής υψηλής ενέργειας [3].

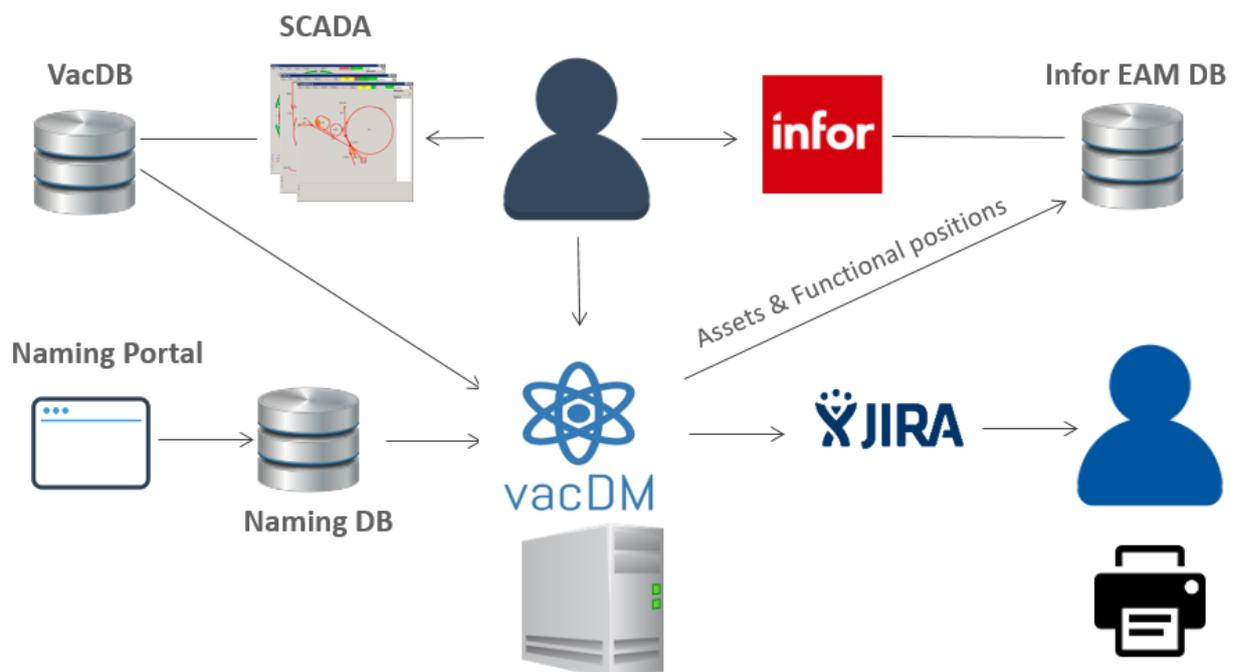


Εικόνα 1: Σύμπλεγμα επιταχυντών του CERN

Κατά τη διάρκεια του έτους 2016-2017, είχα την ευκαιρία να εργασθώ στο πλαίσιο πρακτικής στο CERN και συγκεκριμένα στο τμήμα Vacuum, Surfaces and Coatings (VSC), όπου ασχολήθηκα με το σύστημα SCADA, και κυρίως με την ανάπτυξη της εφαρμογής vacDM, η οποία θα αναλυθεί στην παρούσα διπλωματική εργασία.

Η εφαρμογή vacDM στοχεύει στην ολοκλήρωση του συστήματος SCADA με το επίσημο σύστημα Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων για το CERN, το InforEAM, καθώς και τον κατάλογο επίσημης ονοματολογίας όλου του εξοπλισμού του CERN (Naming Portal), για το Vacuum Group. Πιο συγκεκριμένα, το vacDM διασφαλίζει πως ο εξοπλισμός στο σύστημα SCADA είναι διαθέσιμος στο InforEAM και δηλωμένος με την επίσημη ονομασία και περιγραφή, όπως αυτά ορίζονται στο Naming Portal. Αυτό επιτυγχάνεται με μια αυτοματοποιημένη διαδικασία συγχρονισμού, όπου όλος ο εξοπλισμός λαμβάνεται υπόψιν για διαδικασίες διαχείρισής του, όπως δημιουργία εντολών εργασίας ή προληπτική συντήρηση κ.λπ.

Τέλος, η εφαρμογή vacDM βελτίωσε τον τρόπο διαχείρισης εργασιών εκτύπωσης ετικετών, που είναι απαραίτητες για την αναγνώριση των περιουσιακών στοιχείων (Assets). Ένα εισιτήριο για κάθε εργασία εκτύπωσης δημιουργείται αυτόματα στο JIRA (εργαλείο παρακολούθησης προβλημάτων) και τα αντίστοιχα περιουσιακά στοιχεία δημιουργούνται αυτόματα στο InforEAM, με τα επίσημα χαρακτηριστικά τους, όπως αυτά ορίζονται στη βάση δεδομένων Naming DB.



Εικόνα 2: Η εφαρμογή vacDM

1.3 Συνεισφορά

Η συνεισφορά αυτής της διπλωματικής συνοψίζεται στα εξής:

1. Μελέτη των προβλημάτων και των αναγκών των σύγχρονων εταιρειών και οργανισμών σε ό,τι αφορά τη διαχείριση των δεδομένων και των περιουσιακών στοιχείων τους
2. Μελέτη αντίστοιχων τεχνικών συγγραμμάτων για προσπάθειες ολοκλήρωσης απομονωμένων συστημάτων
3. Σχεδιασμός και τεχνική υλοποίηση πλατφόρμας για ολοκλήρωση συστήματος SCADA με σύστημα διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων
4. Αξιολόγηση του συστήματος που αναπτύχθηκε
5. Εξαγωγή συμπερασμάτων για περαιτέρω εργασία στο μέλλον.

1.4 Οργάνωση κειμένου

Στο 2^ο Κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής, αρχικά αναλύεται η Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων, τα πλεονεκτήματά της και οι προκλήσεις της. Στη συνέχεια η ανάλυση επικεντρώνεται στην διαχείριση ενεργητικού επιχειρήσεων και παρουσιάζονται σχετικά εργαλεία, επιπρόσθετα με την ανάλυση της έννοιας του Μηχανοργανωμένου Συστήματος Διαχείρισης Συντήρησης. Τέλος, δίνεται ο ορισμός συστήματος SCADA, τα στοιχεία που το απαρτίζουν και οι τάσεις που επικρατούν, ενώ δίνεται έμφαση στην ανάγκη ολοκλήρωσης των συστημάτων που προαναφέρθηκαν.

Στο 3^ο Κεφάλαιο, γίνεται η παρουσίαση συναφών εργασιών που έχουν ήδη υλοποιηθεί για την ολοκλήρωση αντίστοιχων συστημάτων και αναπτύσσονται οι τεχνικές των προσπαθειών αυτών.

Στο 4^ο Κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στο CERN και κυρίως στο σύστημα κενού, με έμφαση στην αρχιτεκτονική του συστήματος ελέγχου καθώς και τα όργανα που χρησιμοποιούνται σε αυτό. Επιπλέον, αναφέρουμε τις προκλήσεις που προκύπτουν κατά τη διαχείριση του εξοπλισμού και, κατ' επέκταση, καταλήγουμε στην ανάγκη για ολοκλήρωση ανεξάρτητων συστημάτων για το Vacuum Group του CERN.

Στο 5^ο Κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στη λειτουργική αρχιτεκτονική του vacDM. Αρχικά, γίνεται λόγος για το προφίλ τόσο των χρηστών όσο και της αρχής που θέτει το πρόβλημα, στη συνέχεια περνάμε στις λειτουργικές και μη απαιτήσεις του συστήματος, ενώ μετά επικεντρωνόμαστε στην λειτουργική αρχιτεκτονική.

Στο 6^ο Κεφάλαιο, γίνεται ενδελεχής αναφορά στην τεχνική υλοποίηση της εφαρμογής. Πιο συγκεκριμένα αναφερόμαστε στα frameworks και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και στον τρόπο ανάπτυξης του λογισμικού, ενώ το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με αναφορά και ανάλυση των αρχείων της εφαρμογής, και του σχήματος της βάσης δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε στο πλαίσιο αυτής.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, το 7^ο, παρουσιάζεται όλη η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την αξιολόγηση της εφαρμογής. Παρατίθενται λεπτομέρειες σχετικά με τα χαρακτηριστικά των χρηστών που την χρησιμοποίησαν, ενώ αναφερόμαστε στον τρόπο ελέγχου του vacDM, μέσω δοκιμών. Τέλος, παρατίθενται και σενάρια χρήσης της εφαρμογής από χρήστες με διαφορετικούς ρόλους.

2. Θεωρητικό υπόβαθρο

Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρείται να δοθεί μια γενική εικόνα των θεμάτων που πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική καθώς και του αντίστοιχου θεωρητικού υπόβαθρου.

Η ανάλυση ξεκινά με τον ορισμό της Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων και την κατηγοριοποίησή της. Στη συνέχεια, η ανάλυση επικεντρώνεται στην Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης (EAM) και τη Διαχείριση Συντήρησης Εξοπλισμού και Εγκαταστάσεων (CMMS) καθώς και την αναγκαιότητα ύπαρξης τέτοιων συστημάτων στις σύγχρονες εταιρείες.

Έπειτα, θα αναφερθούμε στα συστήματα Εποπτικού Ελέγχου και Απόκτησης Δεδομένων (SCADA), όπου θα παραθέσουμε τον ορισμό, την χρησιμότητά τους καθώς και περιπτώσεις χρήσης τους από διάφορες εταιρείες και οργανισμούς.

Τέλος, θα εστιάσουμε στην ανάγκη που έχει δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια για ενσωμάτωση και ολοκλήρωση αυτών των ανεξάρτητων συστημάτων.

2.1 Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων

Η Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων, ορισμένη ευρέως, αναφέρεται σε οποιοδήποτε σύστημα που παρακολουθεί και συντηρεί πράγματα αξίας σε μια οντότητα ή ομάδα. Μπορεί να εφαρμόζεται τόσο για υλικά περιουσιακά στοιχεία, όπως οι κτιριακές εγκαταστάσεις, όσο και για άυλα περιουσιακά στοιχεία όπως για παράδειγμα το ανθρώπινο κεφάλαιο, η πνευματική ιδιοκτησία, η υπεραξία ή/και χρηματοοικονομικά περιουσιακά στοιχεία. Διαφορετικά, θα λέγαμε πως είναι μια συστηματική διαδικασία ανάπτυξης, λειτουργίας, συντήρησης, αναβάθμισης και παροπλισμού περιουσιακών στοιχείων με αποδοτικό τρόπο.

Κατά ISO 55000, η Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων είναι η "συντονισμένη δραστηριότητα ενός οργανισμού για την επίτευξη αξίας από περιουσιακά στοιχεία". Με τη σειρά τους, τα στοιχεία ενεργητικού ορίζονται ως εξής: "Ένα στοιχείο είναι ένα στοιχείο, ένα πράγμα ή μια οντότητα που έχει δυνητική ή πραγματική αξία σε έναν οργανισμό". [4] Αυτό είναι σκοπίμως ευρύτερο από τα φυσικά περιουσιακά στοιχεία, αλλά σε αυτά εστιάζουν οι περισσότεροι οργανισμοί.

Εναλλακτικές απόψεις για τη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων στο μηχανολογικό περιβάλλον περιλαμβάνουν τον ακόλουθο ορισμό: Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων είναι η πρακτική της διαχείρισης στοιχείων με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοσή τους, η οποία αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμη για παραγωγικά περιουσιακά στοιχεία όπως εργοστάσια, επιχειρήσεις και εξοπλισμό γενικότερα, αλλά και η διαδικασία παρακολούθησης και συντήρησης των συστημάτων εγκαταστάσεων, με στόχο την παροχή της καλύτερης δυνατής εξυπηρέτησης για τους χρήστες.

Πιο αναλυτικά, η διαχείριση περιουσιακών στοιχείων αφορά διαφορετικούς τομείς, τους οποίους αναφέρουμε παρακάτω.

Διαχείριση χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων

Η πιο συνηθισμένη χρήση του όρου "διαχειριστής περιουσιακών στοιχείων" αναφέρεται για κάποιον που διαχειρίζεται τα επενδυτικά κεφάλαια και τους διαχωρισμένους λογαριασμούς πελατών, στη διαχείριση των επενδύσεων, στον τομέα των χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών. Η Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων είναι μέρος μιας χρηματοοικονομικής εταιρείας η οποία απασχολεί ειδικούς, κι αυτοί με τη σειρά τους διαχειρίζονται τα χρήματα και τις επενδύσεις των πελατών. Από τη μελέτη των περιουσιακών στοιχείων του πελάτη έως τον προγραμματισμό και τη φροντίδα των επενδύσεων, όλα διεκπεραιώνονται από τους διαχειριστές περιουσιακών στοιχείων και οι συστάσεις παρέχονται με βάση την οικονομική ευρωστία κάθε πελάτη. [5]

Διαχείριση περιουσιακών στοιχείων υποδομής

Η διαχείριση περιουσιακών στοιχείων υποδομής είναι ο συνδυασμός της διαχειριστικής, χρηματοοικονομικής, οικονομικής, μηχανολογικής και άλλων πρακτικών που εφαρμόζονται σε φυσικά περιουσιακά στοιχεία με στόχο την παροχή του απαιτούμενου επιπέδου υπηρεσιών με τον πλέον οικονομικό και αποδοτικό τρόπο. Περιλαμβάνει τη διαχείριση ολόκληρου του κύκλου ζωής - συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού, της κατασκευής, της θέσης σε λειτουργία, της λειτουργίας, της συντήρησης, της επισκευής, της τροποποίησης, της αντικατάστασης και του παροπλισμού. [6] Η λειτουργία και η συντήρηση των περιουσιακών στοιχείων σε περιβάλλον με περιορισμένο προϋπολογισμό απαιτούν ένα σύστημα ιεράρχησης προτεραιοτήτων.

Για παράδειγμα, η πρόσφατη ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει συμβάλει την άνοδο αποτελεσματικών διαχειριστών περιουσιακών στοιχείων που εμπλέκονται στη διαχείριση των ηλιακών συστημάτων (παραδείγματος χάριν, ηλιακά πάρκα και στέγες, ανεμόμυλοι κ.ά.). Αυτές οι ομάδες στην πραγματικότητα όλο και περισσότερο συνεργάζονται με τους διαχειριστές χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων προκειμένου να προσφέρουν λύσεις άμεσης λειτουργίας "με το κλειδί στο χέρι" (turnkey) στους επενδυτές. Η διαχείριση του ενεργητικού των υποδομών έγινε ιδιαίτερα σημαντική στις περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες τον 21ο αιώνα, δεδομένου ότι το δίκτυο υποδομών τους είχε σχεδόν ολοκληρωθεί τον 20ο αιώνα και έπρεπε να καταφέρουν να λειτουργήσουν και να διατηρηθούν οικονομικά αποδοτικά. [7] Η διαχείριση περιουσιακών στοιχείων λογισμικού (Software Asset Management) είναι ένα είδος διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων υποδομής.

Διαχείριση περιουσιακών στοιχείων επιχείρησης

Η διαχείριση περιουσιακών στοιχείων επιχείρησης είναι η διεκπεραίωση και η ενεργοποίηση συστημάτων πληροφοριών που υποστηρίζουν τη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων ενός οργανισμού, τόσο φυσικών περιουσιακών στοιχείων, που ονομάζονται "υλικά", όσο και μη φυσικών, "άυλων" περιουσιακών στοιχείων. [8] Η διαχείριση περιουσιακών στοιχείων επιχείρησης μπορεί να χωριστεί στους ακόλουθους κλάδους:

- **Διαχείριση υλικών περιουσιακών στοιχείων:** η πρακτική της διαχείρισης του συνόλου του κύκλου ζωής (πιο συγκεκριμένα, σχεδιασμός, κατασκευή, θέση σε λειτουργία, συντήρηση, επισκευή, τροποποίηση, αντικατάσταση και παροπλισμός) φυσικών πόρων και υποδομών όπως δομές, μονάδες

παραγωγής και εξυπηρέτησης, εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων, δίκτυα διανομής, συστήματα μεταφορών, κτίρια και άλλα υλικά περιουσιακά στοιχεία. Σχετίζεται με τη διαχείριση της κατάστασης των περιουσιακών στοιχείων.

- Η **διαχείριση περιουσιακών στοιχείων των υποδομών** επεκτείνεται σε αυτό το θέμα σε σχέση κυρίως με το δημόσιο τομέα, τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας, τα συστήματα ιδιοκτησίας και μεταφορών. Επιπλέον, η Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων μπορεί να αναφέρεται στη διαμόρφωση των μελλοντικών διεπαφών μεταξύ των ανθρώπινων, κτισμένων και φυσικών περιβάλλοντων μέσω συνεργατικών και τεκμηριωμένων διαδικασιών λήψης αποφάσεων.
- **Διαχείριση πάγιων περιουσιακών στοιχείων**: μια λογιστική διαδικασία που επιδιώκει την παρακολούθηση των πάγιων περιουσιακών στοιχείων για τους σκοπούς της χρηματοοικονομικής λογιστικής.
- **Διαχείριση περιουσιακών στοιχείων τεχνολογίας των πληροφοριών (IT)**: το σύνολο των επιχειρηματικών πρακτικών που ενώνουν οικονομικές, συμβατικές και αποθεματικές λειτουργίες για τη στήριξη της διαχείρισης κύκλου ζωής και τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων για το περιβάλλον πληροφορικής. Αυτή είναι επίσης μία από τις διαδικασίες όπως αυτές καθορίζονται στη διαχείριση υπηρεσιών τεχνολογίας της πληροφορίας (IT).
- **Διαχείριση ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων**: μορφή ηλεκτρονικής διαχείρισης περιεχομένου μέσω που περιλαμβάνει ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία.

Διαχείριση δημόσιων περιουσιακών στοιχείων

Η διαχείριση των δημόσιων περιουσιακών στοιχείων επεκτείνει τον ορισμό της Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης (EAM), ενσωματώνοντας τη διαχείριση όλων των πόρων αξίας σε μια δημοτική δικαιοδοσία και τις προσδοκίες των πολιτών της. Ένα παράδειγμα στο οποίο χρησιμοποιείται η διαχείριση δημόσιων περιουσιακών στοιχείων είναι η ανάπτυξη και ο προγραμματισμός της χρησιμοποίησης της γης.

Ένα σύστημα Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης απαιτεί ένα μητρώο περιουσιακών στοιχείων - απογραφή των περιουσιακών στοιχείων και των χαρακτηριστικών τους - σε συνδυασμό με ένα Αυτόματοποιημένο Σύστημα Διαχείρισης Συντήρησης (CMMS). Όλα τα δημόσια περιουσιακά στοιχεία είναι διασυνδεδεμένα και στο μεγαλύτερο μέρος των περιπτώσεων γεινιάζουν, πράγμα που είναι εφικτό μέσα από τη χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS).

Μια GIS-κεντρική διαχείριση στοιχείων ενεργητικού τυποποιεί τα δεδομένα και επιτρέπει τη διαλειτουργικότητα (interoperability), παρέχοντας στους χρήστες τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης, συντονισμού και ανταλλαγής πληροφοριών με αποτελεσματικό και αποδοτικό τρόπο, καθιστώντας τη γεωγραφική βάση δεδομένων GIS ως το μητρώο των στοιχείων. Μια πλατφόρμα GIS σε συνδυασμό με πληροφορίες τόσο των "σκληρών" (υλικών) όσο και των "μαλακών" (άυλων) περιουσιακών στοιχείων βοηθά στην απομάκρυνση των παραδοσιακών στεγανών των δομημένων δημοτικών λειτουργιών. Ενώ τα σκληρά περιουσιακά στοιχεία είναι τα τυπικά περιουσιακά στοιχεία ή τα περιουσιακά στοιχεία υποδομής, τα μαλακά περιουσιακά στοιχεία ενός δήμου περιλαμβάνουν άδειες, επιβολή του Κώδικα, δικαιοσύνη και άλλες χερσαίες δραστηριότητες.

Η πλατφόρμα GIS είναι μόνο ένα βοηθητικό εργαλείο. Συνεπώς, οι διαχειριστές περιουσιακών στοιχείων πρέπει να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τα περιουσιακά τους στοιχεία προκειμένου να εκπληρώσουν τους οργανωτικούς τους στόχους. Ενώ η γεωδιαστημική πληροφόρηση μπορεί να βοηθήσει στη λήψη αποφάσεων, υπάρχει επιπρόσθετα η βαθιά κατανόηση των αγορών, των μηχανικών συστημάτων και της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης, η οποία απορρέει από την ανάλυση και την σύνθεση πληροφοριών που δεν υπάρχουν στα συστήματα GIS. [5]

2.2 Σύγχρονες Επιχειρήσεις και Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων

Οι σύγχρονες βιομηχανίες αντιμετωπίζουν στις μέρες μας διάφορες προκλήσεις. Κάποιες από αυτές συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- **Εδραίωση της αγοράς.** Σήμερα, όλο και περισσότερες εταιρείες επιθυμούν να κατακτήσουν τις επιμέρους αγορές, με αποτέλεσμα να οδηγούμαστε σε "πλεονασματική χωρητικότητα"
- **Αστάθεια των τιμών,** ακόμα και σε βασικά αγαθά
- **Αλυσίδα αξίας,** η οποία επιτάσσει την αποτελεσματική διαχείριση πολύπλοκων διεργασιών, συστημάτων και διαδικασιών εντός της επιχείρησης
- **Διαχείριση του υλικού,** η οποία έγκειται σε διαχείριση υπηρεσιών συντήρησης, επισκευής και επιθεώρησης στοιχείων, οργάνωση αλυσίδας παραγωγής καθώς και λογιστικές προκλήσεις
- **Αυξημένη ζήτηση** από πελάτες βιομηχανοποιημένων περιοχών και χωρών και επομένως,
- **Αυξημένη παραγωγή,** ως αποτέλεσμα της αυξημένης ζήτησης
- **Κοινωνική ευθύνη** καθώς η βιομηχανοποίηση έχει άμεσο αντίκτυπο στο περιβάλλον. [9]

Όχι μόνο η σύγχρονη βιομηχανία, αλλά και οι επιχειρήσεις βρίσκονται αντιμέτωπες με δυσκολίες και εμπόδια. Σε ό,τι αφορά τις επιχειρήσεις, κάποιες από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν σήμερα αναφέρονται παρακάτω:

- **Κεφαλαιουχικές δαπάνες,** διότι τα συστήματα είναι αυτόνομα και μη συνδεδεμένα, με αποτέλεσμα τα δεδομένα μεταξύ κόστους σχεδιασμού και αγοράς να είναι ασυνεπή. Επιπρόσθετα, παρατηρείται έλλειψη εργαλείων για να μειωθεί ο χρόνος σχεδιασμού και επιλογή κεφαλαίου. Τέλος, δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία σχετικά με τη ζωή ενός περιουσιακού στοιχείου και του πλήρους έργου
- **Κατάσταση περιουσίας,** καθώς δεν είναι γνωστές οι αξίες των περιουσιακών στοιχείων, καθώς και οι συνθήκες τους, ενώ υπάρχει περιορισμένη ορατότητα γύρω από την απόσβεσή τους
- **Λειτουργικές δαπάνες,** καθώς αδυνατούμε να καθορίσουμε με ακρίβεια εάν υπάρχει ανάγκη για επισκευή, διατήρηση ή αντικατάσταση του εξοπλισμού. Επιπλέον, υπάρχει περιορισμένη ορατότητα στα δεδομένα λειτουργίας, συμπεριλαμβανομένου του κόστους συντήρησης
- **Χρησιμοποίηση εξοπλισμού,** διότι υπάρχει έλλειψη έγκαιρων και ακριβέστατων δεδομένων προληπτικής συντήρησης καθώς και ελλιπής σχεδιασμός δεδομένων από δραστηριότητες συντήρησης
- **Ασφάλεια και υγεία στην εργασία.** Αυτό είναι απόρροια της έλλειψης ολοκλήρωσης μεταξύ των δεδομένων για τους υπαλλήλους και του τμήματος

ανθρώπινων πόρων, καθώς και της έλλειψης κεντρικού συστήματος δεδομένων για ασφάλεια και υγεία. Τέλος, η αδιαφάνεια των δεδομένων και η ασυνέπεια τους εντός της εταιρείας προβάλλει ακόμα ένα εμπόδιο για τις σύγχρονες επιχειρήσεις. [9]

Στόχος της κάθε επιχείρησης είναι να ξεπεράσει τις προκλήσεις και να αποκτήσει επιχειρηματική αξία.

Στο management, η επιχειρηματική αξία είναι ένας άτυπος όρος που περιλαμβάνει όλες τις μορφές αξίας που καθορίζουν την κατάσταση και την ευημερία της επιχείρησης μακροπρόθεσμα. [10] Η επιχειρηματική αξία επεκτείνει την έννοια της αξίας της επιχείρησης πέραν της οικονομικής αξίας (γνωστή και ως οικονομικό κέρδος, οικονομική προστιθέμενη αξία και αξία μετοχών) ώστε να συμπεριλάβει και άλλες μορφές αξίας όπως η αξία των εργαζομένων, η αξία του πελάτη, η αξία του προμηθευτή, διαχειριστική αξία και κοινωνική αξία. Πολλές από αυτές τις μορφές αξίας δεν μετρούνται άμεσα σε νομισματικούς όρους.

Επομένως, οι επιχειρήσεις εστιάζουν στα ακόλουθα στοιχεία:

- **Βελτίωση της επίδοσης**, με μικρές ή μεγάλες αλλαγές για βελτίωση της απόδοσης σε όλη την κατασκευή
- **Ακριβή και έγκαιρα δεδομένα**, τα οποία αφορούν την κατάσταση της εταιρείας σε πραγματικό χρόνο έτσι ώστε να είναι δυνατή η γρήγορη αντίδραση σε προβλήματα που τυχόν προκύπτουν. Επιπλέον, είναι εφικτό να αναλυθούν τα δεδομένα με την πάροδο του χρόνου, οπότε καθίσταται εφικτή η δυνατότητα εκμετάλλευσης ευκαιριών
- **Στοχευμένη συντήρηση**, η οποία στοχεύει σε ελάττωση του κόστους και των δαπανών, καλύτερη εκμετάλλευση του κεφαλαίου, και διαθεσιμότητα των περιουσιακών στοιχείων
- **Ιχνηλασιμότητα**, προκειμένου να ελαττώνεται ο χρόνος που αφιερώνεται σε αναφορές συμμόρφωσης
- **Ποιότητα ένταξης**, η οποία συνίσταται σε παραγωγή έγκαιρων δεδομένων, βελτιώσεις σε διεργασίες της επιχείρησης και σε εκθέσεις αξιολόγησης / συμμόρφωσης
- **Ορατότητα**, η οποία αφορά τη συνεργασία μεταξύ επιχειρήσεων, καθώς και δυνατότητα να αναγνωρίζει και να προσαρμόζεται η εκάστοτε επιχείρηση στις ανάγκες του κάθε πελάτη ξεχωριστά. [9]

Προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις παραπάνω προκλήσεις και να αυξήσουν την επιχειρηματική τους αξία, οι σύγχρονες εταιρείες έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν κάποια συστήματα, προκειμένου να διαχειριστούν τα περιουσιακά στοιχεία τους. Θα εστιάσουμε σε δύο κατηγορίες, τα συστήματα για **Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης** (Enterprise Asset Management - EAM) και στα **Μηχανοργανωμένα Συστήματα Διαχείρισης Συντήρησης** (Computerized Maintenance Management Systems - CMMS).

2.2.1 Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης

Ορισμός

Η Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης (Enterprise Asset Management - EAM) είναι η διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων μιας επιχείρησης μεταξύ διαφορετικών τμημάτων, εγκαταστάσεων, επιχειρηματικών μονάδων και γεωγραφικών τοποθεσιών. Η Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων ενσωματώνει τεχνικές για ολιστικό έλεγχο και βελτιστοποίηση σε όλους τους κύκλους ζωής των περιουσιακών στοιχείων, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού (design), της θέσης σε λειτουργία (commissioning), των λειτουργιών (operations) και της αντικατάστασής του (replacement). [11]

Διαφορετικά, θα μπορούσαμε να ορίσουμε την Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων ως τη βέλτιστη διαχείριση του κύκλου ζωής των φυσικών πόρων ενός οργανισμού. Καλύπτει και αφορά θέματα όπως το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη θέση σε λειτουργία, τη λειτουργία, τη συντήρηση και τον παροπλισμό ή αντικατάσταση εγκαταστάσεων κι εξοπλισμού.

Ο όρος "Επιχείρηση" αναφέρεται στον τομέα των περιουσιακών στοιχείων μιας επιχείρησης σε διάφορα τμήματα, τοποθεσίες, εγκαταστάσεις και, ενδεχομένως, επιχειρηματικές μονάδες. Σήμερα, οι σύγχρονες επιχειρήσεις διαχειρίζονται διάφορα περιουσιακά στοιχεία. Αυτά τα περιουσιακά στοιχεία μπορεί να είναι πάγια περιουσιακά στοιχεία, όπως κτίρια, εργοστάσια, μηχανήματα, ή κινητά περιουσιακά στοιχεία, όπως οχήματα, πλοία, κινούμενος εξοπλισμός και άλλα. Η διαχείριση του κύκλου ζωής των υλικών υψηλής αξίας απαιτεί προγραμματισμό και εκτέλεση του έργου. [12]

Βασικές συνιστώσες

Επιστρέφοντας στη σύνθεση της διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων της επιχείρησης, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε πως αυτή χωρίζεται σε πέντε συνιστώσες. Αυτές είναι οι ακόλουθες:

1. **Η Στρατηγική Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης - EAM**, η οποία καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο αναμένουμε να παράγουμε την υψηλότερη δυναμικότητα με το χαμηλότερο κόστος. Κατά κανόνα, περιλαμβάνει τη μέτρηση και την παρακολούθηση των βασικών δεικτών επιδόσεων που βασίζονται στη συνεχή βελτίωση και ενσωματώνονται στις στρατηγικές βελτιστοποίησης πόρων και σχεδιασμού, όπως είναι η συντήρηση επικεντρωμένη στην αξιοπιστία ή/και η συνολική παραγωγική συντήρηση. Η στρατηγική EAM είναι εξαιρετικά σημαντική για τη γενική ιδέα της Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης, καθώς καθορίζει την κατεύθυνση του πού βαδίζουμε μαζί με τα υπόλοιπα στοιχεία.
2. **Οι διαδικασίες Συντήρησης, Επισκευών και Τεχνικού Ελέγχου - MRO** είναι η δεύτερη δομική συνιστώσα της Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης, η οποία περιγράφει την παραγωγή μεγιστοποιημένης απόδοσης και αποτελεσμάτων σε όλες τις σημαντικές αλλά και δευτερεύουσες διαδικασίες, οι οποίες περιλαμβάνονται στη λειτουργία διαχείρισης και συντήρησης περιουσιακών στοιχείων. Αυτές οι διαδικασίες περιλαμβάνουν τη διαχείριση αποθεμάτων, τον προγραμματισμό και την εκτίμηση των εργασιών, την αγορά MRO (Maintenance, Repair and Operations), τη διαχείριση βαθμονόμησης, τα έργα κεφαλαίου, τον προγραμματισμό και πολλούς άλλους σημαντικούς τομείς διεργασιών που

αποτελούνται από πολλαπλά επίπεδα επιμέρους στοιχείων μικρών διαδικασιών. Προκειμένου να επιτευχθεί το έργο της συντήρησης, να υποστηριχθούν οι στόχοι στρατηγικής EAM και να κεφαλαιοποιηθούν οι εγκατεστημένες τεχνολογίες Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης, αυτές οι διαδικασίες πρέπει να σχεδιαστούν με τους υψηλότερους βαθμούς απόδοσης και την κοινή λογική.

3. **Οι Τεχνολογίες Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης - EAM** αποτελούν έναν ακόμα σημαντικό παράγοντα. Οι τεχνολογίες αυτές καλύπτουν το φάσμα των συστημάτων ηλεκτρονικής διαχείρισης και συντήρησης υψηλής τεχνολογίας, λογισμικού διαχείρισης βαθμονόμησης, εφαρμογών παρακολούθησης βαλβίδων και δοχείων πίεσης, λογισμικού προληπτικής συντήρησης, εφαρμογών σε φορητές συσκευές χειρός και πολλών άλλων. Η κύρια λειτουργία αυτών των εφαρμογών είναι η χρήση βασικών δεδομένων μηχανικής προκειμένου να παρασχεθεί ένα αυτοματοποιημένο σύνολο εργαλείων για την υποστήριξη διαδικασιών συντήρησης, επισκευών και τεχνικού ελέγχου (MRO), ενώ παράλληλα παράγονται εμπειρικά δεδομένα κατάλληλα για ανάλυση και παρακολούθηση κύριων δεικτών επιδόσεων (Key Performance Indicators - KPI).
4. **Το Περιεχόμενο Τεχνικών Δεδομένων** αντιπροσωπεύει τις ηλεκτρονικές πληροφορίες, σε επίπεδο στοιχείου, που καθορίζουν τη βάση περιουσιακών στοιχείων ενός οργανισμού, το απόθεμα, τις λειτουργίες, τους πόρους και τις διαδικασίες συντήρησης. Τα τεχνικά δεδομένα χρησιμεύουν ως το βασικό δομικό στοιχείο των τεχνολογικών εργαλείων, τα οποία με τη σειρά τους χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη διαδικασιών συντήρησης, επισκευών και τεχνικού ελέγχου - MRO. Η βασική εκτέλεση στρατηγικής είναι αδύνατη χωρίς τα δεδομένα, τα συστήματα ή τις διαδικασίες.
5. **Οι άνθρωποι.** Το τελικό στοιχείο και η βασικότερη συνιστώσα είναι οι άνθρωποι. Οι άνθρωποι είναι οι προφανείς πρωταγωνιστές σε όλες τις πτυχές της επιχειρηματικής λειτουργίας. Αυτοί είναι που διαμορφώνουν και παρακολουθούν τη στρατηγική Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης, εκτελούν τις πράξεις συντήρησης, επισκευών και τεχνικού ελέγχου, δημιουργούν και διατηρούν τα δεδομένα μηχανικής. Οι χρήστες εγκαθιστούν, διαμορφώνουν και διατηρούν τις τεχνολογίες Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης. Τέλος, οι άνθρωποι γυρίζουν τα κλειδιά που διατηρούν τα περιουσιακά στοιχεία, τα οποία ως γνωστόν λειτουργούν από ανθρώπους που παράγουν τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες για τις οποίες υπάρχει ο οργανισμός. Προφανώς οι άνθρωποι είναι το δεσμευτικό στοιχείο, η κόλλα που συγκρατεί μαζί ολόκληρη τη δομική ακεραιότητα του συστήματος Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης και γι' αυτό θα πρέπει να εκπαιδεύονται, να οργανώνονται και να αναπτύσσονται σε όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της. [13]

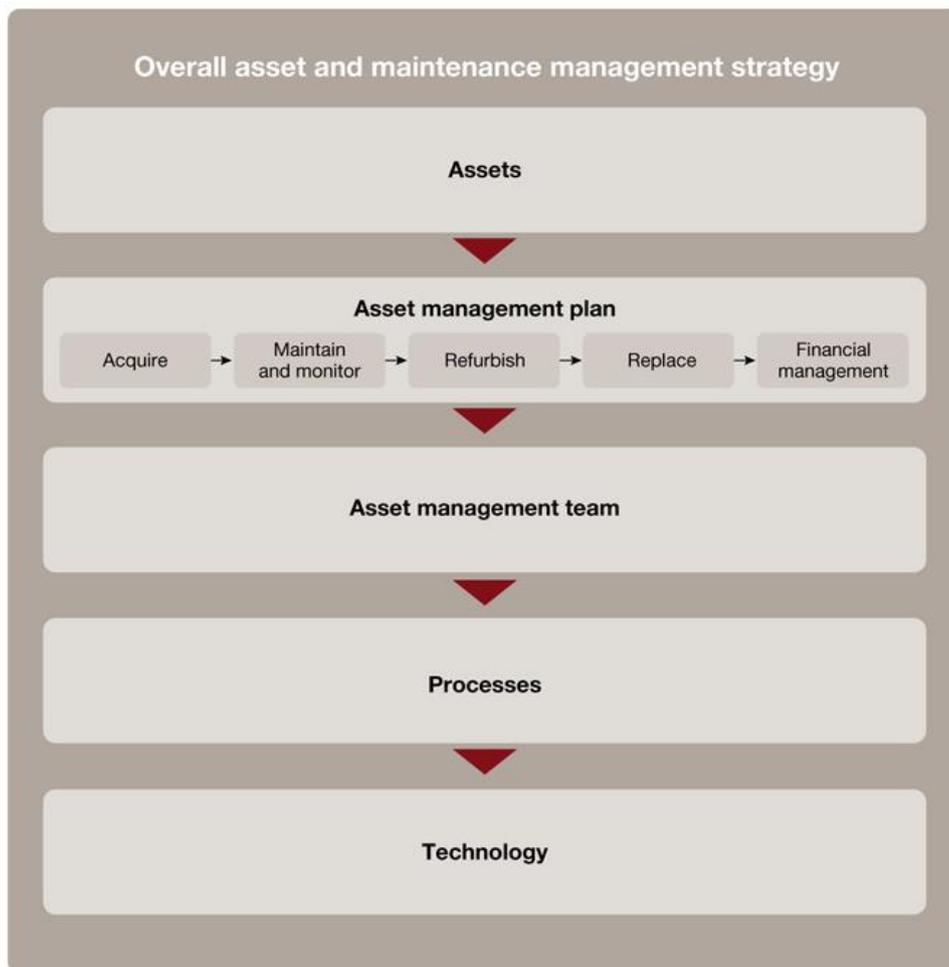
Προηγουμένως, ορίσαμε τη Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης ως "το σύνολο των ολοκληρωμένων διαδικασιών και εργαλείων για τη διαχείριση και τη διατήρηση λειτουργικών περιουσιακών στοιχείων σε επίπεδα εξυπηρέτησης, βελτιστοποιώντας παράλληλα το κόστος του κύκλου ζωής και τη ζωή του ενεργητικού", και ως εκ τούτου, αυτή συνδυάζει τρεις βασικούς κλάδους, οι οποίοι συμβάλλουν ώστε το σύστημα ως σύνολο να λειτουργήσει ομαλά:

- **Διαχείριση περιουσιακών στοιχείων:** Σχεδιασμός και διαχείριση όλων των περιουσιακών στοιχείων καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, από τη στιγμή που τίθενται σε λειτουργία μέσω σημαντικής συντήρησης και αναβάθμισης μέχρι τον οριστικό παροπλισμό
- **Διαχείριση συντήρησης:** Διεξαγωγή απαιτούμενης προληπτικής και ενεργητικής συντήρησης του ενεργητικού

- **Σχεδιασμός εργατικού δυναμικού:** Διαχείριση του εργατικού δυναμικού συντήρησης. [14]

Ένα καλά δομημένο πρόγραμμα ενσωματώνει αυτούς τους τρεις κλάδους, οι οποίοι πρέπει να είναι άρρηκτα δεμένοι. Η στρατηγική συνολικής διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων και συντήρησης, με βάση τις επιχειρησιακές και επιχειρησιακές ανάγκες της εταιρείας, διέπει το πρόγραμμα. Αυτό περιλαμβάνει τα ίδια τα περιουσιακά στοιχεία και ένα σχέδιο διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων προσαρμοσμένο σε κάθε περιουσιακό στοιχείο ή ομάδα περιουσιακών στοιχείων καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του - αποκτώντας, διατηρώντας και παρακολουθώντας το περιουσιακό στοιχείο, την ανακαίνιση και φροντίδα του ανάλογα με τις ανάγκες, και την αντικατάστασή του όταν τελειώσει ο κύκλος ζωής του.

Το πρόγραμμα καλύπτει επίσης τη δημοσιονομική διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων, συμπεριλαμβανομένων των προβλέψεων, των εκτιμήσεων και του προϋπολογισμού. Η συνολική στρατηγική θα πρέπει επίσης να καθορίζει τον τρόπο λειτουργίας της ομάδας που είναι υπεύθυνη για τη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων, ποιες διαδικασίες απαιτούνται για την παρακολούθηση του περιουσιακού στοιχείου κατά τον κύκλο ζωής του και ποια συστήματα τεχνολογίας πληροφορίας (IT) απαιτούνται για τη στήριξη αυτών των διαδικασιών [14] (βλ. *Εικόνα 3*)



Εικόνα 3: Τα βασικά στοιχεία ενός προγράμματος διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων

Προκλήσεις

Όσο απλή κι αν φαίνεται η δομή της Εικόνας 3, πολλές εταιρείες και υψηλά ιστάμενοι ηγέτες παραμένουν δυσαρεστημένοι με τις προσπάθειες διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων της επιχείρησής τους.

Η κατάσταση κάθε επιχείρησης σαφώς και είναι διαφορετική, αλλά από εμπειρικές μετρήσεις, διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν έξι βασικοί λόγοι που πολλά τέτοια προγράμματα δεν ανταποκρίνονται στις αρχικές προσδοκίες:

- Κακή ανάπτυξη της αντίστοιχης στρατηγικής
- Ανεπαρκής διαχείριση των ενδιαφερομένων
- Κακές διαδικασίες και υπηρεσίες
- Ανεπαρκής διαχείριση αλλαγών και κατάρτιση προσωπικού
- Προβλήματα διαχείρισης δεδομένων
- Ανεπαρκής ενσωμάτωση στην αλυσίδα εφοδιασμού. [15]

Έχει αποδειχθεί ότι οι εταιρείες που αντιμετωπίζουν αυτές τις προκλήσεις από νωρίς είναι πολύ πιθανότερο να αναπτύξουν ένα ισχυρό και αποτελεσματικό πρόγραμμα διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων επιχείρησης και, συνεπώς, να βιώσουν μια τεράστια βελτίωση στην ικανότητά τους να διατηρούν και να μεγιστοποιούν τα οφέλη των υπηρεσιών αυτής.

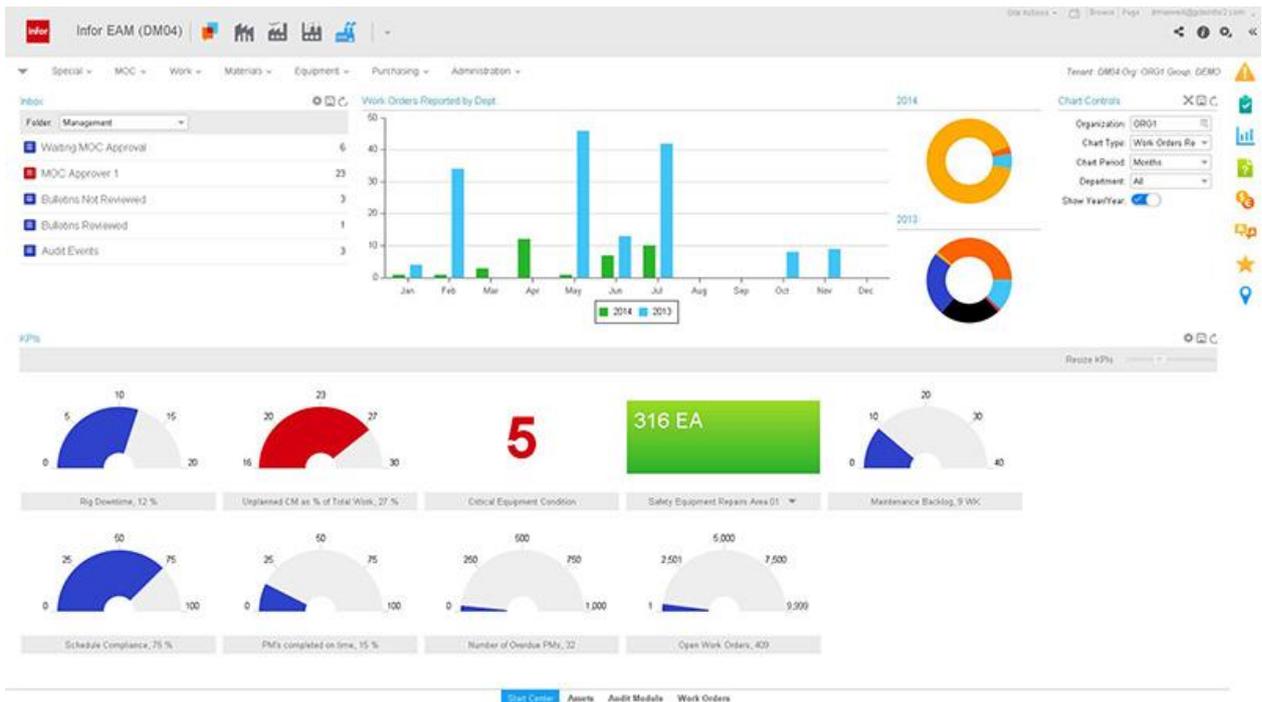
2.2.1.1 Παραδείγματα

Στις μέρες μας, υπάρχει πληθώρα επιλογών για συστήματα διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων επιχείρησης, ανάλογα με τις ανάγκες και το μέγεθος καθεμιάς. Παρακάτω, παραθέτουμε κάποια παραδείγματα με μια σύντομη περιγραφή των λειτουργικότητων τους.

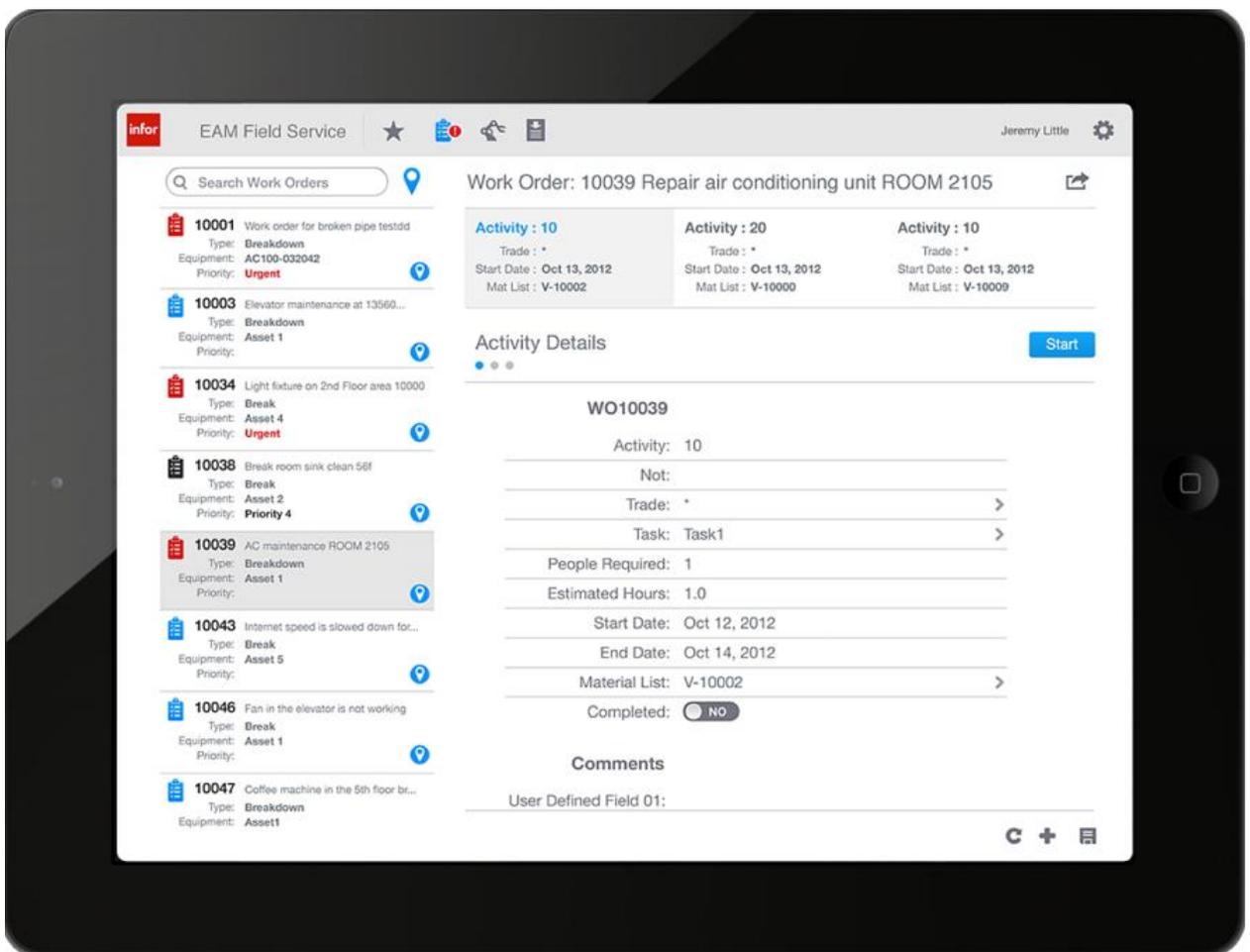
2.2.1.1.1 InforEAM (<http://www.infor.com/solutions/eam>)

Το InforEAM είναι η πιο διαρθρώσιμη λύση διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων στην αγορά, η οποία δίνει τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να βελτιώσουν τη διαχείριση κεφαλαίων με τρόπους που αυξάνουν την αξιοπιστία, ενισχύουν την προβλεπτική συντήρηση, διασφαλίζουν τη συμμόρφωση με τις κανονιστικές ρυθμίσεις, μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας και υποστηρίζουν πρωτοβουλίες βιωσιμότητας.

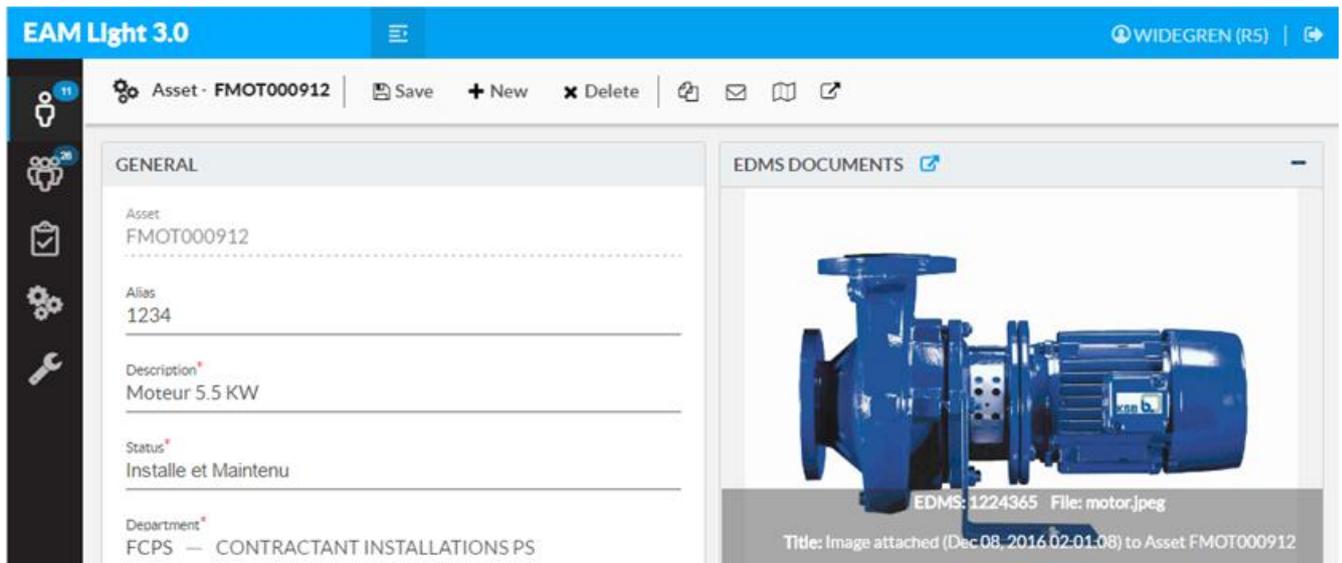
Διατίθεται σε εκδόσεις ειδικά για τη βιομηχανία και προσφέρει απaráμιλλη ευελιξία για να εκμηδενιστούν οι εξειδικευμένες απαιτήσεις του εκάστοτε κλάδου που μπορούν να μετατρέψουν τη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων της κάθε εταιρείας σε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. [16]



Εικόνα 4: Αρχική σελίδα – Dashboard



Εικόνα 5: Εντολές εργασίας



Εικόνα 6: Asset - Εφαρμογή Infor EAM Light



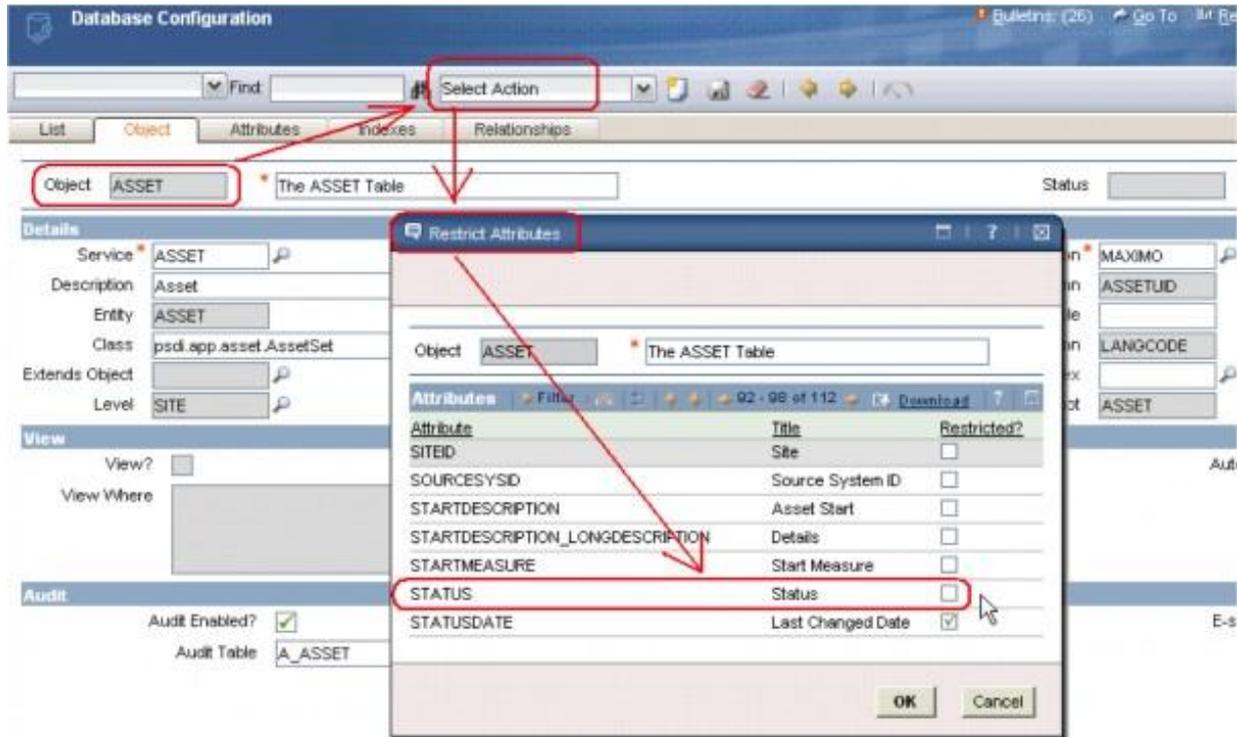
Εικόνα 7: Γενική άποψη του InforEAM [17]

2.2.1.2 Maximo (<https://www.ibm.com/bs-en/marketplace/maximo>)

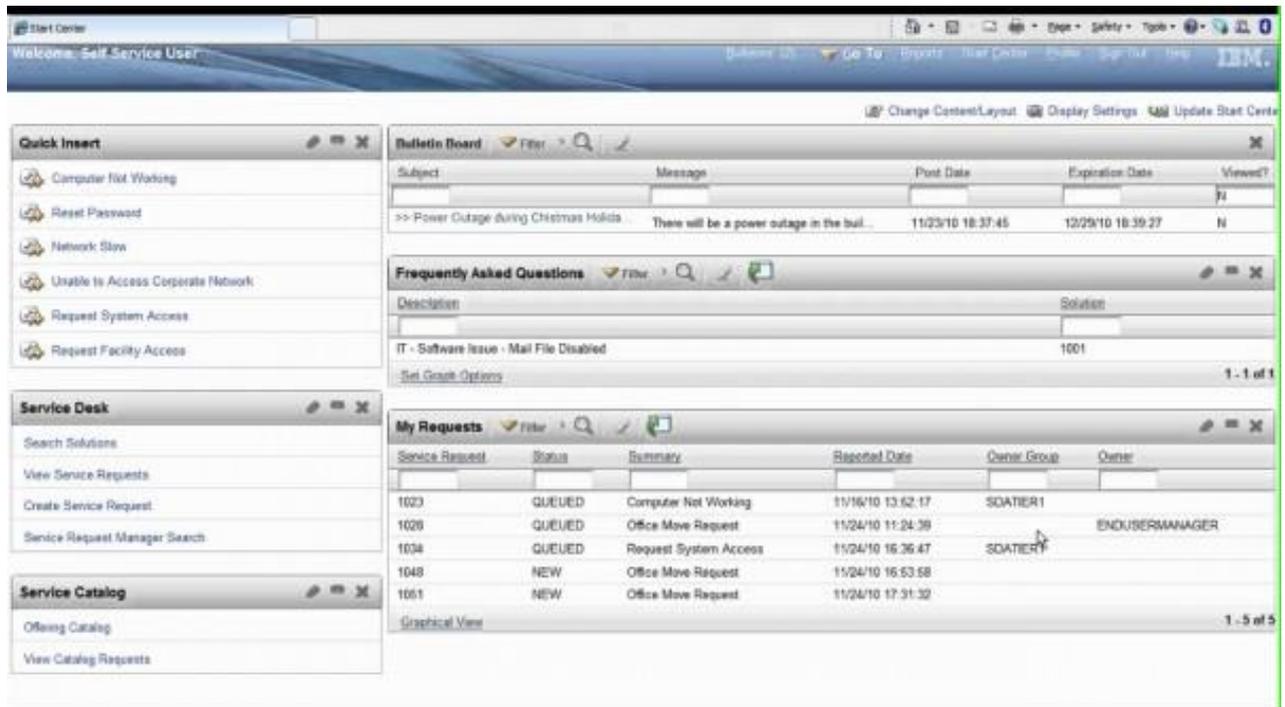
Το εργαλείο Maximo Asset Management από την IBM συνδυάζει τη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων με τη διαχείριση συντήρησης. Από ένα ενιαίο σύστημα, οι εταιρείες μπορούν να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται τον πλήρη κύκλο ζωής των περιουσιακών στοιχείων της επιχείρησής τους, συμπεριλαμβανομένων εγκαταστάσεων, επικοινωνιών, μεταφορών, παραγωγής, υποδομής και άλλων. Αυτή η συγκεντρωτική λειτουργικότητα διασφαλίζει ότι οι χρήστες έχουν ορατότητα και έλεγχο των συνθηκών και διαδικασιών του ενεργητικού, αυξάνοντας παράλληλα την παραγωγικότητα και μειώνοντας το χρόνο διακοπής λειτουργίας του εξοπλισμού τους.

Το Maximo περιλαμβάνει μια πλήρη σειρά εργαλείων, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων και αποθεμάτων, προληπτικής συντήρησης και

διαχείρισης της εντολής εργασίας. Οι πόροι ηλεκτρονικής υποστήριξης και οι σελίδες κατάρτισης επιτρέπουν στους χρήστες να επεκτείνουν τις γνώσεις τους σχετικά με το προϊόν με τον δικό τους ρυθμό. Οι αναφορές, οι δείκτες KPI και οι πίνακες ελέγχου βοηθούν τους διαχειριστές να συνεργάζονται και να βλέπουν τις τάσεις των δεδομένων. [18]



Εικόνα 8: Καθορισμός της βάσης δεδομένων



Εικόνα 9: Αρχική σελίδα

2.2.2 Μηχανοργανωμένο Σύστημα Διαχείρισης Συντήρησης

Ορισμός

Μηχανοργανωμένο Σύστημα Διαχείρισης Συντήρησης (CMMS), γνωστό και ως Μηχανογραφημένο Σύστημα Πληροφοριών Διαχείρισης Συντήρησης (CMMIS), είναι ένα πακέτο λογισμικού που διατηρεί μια ηλεκτρονική βάση δεδομένων πληροφοριών σχετικά με τις εργασίες συντήρησης ενός οργανισμού. [19] Οι πληροφορίες αυτές αποσκοπούν να βοηθήσουν τους εργάτες συντήρησης να εργάζονται πιο αποτελεσματικά (για παράδειγμα, καθορίζοντας ποιες μηχανές απαιτούν συντήρηση και ποιες αποθήκες περιέχουν τα ανταλλακτικά που χρειάζονται) και να βοηθήσουν τη διοίκηση να λαμβάνει τεκμηριωμένες αποφάσεις (για παράδειγμα, τον υπολογισμό του κόστους επισκευής της διάλυσης του μηχανήματος έναντι προληπτικής συντήρησης για κάθε μηχανήμα, γεγονός που πιθανώς θα οδηγούσε σε καλύτερη κατανομή πόρων). Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν κάποια δεδομένα για την επαλήθευση της κανονιστικής συμμόρφωσης. [20]

Τα πακέτα Μηχανοργανωμένων Συστημάτων Διαχείρισης Συντήρησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν από οποιονδήποτε οργανισμό που πρέπει να εκτελεί συντήρηση εξοπλισμού και περιουσιακών στοιχείων. Ορισμένα προϊόντα Μηχανοργανωμένων Συστημάτων Διαχείρισης Συντήρησης επικεντρώνονται σε συγκεκριμένους τομείς της βιομηχανίας (λόγου χάριν, συντήρηση στόλων οχημάτων ή μονάδων υγειονομικής περίθαλψης). Άλλα προϊόντα έχουν ως στόχο να είναι πιο γενικά και καλύπτουν διάφορους τομείς επιχειρήσεων.

Τα πακέτα Μηχανοργανωμένων Συστημάτων Διαχείρισης Συντήρησης μπορούν να παράγουν αναφορές κατάστασης και έγγραφα που παρέχουν λεπτομέρειες ή περιλήψεις δραστηριοτήτων συντήρησης. Όσο πιο εξελιγμένο το πακέτο, τόσο περισσότερες εγκαταστάσεις και πληροφορίες ανάλυσης είναι διαθέσιμες.

Ακόμα, πολλά πακέτα Μηχανοργανωμένων Συστημάτων Διαχείρισης Συντήρησης μπορούν είτε να βασίζονται στον ιστό, δηλαδή να φιλοξενούνται από την εταιρεία που πωλεί το προϊόν σε έναν εξωτερικό διακομιστή είτε μέσω δικτύου LAN, πράγμα που σημαίνει ότι η εταιρεία που αγοράζει το λογισμικό φιλοξενεί το προϊόν στον δικό της διακομιστή.

Ένας διαφορετικός τρόπος να ορίσουμε ένα Μηχανοργανωμένο Σύστημα Διαχείρισης Συντήρησης είναι ως εργαλείο που μας επιτρέπει να επικοινωνούμε σχετικά με τις δραστηριότητες συντήρησης με τον ίδιο τρόπο, χρησιμοποιώντας τις ίδιες λέξεις, κάθε φορά. Παρέχει τεκμηρίωση αυτής της επικοινωνίας μέσω εντολών εργασίας, έτσι ώστε οι βασικές δραστηριότητες συντήρησης να μην ξεχαστούν. Αυτά τα συστήματα είναι στην πραγματικότητα σχεδιασμένα να κάνουν περισσότερα πράγματα για μια επιχείρηση, όπως η συλλογή υλικών και το κόστος εργασίας και χρησιμεύουν ως αποθήκη για όλες τις πληροφορίες συντήρησης. [21]

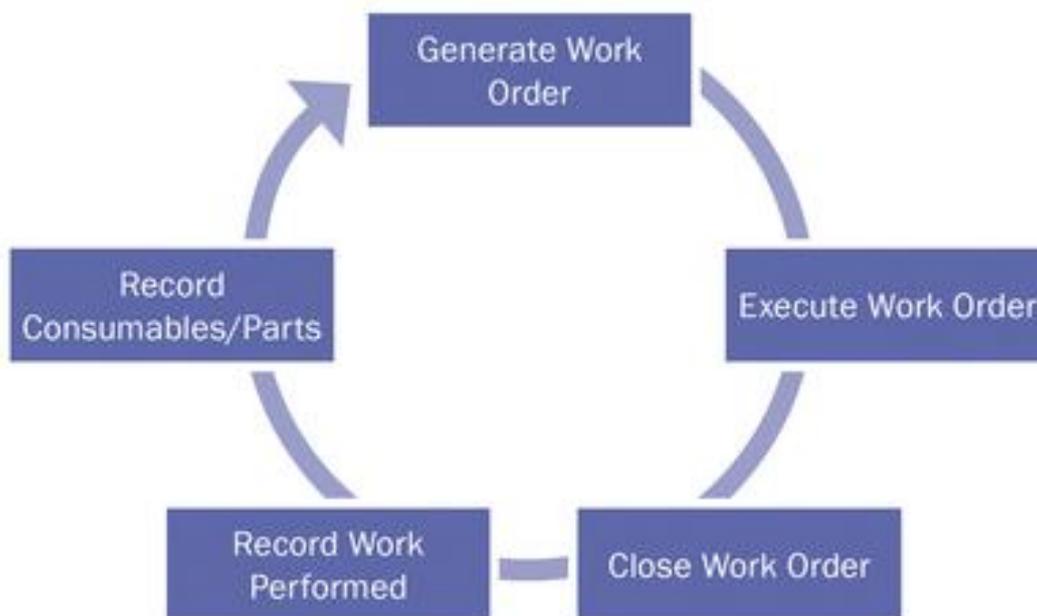
Υπάρχουν συγκεκριμένα προβλήματα που μπορεί να επιλύσει ένα μηχανοργανωμένο σύστημα διαχείρισης συντήρησης. Χωρίς μια διαδικασία εντολής εργασίας που χρησιμοποιείται για κάθε εργασία ξεχωριστά, δεν έχουμε τεκμηρίωση για το ποια είναι τα πλέον προβληματικά κομμάτια εξοπλισμού. Μόλις όμως μια εταιρεία εφαρμόσει κι

ενσωματώσει ένα τέτοιο σύστημα, παίρνοντας τη στάση ότι "τίποτα δεν συμβαίνει χωρίς εντολή εργασίας", το πρόβλημα αυτό επιλύεται.

Η πλήρης ορατότητα σε ό,τι έργο εκτελείται και σε ποια τμήματα εξοπλισμού συμβαίνει αυτό, μπορεί να μας βοηθήσουν να επιτύχουμε πράγματα όπως η προληπτική συντήρηση και η συντήρηση πρόβλεψης, και είναι δυνατόν ακόμη να συμβάλει καθοριστικά σε αποφάσεις επισκευής ή αντικατάστασης καθώς τα προβλήματα γίνονται πιο επαναλαμβανόμενα και δαπανηρά. Αρκετές φορές, οι τεχνικοί μπορεί να είναι ανθεκτικοί και αρνητικοί στην ιδέα της καταγραφής οποιασδήποτε εργασίας στο μηχανοργανωμένο σύστημα διαχείρισης συντήρησης. Αυτό συμβαίνει διότι συχνά, πιστεύουν ότι το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται για να παρακολουθεί τις δραστηριότητές τους και να διασφαλίζει ότι κάνουν τις δουλειές τους. [22]

Ένας καλύτερος τρόπος να σκεφτούμε το CMMS και τις εντολές εργασίας είναι ότι είναι ένας τρόπος να αποδειχθεί αξία διατήρησης για τον οργανισμό. Στην πραγματικότητα, οποιεσδήποτε εργασίες συντήρησης πραγματοποιούνται εκτός του συστήματος εντολών εργασίας, δεν προσμετράται ως δουλειά με αξία, αλλά δωρεάν. Για παράδειγμα, κάθε οργανισμός συντήρησης αισθάνεται ότι δεν έχει επαρκή προσωπικό, αλλά λίγοι είναι σε θέση να τεκμηριώσουν με ακρίβεια το πραγματικό φόρτο εργασίας τους. Αν μπορούσαν να τον μετρήσουν ακριβώς, θα τους βοηθούσαν να προσδιορίσουν το κατάλληλο επίπεδο στελέχωσης.

Η τεκμηρίωση και η διαχείριση των εργασιών και ο εξοπλισμός τεκμηρίωσης και διαχείρισης είναι άλλοι τρόποι να εξετάσουμε το μηχανοργανωμένο σύστημα διαχείρισης συντήρησης.



Εικόνα 10: Ένα CMMS τείνει να επικεντρώνεται στη διαχείριση συντήρησης. Μπορεί επίσης να επεκταθεί σε διαχείριση αποθεμάτων και σε άλλους κλάδους, αλλά συχνά εφαρμόζεται και χρησιμοποιείται από το προσωπικό συντήρησης.

Ας εξετάσουμε από κοντά το ακόλουθο πρόβλημα.

Έστω μια επιχείρηση με μια λειτουργία τριών βαρδιών, με κάθε δαπάνη μετατόπισης 20 λεπτών να κάνει μια γρήγορη επισκευή στο ίδιο κομμάτι του εξοπλισμού. Αν αυτή η γρήγορη εργασία 20 λεπτών δεν καταγραφεί από μια εντολή εργασίας μέσα στο μηχανοργανωμένο σύστημα διαχείρισης συντήρησης, αυτό που υπάρχει στην πραγματικότητα είναι ένα αόρατο πρόβλημα, επειδή η επικοινωνία από τη βάρδια στην αλλαγή δεν λαμβάνει χώρα. Αυτό σημαίνει ότι, σε ένα περιβάλλον παραγωγής, η γραμμή μπορεί να μειωθεί για 20 λεπτά κάθε βάρδια, κάθε μέρα, για χρόνια, που πραγματικά ανέρχεται σε 60 λεπτά την ημέρα, έως και 365 ημέρες το χρόνο. Αυτό αποτελεί μια τεράστια σπατάλη χρημάτων και προσωπικού. Ένα Μηχανοργανωμένο Σύστημα Διαχείρισης Συντήρησης μπορεί να συμβάλει στον εντοπισμό και τελικά στην εξάλειψη αυτών των προβλημάτων, εφόσον τεκμηριωθεί. [21]

Η χαμένη παραγωγικότητα είναι ένα πρόβλημα που μπορεί να επιλύσει το Μηχανοργανωμένο Σύστημα Διαχείρισης Συντήρησης. Ένα άλλο είναι η μη τεκμηριωμένη χρήση του αποθέματος συντήρησης, συμπεριλαμβανομένων των εξαρτημάτων και των αναλώσιμων. Πολλοί οργανισμοί μικρού και μεσαίου μεγέθους δεν στελεχώνουν με προσωπικό τις αποθήκες τους, έτσι συχνά παρατηρείται το φαινόμενο κάποιος εξοπλισμός να μετακινείται από τις αποθήκες από εργάτες, με σκοπό αυτοί να τεκμηριώσουν τι πήραν αργότερα. Αλλά συχνά αποτυγχάνουν ή ξεχνούν να τεκμηριώσουν τι χρησιμοποίησαν και πού ακριβώς το χρησιμοποίησαν. Κατά το σύστημα απογραφής, τα στοιχεία αυτά εξακολουθούν να βρίσκονται στο ράφι, προκαλώντας ελλείψεις (stock-outs) τα οποία με τη σειρά τους μπορούν να οδηγήσουν σε διακοπές λειτουργίας, όταν δεν είναι διαθέσιμο ένα απαραίτητο τμήμα.

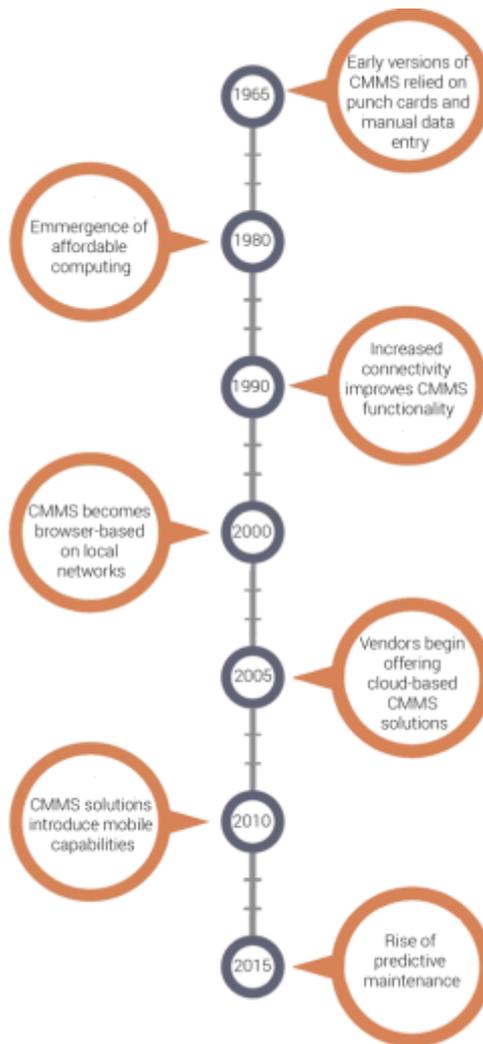
Μέσω της ενίσχυσης διαδικασιών και τεκμηρίωσης, μπορεί κανείς να δημιουργήσει μια κουλτούρα πειθαρχίας σε έναν οργανισμό συντήρησης. Εάν υπάρχει ένα σύστημα παραγγελιών CMMS, αυτό επιτρέπει την τυποποιημένη, επαναλαμβανόμενη και μερικές φορές προβλέψιμη διαδικασία που εμποδίζει τη δουλειά από το να χαθεί ή να ξεχαστεί, να παρουσιάσει προβλήματα εγγράφων ώστε να μπορέσει να επιδιορθωθεί και να διασφαλίσει ότι καταγράφεται η χρήση εργασίας και εξαρτημάτων ή υλικών.

Πολλά μηχανοργανωμένα συστήματα διαχείρισης συντήρησης είναι στην πραγματικότητα ικανά να διευκολύνουν πολύ περισσότερο και να παρέχουν επιπλέον λειτουργίες από την εντολή εργασίας και τη διαχείριση απογραφής συντήρησης. Ωστόσο, παρόλο που το Μηχανοργανωμένο Σύστημα Διαχείρισης Συντήρησης προσφέρει μακράν πιο προηγμένη λειτουργικότητα, συχνά δεν χρησιμοποιείται από τις σύγχρονες επιχειρήσεις, αφού θεωρείται "πρόγραμμα συντήρησης".

Ιστορία

Με την πάροδο του χρόνου, το μηχανοργανωμένο σύστημα διαχείρισης έχει περάσει από αρκετές αλλαγές για να καλύψει τις ανάγκες συντήρησης σε όλα τα μεγέθη εταιριών και βιομηχανιών.

Σύμφωνα με τον Jeff O'Brien της Maintenance Assistant Inc που γράφει πρόσφατα στον American Machinist, η εξέλιξη των CMMS ξεκίνησε στα πιο επικερδή εργοστάσια με τη μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ. [23]



Εικόνα 11: Ιστορία των μηχανοργανωμένων συστημάτων διαχείρισης

Το πρώτο μηχανοργανωμένο σύστημα διαχείρισης

Γύρω στο 1965, τα Μηχανοργανωμένα Συστήματα Διαχείρισης Συντήρησης ξεκίνησαν ως διάτρητες κάρτες με σκοπό να υπενθυμίζουν στους τεχνικούς να ολοκληρώσουν τα καθήκοντά τους και αργότερα εξελίχθηκαν σε τυπωμένο χαρτί. Οι τεχνικοί συντήρησης διαβίβαζαν τους καταλόγους ελέγχου της εργασίας για τους υπαλλήλους εισόδου δεδομένων για υποβολή στο εκάστοτε μηχανοργανωμένο σύστημα.

Πριν από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, τα τμήματα συντήρησης στους κατασκευαστικούς οργανισμούς ήταν μεταξύ 1-12% του εργατικού δυναμικού ενός εργοστασίου. Οι εταιρείες που επένδυναν σε τέτοιου είδους τεχνολογία διαχειρίζονταν μόνο τις μεγαλύτερες επιχειρήσεις στην αγορά σε ό,τι αφορά τα περιουσιακά στοιχεία.

Χαμηλό επίπεδο σύνδεσης LAN

Η επόμενη γενιά CMMS ήρθε στη δεκαετία του 1980 όταν έγινε δυνατή η μείωση της τιμής των υπολογιστών. Οι μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις ήταν σε θέση να επενδύσουν στην τεχνολογία για πρώτη φορά με την εμφάνιση οικονομικά προσιτού εξοπλισμού.

Καθ' όλη τη δεκαετία του 1990, οι επιχειρήσεις ήταν σε θέση να προσαρμόσουν τις λύσεις CMMS τους και να λειτουργούν μέσω σύνδεσης τοπικού δικτύου (LAN) για να μοιράζονται γρήγορα τα δεδομένα μεταξύ υπολογιστών για πρώτη φορά. Με την προσαρμογή ήρθε μια ποικιλία λειτουργιών λογισμικού.

Πλοήγηση και Νέφος

Προχωρώντας στις αρχές της δεκαετίας του 2000, το CMMS προσαρμόστηκε στον ιστό για πρόσβαση που βασίζεται σε προγράμματα περιήγησης σε τοπικούς διακομιστές. Οι ενημερώσεις του συστήματος έγιναν αρκετά πιο σύνθετες, μιας και στόχευαν στις πολύ προσαρμοσμένες ανάγκες του κάθε πελάτη.

Γύρω στα μέσα της δεκαετίας του 2000 με την άνοδο του Διαδικτύου, οι πωλητές άρχισαν να προσφέρουν εξ ολοκλήρου φιλοξενούμενες λύσεις με τους δικούς τους διακομιστές. Οι προμηθευτές έγιναν υπεύθυνοι για την υποστήριξη των δεδομένων του συστήματος αντί για το τμήμα πληροφορικής της εταιρείας.

Μηχανοργανωμένο σύστημα διαχείρισης σήμερα

Η τελευταία γενιά των συστημάτων αυτών γεννήθηκε στο νέφος μόνο τα τελευταία χρόνια.

Αυτός ο τύπος συστήματος έχει μια αρχιτεκτονική, η οποία επιτρέπει σε όλους τους πελάτες να έχουν πρόσβαση στην ίδια εφαρμογή. Κάθε χρήστης συνδέεται στο σύστημα με έναν μοναδικό λογαριασμό, αλλά έχει πρόσβαση στην ίδια βασική ασφάλεια, αναβαθμίσεις και δυνατότητες. Με αυτόν τον τρόπο, οι προμηθευτές μπορούν να παρέχουν γρήγορη υποστήριξη χωρίς διακοπές λειτουργίας και οι πελάτες δεν χρειάζονται ειδική ομάδα πληροφορικής.

Το Υπολογιστικό Νέφος συνεχίζει να κυριαρχεί στο χώρο της τεχνολογίας, καθώς όλο και περισσότεροι άνθρωποι συνειδητοποιούν τα οφέλη. Ορισμένες τάσεις που συμβαίνουν τώρα με το μηχανοργανωμένο σύστημα διαχείρισης περιλαμβάνουν:

- Ταχύτερη εφαρμογή
- Κινητή πρόσβαση
- Προβλεπτική αναφορά. [23]

Πλεονεκτήματα

Η εφαρμογή ενός Μηχανοργανωμένου Συστήματος Διαχείρισης Συντήρησης επηρεάζει σημαντικά τις εργασίες συντήρησης, καθώς στοχεύει στον έλεγχο και επίβλεψη των περιουσιακών στοιχείων μιας επιχείρησης.

Τα ακόλουθα οφέλη προκύπτουν από τον πλήρη έλεγχο του ενεργητικού:

1. **Αυξημένες πληροφορίες συντήρησης για καλύτερη λήψη αποφάσεων** - Οι λύσεις που προτείνουν τα συστήματα αυτά επιτρέπουν στις εταιρείες να συλλέγουν πληροφορίες συντήρησης, μετατρέποντας τα ιστορικά δεδομένα σε πληροφορίες για μακροπρόθεσμη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των διαδικασιών.
2. **Εκτεταμένοι κύκλοι ζωής εξοπλισμού και μειωμένος χρόνος διακοπής** - Η σωστή φροντίδα του εξοπλισμού κεφαλαίου οδηγεί σε υψηλότερη συνολική

απόδοση των επενδύσεων (Return Of Investments - ROI), παρατείνει τη χρήση του και αυξάνει τον κύκλο ζωής του. Η συνέχιση της συστηματικής συντήρησης οδηγεί σε πιο αξιόπιστο χρόνο προθέρμανσης στον εξοπλισμό, ωφελώντας τόσο το πρόγραμμα συντήρησης όσο και τη ροή εργασίας ολόκληρης της γραμμής παραγωγής.

3. **Αυξημένη υπευθυνότητα στον προϋπολογισμό** - Είναι σημαντικό να κατανοήσουν οι υπεύθυνοι το γιατί οι συσκευές δυσλειτουργούν και να καθιστούν το προσωπικό συντήρησης υπεύθυνο προκειμένου η δουλειά να επιτυγχάνεται σωστά την πρώτη φορά με αξιόπιστες λύσεις αντί να επενδύονται χρήματα και στη συνέχεια για διαρκείς επισκευές.
4. **Μειωμένο κόστος εργασίας χάρη σε καλύτερο προγραμματισμό** - Το προσωπικό συντήρησης μπορεί συχνά να αισθάνεται απροετοίμαστο από διάφορες ξαφνικές βλάβες και απρογραμμάτιστες επισκευές. Με ένα έξυπνο σύστημα προγραμματισμένης συντήρησης, το προσωπικό θα είναι λιγότερο πιθανό να εργάζεται υπερωριακά, μειώνοντας το επιπλέον κόστος εργασίας. Συνεπώς, το προσωπικό θα ξεκινάει καθημερινά με μια προληπτική προσέγγιση της προγραμματισμένης συντήρησης, αντί για μια ενεργητική προσέγγιση προς την επισκευή εξοπλισμού μετά από μια απροσδόκητη αποτυχία.
5. **Βελτιωμένη παρακολούθηση συμμόρφωσης και προτύπων συντήρησης**- Τα συστήματα διαχείρισης πληρούν επιτακτικούς κανονισμούς σχετικά με τον τρόπο επιθεώρησης και επισκευής του εξοπλισμού, καθώς παρακολουθούν όλα τα πρότυπα συντήρησης. Ανάλογα με τον κλάδο της επιχείρησης, το σωστό αντίστοιχο λογισμικό μπορεί επίσης να περιλαμβάνει διαθέσιμα πρότυπα υγείας, ασφάλειας και περιβάλλοντος που παρακολουθούν τις ενέργειες και τις διαδικασίες για την τήρηση των βιομηχανικών κανονισμών.
6. **Εξοικονόμηση κόστους σε ανταλλακτικά και αποθέματα** - Τα συστήματα CMMS συμβάλλουν στη σωστή ισορροπία των ανταλλακτικών και αποθεμάτων με αξιόπιστες προβλέψεις συντήρησης. Αντί να εξαντληθεί το απόθεμα όταν υπάρχει ανάγκη, ή να παραγγελθούν περιττά εξαρτήματα που μετατρέπονται σε απόβλητα, τα επίπεδα απογραφής ρυθμίζονται και η παραγγελία νέων τμημάτων αυτοματοποιείται και πραγματοποιείται μόνο όταν προκύψει ανάγκη.
7. **Απλούστερη διαδικασία εκπαίδευσης** - Οι λύσεις CMMS επιτρέπουν στους χρήστες να εισάγουν κάτι περισσότερο από τον προσδιορισμό του εξοπλισμού. Οι χρήστες μπορούν επίσης να επισυνάψουν έγγραφα, εικόνες και βίντεο ως οδηγούς για τη διεξαγωγή εργασιών συντήρησης. Καθώς το παλαιότερο προσωπικό συντήρησης συνταξιοδοτείται και προσλαμβάνονται νέοι υπάλληλοι, αυτό επιτρέπει την απλούστερη και περισσότερο αποτελεσματική μεταφορά γνώσης.
8. **Καλύτερες μετρήσεις απόδοσης για τη θέσπιση προτύπων συντήρησης** - Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι η ανακάλυψη στατιστικών τάσεων για το χρονικό διάστημα και το ποσό των χρημάτων που χρειάζονται για τη συντήρηση και, έπειτα, η δυνατότητα θέσπισης προτύπων απόδοσης για το προσωπικό. Διάφορα είδη πληροφοριών μπορούν να εντοπιστούν σε μια λύση CMMS για να μετρηθεί η ικανοποίηση του πελάτη, η αξιοπιστία των υπηρεσιών, ο μέσος χρόνος μεταξύ αποτυχιών και άλλοι.
9. **Αυξημένη παραγωγικότητα** - Ο χρόνος για την αναζήτηση μέσω υπολογιστικών φύλλων ή αρχείων χαρτιού για να λάβετε ζωτικής σημασίας πληροφορίες σχετικά με συμβάσεις, εγγυήσεις και άλλα, είναι δυνατόν να μειωθεί με τη χρήση τέτοιων συστημάτων. Οι λύσεις CMMS με κινητές μονάδες εφαρμογών παρέχουν επίσης στους τεχνικούς συντήρησης άμεση πρόσβαση στις εντολές

εργασίας, στις θέσεις των περιουσιακών στοιχείων, στον έλεγχο αποθεμάτων και στο εκπαιδευτικό υλικό ενώ βρίσκονται εν κινήσει.

10. **Βελτιωμένη ικανοποίηση του πελάτη** - Ενώ η ικανοποίηση των πελατών δεν μπορεί πάντα να ποσοτικοποιηθεί, η οργάνωση της δομής συντήρησης με διαφάνεια και συνεπείς πρακτικές χρέωσης παρέχει μακροπρόθεσμα οφέλη για την καλλιέργεια μιας πιστής πελατειακής βάσης. [24]

Με ένα βελτιωμένο και εξορθολογισμένο σύστημα, είναι εφικτή η προσεκτική παρακολούθηση σε ό,τι αφορά τα στοιχεία ενεργητικού με ποικίλους τρόπους. Αυτά τα περιουσιακά στοιχεία περιλαμβάνουν τον εξοπλισμό, το απόθεμα και το εργατικό δυναμικό και μπορούν να ταξινομηθούν σε κατηγορίες για προσεκτική μέτρηση του κόστους κατά μετοχές, εξαρτήματα, προσωπικό και άλλα.

2.2.1 Παραδείγματα

Υπάρχουν πολλές λύσεις στην αγορά για Μηχανοργανωμένα Συστήματα Διαχείρισης Συντήρησης. Παρακάτω ακολουθεί μια ενδεικτική λίστα τέτοιων συστημάτων μαζί με μια σύντομη περιγραφή καθώς τις βασικές τους λειτουργικότητες.

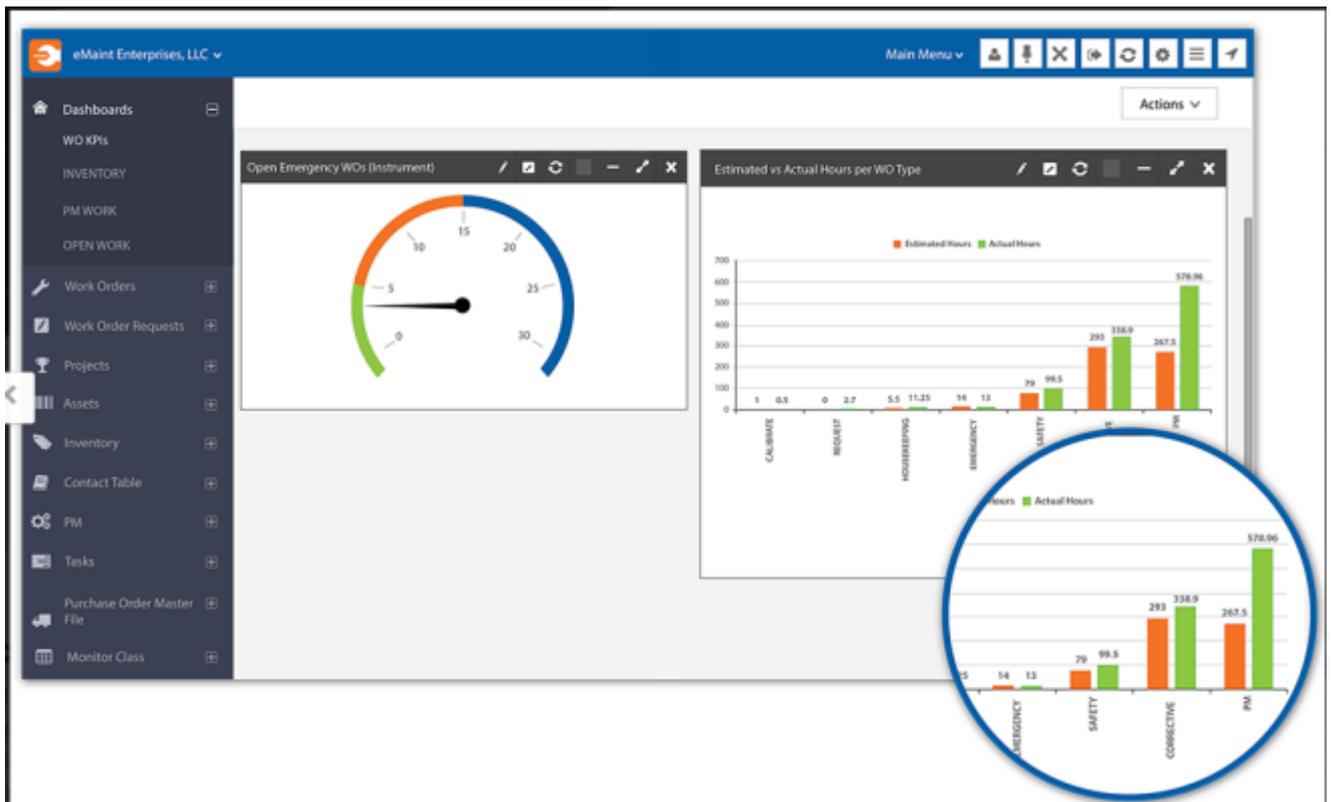
2.2.1.1 eMaint (<https://www.emaint.com>)

Η eMaint, μια εταιρεία της Fluke, είναι μια λύση ηλεκτρονικής διαχείρισης λογισμικού συντήρησης που βοηθάει χιλιάδες επιχειρήσεις παγκοσμίως να διαχειρίζονται τα περιουσιακά στοιχεία τους, να εξομαλύνουν τις ροές εργασίας, να εντοπίζουν τα αποθέματα και να προβαίνουν σε προληπτική και προβλέψιμη συντήρηση.

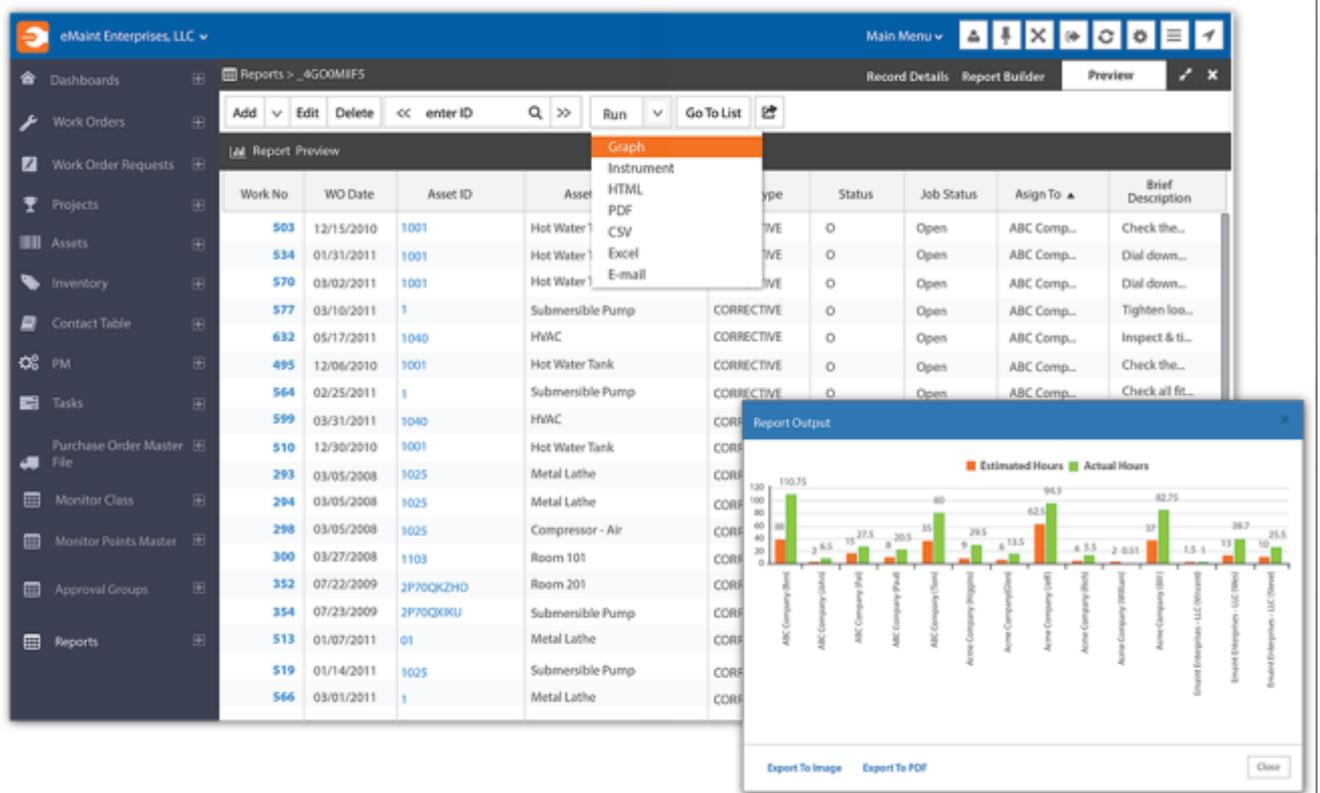
Οι βασικές λειτουργίες περιλαμβάνουν εργαλεία εντοπισμού, διαχείρισης και ελέγχου των αιτημάτων και εντολών εργασίας, απογραφής και ανταλλακτικών, χρονοδιαγράμματα εργασίας και ανάθεσης, παρακολούθηση του εξοπλισμού και υποστήριξη της συμμόρφωσης των κανονισμών. [25]

Η λύση λογισμικού ως υπηρεσία (Software as a Service - SaaS) που βασίζεται στον ιστό του eMaint είναι προσπελάσιμη σε υπολογιστές, έξυπνα τηλέφωνα, ταμπλέτες και σε οποιαδήποτε άλλη συσκευή που βασίζεται σε περιηγητές. Κάθε πακέτο συνδρομής eMaint περιλαμβάνει έναν διαχειριστή επιτυχίας πελατών, απεριόριστη παροχή βοήθειας από εξειδικευμένο γραφείο υποστήριξης (μέσω τηλεφώνου, ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και ζωντανής συνομιλίας), καθημερινή δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας δεδομένων και ενημερώσεις και βελτιώσεις λογισμικού. [26]

Η λύση αυτή μπορεί να διαμορφωθεί για επιχειρήσεις κάθε μεγέθους, από μικρούς οργανισμούς έως πολύ μεγάλες εταιρείες και είναι αρκετά ευέλικτη ώστε να εξυπηρετεί ποικίλες βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένων κατασκευαστικές, στόλου, ενέργειας, διαχείρισης εγκαταστάσεων, υγειονομικής περίθαλψης και πανεπιστημίων.



Εικόνα 12: Αρχική σελίδα – Dashboard



Εικόνα 13: Αναφορές - Reporting

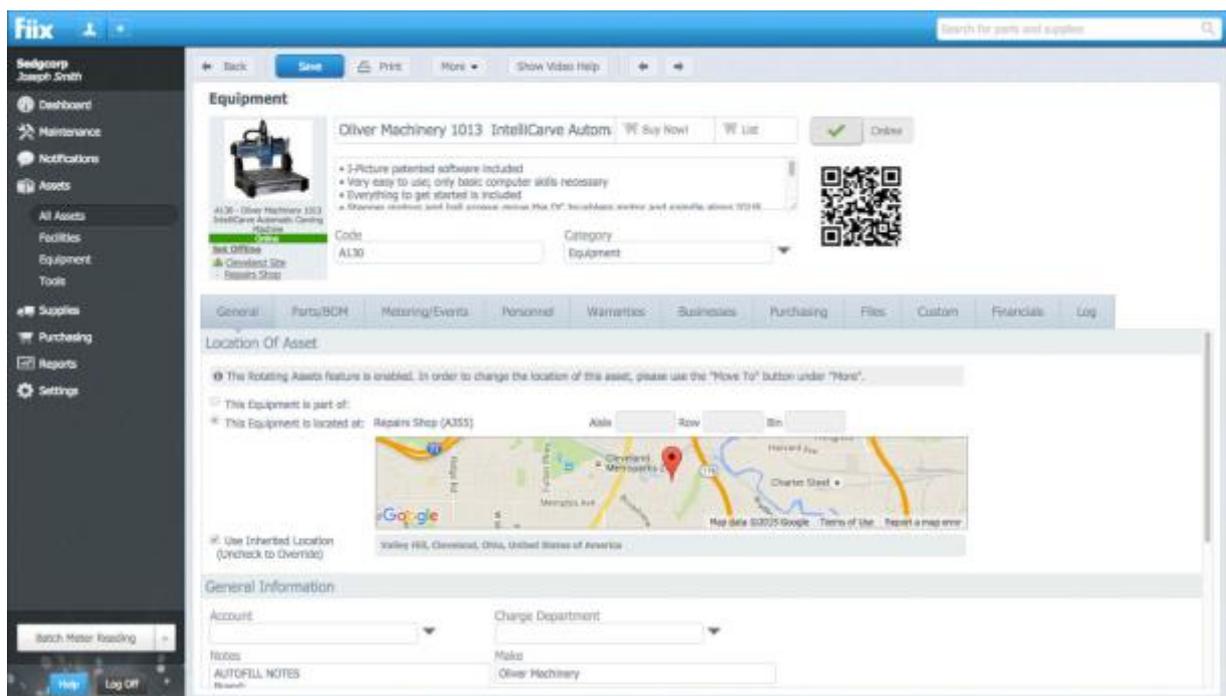
2.2.1.2 Fiix (<https://www.fiixsoftware.com>)

Το Fiix είναι μια λύση διαχείρισης συντήρησης που βασίζεται στο cloud και βοηθά τους χρήστες να διαχειρίζονται καθημερινά εντολές εργασίας και να εργάζονται για την καθιέρωση στρατηγικών προληπτικής συντήρησης. [27]

Αυτό το Μηχανοργανωμένο Σύστημα Διαχείρισης Συντήρησης διαχειρίζεται τα υλικά περιουσιακά στοιχεία, τα χρονοδιαγράμματα και τα μέρη συντήρησης και τηρεί λεπτομερή αρχεία για την απόδοση του ενεργητικού και το ιστορικό συντήρησης.

Άλλα χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν διαχείριση αποθεμάτων, ανταλλακτικών και προμηθειών, διαδραστικό ημερολόγιο, εκτυπώσιμους QR κώδικες για εύκολη προσθήκη ετικετών, προσαρμόσιμες αναφορές, διαχείριση πολλαπλών τοποθεσιών, ενσωμάτωση ολοκληρωμένου συστήματος σχεδιασμού των πόρων της επιχείρησης (Enterprise Resource Planning - ERP) και άλλα.

Επιπλέον, το Fiix είναι βασίζεται στο διαδίκτυο, το οποίο σημαίνει ότι το λογισμικό ενημερώνεται αυτόματα. Όλοι οι χρήστες έχουν επίσης πρόσβαση σε εφαρμογή στο κινητό, ώστε οι αιτήσεις εργασίας και οι μετρήσεις να μπορούν να υποβληθούν από απόσταση. [28]



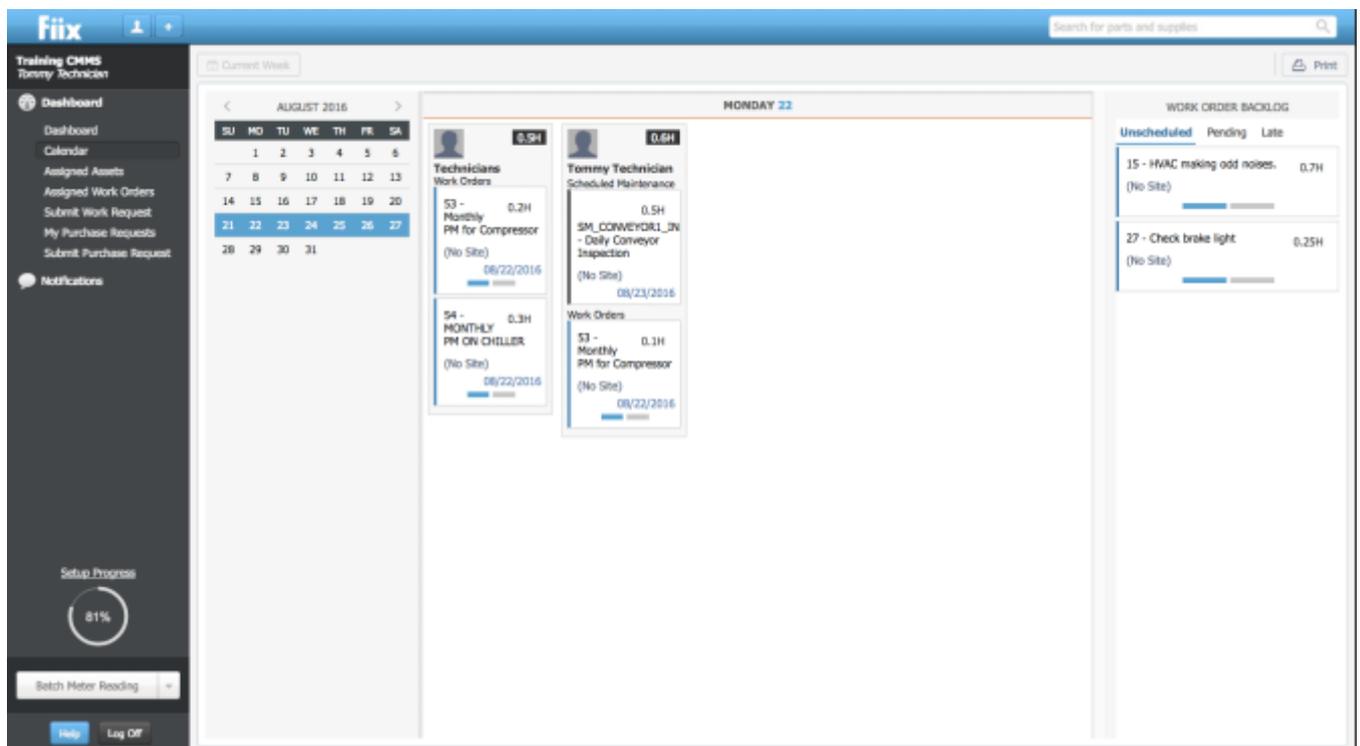
Εικόνα 14: Εισαγωγή καινούριου εξοπλισμού

Work Orders (Build filter) Status group: Active

ID	Description	Category	Site	Status	Priority
DC_308	201 - EHSS - FRUM - 01 (FRUM - 01)	Preventive	Dublin Site (A25)	Open - Stalled (Pendi...	2,5
DC_309	201 - BUIL - IADD - 01 (IADD - 01); 201 - BUIL - IADD - 02 (IADD - 02); 201 - BUI-	Preventive	Dublin Site (A25)	Open - Stalled (Pendi...	2,5
DC_310	201 - BUIL - PDWC - 01 (PDWC - 01)	Preventive	Dublin Site (A25)	Open - Stalled (Pendi...	2,5
DC_311	201 - EHSS - EKL - 01 (EKL - 01); 201 - EHSS - EKL - 01 (EKL - 01); 201 - EHSS -	Preventive	Dublin Site (A25)	Open - Stalled (Pendi...	2,5
112		Safety	Toronto Site (A1)	Open	2,7
114	Main Office Facility (A100)		Cleveland Site (A99)	Open	2,7
1001	AS-SSW-HVAC (A81)	Damage	Atlanta Site (A9)	Open	2,7
1007	Toronto Headquarters (A2)	Project	Toronto Site (A4)	Open	2,8
1039	201 - EHSS - FEKT - 06 - Monday 6th (FEKT - 06)		Dublin Site (A25)	Open	2,8
1045	201 - DOCK - DOOR - 03 (DOOR - 03)	Project	Dublin Site (A25)	Open	2,8
1046	Citywest Storage Depot (A157)	Meter read...	Dublin Site (A25)	Escalated to 3rd Line...	2,8
1049	Powerhouse (A221)	Preventive	Dublin Site (A25)	Open	2,8
1062	Storage Shed West Wing (A2)	Electrical	Toronto Site (A1)	Open	2,8
1133	201 - DOCK - DOOR - 01 (DOOR - 01)	Corrective	Dublin Site (A25)	Assigned	2,9
1169	201 - BUIL - GHEA - 01 (GHEA - 01)	Upgrade	Dublin Site (A25)	Open	2,9
1179	Air Compressor Pump (A354)		Cleveland Site (A99)	Open	2,9
1181	CS-MO-PF-HVAC (A108); CS-MO-GF-HVAC (A109); CS-MO-SF-HVAC (A107); CS-PF-S-		Cleveland Site (A99)	Open	2,9
1183	Air Compressor Pump (A354)		Cleveland Site (A99)	Open	2,9
1184	Air Compressor Pump (A354)		Cleveland Site (A99)	Open	2,9
1185	Air Compressor Pump (A354)		Cleveland Site (A99)	Open	2,9
1187	201 - BUIL - ELEV - 01 (ELEV - 01)	Electrical	Dublin Site (A25)	Open	2,9
1188	Generator 1 (A227)	Inspection	Dublin Site (A25)	Open	2,9
1201	201 - EHSS - FEKT - 04 (FEKT - 04)		Dublin Site (A25)	Assigned	2,9

1 - 60 of 103

Εικόνα 15: Εντολές εργασίας



Εικόνα 16: Ημερολόγιο

2.2.3 Διαφορές μεταξύ CMMS και EAM

Κάποιοι ισχυρίζονται ότι δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ ενός CMMS και ενός EAM συστήματος. Το EAM προσφέρει σίγουρα ένα ευρύτερο φάσμα λειτουργικότητας, κι η οριοθέτηση μεταξύ των δύο μπορεί να σχεδιαστεί κατά την αγορά επιπλέον λειτουργικότητας και χαρακτηριστικών. Μια εταιρεία που χρησιμοποιεί ένα CMMS συχνά θα το ενσωματώνει από σημείο σε σημείο με ένα σύστημα αγορών ή αυτές οι δύο λειτουργίες μπορούν να αντιμετωπιστούν σε εντελώς ξεχωριστές εφαρμογές. Από την άλλη πλευρά, οι εφαρμογές EAM έχουν εκτεταμένες προμήθειες, σχεδιασμό και οικονομική λειτουργικότητα γύρω από τις οποίες η εφαρμογή είναι, σε κάποιο βαθμό, χτισμένη. [29]

Πολλά πακέτα CMMS μπορεί επίσης να φαίνονται κάπως παρόμοια με μια εφαρμογή EAM επειδή επιτρέπουν τη διαχείριση των έργων. Ορισμένες εφαρμογές CMMS έχουν ακόμη μια ενότητα έργου (project module) που ενσωματώνει και χρησιμοποιεί εντολές εργασίας και δημιουργεί παραγγελίες εργασίας γονέως-παιδιού, όλες αποσκοπώντας σε τερματισμό λειτουργίας και άλλα συμβάντα συντήρησης. Ίσως αυτή η λειτουργικότητα δεν είναι αρκετά ισχυρή ή δεν είναι απλά κάτι που γνωρίζουν οι υπεύθυνοι του CMMS. Και πάλι, το CMMS θεωρείται ότι έχει να κάνει με εντολές εργασίας και συντήρηση, και μια εταιρεία που επιλέγει CMMS αντί για EAM μπορεί να μην ψάχνει για αυτή την πρόσθετη λειτουργικότητα.

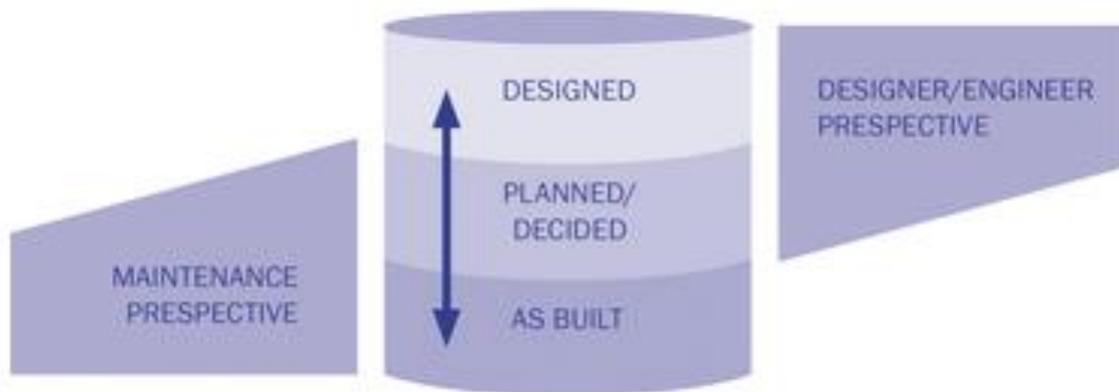
Η επιλογή μεταξύ CMMS και EAM μπορεί επίσης να επηρεαστεί από το μέγεθος του οργανισμού συντήρησης και από το πού, εντός της επιχείρησης, λαμβάνεται η απόφαση που αφορά το λογισμικό. Όταν ένα έργο λογισμικού οδηγείται από το τμήμα συντήρησης, τυπικά επιλέγουν ένα CMMS, επειδή συνήθως δεν συμμετέχουν άμεσα στην επιλογή περισσότερων συστημάτων ή εφαρμογών σε επίπεδο επιχείρησης. Επιπλέον, ένας μικρομεσαίος φορέας συντήρησης με 75 ή λιγότερους τεχνικούς συντήρησης θα επιλέξει συνήθως CMMS. Μια εταιρεία με περισσότερους από 75 τεχνικούς συντήρησης τείνουν να προτιμούν μια εφαρμογή EAM. Καθώς μια εταιρεία έχει περισσότερους τεχνικούς συντήρησης, ανθρώπινους πόρους και άλλους ρόλους για να ενσωματωθεί με το προσωπικό συντήρησης, το EAM πιθανότατα γίνεται πιο επιθυμητό. Επιπλέον, μια εταιρεία της οποίας ολόκληρη η λειτουργία επικεντρώνεται σε μεγάλο βαθμό στη διατήρηση και εκμετάλλευση περιουσιακών στοιχείων, θα απαιτήσει τη διαχείριση των τεχνικών και ακόμη και των εργολάβων που εργάζονται μαζί τους, απευθείας και μέσα από τα επιχειρηματικά τους συστήματα.

Για τους περισσότερους οργανισμούς, αυτό το επίπεδο πολυπλοκότητας σε ένα σύστημα είναι μη προτιμητέο. Και αυτό που συμβαίνει, δυστυχώς, είναι ότι πολλοί οργανισμοί που εφαρμόζουν το CMMS ή το EAM μπορεί να δέχονται συμβουλές να εξετάσουν μια πλήρη προσέγγιση διαχείρισης του κύκλου ζωής των περιουσιακών στοιχείων, ενώ αυτοί ζητούν να επικεντρωθούν αποκλειστικά στην απόκτηση των περιουσιακών στοιχείων και να διασφαλίσουν ότι τα έργα τους θα ολοκληρωθούν. Έτσι, χάνουν την ευκαιρία να επιλέξουν μια εφαρμογή ικανή για ευρύτερα καθήκοντα διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων ή ακόμα και αν μια πιο ισχυρή εφαρμογή έχει επιλεγεί, αποτυγχάνουν να θέσουν τα απαιτούμενα βασικά στοιχεία για να χρησιμοποιήσουν πλήρως τη λειτουργικότητα.

Οι περισσότερες ομάδες επιλογής και υλοποίησης υφίστανται πιέσεις για να εισέλθουν γρήγορα στο σύστημα και να διατηρήσουν το πρόγραμμα του management. Μόλις ολοκληρώσουν αυτόν τον αρχικό στόχο υλοποίησης, δεν επενδύουν ποτέ τον χρόνο

να επιστρέψουν και να κάνουν περισσότερα για το σύστημα. Έτσι, όποιος τους βοηθά να εφαρμόσουν αρχικά το σύστημα, πρέπει να τους οδηγήσει να προσπαθήσουν να αγκαλιάσουν όλες τις δυνατότητες αυτού. Συνήθως, οι εφαρμογές CMMS χρησιμοποιούνται μόνο σε 50% ή λιγότερες από τις συνολικές δυνατότητες του συστήματος. Το ίδιο ισχύει δυστυχώς και με το EAM, το οποίο θεωρείται περισσότερο δαπανηρό, επειδή υπάρχουν πολύ περισσότερες πληροφορίες περιουσιακών στοιχείων και πολύ περισσότερη δουλειά.

Σε αντίθεση με ένα CMMS, το EAM είναι μια εφαρμογή σε ολόκληρη την επιχείρηση που μπορεί να λειτουργήσει ακριβώς όπως μια εφαρμογή ERP (Enterprise Resource Planning) για μια επιχείρηση που διαχειρίζεται πολλά περιουσιακά στοιχεία - από το γενικό λογιστικό βιβλίο μέχρι την αγορά, τα έργα, τη μηχανική και τις ατομικές εντολές εργασίας. Ακόμα είναι δυνατόν να εφαρμοστεί ώστε να περιλαμβάνει όσο το δυνατόν περισσότερες λειτουργίες της επιχείρησης και να ολοκληρώνεται μέσω των διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών (API) με άλλα συστήματα επιχειρήσεων.



Εικόνα 17: Το EAM πρέπει να καλύπτει ολόκληρο τον κύκλο ζωής του περιουσιακού στοιχείου, από το σχεδιασμό μέχρι τον παροπλισμό. [21]

Ενώ το CMMS έχει σχεδιαστεί για να διαχειριστεί τις εργασίες συντήρησης έτσι ώστε να βελτιώσει την αξιοπιστία του, το EAM σχεδιάστηκε έτσι ώστε να επιτρέπει στο εκτελεστικό επίπεδο της επιχείρησης να μεγιστοποιεί την παραγωγική αξία του περιουσιακού στοιχείου, πράγμα που φυσικά σημαίνει ότι οι υπεύθυνοι χρειάζονται πλήρη πρόσβαση στα έξοδα συντήρησης. Ταυτόχρονα, χρειάζεται ορατότητα στο κόστος για την αρχική κατασκευή του περιουσιακού στοιχείου, το κόστος αντικατάστασης ή επέκτασης του κύκλου ζωής, το κόστος των εργασιών συντήρησης, και φυσικά, το ανθρώπινο κόστος που σχετίζεται με μισθούς, παροχές και άλλα. Πρέπει επίσης να αξιολογηθούν οι κίνδυνοι που παρουσιάζει το περιουσιακό στοιχείο, έτσι ώστε η διαχείριση της ακεραιότητας περιουσιακών στοιχείων και η διαχείριση του κινδύνου να είναι κρίσιμης σημασίας - ιδιαίτερα για τις εταιρείες όπου η αποτυχία του ενεργητικού μπορεί να οδηγήσει όχι μόνο σε χαμένη παραγωγικότητα, αλλά σε παραβιάσεις ασφαλείας ή περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Συνοψίζοντας, οι διαφορές μεταξύ του EAM και του CMMS περιλαμβάνουν κυρίως τον τύπο των στοιχείων ενεργητικού και το εύρος των πληροφοριών που παρακολουθούν:

- Η EAM παρακολουθεί το σύνολο του χαρτοφυλακίου περιουσιακών στοιχείων της επιχείρησης, συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογιών πληροφορικής και

των υλικών στοιχείων ενεργητικού, του εξοπλισμού και των κτιρίων, των πάγιων στοιχείων ενεργητικού και των αναλωσίμων, ενώ το CMMS παρακολουθεί ένα μέρος αυτών.

- Το EAM παρακολουθεί το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας των περιουσιακών στοιχείων του κύκλου ζωής, ενώ το CMMS επικεντρώνεται στο στάδιο συντήρησης της ζωής του εξοπλισμού. [21]

2.3 Σύστημα Εποπτικού Ελέγχου και Απόκτησης Δεδομένων (SCADA)

Ο Εποπτικός Έλεγχος και η Απόκτηση Δεδομένων (SCADA) αναφέρεται σε βιομηχανικά συστήματα ελέγχου, που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των διαδικασιών υποδομής (επεξεργασία νερού, επεξεργασία λυμάτων, αγωγοί φυσικού αερίου, αιολικά πάρκα και άλλα), διεργασιών βασισμένες σε εγκαταστάσεις, όπως συμβαίνει σε αεροδρόμια και διαστημικούς σταθμούς, ή βιομηχανικών διεργασιών (παραγωγή, μεταποίηση, διύλιση, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κ.λπ.). [30]

Τα ακόλουθα υποσυστήματα είναι συνήθως παρόντα στα συστήματα SCADA:

- Μια συσκευή που χρησιμοποιείται από έναν άνθρωπο χειριστή, όπου όλα τα επεξεργασμένα δεδομένα παρουσιάζονται στον χειριστή,
- Ένα σύστημα εποπτείας που συγκεντρώνει όλα τα απαιτούμενα δεδομένα σχετικά με τη διαδικασία,
- Απομακρυσμένες μονάδες τερματικού (Remote Terminal Units - RTUs) συνδεδεμένες στους αισθητήρες της διαδικασίας, οι οποίες συμβάλλουν στη μετατροπή των σημάτων των αισθητήρων σε ψηφιακά δεδομένα και στην αποστολή των δεδομένων στην εποπτική ροή,
- Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (Programmable Logic Controllers - PLCs) που χρησιμοποιούνται ως συσκευές πεδίου, και τέλος
- Υποδομή επικοινωνίας, η οποία συνδέει τις απομακρυσμένες μονάδες τερματικού με το εποπτικό σύστημα. [31]

Γενικά, ένα σύστημα SCADA δεν ελέγχει τις διαδικασίες σε πραγματικό χρόνο, αλλά συνήθως αναφέρεται στο σύστημα που συντονίζει τις διαδικασίες σε πραγματικό χρόνο.

Έννοιες συστημάτων εποπτικού ελέγχου και απόκτησης δεδομένων

Τα συστήματα εποπτικού ελέγχου και απόκτησης δεδομένων αναφέρονται στα κεντρικά συστήματα που ελέγχουν και παρακολουθούν ολόκληρους χώρους, ή στα σύνθετα συστήματα που καταλαμβάνουν μεγάλες περιοχές. Σχεδόν όλες οι ενέργειες ελέγχου εκτελούνται αυτόματα από τις μονάδες απομακρυσμένων τερματικών - RTU ή από τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές - PLC. Οι περιορισμοί στις λειτουργίες ελέγχου του κεντρικού υπολογιστή είναι επέμβαση εποπτικού επιπέδου ή βασική παράκαμψη. Για παράδειγμα, για κάποιο PLC σε μια βιομηχανική διαδικασία το οποίο ελέγχει τη ροή του νερού ψύξης, το σύστημα SCADA επιτρέπει την καταγραφή και την εμφάνιση οποιωνδήποτε αλλαγών που σχετίζονται με τις συνθήκες συναγερωμού και σημείων ρύθμισης της ροής (όπως υψηλή θερμοκρασία, απώλεια ροής κ.λπ.).

Η απόκτηση δεδομένων ξεκινά από το επίπεδο PLC ή RTU, το οποίο περιλαμβάνει τις αναφορές κατάστασης του εξοπλισμού και τα αποτελέσματα μετρήσεων των

μετρητών. Τα δεδομένα μορφοποιούνται και προσαρμόζονται έτσι ώστε ο χειριστής του χώρου ελέγχου να μπορεί να λαμβάνει αποφάσεις εποπτείας για να παρακάμψει ή να ρυθμίσει κανονικούς ελέγχους PLC και RTU, χρησιμοποιώντας τη διεπαφή ανθρώπου - μηχανής.

Τα συστήματα SCADA εφαρμόζουν ως επί το πλείστον τις κατανεμημένες βάσεις δεδομένων γνωστές ως βάσεις δεδομένων ετικετών, που περιέχουν στοιχεία δεδομένων που ονομάζονται σημεία ή ετικέτες. Ένα σημείο είναι μια ενιαία τιμή εξόδου ή εισόδου που ελέγχεται ή παρακολουθείται από το σύστημα. Τα σημεία είναι είτε "μαλακά" είτε "σκληρά". Η πραγματική έξοδος ή είσοδος ενός συστήματος αντιπροσωπεύεται από ένα σκληρό σημείο, ενώ το μαλακό σημείο είναι αποτέλεσμα διαφορετικών μαθηματικών και λογικών πράξεων που εφαρμόζονται σε άλλα σημεία. Αυτά τα σημεία συνήθως αποθηκεύονται ως ζεύγη χρονικής σήμανσης - τιμής. Η σειρά των ζευγών χρονικής σήμανσης - τιμής δίνει το ιστορικό του συγκεκριμένου σημείου. Η αποθήκευση πρόσθετων μεταδεδομένων με τις ετικέτες αποτελεί κοινή πρακτική (αυτά τα πρόσθετα δεδομένα μπορούν να περιλαμβάνουν σχόλια σχετικά με το χρόνο σχεδιασμού, πληροφορίες συναγερμού, διαδρομή προς τη συσκευή πεδίου ή το μητρώο PLC). [32]

Διεπαφή ανθρώπου – μηχανής

Η διεπαφή ανθρώπου – μηχανής είναι μια συσκευή που παρουσιάζει τα επεξεργασμένα δεδομένα στον χειριστή, ο οποίος την χρησιμοποιεί για να ελέγξει τις διαδικασίες. Η διεπαφή ανθρώπου – μηχανής συνδέεται με τις βάσεις δεδομένων του συστήματος SCADA, για να παρέχει τα διαγνωστικά δεδομένα, πληροφορίες διαχείρισης και πληροφορίες σχετικά με τις τάσεις, όπως είναι οι πληροφορίες υλικοτεχνικής υποστήριξης, τα λεπτομερή σχήματα για ένα συγκεκριμένο μηχάνημα ή αισθητήρα, οι διαδικασίες συντήρησης και οι οδηγοί αντιμετώπισης προβλημάτων.

Οι πληροφορίες που παρέχει στο προσωπικό λειτουργίας είναι γραφικές, με τη μορφή διαγραμμάτων. Αυτό σημαίνει ότι η σχηματική αναπαράσταση της εγκατάστασης που ελέγχεται είναι διαθέσιμη στο χειριστή. Για παράδειγμα, η εικόνα της αντλίας παρακάτω που συνδέεται με το σωλήνα δείχνει ότι αυτή η αντλία λειτουργεί και δείχνει επίσης την ποσότητα του υγρού που αντλείται μέσω του σωλήνα τη συγκεκριμένη στιγμή. Η αντλία μπορεί στη συνέχεια να απενεργοποιηθεί από τον χειριστή. Τα διαγράμματα αποτελούνται είτε από ψηφιακές φωτογραφίες εξοπλισμού διεργασίας με κινούμενα σύμβολα, είτε από σχηματικά σύμβολα που αντιπροσωπεύουν διάφορα στοιχεία διεργασίας. [33]



Εικόνα 18: Διεπαφή ανθρώπου - μηχανής για αντλία σε σύστημα SCADA

Τα συστήματα SCADA χρησιμοποιούνται πολύ συχνά και σε συστήματα συναγερμού. Ο συναγερμός έχει μόνο δύο ψηφιακά σημεία κατάστασης με τιμές ALARM ή NORMAL. Όταν πληρούνται τα προαπαιτούμενα του συναγερμού, θα ξεκινήσει η ενεργοποίησή του. Για παράδειγμα, όταν η δεξαμενή καυσίμου ενός αυτοκινήτου είναι κενή, ο συναγερμός ενεργοποιείται και το σήμα φωτισμού είναι αναμμένο. Προκειμένου να ειδοποιηθούν οι χειριστές και οι διαχειριστές του συστήματος, αποστέλλονται μηνύματα κειμένου και μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μαζί με το σήμα ενεργοποίησης συναγερμού.

Υλικό συστήματος

Το σύστημα SCADA ενδέχεται να διαθέτει τα στοιχεία του Κατανεμημένου Συστήματος Ελέγχου. Είναι δυνατή η εκτέλεση διαδικασιών με απλή λογική χωρίς να εμπλέκεται ο κύριος υπολογιστής επειδή χρησιμοποιούνται έξυπνα PLCs ή RTUs. IEC61131-39 (Ladder Logic) (αυτή είναι μια λειτουργική γλώσσα προγραμματισμού μπλοκ που χρησιμοποιείται συνήθως για τη δημιουργία προγραμμάτων που εκτελούνται σε PLCs και RTUs.) Το IEC 61131-3 έχει ελάχιστες απαιτήσεις εκπαίδευσης, σε αντίθεση με γλώσσες προγραμματισμού όπως C++ και Java. Οι μηχανικοί του συστήματος SCADA μπορούν να εκτελέσουν την υλοποίηση και το σχεδιασμό προγραμμάτων που εκτελούνται σε PLC ή RTU. Ο συμπαγής ελεγκτής, προγραμματιζόμενος ελεγκτής αυτοματισμού (PAC), συνδυάζει τις δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά ενός συστήματος ελέγχου βασισμένου σε υπολογιστή με ένα τυπικό PLC. Οι κατανεμημένες μονάδες RTU, σε διάφορες εφαρμογές SCADA υποσταθμού, χρησιμοποιούν υπολογιστές σταθμών ή επεξεργαστές πληροφοριών για επικοινωνία με PAC, προστατευτικά ρελέ και άλλες συσκευές εισόδου/εξόδου.

Μονάδα απομακρυσμένου τερματικού - RTU

Η μονάδα RTU συνδέεται με τον φυσικό εξοπλισμό. Συχνά, το RTU μετατρέπει όλα τα ηλεκτρικά σήματα που προέρχονται από τον εξοπλισμό σε ψηφιακές τιμές όπως το ανοιχτό/κλειστό κατάσταση από μια βαλβίδα ή διακόπτη, ή τις μετρήσεις όπως ροή, πίεση, ρεύμα ή τάση. Με τη μετατροπή και την αποστολή των ηλεκτρικών σημάτων στον εξοπλισμό, η μονάδα RTU μπορεί να ελέγχει τον εξοπλισμό, όπως κλείσιμο ή άνοιγμα βαλβίδας ή διακόπτη ή ρύθμιση της ταχύτητας της αντλίας.

Σταθμός εποπτείας

Ένας σταθμός εποπτείας αναφέρεται στο λογισμικό και στους εξυπηρετητές που είναι υπεύθυνοι για την επικοινωνία με τον εξοπλισμό πεδίου (PLCs, RTUs κ.λπ.) και, στη συνέχεια, με το λογισμικό διεπαφής ανθρώπου - μηχανής που τρέχει στους σταθμούς εργασίας στην αίθουσα ελέγχου ή κάπου αλλού. Ένας κύριος σταθμός μπορεί να αποτελείται από έναν μόνο υπολογιστή (συνήθως σε μικρά συστήματα). Ο κεντρικός σταθμός μπορεί να διαθέτει πολλούς διακομιστές, τοποθεσίες αποκατάστασης καταστροφών και κατανεμημένες εφαρμογές λογισμικού σε μεγαλύτερα συστήματα. Για την αύξηση της ακεραιότητας του συστήματος, πολλοί εξυπηρετητές ρυθμίζονται περιστασιακά σε κατάσταση αναμονής ή τίθενται ως εφεδρικά (dual redundant), παρέχοντας παρακολούθηση και συνεχή έλεγχο κατά τη διάρκεια βλαβών του διακομιστή.

Φιλοσοφία λειτουργίας

Το κόστος που προκύπτει από τις αποτυχίες του συστήματος ελέγχου είναι πολύ υψηλό, ακόμα και οι ζωές μπορεί να χαθούν. Για μερικά συστήματα SCADA, το υλικό είναι

ανθεκτικό, ώστε να αντέχει σε ακραίες θερμοκρασίες, τάση και κραδασμούς και η αξιοπιστία αυξάνεται σε πολλές κρίσιμες εγκαταστάσεις, συμπεριλαμβάνοντας κανάλια επικοινωνίας και συμπληρωματικό υλικό. Ένα τμήμα το οποίο αποτυγχάνει μπορεί να αναγνωριστεί και η λειτουργικότητα να αναληφθεί αυτόματα μέσω εφεδρικού αντίστοιχου, και επομένως μπορεί να αντικατασταθεί χωρίς καμία διακοπή της διαδικασίας.

Τάσεις

Στα τέλη της δεκαετίας του 1990, οι κατασκευαστές χρησιμοποίησαν ανοικτές δομές μηνυμάτων, όπως Modbus ASCII και Modbus RTU. Μέχρι το 2000, σχεδόν όλοι οι κατασκευαστές προσέφεραν πλήρως ανοικτή διασύνδεση όπως το Modbus TCP αντί για IP και Ethernet.

Τα συστήματα SCADA ευθυγραμμίζονται τώρα πια με τις τυπικές τεχνολογίες δικτύωσης. Τα παλαιά ιδιόκτητα πρότυπα αντικαθίστανται από τα πρωτόκολλα TCP/IP και Ethernet. Ωστόσο, λόγω ορισμένων χαρακτηριστικών της τεχνολογίας επικοινωνιών δικτύου πλαισίου, τα δίκτυα Ethernet έχουν γίνει αποδεκτά από την πλειονότητα των αγορών για τη διεπαφή ανθρώπου - μηχανής. Τα πρωτόκολλα της επόμενης γενιάς που χρησιμοποιούν υπηρεσίες ιστού XML και άλλες σύγχρονες τεχνολογίες ιστού υποστηρίζονται πλέον από την τεχνολογία πληροφορικής.

Ορισμένοι προμηθευτές έχουν αρχίσει να προσφέρουν συστήματα SCADA προσαρμοσμένα σε εφαρμογές που φιλοξενούνται σε απομακρυσμένες πλατφόρμες σε όλο το Διαδίκτυο. Ως εκ τούτου, δεν υπάρχει ανάγκη εγκατάστασης στη συσκευή χρήστη. Σημαντικές ανησυχίες προκύπτουν σχετικά με την αξιοπιστία, την ασφάλεια και την καθυστέρηση της σύνδεσης στο Internet. Το σίγουρο είναι πως τα συστήματα SCADA καθίστανται πανταχού παρόντα μέρα με τη μέρα. [31]

2.4 Ανάγκη ολοκλήρωσης συστημάτων

Θεωρούμε ότι οι αναδυόμενες τεχνολογίες πληροφορικής παρέχουν πλέον τα μέσα για τη βέλτιστη εκμετάλλευση των δεδομένων στις επιχειρήσεις και τη δημιουργία υποδομής που μπορεί να συμβάλει στη βελτιστοποίηση των ροών εργασιών που σχετίζονται με τα περιουσιακά τους στοιχεία, και επομένως, στην απόδοση των επενδύσεων που σχετίζονται με αυτά. Η διαδικασία λήψης αποφάσεων για επιχειρησιακές πτυχές, πολιτικές συντήρησης ή επενδύσεις που σχετίζονται με περιουσιακά στοιχεία είδαμε πως μπορεί να υποστηριχθεί με τη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων (Asset Management), δηλαδή τη "διαδικασία καθοδήγησης της απόκτησης, χρήσης και διάθεσης περιουσιακών στοιχείων για να αξιοποιηθούν στο έπακρο το μελλοντικό τους οικονομικό όφελος και τη διαχείριση των σχετικών κινδύνων και δαπανών καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους". [34] Αυτή ξεπερνά τα όρια των υπηρεσιών και επεκτείνεται και στη ροή εργασιών και την ανθρώπινη επικοινωνία, αλλά και στα διάφορα δεδομένα. [35]

Όπως είδαμε και προηγουμένως, σημαντικά υποσυστήματα στη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων καθορίζονται ως εξής:

- Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών – GIS
- Συστήματα Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης – EAM
- Μηχανοργανωμένο Σύστημα Διαχείρισης Συντήρησης – CMMS
- Συστήματα Εποπτικού Ελέγχου και Απόκτησης Δεδομένων - SCADA

- Συστήματα Πληροφοριών Πελατών - CIS

Παραπάνω, εστίασαμε στα συστήματα EAM, CMMS και SCADA.

Εξετάζοντας την ποικιλία των σχετικών συστημάτων, οι εφαρμογές πληροφορικής που υποστηρίζουν δραστηριότητες διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων σε επιχειρήσεις πρέπει να έχουν πρόσβαση σε διαφορετικές πηγές δεδομένων [36] και να παρέχουν στους χρήστες πληροφορίες ανάλογα με το ενδιαφέρον τους και το επίπεδο λεπτομέρειας που επιθυμούν. Επιπλέον, θα πρέπει να ενσωματώνονται εύκολα σε μεγάλα, σύνθετα και αποκεντρωμένα συστήματα και είναι δυνατόν να ρυθμιστούν έτσι, ώστε να ταιριάζουν με τη μεταβαλλόμενη βάση περιουσιακών στοιχείων και τα συμφέροντα των χρηστών σε όλη τη διάρκεια ζωής τους.

Οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν διαφορετικά είδη εγκαταστάσεων, από μεμονωμένα στοιχεία (π.χ. καλώδια, μετασχηματιστές κ.λπ.) μέχρι και ολόκληρα δίκτυα. Ένα μεγάλο μέρος των δεδομένων λειτουργίας έχει συλλεχθεί από αποκλειστικά, ιδιόκτητα συστήματα πληροφορικής, όπως SCADA. Δυστυχώς, χρησιμοποιείται μόνο μια μικρή μερίδα δεδομένων και κυρίως σε μεμονωμένες εφαρμογές, οι οποίες συνήθως παρέχουν πολύ περιορισμένες δυνατότητες ανταλλαγής δεδομένων με άλλες. Ωστόσο, υπάρχουν πολλές πληροφορίες που μπορούν και θα πρέπει να κοινοποιούνται μεταξύ των τμημάτων και μεταξύ διαφορετικών χρηστών και τα υπάρχοντα συστήματα δεν προσφέρουν αυτή τη λειτουργικότητα.

Επιπλέον, παρατηρείται το φαινόμενο της ασυνέπειας μεταξύ δεδομένων που βρίσκονται σε διαφορετικές βάσεις δεδομένων, όπου αντλούν τα δεδομένα τους από διαφορετικές εφαρμογές, με αποτέλεσμα να υπάρχουν ελλειπίες ή διπλές καταχωρήσεις, ή με διαφορετικά στοιχεία για το ίδιο περιουσιακό στοιχείο.

Συνεπώς, γίνεται φανερή η ανάγκη για ολοκλήρωση αυτών των συστημάτων. Στο παρακάτω κεφάλαιο, θα παρουσιάσουμε παραδείγματα διαφόρων προσπαθειών που έχουν γίνει σε μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις για την ολοκλήρωση αυτή σε διάφορους τομείς.

3. Σχετικές εργασίες

Τα τελευταία χρόνια έχει εκπονηθεί ένας μεγάλος αριθμός εργασιών οι οποίες αντικατοπτρίζουν τις προσπάθειες ολοκλήρωσης διαφορετικών συστημάτων με στόχο τη βέλτιστη αξιοποίηση των δεδομένων που προκύπτουν από αυτά. Κάποιες εργασίες ασχολούνται με τον τρόπο που οι επιχειρήσεις θα μπορούσαν να επιτύχουν βέλτιστη ροή εργασίας και έτσι εστιάζουν στην ολοκλήρωση συστημάτων Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων με συστήματα Ελέγχου, για να πετύχουν την υλοποίηση διαφόρων λειτουργιών, όπως η δημιουργία, η σύνδεση, η ενεργοποίηση και η διατήρηση προληπτικής συντήρησης. Άλλες εργασίες δίνουν μεγαλύτερη έμφαση σε μια διαφορετική κατηγορία περιουσιακών στοιχείων, γνωστά και ως χωρικά, προκειμένου να καταφέρουν να τα διαχειριστούν σε πραγματικό χρόνο, όπου τα επιλεγμένα δεδομένα θα πρέπει να μεταδίδονται από συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών σε συστήματα Διαχείρισης Περιουσιακών Επιχειρησιακών Στοιχείων.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστούν κάποιες εργασίες οι οποίες έχουν στόχο την υλοποίηση συστημάτων και μεθόδων ή την έρευνα γύρω από την ολοκλήρωση συστημάτων Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων και άλλων συστημάτων, είτε πρόκειται για συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών είτε για συστήματα Ελέγχου SCADA. Οι εργασίες αυτές επηρέασαν την ανάπτυξη της διπλωματικής εργασίας, άλλες σε μεγαλύτερο και άλλες σε μικρότερο βαθμό.

3.1 Ολοκληρωμένα συστήματα συντήρησης για περιουσιακά στοιχεία

Η εργασία με τίτλο "Βελτιστοποίηση της χρήσης περιουσιακών στοιχείων μέσω ολοκληρωμένων συστημάτων λογισμικού συντήρησης (*Optimizing Asset Usage Through Integrated Maintenance Software Systems*)" εκπονήθηκε από τους ερευνητές Thomas Werner and Claus Vetter οι οποίοι εργάζονται στην εταιρεία ABB στην Ελβετία. Στην εργασία αυτή, οι ερευνητές ισχυρίζονται πως συνήθως η βελτίωση της συνολικής αποτελεσματικότητας δεν απαιτεί την αντικατάσταση των συστημάτων πληροφορικής που ήδη υπάρχουν, αλλά επικεντρώνεται στον εντοπισμό, την ερμηνεία και την παροχή πληροφοριών που είναι ήδη διαθέσιμα σε διαφορετικά συστήματα με στόχο τη μεγιστοποίηση στην απόδοση των περιουσιακών στοιχείων. [35]

Η εργασία παρουσιάζει μια αρχιτεκτονική πληροφορικής για την ενσωμάτωση του Μηχανογραφικού Συστήματος Διαχείρισης συντήρησης (CMMS) με τις υπάρχουσες λύσεις SCADA που βασίζονται στην βιομηχανική πλατφόρμα IT της ABB, και παρουσιάζεται μια πρωτότυπη λύση που χρησιμοποιεί τη γραμμή προϊόντων SAP W3. Θεωρούν πως η βελτιστοποίηση των διαδικασιών συντήρησης σε μια επιχείρηση αποτελείται από αλληλένδετα στοιχεία, τα οποία βρίσκονται σε όλα τα επίπεδα εντός της επιχείρησης - έξυπνες μονάδες συλλογής δεδομένων, λειτουργίες δικτύου και διαχείριση επιχειρήσεων. Αυτά τα στοιχεία μοιράζονται πληροφορίες και συνδέονται μέσω μιας καθορισμένης ροής εργασίας. [35] Επομένως, κατά την εργασία, η βελτιστοποίηση δεν

περιλαμβάνεται σε μια μαγική εφαρμογή, αλλά μπορεί να βρεθεί σε όλα τα επίπεδα των λειτουργιών χρησιμότητας και πιο συγκεκριμένα:

1. **Επίπεδο ενεργητικού.** Ορισμένα περιουσιακά στοιχεία μπορούν να παράσχουν πληροφορίες σχετικά με την πραγματική κατάσταση λειτουργίας τους, όπως ώρες λειτουργίας, κρίσιμα όρια ασφαλείας ή υποβάθμιση της απόδοσης.
2. **Συλλογή δεδομένων,** όπως για παράδειγμα πραγματοποιείται από τις μονάδες συλλογής δεδομένων RTU στα συστήματα SCADA. Οι αλγόριθμοι παρακολούθησης καθορίζουν τις επιδόσεις σε πραγματικό χρόνο και τις συνθήκες υγείας κρίσιμων στοιχείων ενεργητικού, όπως μετασχηματιστές ή γεννήτριες.
3. **Λειτουργίες δικτύου.** Οι εφαρμογές σε επίπεδο δικτύου αναλύουν τις τρέχουσες συνθήκες ώστε να επιτρέπουν την ακριβή αξιολόγηση των δυνητικών συνθηκών βλάβης, ενώ άλλες εφαρμογές οδηγούν σχετικές πληροφορίες σε εγκαταστάσεις και χρήστες που πρέπει να ενημερωθούν.
4. **Επίπεδο Επιχείρησης.** Η σύνδεση δεδομένων που αφορούν το δίκτυο με πληροφορίες, π.χ. σχετικά με τη συντήρηση, τις υποχρεώσεις εφοδιασμού ή τα αιτήματα των πελατών, εκτελούνται συνήθως σε αυτό το επίπεδο.

Όπως προκύπτει και από τα παραπάνω, η διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων ξεπερνά τα σύνορα των υπηρεσιών κοινής ωφέλειας. Αυτό ισχύει όχι μόνο όσον αφορά τη ροή εργασίας και την ανθρώπινη επικοινωνία, αλλά και σε σχέση με τα δεδομένα. Αυτό ισχύει για όλα τα είδη βιομηχανιών με μεγάλη βάση εγκατεστημένων περιουσιακών στοιχείων - στον τομέα των υπηρεσιών κοινής ωφέλειας [37], καθώς και σε βιομηχανίες παρτίδων [38] και μεταποιητικές βιομηχανίες [39].

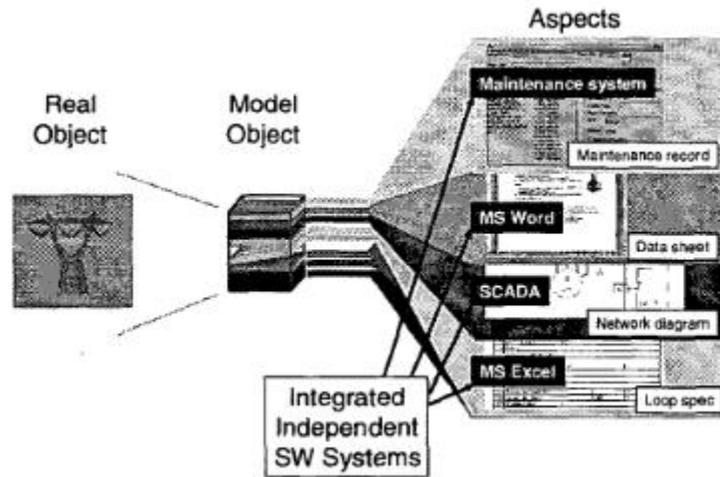
Έπειτα, οι συγγραφείς αναλύουν τη γενική αρχιτεκτονική ενός πλαισίου ενσωμάτωσης λογισμικού για βοηθητικά προγράμματα, και συνδέουν τα εξαρτήματα λογισμικού που διαμένουν σε διαφορετικά επίπεδα - συσκευές, RTU και εφαρμογές που εκτελούνται στο επίπεδο διαχείρισης δικτύου.

Συγκεκριμένα, η βασική λειτουργικότητα που παρέχεται από το Πλαίσιο Ενσωμάτωσης της ABB, η πλατφόρμα Aspect Integrator Platform (AIP), που υλοποιείται μέσω των εξαρτημάτων, περιλαμβάνει αρχειοθέτες προτύπων και εξαρτημάτων, συνδέοντας πηγές δεδομένων διεργασίας, επίμονες βάσεις δεδομένων για την αποθήκευση πληροφοριών (π.χ. αρχειοθέτηση) αλλά και δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, διαχείρισης χρηστών, πρόσβασης στο διαδίκτυο, ασφάλειας και αλληλεπίδρασης μεταξύ μηχανών. [35]

Τα αρχιτεκτονικά δομικά στοιχεία του πλαισίου ολοκλήρωσης είναι τα ακόλουθα: [40]

- 1) *Aspect αντικείμενα.* Οι έννοιες, οι συντελεστές και οι οντότητες που σχετίζονται με το περιβάλλον των επιχειρήσεων και των εγκαταστάσεων, για παράδειγμα μετασχηματιστές, γεννήτριες, καλώδια, γραμμές, διακόπτες, υποσταθμοί, διαδικασίες, πελάτες ή τοποθεσίες, αντιπροσωπεύονται ως Aspect objects.
- 2) *Aspect συστήματα.* Κάθε αντικείμενο έχει μια σειρά από λεγόμενες όψεις. Μια όψη είναι μια συνιστώσα που ενσωματώνει ένα υποσύνολο δεδομένων, δηλαδή χαρακτηριστικών και αντίστοιχων μεθόδων που σχετίζονται με το αντικείμενο και αφορούν ένα κοινό πλαίσιο ή σκοπό. Τα aspect συστήματα είναι οι εφαρμογές πρόσβασης σε πληροφορίες, οι οποίες

χρησιμοποιούνται για την προβολή, επεξεργασία, συντήρηση και αποθήκευση των πληροφοριών που περιέχονται στις όψεις ενός αντικειμένου. Από τις πληροφορίες σχετικές με τη διαδικασία που εμφανίζονται γραφιστικά, ο χρήστης μπορεί έτσι να πλοηγηθεί απρόσκοπτα στις πληροφορίες σχετικές με τη συντήρηση (π.χ. εντολή εργασίας) χωρίς να χάσει το πλαίσιο του αντικειμένου.



Εικόνα 19: Aspect αντικείμενα και συστήματα

Οι συγγραφείς, θέλοντας να εξελίσουν την παραπάνω αρχιτεκτονική, παρουσιάζουν στην παρούσα εργασία μια αρχιτεκτονική λύσεων που συνδυάζει τον τομέα πραγματικού χρόνου των λειτουργιών χρησιμότητας με τον τομέα των συναλλαγών.

Για την εγκατάσταση του συστήματος που προτείνουν (Εικόνα 20), τρία συστήματα βοηθητικών συστημάτων συνδέονται με την AIP. Αυτά είναι: πρώτον, ο διακομιστής SCADA, που παρέχει πρόσβαση σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και δεδομένα δικτύου, δεύτερον, μια μηχανή γραφικών δικτύου που περιέχει τις πληροφορίες διαμόρφωσης και είναι ικανή να εμφανίζει την κατάσταση του δικτύου, και τέλος ένα σύστημα CMMS, το οποίο περιέχει πληροφορίες εξοπλισμού, αρχεία συντήρησης και πληροφορίες για το συνεργείο συντήρησης. [35]

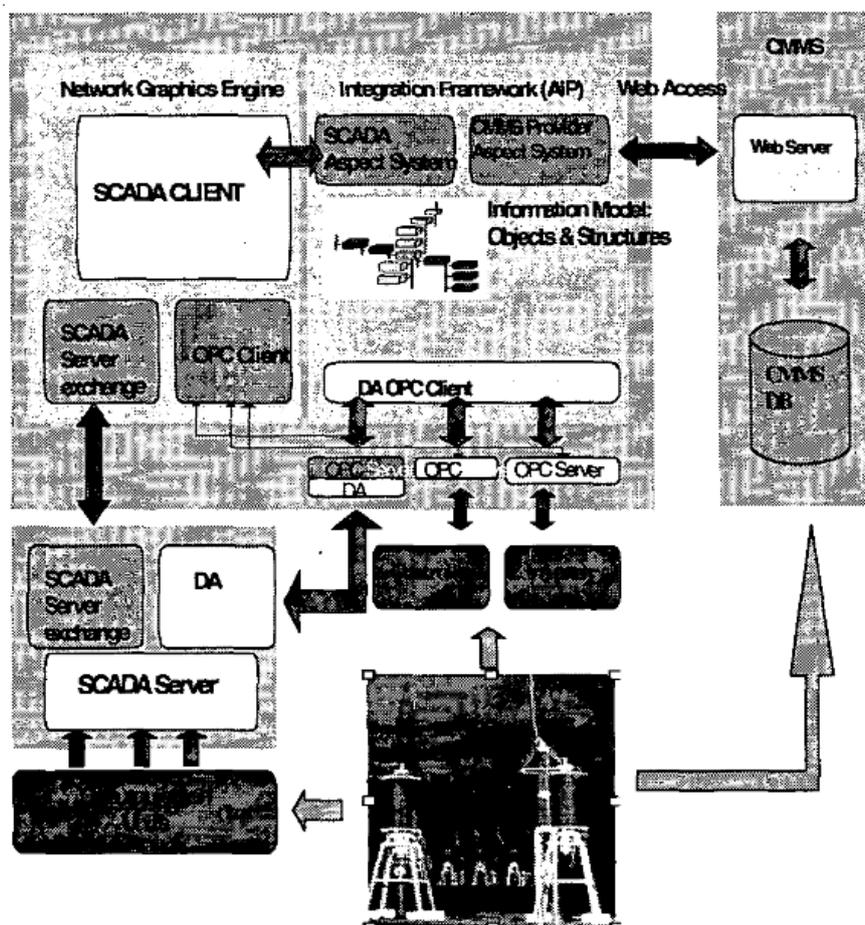
Καθένα από αυτά τα συστήματα διατηρεί τα δικά του δεδομένα διάρθρωσης, αλλά και ιστορικό δεδομένων πραγματικού χρόνου. Το AIP επιτρέπει τη αντιστοίχιση των πληροφοριών διάρθρωσης ώστε να επιτρέπεται η πρόσβαση στις συνδεδεμένες εφαρμογές χρησιμοποιώντας το ίδιο πλαίσιο. Το AIP υποστηρίζει ένα τέτοιο σενάριο ενσωμάτωσης παρέχοντας υπηρεσίες συστήματος (διαχείριση πίνακα αντιστοίχισης) και διεπαφές που επιτρέπουν την ενσωμάτωση εξωτερικών εφαρμογών σε διαφορετικά επίπεδα στο πλαίσιο. Για το σύστημα SCADA, τα δεδομένα διεργασίας ανταλλάσσονται μέσω OPC, ενώ για τη μηχανή γραφικών δικτύου, οι οθόνες του χρήστη ενσωματώνονται στους χώρους εργασίας του χειριστή της AIP. Για τη συνδεσιμότητα SAP CMMS, οθόνες συναλλαγών λαμβάνονται μέσω ενός διακομιστή ιστού που εμφανίζεται στο πλαίσιο του AIP.

Το πλαίσιο ενσωμάτωσης αλληλεπιδρά με το CMMS μέσω ενός συνόλου όψεων (διαπιστευτήρια χρήστη, αντιστοίχιση περιουσιακών στοιχείων μεταξύ του AIP και του συστήματος στόχου CMMS και μια όψη που χειρίζεται τις αιτήσεις από τις σελίδες

προβολής στην ειδική υπηρεσία ιστού). Αρκετοί πάροχοι μπορούν να τοποθετηθούν στην ίδια εμφάνιση του Aspect Object, προσφέροντας τη δυνατότητα να: α) διαχειρίζονται περισσότερες από μία συνδεδεσμένες CMMS και β) αναλύουν περιουσιακά στοιχεία με μεγαλύτερη ακρίβεια στο CMMS από ό,τι το σύστημα AIP μοντελοποιεί τα περιουσιακά στοιχεία.

Η αρχιτεκτονική ακόμα παρέχει λύση για την πρόσβαση στο περιβάλλον εργασίας χρήστη σε όλες τις λειτουργίες SAP R/3. Επιτρέπει την άμεση πρόσβαση σε όλες τις συναλλαγές R/3 και επιτρέπει στο χρήστη να προβάλλει, να ενημερώνει, να δημιουργεί ή να διαγράφει δεδομένα στο σύστημα. Για παράδειγμα, ένας χρήστης θα μπορούσε να πλοηγηθεί κατευθείαν στη λίστα των ενεργών εντολών εργασίας που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο τμήμα του εξοπλισμού.

Για την αποφυγή της απαιτούμενης χειροκίνητης διαμόρφωσης για την ενσωμάτωση πελατών R/3, τόσο SAP GUI όσο και SAP GUI για HTML, έχουν αναπτυχθεί "έξυπνα περιτυλίγματα" για συγκεκριμένες συναλλαγές SAP. Αυτά συλλέγουν αυτόματα συναφή δεδομένα περιβάλλοντος που σχετίζονται με το Aspect Object όταν ξεκινούν και το μεταβιβάζουν στην κλήση SAP GUI. [35]



Εικόνα 20: Δομή του συστήματος

Τέλος, οι συγγραφείς εκφράζουν μελλοντικές βελτιώσεις, προκειμένου να αξιοποιηθούν πλήρως οι δυνατότητες της παραπάνω λύσης. Συγκεκριμένα, εστιάζουν στο ότι τα δεδομένα πρέπει να διατηρούνται συγχρονισμένα στα διάφορα υποσυστήματα, ώστε

να εξυπηρετείται η συνέπεια, και πώς πρέπει να αναπτυχθούν κοινά σύνολα λειτουργιών για διάφορα υποσυστήματα, API υψηλού επιπέδου για τη διευκόλυνση της πρόσβασης και κοινή περιγραφή δεδομένων για την αντιμετώπιση των σημασιολογικών διαφορών των εμπλεκόμενων συστημάτων. [35]

3.2 Ολοκλήρωση συστήματος SCADA με GIS και CMMS: Έργο Insygnia

Η εργασία με τίτλο "Αυτοματοποιημένη διαχείριση συμβάντων και ολοκλήρωση του συστήματος SCADA με GIS και CMMS: Έργο Insygnia (Automated Event Management And Integration Of SCADA With GIS And CMMS: Project Insygnia)" εκπονήθηκε από τους ερευνητές Francisco Javier Fernandez and Elias Manrique οι οποίοι εργάζονται ως Διευθυντές Καινοτομίας & Τεχνολογίας στην εταιρεία Canal de Isabel II Gestión στην Ισπανία. Στην εργασία αυτή οι ερευνητές περιγράφουν το έργο Insygnia το οποίο στοχεύει στην ολοκλήρωση διαφορετικών συστημάτων, SCADA με GIS και CMMS.

Το Canal de Isabel II Gestión S.A. είναι μια δημόσια εταιρεία που ασχολείται με την διαχείριση του πλήρους κύκλου του νερού στην περιοχή της Μαδρίτης. Παρέχει υπηρεσίες σε περισσότερους από 6.3 εκατομμύρια ανθρώπους, σε μια έκταση περίπου 8,000 τετραγωνικών χιλιομέτρων. [41] Το σύστημα παροχής και αποχέτευσης είναι αρκετά περίπλοκο, για παράδειγμα το σύστημα SCADA λαμβάνει δεδομένα από σχεδόν 50,000 όργανα, τα οποία δημιουργούν κατά μέσο όρο περίπου 3,000 συναγεμμούς την ημέρα. Για καλύτερη διαχείριση αυτών των συναγεμμών και αξιοποίηση των δεδομένων SCADA, συντονισμένων με τα συστήματα GIS, CMMS καθώς και άλλα πληροφοριακά συστήματα, έχει αναπτυχθεί το έργο Insygnia. [42]

Κατά τα λεγόμενα των ερευνητών, η δυσκολία ολοκλήρωσης των συστημάτων SCADA με GIS προκύπτει όταν τα συστήματα αναπτύσσονται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, και έγκειται στο διαφορετικό επίπεδο φύσης των οντοτήτων που διαμορφώνονται σε κάθε σύστημα. Είναι αρκετά ασυνήθιστο να βρεθούν ένα-προς-ένα σχέσεις μεταξύ τους, οι οποίες είναι οι ζητούμενες κατά την ενσωμάτωση δύο συστημάτων.

Το πρόβλημα αυτό κατάφεραν να λύσουν οι ερευνητές με χρήση βάσεων δεδομένων διαχείρισης διαμόρφωσης (CMDB) και υπηρεσιών Ιστού, όπου κάθε στοιχείο (ετικέτα ή σχηματική απεικόνιση) στο SCADA μπορεί να αντιστοιχιστεί σε μια οντότητα GIS και επομένως να επιτρέψει την πλοήγηση στη θέση του, και για κάθε οντότητα GIS που έχει κάποια σχέση με το SCADA μπορεί να δοθεί μια σειρά επιλογών για την πλοήγηση στο τελευταίο σύστημα. [42]

Το δεύτερο πρόβλημα που στοχεύει να αντιμετωπίσει το Project Insygnia είναι η έλλειψη ιχνηλασιμότητας των ενεργειών που προέκυψαν από τους συναγεμμούς του συστήματος SCADA. Συνήθως, ο χειριστής του SCADA θα αναγνωρίσει έναν συναγεμμό, ίσως μετά από κάποια ανάλυση, και θα πραγματοποιήσει οποιαδήποτε διαδικασία χρειάζεται. Αυτές οι διαδικασίες μπορεί να είναι ποικίλες και αφορούν πολλές εφαρμογές. Για παράδειγμα, ένα όργανο μπορεί να φαίνεται ελαττωματικό και επομένως, θα πρέπει να δημιουργηθεί μια εντολή εργασίας στο σύστημα διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων.

Οι ερευνητές εντόπισαν δύο εμφανή προβλήματα σε αυτόν τον τρόπο λειτουργίας:

- Ο χειριστής SCADA θα μπορούσε να αναγνωρίσει τον συναγερμό αλλά, για κάποιο λόγο, δεν κατάφερε να εκτελέσει την απαιτούμενη ενέργεια ή δεν προέβη σε κάποια ενέργεια.
- Δεν υπάρχει η αντίστοιχη εγγραφή και συνεπώς δεν υπάρχει τρόπος να ανιχνευθεί η σχέση μεταξύ της δράσης που ενεργοποιείται από τον συναγερμό και του ίδιου του συναγερμού.

Το έργο Insygnia αντιμετώπισε αυτές τις δύο αδυναμίες, εισάγοντας ένα σύστημα διαχείρισης επιχειρηματικών διαδικασιών - BPM που αναλαμβάνει το καθήκον της εκτέλεσης της σωστής διαδικασίας για κάθε συναγερμό και καταγράφει τη σχέση μεταξύ των δύο, και επιπρόσθετα, ενσωματώνοντας το σύστημα αυτό με τα διάφορα συστήματα όπου λαμβάνει χώρα η πραγματική ενέργεια. [42]

Οι ερευνητές κατά την διάρκεια υλοποίησης του έργου, αναρωτήθηκαν γιατί να μην αυτοματοποιηθεί η εκτέλεση της απαιτούμενης ενέργειας μόλις συσχετιστεί ένας συναγερμός με μια συγκεκριμένη ροή BPM και κατέληξαν σε δύο εμπόδια: αφενός, ένας συναγερμός μπορεί να έχει πολλές διαφορετικές ενέργειες, και ο χειριστής χρειάζεται να επιλέξει την πρέπουσα. Από την άλλη πλευρά, η αντικατάσταση της ανθρώπινης απόφασης από έναν υπολογιστή μπορεί να μην είναι αποδεκτή για κάθε συναγερμό. Αυτά τα δύο θέματα έχουν αντιμετωπιστεί από το έργο Insygnia.

Οι ερευνητές εξέτασαν τον τρόπο που οι χειριστές επιλέγουν τη σωστή ενέργεια κάθε φορά και κατέληξαν πως η ύπαρξη ορισμένων άλλων συναγερμών πρέπει να ελέγχεται και/ή οι τιμές άλλων μεταβλητών πρέπει να αξιολογούνται, ίσως και με κάποιους επιπρόσθετους υπολογισμούς, και να λαμβάνεται υπόψιν ο χρόνος και/ή η ημερομηνία.

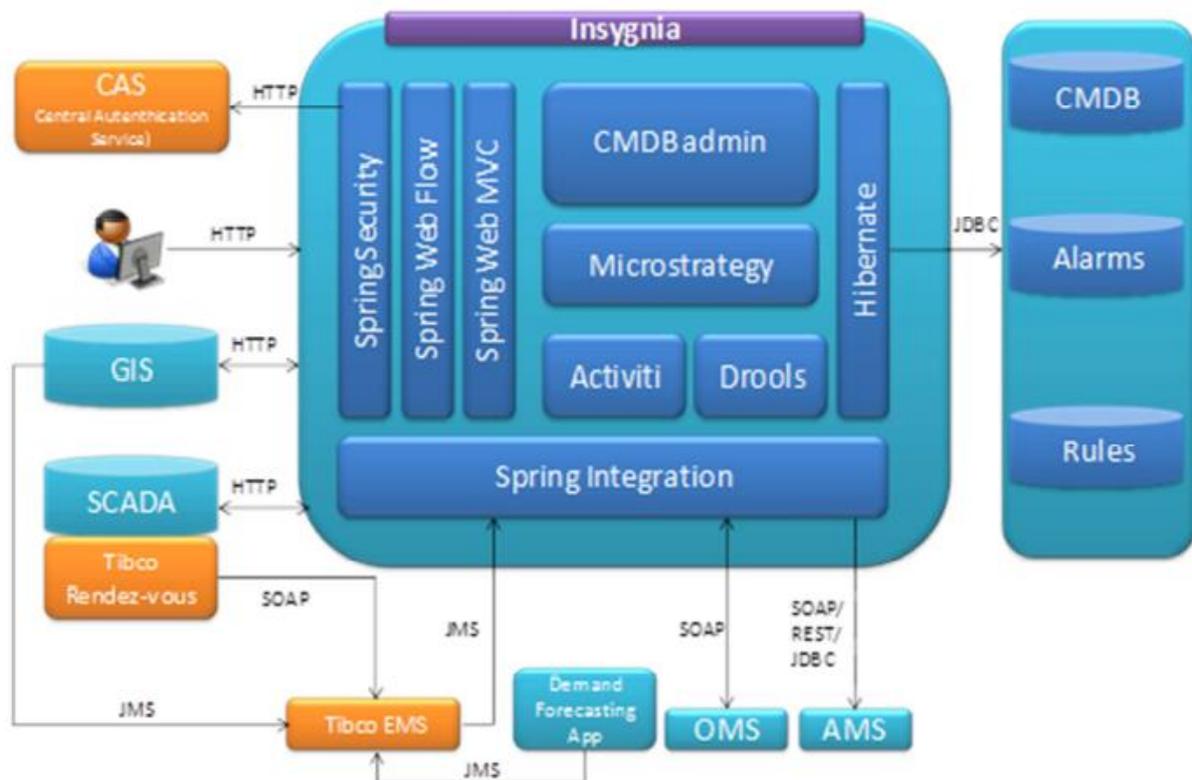
Η κατάσταση αυτή μπορεί να αντιμετωπιστεί με δύο τρόπους, οι οποίοι είναι διαθέσιμοι στο έργο Insygnia:

1. Κωδικοποίηση όλων των ροών αποφάσεων στο BPM.
2. Συνδυάζοντας όλες τις πληροφορίες για τρέχοντες συναγερμούς, δεδομένα SCADA και ημερολόγιο και δημιουργώντας ένα νέο συναγερμό που είναι αδιαμφισβήτητα συνδεδεμένος με μια μοναδική διαδικασία.

Το πρώτο είναι εγγενές χαρακτηριστικό του BPM. Ο δεύτερος τρόπος προσθέτει μεγάλη πολυπλοκότητα στο σύστημα, αλλά παρέχει δύο σημαντικά πλεονεκτήματα. Πρώτον, πολλοί συναγερμοί μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους σε μία μόνο ειδοποίηση, μειώνοντας έτσι τον αριθμό των γεγονότων που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Δεύτερον, μπορούν να αναγνωριστούν πολύπλοκα γεγονότα που προηγουμένως δεν ήταν αντιληπτά ή εντοπιζόνταν πολύ αργά και που συνεπάγονταν ταυτόχρονη αξιολόγηση των συναγερμών, των δεδομένων και ακόμη και των προειδοποιήσεων του Insygnia. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το Insygnia περιλαμβάνει όχι μόνο ένα BPM, αλλά και έναν σύνθετο επεξεργαστή συμβάντων - CEP και ένα σύστημα διαχείρισης επιχειρησιακών κανόνων - BRMS.

Ένα άλλο ζήτημα που θίγουν οι ερευνητές είναι κατά πόσον θα συμβεί η αντικατάσταση του χειριστή από το μηχάνημα. Αναφέρουν πως οι πρώτοι δεν πρόκειται να αντικατασταθούν πλήρως από το Insygnia, καθώς το σύστημα δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσει το σύνολο των συναγερμών, αλλά θα μειώσει τους τελευταίους στο ελάχιστο, αφήνοντας για τους χειριστές τους πιο σύνθετους από αυτούς, στην πραγματικότητα εκείνους που απαιτούν έναν ανθρώπινο εγκέφαλο για να τους

διαχειριστεί. Κατά συνέπεια, οι χειριστές θα αφιερώνουν πλέον το χρόνο τους στον προγραμματισμό της εποπτείας και στην εποπτεία εκτέλεσης διαδικασιών. [42]



Εικόνα 21: Η αρχιτεκτονική του συστήματος Insygnia

Οι ερευνητές τέλος, αναφέρουν τα επιτεύγματα του έργου, και τα μελλοντικά βήματα.

Το έργο λειτουργεί από το Μάρτιο του 2014, ενώ έχει ήδη καταφέρει και εντοπίζει τις ακόλουθες περίπλοκες ειδοποιήσεις:

- Μη φυσιολογική αύξηση της ελάχιστης ροής κάποιας περιοχής
- Απώλεια απομόνωσης σε μια περιοχή
- Αποτυχία ή μη έγκυρα δεδομένα για ροόμετρα.
- Συσχέτιση μεταξύ των συναγεμών σε όργανα και της μητρικής της μονάδας απομακρυσμένου τερματικού
- Έλλειψη αντιστοίχισης (μέσα σε κάποια ανοχή) μεταξύ της ροής σε ένα σωλήνα και του αθροίσματος του

Κατά τη στιγμή της συγγραφής, αναφέρεται σαν μελλοντικό βήμα η βελτίωση της διεπαφής χρήστη της εφαρμογής, έπειτα από την ανατροφοδότηση των χρηστών της. [42]

3.3 Ευφυής πλατφόρμα ολοκλήρωσης GIS, CMMS και SCADA για Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων σε υδάτινες γραμμές

Οι συγγραφείς της δημοσίευσης με τίτλο "Διαχείριση Φυσικών και Κατασκευασμένων Σημειακών, Γραμμικών και Χωρικών Περιουσιακών Στοιχείων σε Υδάτινες Γραμμές, Υδροδότηση και Εγκαταστάσεις μέσω της ενσωμάτωσης των GIS, CMMS και SCADA σε μια Ευφυή Πλατφόρμα (Management of Natural and Constructed Point, Linear and Spatial Assets in Waterways, Water Supply and Plants through the integration of GIS, CMMS and SCADA in an Intelligent Platform)" εργάζονται κάποιιοι στο Santa Clara Valley Water District, κάποιιοι στο GDC Inc. και άλλοι στην Αρχής Υπηρεσιών του Άνω Ωκοκουάν. Η περιοχή νερού της κοιλάδας Santa Clara, με ιστορία που χρονολογείται από το 1929, διαχειρίζεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα υδάτινων πόρων που περιλαμβάνει την παροχή καθαρού, ασφαλούς νερού, την προστασία από πλημμύρες και τη διαχείριση των ρευμάτων για λογαριασμό των κατοίκων της κοινότητας Santa Clara, οι οποίοι φτάνουν τα 1,9 εκατομμύρια σε αριθμό. [43] Ο σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η ανάλυση της έξυπνης πλατφόρμας η οποία στοχεύει στη διαχείριση κυρίως χωρικών περιουσιακών στοιχείων μέσω ολοκλήρωσης συστημάτων SCADA, CMMS και GIS. [44]

Το τελευταίο διάστημα το ενδιαφέρον έχει στραφεί σε μια κατηγορία περιουσιακών στοιχείων, τα χωρικά, τα οποία οριοθετούν μια γεωγραφική περιοχή που έχει ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, όπως μια περιοχή που φιλοξενεί ένα προστατευόμενο είδος. [45] Ο σκοπός της συμπερίληψης των χωρικών περιουσιακών στοιχείων είναι να αντιμετωπιστεί η πολυπλοκότητα της εκτελεσθείσας εργασίας, όπως σε χώρους όπου ένας αγωγός μπορεί να διέλθει από ένα χωροταξικό στοιχείο το οποίο ανήκει ή διοικείται από άλλη οντότητα και έχει τις δικές του κανονιστικές υποχρεώσεις σχετικά με τον βιότοπο.

Η μετανάστευση από σημειακό σε γραμμικό και χωρικό περιουσιακό στοιχείο απαιτεί πρόσθετα εργαλεία GIS, όπου τα επιλεγμένα δεδομένα πρέπει να μεταδίδονται από συστήματα GIS σε συστήματα διαχείρισης και συντήρησης περιουσιακών στοιχείων. Όταν το κόστος του κύκλου ζωής των περιουσιακών στοιχείων πρέπει να ελαχιστοποιηθεί και η χρήση τους να βελτιστοποιηθεί, πρόσθετα εποχιακά, ημερήσια ή πραγματικού χρόνου στοιχεία, όπως η απώλεια χωρητικότητας μιας αντλίας, και ο αριθμός των περιουσιακών στοιχείων που ανήκουν σε μια ομάδα στοιχείων ενεργητικού, όπως ένα σύστημα άντλησης που είναι διαθέσιμο για συντήρηση, πρέπει να αναλυθούν. Αυτό πραγματοποιείται με συλλογή δεδομένων από επιθεωρήσεις και συστήματα SCADA. Η βελτιστοποίηση γίνεται σε μια έξυπνη πλατφόρμα διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων που προσομοιώνει τα υδραυλικά σημεία συμφόρησης και τις φυσικές, χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις, στο πλαίσιο της διαδικασίας ή του συστήματος στο οποίο ανήκει το περιουσιακό στοιχείο και ταιριάζει τη ζήτηση έναντι της ηλικιακής ικανότητας. [44]

Σε αντίθεση με τα περιουσιακά στοιχεία σημείου, τόσο τα γραμμικά στοιχεία (ρύακι, αγωγός) όσο και τα χωρικά περιουσιακά στοιχεία (οικολογική περιοχή, κοιτάσματα εναπόθεσης και απομάκρυνσης ιζημάτων) καλύπτουν μια γεωγραφική περιοχή. Σε αυτή την περιοχή, μπορούν να έχουν γραμμικές και χωρικές συνθήκες (όπως διάβρωση, διαρροή). Αυτό καθιστά δύσκολη τη διαχείριση της γραμμικής και χωρικής διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων, ενώ ο σχεδιασμός της συλλογής και της ανάλυσης δεδομένων της είναι πιο περίπλοκος. Είναι δύσκολο να μετρηθεί ο

πραγματικός κίνδυνος αποτυχίας περιουσιακών στοιχείων όταν υπάρχουν συνθήκες για το περιουσιακό στοιχείο που δεν φαίνονται σοβαρές μεμονωμένα, αλλά μπορεί να είναι ενδεικτικό ενός βαθύτερου προβλήματος όταν η κατανομή αναλύεται χωρικά.

Η μετανάστευση από σημειακά σε γραμμικά περιουσιακά στοιχεία και συνθήκες απαιτεί εργαλεία που μπορούν να καταγράψουν τις συντεταγμένες τους. Η μετανάστευση σε χωρικά περιουσιακά στοιχεία απαιτεί πρόσθετα εργαλεία GIS που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των χωρικών στρωμάτων με βάση τον τύπο επιθεώρησης και τον τύπο εργασιών συντήρησης. Επιπλέον, τα επιλεγμένα δεδομένα πρέπει να μεταδίδονται από τα συστήματα GIS στα συστήματα διαχείρισης εντολής εργασίας. Η πλατφόρμα που επιλέγεται από το Water District βασίζεται στο ESRI ArcGIS / ArcPAD με μια βάση δεδομένων Oracle. Τα δεδομένα συλλέγονται μέσω του συστήματος GIS και αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων Oracle. Μάλιστα, είναι συγχρονισμένα το βράδυ με το Maximo (IBM), το οποίο είναι το Computerized Maintenance Management System (CMMS), και το οποίο χρησιμοποιείται για την εκκίνηση και την έκδοση εντολών εργασίας. [44]

Το Water District χρησιμοποιεί κινητές συσκευές για να εισαχθούν όχι μόνο οι συνθήκες και οι χωρικές συντεταγμένες των περιουσιακών στοιχείων, αλλά και νέα περιουσιακά στοιχεία που ανακαλύπτονται στο πεδίο. Λόγω της πολυπλοκότητας των χαρτών και του μεγέθους των δεδομένων, τα δεδομένα πρέπει να διαλυθούν σε μικρά πακέτα και να εισαχθούν στην κινητή συσκευή και έπειτα από μια ημέρα ή εβδομάδα, τα νέα στοιχεία ενεργητικού και οι συνθήκες εισάγονται στη βάση δεδομένων. Στη συνέχεια, ελέγχονται από το σύστημα CMMS ορισμένα δεδομένα και χωρικές συντεταγμένες. Οι συγγραφείς αναφέρουν έπειτα ορισμένα από τα διδάγματα και τις βέλτιστες πρακτικές για την κατασκευή ενός τέτοιου συστήματος όταν πρόκειται για τη διαχείριση κατασκευασμένων και οικολογικών περιουσιακών στοιχείων. [44]

Μια πρόκληση είναι να καθοριστεί το επίπεδο λεπτομέρειας για να σχεδιαστεί το όριο ενός χωρικού περιουσιακού στοιχείου, όπου πρέπει να καθοριστεί πώς θα χρησιμοποιηθούν οι πληροφορίες. Επιπλέον, ορισμένες συνθήκες μπορούν να εκδηλωθούν σε πολλαπλά περιουσιακά στοιχεία. Γι' αυτό, οι ερευνητές τονίζουν ότι πρέπει η κατάσταση να είναι τοποθετημένη στο σωστό στοιχείο για να πάρει το σωστό σκορ κινδύνου.

Στη συνέχεια, οι συγγραφείς εστιάζουν στην χρήση συνθηκών αναφοράς. Όταν πολλοί επιθεωρητές που ειδικεύονται σε διαφορετικούς κλάδους εξετάζουν τα ίδια περιουσιακά στοιχεία, πρέπει να κατανοήσουν την ανάγνωση της ιδανικής και κακής κατάστασης του περιουσιακού στοιχείου από τους άλλους επιθεωρητές. Οι συνθήκες αναφοράς αντιμετωπίζονται ως μια βιβλιοθήκη επιθεωρήσεων που δείχνουν πώς μοιάζει μια καλή και μια κακή κατάσταση. Κάθε συνθήκη αναφοράς μπορεί να υποστηρίξει πολλαπλές επιθεωρήσεις, όπου καθεμιά από αυτές γίνεται από έναν επιθεωρητή σε διαφορετικό τομέα, οπότε και το στρώμα (GIS) αναφοράς γίνεται μια βιβλιοθήκη που μπορεί να περιέχει τις αντίστοιχες πληροφορίες για κάθε περιουσιακό στοιχείο. Ο επιθεωρητής πραγματοποιεί την επιθεώρηση των πραγματικών συνθηκών, βαθμολογεί το περιουσιακό στοιχείο, συμβουλευόμενος το στρώμα αναφοράς όταν χρειάζεται και συγκρίνει την κατάσταση με μια συνθήκη αναφοράς. [44]

Έπειτα οι συγγραφείς αναφέρουν έναν αλγόριθμο κινδύνου για τα περιουσιακά στοιχεία καθώς και τις ελλείψεις τους, καθώς και τη δική τους συμβολή.

Για τα γραμμικά και χωρικά περιουσιακά στοιχεία, το Water District είχε αρχικά δημιουργήσει έναν αλγόριθμο για να επιλέξει την υψηλότερη βαθμολογία Έκθεσης Επιχειρηματικού Κινδύνου – BRE, από πολλαπλές ενεργές συνθήκες στο ίδιο περιουσιακό στοιχείο. Όταν η υψηλότερη κατάσταση επισκευαστεί, βελτιώνεται η βαθμολογία κατάστασης και η πιθανότητα αστοχίας – POF. Τότε το BRE αναζητεί την επόμενη υψηλότερη κατάσταση του στοιχείου. Η περίπτωση που δεν λειτουργεί το παραπάνω είναι εάν η γεωγραφική κατανομή των συνθηκών σε ένα γραμμικό και χωροταξικό στοιχείο μπορεί να υποδεικνύει ένα σοβαρότερο υποκείμενο πρόβλημα ή μια ανάγκη για μια διαφορετική λύση.

Για να ξεπεραστεί αυτό, οι συγγραφείς περιγράφουν πώς το Water District βελτίωσε την οθόνη επιθεώρησης για να δίνεται η δυνατότητα επιλογής πρώτα του γραμμικού ή του χωρικού περιουσιακού στοιχείου και στη συνέχεια μιας ειδικής κατηγορίας για την κατάστασή του. Για τον επιθεωρητή στον τομέα, πρόκειται για μια νοητή εκτίμηση του τρόπου με τον οποίο οι συνδυασμοί σημειακών και γραμμικών συνθηκών στο σημείο καταδεικνύουν τη συνολική κατάσταση της περιοχής προσέγγισης ή του χωρικού περιουσιακού στοιχείου.

Η αναλογία μέσα σε μια μονάδα εγκαταστάσεων είναι πως η γενική κατάσταση του συστήματος βασίζεται στην κατάσταση των μεμονωμένων περιουσιακών στοιχείων που αποτελούν μέρος αυτού. Μια πρόσθετη ανάλυση πρέπει να γίνει για να ελεγχθεί εάν η βαθμολογία γραμμικής ή χωρικής κατάστασης, που παρέχεται από τον επιθεωρητή, πρέπει να ενημερωθεί. Αυτό πρέπει να γίνει με τη δημιουργία ενός εργαλείου χωρικής ανάλυσης στο GIS, μέσω του οποίου η ομάδα ή ο μηχανικός διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων μπορεί να δει την εγγύτητα των συνθηκών. Μετά από αυτό, ο μηχανικός ή ο ειδικός πρέπει να μεταβεί στο πεδίο, να λάβει μετρήσεις και να επαληθεύσει τι δείχνουν οι εικόνες. Αυτό παρέχει μια συνολική βαθμολογία κατάστασης για το περιουσιακό στοιχείο με βάση τη χωρική κατανομή των συνθηκών σε αυτό.

Στις πιο πρόσφατες βελτιώσεις στο σύστημα των επιχειρήσεων, όταν το κόστος του κύκλου ζωής για το άθροισμα όλων των περιουσιακών στοιχείων ενός συστήματος πρέπει να ελαχιστοποιηθεί, πρόσθετα εποχιακά, μηνιαία, ημερήσια ή πραγματικού χρόνου δεδομένα, όπως η απώλεια χωρητικότητας αντλίας καθώς αυξάνεται ο χρόνος λειτουργίας της, ή ο αριθμός των περιουσιακών στοιχείων που ανήκουν σε μια ομάδα, όπως ένα σύστημα άντλησης, παραδείγματος χάριν για εγκατάσταση υδροδότησης, ή σύστημα διαχείρισης πλημμυρών, που είναι εκτός λειτουργίας για συντήρηση, πρέπει επίσης να αναλυθούν. Σε μια τέτοια εγκατάσταση στην οποία εργάζονται οι ερευνητές, αυτό γίνεται συνήθως μία φορά την ημέρα. Οι συγγραφείς τονίζουν πως η ανάλυση πρέπει να ελαχιστοποιήσει τον συνολικό κίνδυνο για τα περιουσιακά στοιχεία, καθώς ανάλογα με την περίπτωση, η επιδείνωση της κατάστασης ενός περιουσιακού στοιχείου μπορεί να είναι επωφελής για κάποιο επίπεδο υπηρεσίας, αλλά επιζήμια για ένα άλλο.

Αυτά τα δεδομένα συλλέγονται από επιθεωρήσεις και συστήματα SCADA. Σε μια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων, η βελτιστοποίηση πραγματοποιείται μέσω μιας έξυπνης πλατφόρμας διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων που προσομοιώνει την υδραυλική συμφόρηση και τις φυσικές, χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις στο πλαίσιο ενός συστήματος στο οποίο ανήκει το περιουσιακό στοιχείο και ταιριάζει με τη ζήτηση έναντι της ηλικιακής ικανότητας. Οι συγγραφείς αναφέρουν πως για το σύστημα Stevens Creek (βλ. Παρακάτω Εικόνα 22), που διαθέτει δεξαμενές για παροχή ύδατος, απαιτήσεις περιβάλλοντος που σχετίζονται με τη μετανάστευση χαλύβδινων κεφαλών

και επιδείνωση των εμποδίων των ιχθύνων όσον αφορά τη μετανάστευση, καθώς και πλημμύρες και λιβάδια στις χαμηλότερες περιοχές, η ανάλυση πρέπει να αναπαράγει τις μεταβολές στη μεταφορά ύδατος και ιζημάτων, να συλλάβει το ρυθμό επιδείνωσης με την πάροδο του χρόνου και να τις χρησιμοποιεί ως δείκτες για να προσομοιώσει τι μπορεί να πραγματοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης του συστήματος για τη μείωση του κόστους κύκλου ζωής. [46]



Εικόνα 22: Λεκάνη απορροής Stevens Creek, κομητεία Σάντα Κλάρα, Καλιφόρνια

Η ανάλυση για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου και του κόστους του κύκλου ζωής για το σύνθετο σύνολο περιουσιακών στοιχείων που αποτελούν μέρος συστήματος, εγκαταστάσεων, ύδρευσης και νερού θα πρέπει να γίνει με τη δημιουργία μιας έξυπνης ιεραρχίας πόρων στο λογισμικό διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων. Για προηγμένες εφαρμογές, το λογισμικό αυτό εκτελεί επίσης αλγόριθμους που αναπαράγουν την υδραυλική και τη διαδικασία χημικών και φυσικών μετατροπών που λαμβάνουν χώρα καθώς το υγρό μετακινείται μέσω του συστήματος.

Οι συγγραφείς κλείνουν με την αναφορά πως σημαντική πρόοδος σημειώθηκε στην εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος στο εργοστάσιο της Αρχής Υπηρεσιών του Άνω Ωκοκουάν (UOSA) για την επίτευξη των στόχων της επεξεργασίας λυμάτων και της επαναχρησιμοποίησης του νερού, και πως η προσπάθεια θα επεκταθεί στα συστήματα επεξεργασίας των υδάτων και για τα συστήματα δεξαμενής και ρευμάτων [44] .

4. Η περίπτωση του Vacuum Group του CERN

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, κατά το διάστημα από τον Σεπτέμβριο 2016 έως τον Αύγουστο 2017, εργάσθηκα στο CERN, στο πλαίσιο πρακτικής εργασίας, στο τμήμα Τεχνολογίας (TE), στην ομάδα Κενού, Επιφανειών και Επικαλύψεων (VSC) και πιο συγκεκριμένα, στον τομέα Εμπλοκών, Ελέγχου και Παρακολούθησης (ICM).

Αξίζει να αναφερθούμε συνοπτικά στους στόχους, το όραμα και τους βασικούς τομείς ασχολίας τόσο του CERN όσο και του τμήματος στο οποίο εργάστηκα και στο πλαίσιο του οποίου ανέπτυξα την εφαρμογή vacDM.

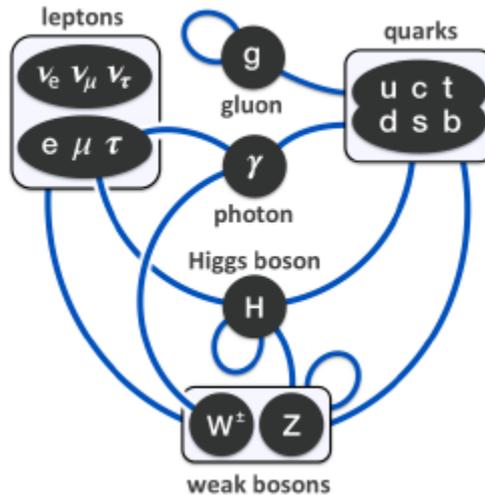
4.1 Μερικά λόγια για το CERN

Επιταχυντές στο CERN

Το σύμπλεγμα επιταχυντών στο CERN αποτελείται από μια σειρά συσκευών που επιταχύνουν τα σωματίδια, τα οποία σχηματίζουν δέσμη προς ολοένα και υψηλότερες ενέργειες. Κάθε μηχάνημα στην αλυσίδα ενισχύει την ενέργεια μιας δέσμης μέχρι την καθορισμένη τιμή, πριν εγχύσει τα σωματίδια στον επόμενο επιταχυντή. Αν και δεν υπάρχει μόνο μία πηγή που μπορεί να παράγει τα σωματίδια για να επιταχυνθεί, η διαδικασία της επιτάχυνσης είναι η ίδια. Πρώτον, τα σωματίδια ενισχύονται σε γραμμικούς επιταχυντές (που ονομάζονται LINACs - Linear Accelerators), και στη συνέχεια σε κυκλικούς επιταχυντές, αυξάνοντας την ενέργειά τους σε κάθε βήμα. Επί του παρόντος, η υψηλότερη ενέργεια με την τιμή των 7 TeV μπορεί να φθάσει στον Μεγάλο Επιταχυντή Αδρονίων (Large Hadron Collider - LHC), ο οποίος είναι ο μεγαλύτερος και ισχυρότερος συγκρουστήρας στον κόσμο.

Το LHC αντικατέστησε τον προηγούμενο επιταχυντή ο οποίος ονομαζόταν Μεγάλος Συγκρουστήρας Ηλεκτρονίων – Ποζιτρονίων (Large Electron Positron collider - LEP) το 2008. Κατασκευάστηκε για να παρέχει ανάπτυξη και μελέτη φυσικής σωματιδίων υψηλής ενέργειας. Ο κύριος στόχος του είναι να αποσαφηνίσει την τρέχουσα κατανόηση του Σύμπαντος και να απαντήσει στα θεμελιώδη ερωτήματα που αφορούν βασικούς νόμους και δυνάμεις μεταξύ μορίων. [47]

Τα πειράματα που διεξάγονται στον LHC αναμένεται να εξηγήσουν την προέλευση της μάζας σε βαριά σωματίδια και την έλλειψή τους σε μερικά από τα άλλα, μέσω του λεγόμενου μηχανισμού Higgs, κάτι που μπορεί να επιβεβαιώσει και να επεκτείνει το Τυπικό Μοντέλο (Standard Model). Ένας επιπλέον στόχος είναι η διερεύνηση της ύπαρξης υπερσυμμετρίας, για να αποκαλυφθεί το μυστήριο της αντιύλης και η θεωρία της σκοτεινής ύλης και της σκοτεινής ενέργειας. Οι μελέτες της σύγκρουσης σωματιδίων επιτρέπουν να ανακαλύψουμε πώς εξελίχθηκε το Σύμπαν μετά από την αρχική κατάσταση του πλάσματος κουάρκ-γλυκονίου.



Εικόνα 23: Περίληψη αλληλεπιδράσεων μεταξύ σωματιδίων που περιγράφονται από το Τυπικό Μοντέλο

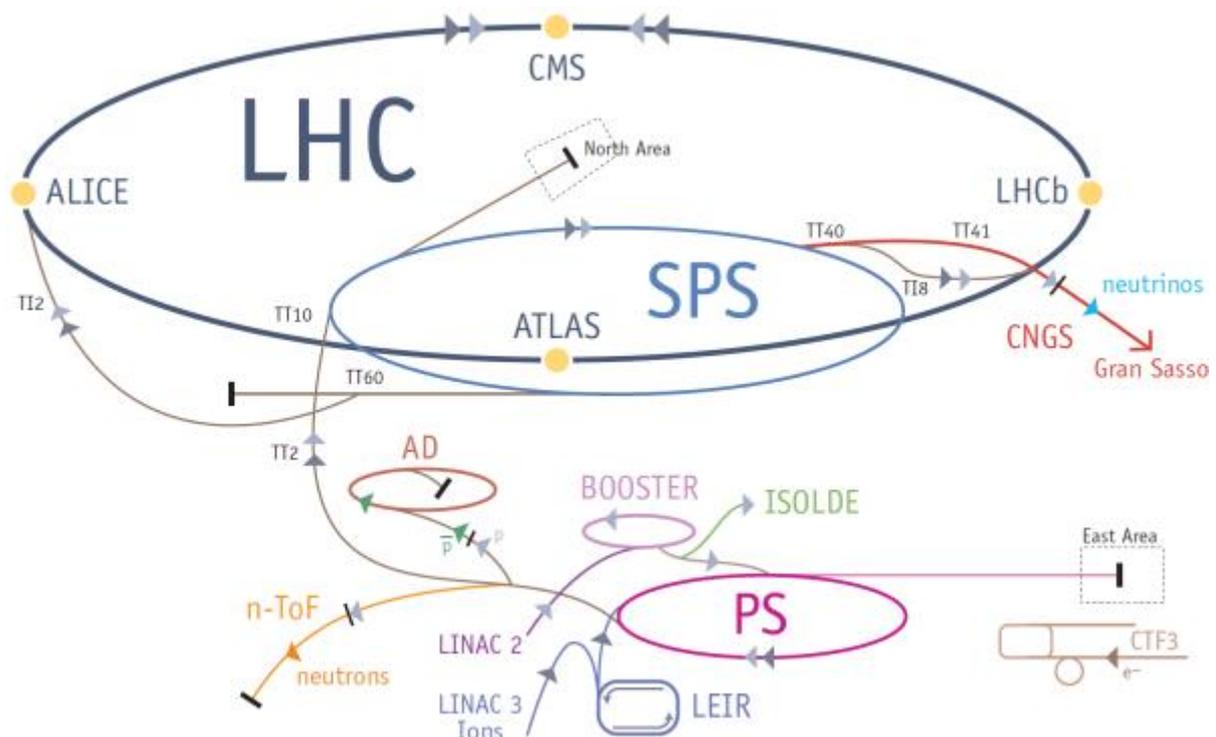
Ο LHC βρίσκεται σε μια κυκλική υπόγεια σήραγγα μήκους 27χλμ. Σχεδιάστηκε έτσι ώστε να επιτρέπει τη σύγκρουση δύο αντίθετων δεσμών πρωτονίων με 7 TeV η κάθε μία ή δύο αντίθετων δεσμών ιόντων μολύβδου σε κατάλληλο τόπο και χρόνο, όπου βρίσκονται τα πειράματα.

Το πρώτο στάδιο στην επιτάχυνση των σωματιδίων είναι πάντα ο γραμμικός επιταχυντής και οι επόμενοι είναι οι κυκλικοί επιταχυντές. Στο CERN μόνο οι δύο πρώτες μηχανές διαφέρουν για πρωτόνια και βαρέα ιόντα. Αργότερα τα σωματίδια κυκλοφορούν στις ίδιες εγκαταστάσεις.

Η πηγή των πρωτονίων είναι μια απλή φιάλη υδρογόνου. Ο τρόπος με τον οποίο περνούν τα πρωτόνια περιέχει τις ακόλουθες μηχανές με σκοπό:

- Στον γραμμικό επιταχυντή LINAC 2 - Τα πρωτόνια λαμβάνονται από άτομα υδρογόνου με απογύμνωση από τα ηλεκτρόνια, όπου κερδίζουν ενέργεια 50MeV
- Στον PS Booster - Ο κυκλικός επιταχυντής ενισχύει τα πρωτόνια μέχρι 1.4GeV
- Στον PS (Proton Synchrotron) - Η ενέργεια των σωματιδίων αυξάνεται μέχρι τα 25GeV
- Στον SPS (Super Proton Synchrotron) - Η ενέργεια της δέσμης αυξάνεται στα 450GeV
- Στον LHC (Large Hydron Collider) - Τα σωματίδια αποκτούν τη μέγιστη ενέργεια τους 7TeV ανά δέσμη.

Στην περίπτωση ιόντων μολύβδου, αποστέλλονται από τον γραμμικό επιταχυντή LINAC 3 σε κυκλικό δακτύλιο ιόντων χαμηλής ενέργειας (LEIR), ο οποίος ενισχύει τα ιόντα μέχρι 72MeV/u. Στη συνέχεια, τα ιόντα περνούν στο Proton Synchrotron (PS) και στη συνέχεια ταξιδεύουν στην ίδια διαδρομή με τα πρωτόνια. Λαμβάνοντας 2.76TeV/u σε LHC, οι αντίθετες δέσμες συγκρούονται στα τέσσερα πειράματα ATLAS, ALICE, CMS και LHCb. [48]. Αναφέρουμε στο σημείο αυτό πως το eV αναπαριστά ενέργεια ίση με 1.6×10^{-19} joules [49], ενώ το u ονομάζεται ατομική μονάδα μάζας και αποτελεί μονάδα μέτρησης μάζας ίση με $1.660539040(20) \times 10^{-27}$ kg [50].



Εικόνα 24: Το σχήμα του συμπλέγματος επιταχυντών του CERN

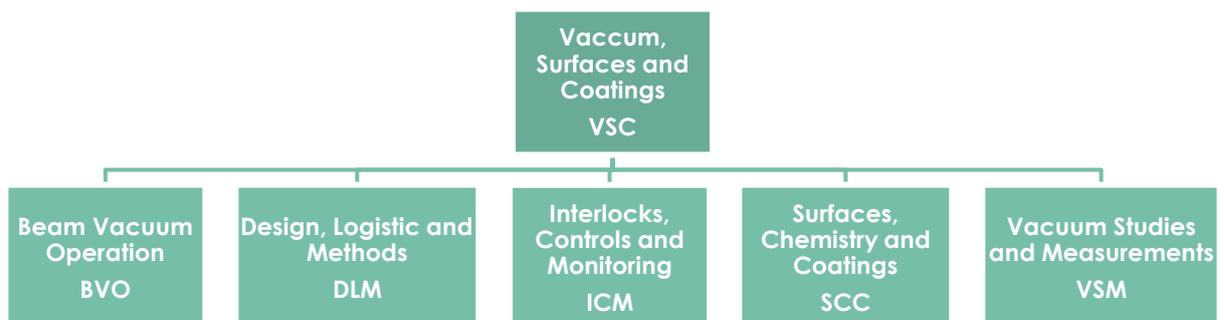
Τμήμα Τεχνολογίας (Technology Department)

Το Τμήμα Τεχνολογίας είναι υπεύθυνο για τεχνολογίες που αφορούν επιταχυντές σωματιδίων, υπάρχουσες εγκαταστάσεις καθώς και μελλοντικά έργα.

Οι κύριοι τομείς δραστηριότητας αφορούν: μαγνήτες (υπεραγώγιμοι, κανονικοί αγωγοί, μαγνήτες ταχείας παλμικής λειτουργίας, ηλεκτροστατικοί και μαγνητικοί μαγνήτες Septa), ολοκλήρωση και προστασία των μηχανών τους, μετατροπείς ισχύος, κρυογενικά, συστήματα υψηλού και εξαιρετικά υψηλού κενού, επιχρίσματα και επιφανειακές επεξεργασίες. [51]

Ομάδα Κενού, Επιφανειών και Επικαλύψεων (Vacuum, Surfaces and Coatings Group)

Η ομάδα Κενού, Επιφανειών και Επικαλύψεων ανήκει στο Τμήμα Τεχνολογίας. Ακολουθεί το οργανόγραμμά της:



Εικόνα 25: Οργανόγραμμα ομάδας Κενού, Επιφανειών και Επικαλύψεων

Έχει ως βασικό άξονα το σχεδιασμό, κατασκευή, λειτουργία, συντήρηση και αναβάθμιση συστημάτων υψηλού και εξαιρετικά υψηλού κενού για επιταχυντές και ανιχνευτές και, κατ' επέκταση, είναι υπεύθυνη για τις ακόλουθες δραστηριότητες:

- Εξειδίκευση και στήριξη σε συστήματα αντιστάθμισης κενού με λεπτούς τοίχους, παράθυρα και φυσητήρες
- Εξειδίκευση στη στεγανοποίηση υπό κενό και στην τεχνολογία στεγανότητας
- Εξειδίκευση σε δυναμικά φαινόμενα κενού
- Διαχείριση της σύμβασης βιομηχανικής υποστήριξης για εργασίες υπό κενό σε επιταχυντές
- Εξειδίκευση στα συστήματα ελέγχου κενού, στις ηλεκτρικές συνδέσεις κενού και στα εργαλεία παρακολούθησης

Επιπροσθέτως, άλλος άξονας γύρω από τον οποίο περιστρέφονται τα έργα της συγκεκριμένης ομάδας είναι οι επικαλύψεις, επιφανειακές επεξεργασίες, επιφανειακή και χημική ανάλυση για επιταχυντές και ανιχνευτές. Συνεπώς, τα μέλη αυτής της ομάδας είναι ειδικοί και ικανοί να παρέχουν εμπειρογνωμοσύνη και υποστήριξη στους τομείς γύρω από:

- Τεχνικές επιστρώσεων, ηλεκτρολυτικών επιφανειών και καθαρισμού επιφανειών
- Χαρακτηρισμό εξαιρετικά υψηλού κενού υλικών και επιφανειών
- Ανάλυση και επεξεργασίες απαέρωσης [52]

Τομέας Εμπλοκών, Ελέγχου και Παρακολούθησης (Interlocks, Controls and Monitoring Section)

Ο τομέας Εμπλοκών, Ελέγχου και Παρακολούθησης βρίσκεται κάτω από την εποπτεία της ομάδας Κενού, Επιφανειών και Επικαλύψεων.

Η αποστολή του τομέα Εμπλοκών, Ελέγχου και Παρακολούθησης έγκειται στα ακόλουθα:

- Παρακολούθηση, συντήρηση και ενοποίηση των συστημάτων ελέγχου κενού όλων των επιταχυντών και ανιχνευτών. Πιο συγκεκριμένα, οι εργασίες του τομέα εντοπίζονται στη συγκέντρωση των απαιτήσεων των χρηστών, καθορισμό και εκτέλεση των απαιτούμενων ενοποιήσεων. Ακόμα, ασχολείται με τη μελέτη της συμβατότητας ακτινοβολίας και ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (EMC) των ηλεκτρονικών συσκευών, για το σύστημα ελέγχου και τα όργανα
- Παρακολούθηση, συντήρηση και ενημέρωση των προγραμμάτων για εργαλεία παρακολούθησης κενού και βάσεις δεδομένων για όλους τους επιταχυντές και τους ανιχνευτές. Ακόμα, ο τομέας αυτός είναι υπεύθυνος για τη λογιστική καθώς και την αποθήκευση στρατηγικών ανταλλακτικών για όλους τα συστήματα ελέγχου κενού
- Ορισμός και διαχείριση παρεμβολών κενού για όλους τους επιταχυντές
- Υποστήριξη σε εργαστήρια σε επίπεδο ομάδας
- Ορισμός των συστημάτων ελέγχου κενού για τα νέα έργα. [53]

4.2 Το σύστημα κενού

Για να ελαχιστοποιηθούν οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δεσμών επιτάχυνσης και των υπολειμματικών αερίων και έτσι να μεγιστοποιηθεί η διάρκεια ζωής της δέσμης, οι σωλήνες δέσμης όλων των επιταχυντών πρέπει να αντληθούν σε κατάλληλο επίπεδο κενού.

Ο LHC στο CERN είναι ένας επιταχυντής πρωτονίων 27 χλμ. με δύο χωριστούς σωλήνες δέσμης που συγχωνεύονται στα σημεία αλληλεπίδρασης, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Η στατική πίεση κενού είναι περίπου 10^{-11} mbar, αν και μπορεί να ανέλθει στα 10^{-8} mbar λόγω των δυναμικών ηλεκτροδίων. Η τροφοδοσία του LHC, του SPS και των γραμμών μεταφοράς του προσθέτουν 16 χιλιόμετρα κενού σωλήνα δέσμης στην περιοχή των 10^{-7} - 10^{-9} mbar. Πηγαίνοντας πίσω στην αλυσίδα, το Proton Synchrotron (PS), το Booster και τα LINACs (L2, L3) προσθέτουν επιπλέον 2 χιλιόμετρα. Για να εξασφαλιστεί η καλύτερη δυνατή στάθμη κενού σε όλο το συγκρότημα επιταχυντών του CERN, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα αυτοματισμού ικανό να παρακολουθεί και να ελέγχει όλους τους εξοπλισμούς κενού και να ανιχνεύει οποιαδήποτε πιθανή ανωμαλία. [48]

4.2.1 Αρχιτεκτονική ελέγχου κενού

Ο αυτοματισμός διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο σε πολλές πολύπλοκες βιομηχανικές εγκαταστάσεις και εγκαταστάσεις έρευνας και ανάπτυξης (Research&Development - R&D). Έχει προσελκύσει σημαντικές προσπάθειες από τους ερευνητές τόσο στις ακαδημαϊκές όσο και στις βιομηχανικές κοινότητες για την παροχή αποτελεσματικών επιστημονικών και μηχανολογικών λύσεων για την απλούστερη διαχείριση, παρακολούθηση και έλεγχο πολύπλοκων συστημάτων.

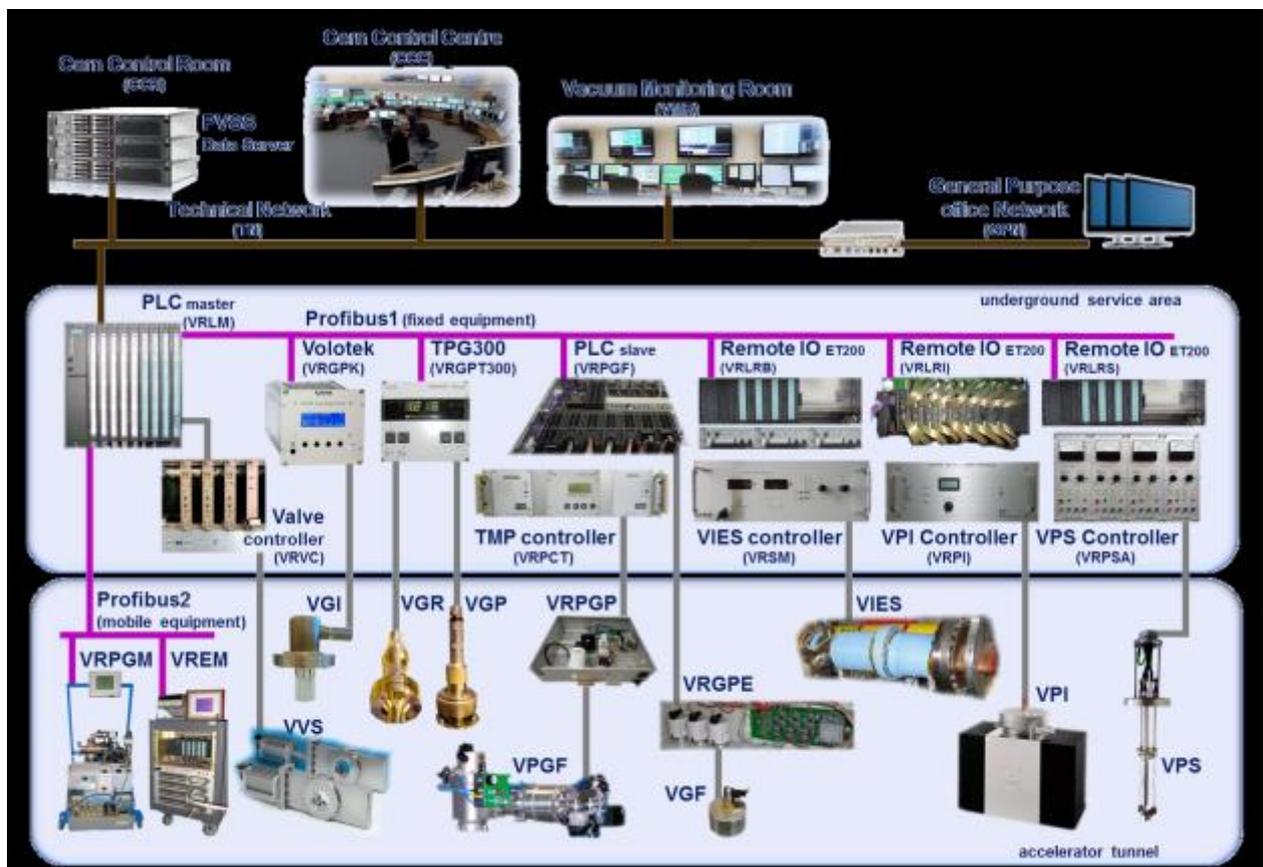
Ένα από τα ιδρύματα R&D που διαθέτει μια λύση αυτοματισμού μεγάλης κλίμακας είναι ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Πυρηνικών Ερευνών (CERN). Το πρωτόκολλο Profibus-DP [54, 55] χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό στο CERN στην αρχιτεκτονική ελέγχου κενού. Πρόκειται για ένα δίαυλο πεδίου που περιλαμβάνεται στο Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN50254 και στο Διεθνές Πρότυπο IEC 61158 [56]. Τα όργανα ελέγχου κενού που χρησιμοποιούνται στο σύμπλεγμα επιταχυντή του CERN έχουν αναβαθμιστεί και ομογενοποιηθεί σε μια αρχιτεκτονική βασισμένη σε προγραμματισμένους λογικούς ελεγκτές (PLCs) της σειράς Siemens S7-400. Στην *Εικόνα 26*, απεικονίζεται η αρχιτεκτονική LHC ελέγχου κενού.

Η Διεπαφή Ανθρώπου Μηχανής (HMI) είναι μέρος του συστήματος Εποπτικού Ελέγχου και Απόκτησης Δεδομένων (SCADA), που κατασκευάστηκε με το πρόγραμμα της Siemens WinCC-OA (ή διαφορετικά PVSS). Γεωγραφικά περιορισμένοι επιταχυντές ή εγκαταστάσεις ελέγχονται από ένα PLC. Οι μεγαλύτερες μηχανές διαθέτουν ένα PLC σε κάθε περιοχή υπόγειας εξυπηρέτησης (π.χ. 28 για LHC). Ανεξάρτητα από τον αριθμό των PLC που χρησιμοποιούνται, υπάρχει μόνο ένας σύνθετος διακομιστής δεδομένων (DS) ανά συμπλέκτη επιταχυντή. Τα PLC και το DS επικοινωνούν μέσω Ethernet σε ένα προστατευμένο και περιορισμένο τεχνικό δίκτυο (Technical Network - TN). [48]

Στην περιοχή του υπόγειου χώρου εξυπηρέτησης, το master PLC προσεγγίζει τους διαύλους πεδίου μέσω των ελεγκτών τους. Συχνά είναι έξυπνοι, επειδή έχουν

ενσωματωμένο μικροεπεξεργαστή ή άλλες προγραμματιζόμενες συσκευές λογικής. Όταν είναι εξοπλισμένα με την αντίστοιχη διεπαφή, μπορούν να επικοινωνούν με το PLC μέσω του διαύλου Profibus. Αυτό ελαχιστοποιεί την πολυπλοκότητα και την τιμή της καλωδίωσης και επιτρέπει επίσης ευρύτερη ανταλλαγή πληροφοριών και παραμέτρων διαμόρφωσης.

Οι ελεγκτές VGI (Volotek), μετρητές Pirani (VGR) και μετρητές Penning (VGP) (TPG300), τροφοδοτικά συνεχούς ρεύματος για ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες (VIES) και ελεγκτές VPGF (PLC slave και ελεγκτής αντλιών στροβιλοσυμπιεστή) είναι ήδη εφοδιασμένα με σύνδεση Profibus. Από την άλλη πλευρά, ο ελεγκτής βαλβίδων Τοπικής Βαλβίδας (VVS) συνδέεται απευθείας με τις ψηφιακές Εισόδους/Εξόδους στο PLC χρησιμοποιώντας έναν αποκλειστικό δίαυλο και πρωτόκολλο. Ο ελεγκτής αντλίας ιόντων διασκορπισμού ελέγχεται μέσω απομακρυσμένου σταθμού Εισόδου/Εξόδου από τη Siemens, συνδεδεμένο στο δίκτυο Profibus, το ίδιο με τον ελεγκτή αντλιών εξάχνωσης (VPS). [48]



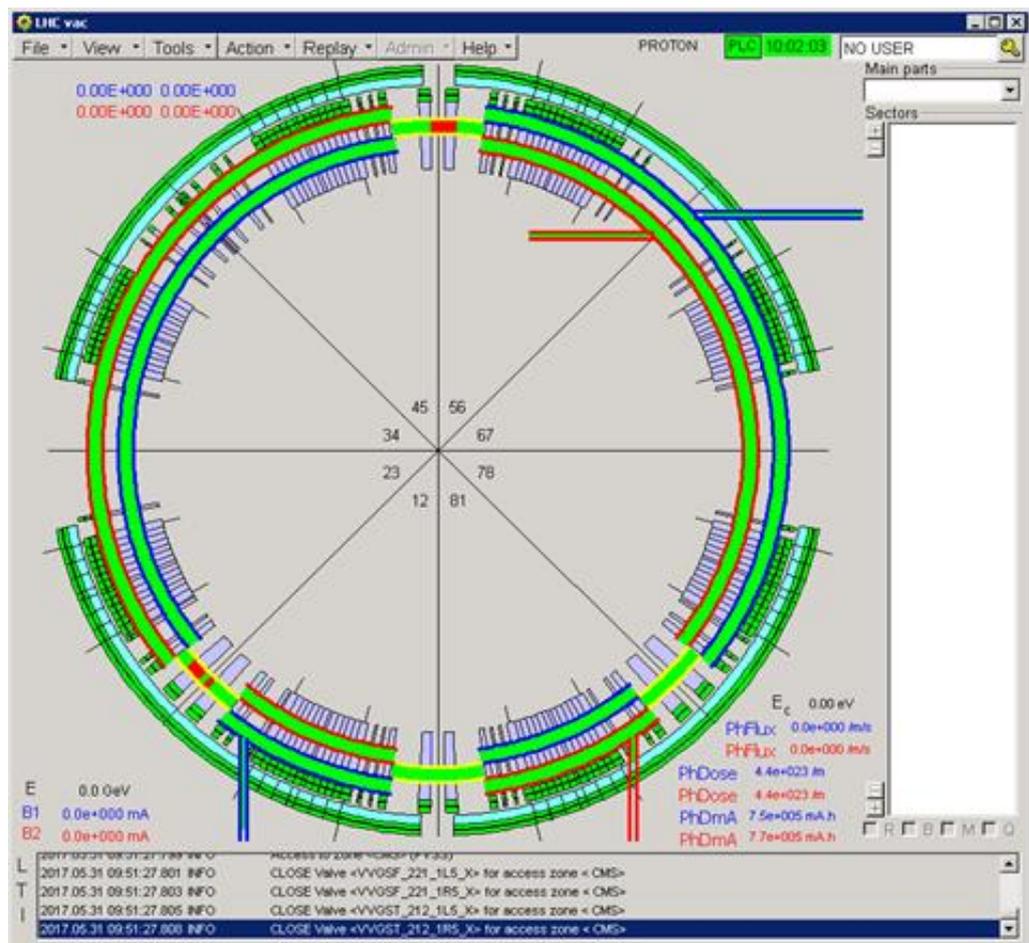
Εικόνα 26: Σύστημα ελέγχου κενού LHC

4.2.2 Σύστημα SCADA για το κενό

Το σύστημα SCADA που χρησιμοποιείται για το κενό, επικοινωνεί σε πραγματικό χρόνο με ελεγκτές οι οποίοι τρέχουν τις διεργασίες του κενού και συλλέγει δεδομένα από αυτούς. [47] Έπειτα, μέσω μιας φιλικής διαπροσωπείας χρήστη, παρουσιάζει τα δεδομένα αυτά στους χειριστές, έτσι ώστε αυτοί να έχουν τη δυνατότητα να ελέγξουν τη διεργασία, εάν αυτή λειτουργεί σωστά για παράδειγμα, ή εάν υπάρχει κάποιο πρόβλημα. Επιπρόσθετα, με αυτόν τον τρόπο οι χειριστές μπορούν άμεσα να

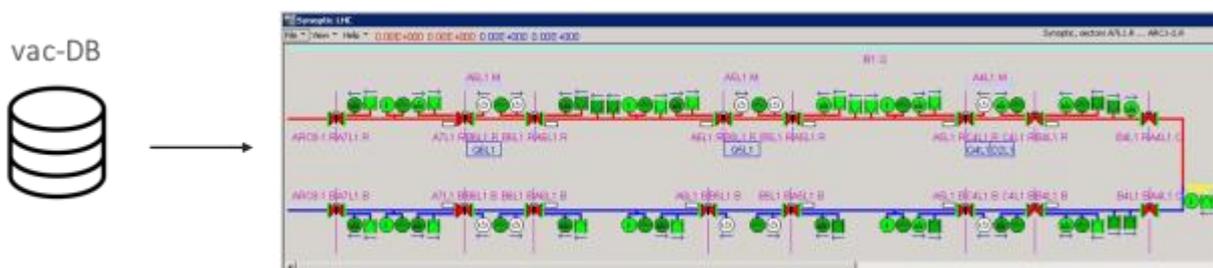
αντιδρούν και να λάβουν δράση σε πιθανές ειδοποιήσεις (Alarms), εάν κάποιο όργανο παρουσιάσει βλάβη παραδείγματος χάριν. Μάλιστα, είναι δυνατόν να αλληλεπιδράσουν με τις συσκευές εξ αποστάσεως χωρίς να χρειάζεται να μεταβούν υπόγεια στους επιταχυντές για να ελέγξουν ένα συγκεκριμένο όργανο. Τέλος, μιας και όλα τα δεδομένα φυλάσσονται σε ιστορικό αρχείο, είναι εφικτό για τους χειριστές να δουν τι συνέβη στο παρελθόν, να ελέγξουν ειδοποιήσεις, σφάλματα κ.λπ.

Παρακάτω, παρουσιάζεται στην *Εικόνα 27* η διαπροσωπεία χρήστη του συστήματος SCADA για τον επιταχυντή LHC.



Εικόνα 27: Σύστημα SCADA για τον επιταχυντή LHC

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως όλος ο εξοπλισμός που απεικονίζεται στο σύστημα SCADA προέρχεται από μια βάση δεδομένων, η οποία ονομάζεται vac-DB.



Εικόνα 28: Ο εξοπλισμός του SCADA προέρχεται από το vac-DB

4.2.3 Όργανα κενού

Για τη δημιουργία, διατήρηση και μέτρηση του καλύτερου επιπέδου κενού απαιτούνται διάφορα όργανα: ενεργητικοί και παθητικοί μετρητές, αντλίες και βαλβίδες. Όλος αυτός ο εξοπλισμός βρίσκεται στην περιοχή του επιταχυντή (σήραγγα), όπως φαίνεται στην *Εικόνα 26*, παραπάνω.

Χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι μετρητών κενού σε λειτουργία στην περιοχή πίεσης κενού που πρόκειται να μετρηθεί. Ορισμένα από αυτά τα όργανα μέτρησης είναι: μετρητές μεμβράνης (VGM), θερμικής αγωγιμότητας (VGR), κρύου ιονισμού σε κάθοδο (VGP), μετρητής πλήρους εμβέλειας (VGF) και ζεστού ιονισμού σε κάθοδο (VGI). Αυτοί οι μετρητές κενού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μετρήσουν τις πιέσεις στην περιοχή από 1 έως 10^{-12} mbar. [48] Οι αντλίες κενού χρησιμοποιούνται για την εκκένωση των εσωτερικών αερίων των σωλήνων δακτυλίου του επιταχυντή. Οι πρωτεύουσες αντλίες χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν πιέσεις της τάξης των 10^{-3} mbar. Χρησιμοποιούνται επίσης ως αντλία στήριξης για αντλίες μονού στροβίλου (TMP), οι οποίες είναι αποτελεσματικές στην περιοχή από 10^{-3} έως 10^{-10} mbar. Συχνά συναρμολογούνται και ελέγχονται μαζί ως ομάδα άντλησης. Εάν η χρήση τους είναι προσωρινή, μπορούν να επιβιβαστούν σε κινητό καροτσάκι (VPGM), μαζί με τα ηλεκτρονικά συστήματα τροφοδοσίας και ελέγχου. Για μακρόχρονη άντληση (VPGF), μόνο οι αντλίες και τα κυκλώματα τροφοδοσίας αφήνονται κοντά στον επιταχυντή, ενώ όλα τα ευαίσθητα στην ακτινοβολία ηλεκτρονικά φυλάσσονται σε ασφαλείς περιοχές. Όταν χρειάζεται να επιτευχθεί υπερβολικά υψηλό κενό, πρέπει να χρησιμοποιηθούν αντλίες ιόντων διασποράς (VPIs), οι οποίες θα είναι αποτελεσματικές στην περιοχή από 10^{-5} έως 10^{-11} mbar. Για την απομόνωση μιας ομάδας άντλησης (rump ring group) από τον αντληθέντα όγκο σε κάποιον τομέα κενού χρησιμοποιούνται βαλβίδες αποστράγγισης (VVR). Προκειμένου να αποφευχθεί η διάδοση διαρροών ή να επιτραπεί μηχανική παρέμβαση, χρησιμοποιούνται VVS. [48]

4.3 Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων στο Vacuum Group του CERN

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, ο τομέας Εμπλοκών, Ελέγχου και Παρακολούθησης έχει σαν βασικό του άξονα την ανάπτυξη και συντήρηση συστημάτων ελέγχου για το κενό. Σε περισσότερα από 130 χιλιόμετρα θαλάμων κενού, θέλει να επιτύχει πολύ χαμηλές τιμές πιέσεων και για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιεί διάφορα όργανα. Για παράδειγμα, περίπου 3000 αντλίες κενού, 3000 μανόμετρα κενού και 500 βαλβίδες αποκλεισμού έχουν επιστρατευτεί για να διασφαλίσουν τιμές πίεσης από 10^{-4} έως 10^{-11} mbar.

Επιπρόσθετα ένας ακόμα στόχος αυτού του τομέα είναι η παρακολούθηση και η επίβλεψη του εξοπλισμού που αναφέρθηκε παραπάνω, μέσω συστήματος Ελέγχου. Έτσι, χρησιμοποιούνται 5 εξυπηρετητές SCADA και 300 περίπου PLC. [47]

Για να επιτύχουμε τη βέλτιστη χρησιμοποίηση του εξοπλισμού σε μια μεγάλη εγκατάσταση, όπως είναι το σύστημα κενού - Vacuum στο CERN, από τη στιγμή της δημιουργίας του μέχρι την τελική του διάθεση, χρησιμοποιούμε ένα σύστημα Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης, ή αλλιώς σύστημα EAM, όπως έχουμε αναφέρει αναλυτικά παραπάνω. [57] Το επίσημο σύστημα το οποίο

υποστηρίζεται και χρησιμοποιείται από το CERN είναι το InforEAM, το οποίο έχει 3 βασικούς στόχους, όπως είναι εμφανές κι από την *Εικόνα 29* παρακάτω:

1. **Διαχείριση του εξοπλισμού.** Είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε ποιος εξοπλισμός βρίσκεται διαθέσιμος καθώς και το ακριβές σημείο όπου αυτός βρίσκεται. Ακόμα, είναι ιδιαίτερος χρήσιμο να γνωρίζουμε τις σχέσεις μεταξύ των διαφορετικών στοιχείων του εξοπλισμού, για παράδειγμα ποιος ελεγκτής αντλίας ελέγχει μια συγκεκριμένη αντλία, ή σε ποιον εξοπλισμό είναι εγκατεστημένο κάποιο όργανο μέτρησης πίεσης.
2. **Διαχείριση των εργασιών.** Αυτό αποτελείται από τα ακόλουθα:
 - i. Αρχικά, οι εργασίες αποστέλλονται και διατίθενται στα αρμόδια άτομα με την δημιουργία εντολών εργασίας. Σε περίπτωση βλάβης ενός μηχανήματος, για παράδειγμα, ο χειριστής του συστήματος SCADA λαμβάνει μια ειδοποίηση για αυτή, και είναι υποχρεωμένος να μεταβεί στο InforEAM για να εκδώσει μια εντολή εργασίας για το μηχάνημα αυτό. Στη συνέχεια, η εντολή αυτή ανατίθεται στο αρμόδιο άτομο.
 - ii. Επιπρόσθετα, με το σύστημα EAM, δίνεται η δυνατότητα της παρακολούθησης της πορείας μιας εργασίας. Έτσι, το InforEAM μας επιτρέπει να γνωρίζουμε ποιος έκανε μια εργασία και πότε, καθώς και κάθε βήμα αυτής.
3. **Διαχείριση του αποθέματος,** το οποίο συνίσταται στη λογιστική Υλικών και Μερών. Συνεπώς, οι χρήστες του InforEAM γνωρίζουν κάθε στιγμή ποια και τι είδους υλικά υπάρχουν και σε ποιο σημείο βρίσκονται καταχωρημένα αυτά. Να σημειωθεί εδώ, πως η λειτουργία αυτή βρίσκεται σε διαδικασία υλοποίησης στο τμήμα Vacuum του CERN, και αναμένεται να ολοκληρωθεί στο εγγύς μέλλον.

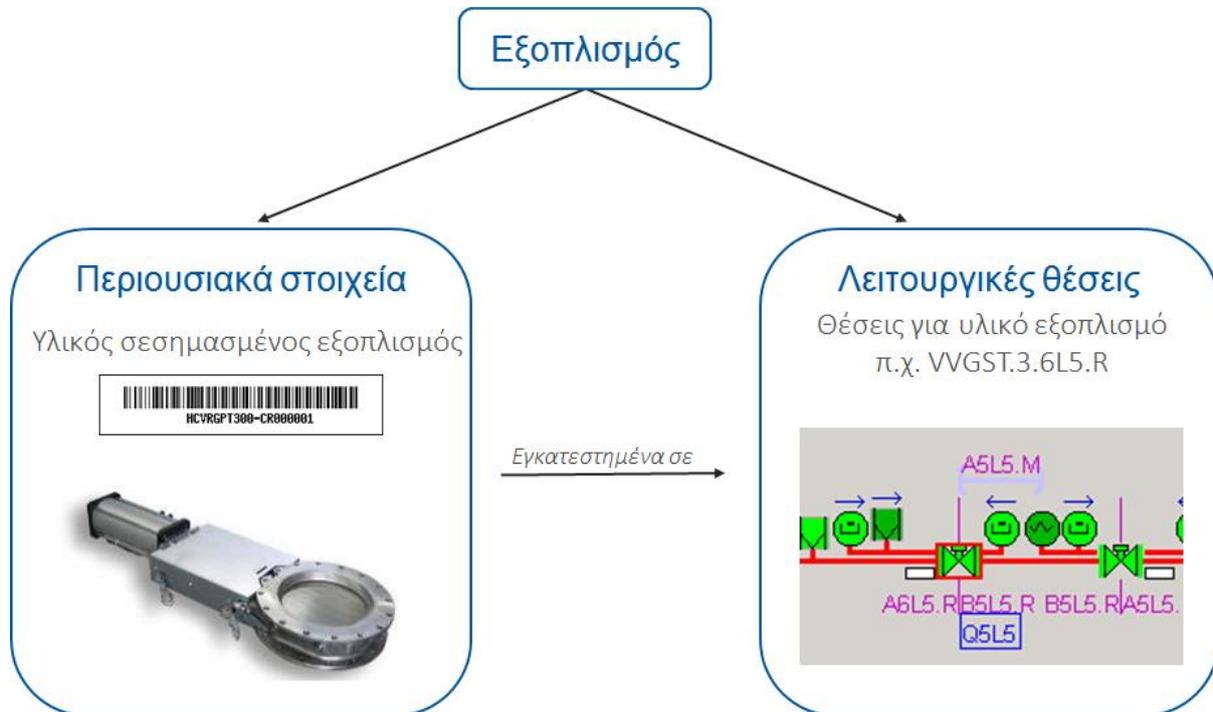


Εικόνα 29: Οι στόχοι που εξυπηρετεί το σύστημα InforEAM

Στο σημείο αυτό, είναι σημαντικό να ορίσουμε ακριβώς την έννοια του εξοπλισμού. Ο εξοπλισμός, όπως αυτός νοείται στο InforEAM, μπορεί να διαχωριστεί σε δύο κατηγορίες:

1. Από τη μια μεριά, βρίσκονται τα λεγόμενα **περιουσιακά στοιχεία**. Πρόκειται για απτά, υλικά στοιχεία εξοπλισμού, τα οποία εντοπίζονται από ένα μοναδικό αριθμό σειράς – κωδικό, ο οποίος είναι επικολλημένος σε αυτά σε μορφή ετικέτας. Στο παρακάτω παράδειγμα, στην *Εικόνα 30*, φαίνεται μια αντλία εξοπλισμού, η οποία ανήκει στην κατηγορία των περιουσιακών στοιχείων.
2. Από την άλλη, η δεύτερη κατηγορία του εξοπλισμού είναι οι λεγόμενες **λειτουργικές θέσεις**. Αυτές είναι οι προκαθορισμένες θέσεις στις οποίες θα εγκατασταθεί έπειτα υλικός εξοπλισμός (περιουσιακά στοιχεία). Η διαφορά μεταξύ των δύο θα φανεί μέσω ενός απλού παραδείγματος: Έστω ότι ένας ελεγκτής αντλίας με ετικέτα HCVRPITHJA-CR000001 είναι εγκατεστημένος σε μια λειτουργική θέση, την εξής

VVGST.3.6L5.R, και παρουσιάζει πρόβλημα. Τότε, θα πρέπει να αντικατασταθεί, έστω με τον ακόλουθο HCVRP1HJA-CR000002. Παρατηρούμε λοιπόν, πως η λειτουργική θέση δεν αλλάζει και εξαρτάται μόνο από τη θέση μέσα στο σήραγγα σε κάθε επιταχυντή, ενώ τα περιουσιακά στοιχεία που εγκαθίστανται σε μια λειτουργική θέση είναι δυνατόν να αλλάζουν. [58]



Εικόνα 30: Διαχωρισμός του εξοπλισμού, όπως αυτός ορίζεται από το InforEAM

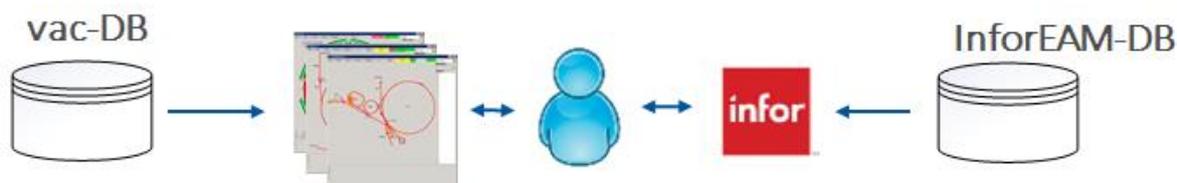
4.4 Προκλήσεις κατά τη διαχείριση του εξοπλισμού

4.4.1 Λειτουργικές θέσεις

Θα επιχειρήσουμε να καταδείξουμε τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι χρήστες ως τώρα σε ό,τι αφορά τη διαχείριση των λειτουργικών θέσεων με ένα παράδειγμα.

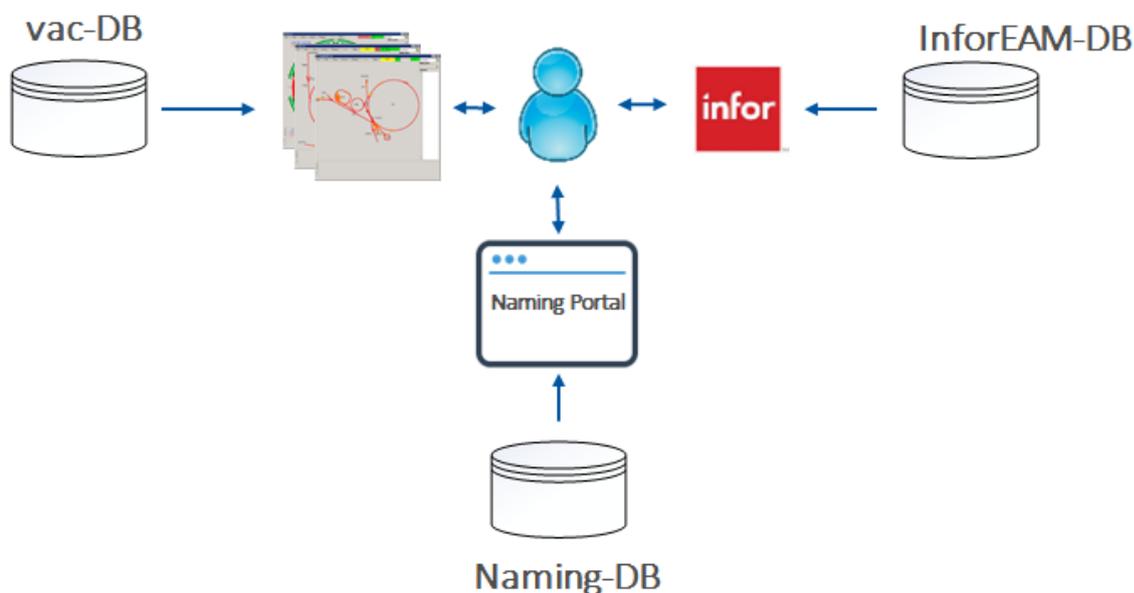
Έστω ένας χρήστης, ο οποίος επιβλέπει τον εξοπλισμό ως χειριστής του συστήματος SCADA. Έπειτα από μια βλάβη σε κάποια λειτουργική θέση, λαμβάνει την αντίστοιχη ειδοποίηση, και η αμέσως επόμενη κίνησή του είναι να μεταβεί στο InforEAM για να εκδώσει μια εντολή εργασίας για την επισκευή της βλάβης. Αφού βρεθεί στο σύστημα του InforEAM, με μεγάλη του έκπληξη, διαπιστώνει πως η λειτουργική θέση για την οποία θέλει να δημιουργήσει εντολή εργασίας, δεν είναι καταγεγραμμένη.

Εφόσον τα δεδομένα που αφορούν τον εξοπλισμό για το σύστημα SCADA προέρχονται από τη βάση δεδομένων vac-DB, ενώ ο εξοπλισμός του InforEAM βρίσκεται αποθηκευμένος σε μια διαφορετική βάση δεδομένων, τη βάση InforEAM-DB, και οι βάσεις αυτές είναι απομονωμένες και δεν συνδέονται μεταξύ τους, είναι πιθανό λειτουργικές θέσεις που ο χρήστης βλέπει στο σύστημα SCADA να μην είναι καταγεγραμμένες στο InforEAM.



Εικόνα 31: Το σύστημα SCADA δεν είναι συνδεδεμένο με το σύστημα EAM

Επιπρόσθετα, ο χρήστης έχει πρόσβαση και σε ένα άλλο εργαλείο, το Naming Portal. Το Naming Portal είναι ένας κατάλογος όλου του εξοπλισμού που υπάρχει στο CERN, με το επίσημο τους όνομα καθώς και την επίσημη περιγραφή τους. Τα δεδομένα αυτά υπάρχουν σε μια τρίτη βάση δεδομένων, την επωνομαζόμενη Naming-DB. Εφόσον και αυτή η βάση δεν συνδέεται ούτε συγχρονίζεται με τη βάση του InforEAM, υπάρχει περίπτωση οι λειτουργικές θέσεις που υπάρχουν στο InforEAM να μην είναι δημιουργημένες με την επίσημη περιγραφή τους, είτε ακόμα κι αν ήταν δημιουργημένες με την σωστή περιγραφή, η τελευταία να έχει αλλάξει στο Naming Portal.



Εικόνα 32: Το εργαλείο Naming Portal δεν είναι συνδεδεμένο με το σύστημα EAM

Φυσικά, είναι εφικτό οι λειτουργικές θέσεις να δημιουργηθούν, ή να διορθωθούν χειροκίνητα, αυτό όμως απαιτεί αρκετό χρόνο και είναι φανερό πως η διαδικασία αυτή είναι επιρρεπής σε λάθη, εφόσον υπεισέρχεται ο ανθρώπινος παράγοντας.

Συνεπώς, θα θέλαμε να αυτοματοποιήσουμε τη διαδικασία συγχρονισμού μεταξύ αυτών των διαφορετικών βάσεων δεδομένων, και έτσι να ολοκληρώσουμε τα τρία διαφορετικά συστήματα μεταξύ τους.

Η διασφάλιση της συνεχούς συνέπειας μεταξύ διαφορετικών βάσεων δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας για την ποιότητα των δεδομένων.

4.4.2 Περιουσιακά στοιχεία

Εκτός από τη διαχείριση λειτουργικών θέσεων, διάφορες προκλήσεις σημειώνονται και σε ό,τι αφορά τη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων.

Έστω ότι νέα περιουσιακά στοιχεία φτάνουν στο CERN.

Εάν αυτός ο εξοπλισμός δεν δηλωθεί στο σύστημα EAM του οργανισμού, το InforEAM, τότε είναι αδύνατον για τους υπεύθυνους του εξοπλισμού αυτού να τον παρακολουθούν και να γνωρίζουν κάθε στιγμή πού βρίσκεται. Συνεπώς, δεν μπορεί να επιτευχθεί η ιχνηλασιμότητα των περιουσιακών στοιχείων. Επιπρόσθετα, ακόμα και αν είναι γνωστή η τοποθεσία του στοιχείου και αυτό είναι διαθέσιμο στους υπεύθυνους, δεν είναι δυνατόν αυτοί να γνωρίζουν ποιες είναι οι παράμετροί του, για παράδειγμα η βαθμονόμησή του.

Ακόμα, εάν αυτά τα περιουσιακά στοιχεία δεν σημανθούν με ετικέτες, δεν γίνεται να γνωρίζει κάποιος ποιο περιουσιακό στοιχείο έχει μπροστά του, την ιστορία του καθώς και τι στοιχεία ελέγχονται από αυτό.

Για παράδειγμα, ας φανταστούμε πως βρισκόμαστε στην αποθήκη και έχουμε απέναντί μας δύο πανομοιότυπα περιουσιακά στοιχεία, στο συγκεκριμένο παράδειγμα ελεγκτές αντλίας καθοδικής διασκόρπισης ιόντων, και θέλουμε να διαλέξουμε εκείνο το οποίο έχει συγκεκριμένες παραμέτρους, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί στον επιταχυντή. Είναι αδύνατον να επιλέξουμε ένα από τα δύο, εφόσον αυτά δεν είναι σεσημασμένα με ετικέτα.



Εικόνα 33: Η πρόκληση σε περίπτωση που τα περιουσιακά στοιχεία δεν είναι σεσημασμένα με ετικέτα

Μια πρώτη προσέγγιση για να λυθεί αυτό το πρόβλημα, είναι να καθιερωθεί η ακόλουθη διαδικασία: όλα τα περιουσιακά στοιχεία πρέπει να έχουν ετικέτες και να δηλώνονται στο InforEAM χειροκίνητα. Προφανώς, αυτή η διαδικασία είναι αποτελεσματική μόνο στη θεωρία, καθώς παρατηρήθηκε πως χιλιάδες περιουσιακά στοιχεία είχαν σημανθεί με ετικέτα, αλλά ελάχιστα από αυτά δηλώθηκαν, εγκαίρως ή έγκυρα, στο σύστημα EAM.

Το γεγονός πως η εκτύπωση ετικετών και η δήλωση των αντίστοιχων περιουσιακών στοιχείων στο InforEAM είναι ανεξάρτητα και ασύνδετα μεταξύ τους βρίσκεται στην ουσία του προβλήματος.

4.5 Ανάγκη για ολοκλήρωση των διαφορετικών συστημάτων

Από τα παραπάνω, γίνεται φανερό ότι το γεγονός πως τα συστήματα Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων και Ελέγχου SCADA είναι αποσυνδεδεμένα και ανεξάρτητα μεταξύ τους, αλλά και το ότι η επισήμανση των περιουσιακών στοιχείων δεν συνδέεται με την δημιουργία των αντίστοιχων εγγραφών στο σύστημα EAM, αποτελεί εγγενές πρόβλημα για τη διαχείριση του εξοπλισμού στον τομέα Vacuum του CERN.

Συνεπώς, για να λυθεί το πρόβλημα, μια προσέγγιση περιλαμβάνει τη δημιουργία μιας εφαρμογής για την ολοκλήρωση των διαφορετικών συστημάτων.

Πρόκειται για την εφαρμογή vacDM, την οποία υλοποίησα για τον τομέα Εμπλοκών, Ελέγχου και Παρακολούθησης – ICM αρχικά, και έπειτα επεκτάθηκε για όλη την ομάδα Κενού, Επιφανειών και Επικαλύψεων – VSC.

5. Λειτουργική Αρχιτεκτονική

5.1 Τοποθέτηση

Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας, αναπτύχθηκε μια πλατφόρμα για την αποτελεσματικότερη διαχείριση του εξοπλισμού κενού για το τμήμα VSC του CERN. Πρόκειται για μια εφαρμογή, η οποία έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να προσαρμόζεται σε κάθε οθόνη, από smartphone και ταμπλέτα έως οθόνη υπολογιστή, και η οποία εξυπηρετεί τον τομέα της Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων Επιχείρησης, ή αγγλιστί, Enterprise Asset Management – EAM. Σκοπός της εφαρμογής είναι η ολοκλήρωση του συστήματος διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων με το σύστημα SCADA και το σύστημα που εμπεριέχει όλα τα επίσημα ονόματα και τις περιγραφές για τον εξοπλισμό του CERN. Τα συστήματα αυτά είναι απομονωμένα και το γεγονός αυτό προκαλεί προβλήματα στη διαχείριση του εξοπλισμού και την αξιοποίησή του με το βέλτιστο τρόπο. Στόχος είναι, λοιπόν, αυτή η εφαρμογή να εξασφαλίσει υψηλής ποιότητας δεδομένα, για τα οποία αναπόσπαστο στοιχείο είναι η διαρκής συνοχή και συνέπεια, κάτι το οποίο επιτυγχάνεται με την αυτοματοποίηση της διαδικασίας συγχρονισμού του εξοπλισμού μεταξύ διαφορετικών συστημάτων.

5.1.1 Προφίλ χρηστών

Οι χρήστες του vacDM σαν ομάδα διακρίνονται από τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ανήκουν σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες
- Ανήκουν και στα δύο φύλα
- Ανήκουν στην ομάδα VSC του CERN
- Ανήκουν σε διαφορετικές εθνικότητες
- Είναι κάτοχοι είτε ηλεκτρονικού υπολογιστή είτε ταμπλέτας είτε smartphone
- Δεν διαθέτουν απαραίτητα τεχνικό υπόβαθρο στην πληροφορική. Αρκεί η εξοικείωση με τη χρήση υπολογιστή, ταμπλέτας ή smartphone και απλών εφαρμογών για αυτά
- Χρησιμοποιούν την εφαρμογή χωρίς οικονομικό όφελος στο πλαίσιο της δουλειάς τους, έπειτα από θέσπιση της διαδικασίας χρήσης της εφαρμογής για την εκτύπωση ετικετών για τον εξοπλισμό του τομέα ICM και παρότρυνση για χρήση της εφαρμογής στην ομάδα VSC
- Κίνητρο για τη συνέχιση της χρησιμοποίησης αποτελεί η έμπρακτη αξιοποίηση της συνεισφοράς τους με βελτιώσεις στην διαχείριση του εξοπλισμού αλλά και στη διαδικασία εκτύπωσης ετικετών.

5.1.2 Προφίλ αρχής που θέτει το πρόβλημα

Πρόκειται για κάποιον οργανισμό ο οποίος διαχειρίζεται ένα πολύ μεγάλο αριθμό περιουσιακών στοιχείων στις εγκαταστάσεις του, όπως το CERN, το οποίο διαχειρίζεται περίπου 2 εκατομμύρια απτά περιουσιακά στοιχεία. Δεδομένου το ότι απαρτίζεται από πολλά ετερόκλητα μεταξύ τους συστήματα, επιλέγει να μην επιστρατεύσει κάποιο από το προσωπικό ή να μην προσλάβει επιπλέον προσωπικό οι οποίοι ανά διαστήματα θα φροντίζουν για την αρτιότητα και τη συνέπεια των δεδομένων μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων, αλλά να επενδύσει στην αυτοματοποίηση του ελέγχου της διαρκούς συνέπειας των δεδομένων, μέσω μιας πλατφόρμας. Προκειμένου να επιτύχει υψηλή

ποιότητα στα δεδομένα, τα οποία είναι καθοριστικής σημασίας για κάθε οργανισμό, η πλατφόρμα αυτή θα ολοκληρώνει τα διαφορετικά αποσυνδεδεμένα μεταξύ τους συστήματα.

Επιπλέον όφελος για τον οργανισμό αποτελεί η έγκαιρη ενημέρωση σχετικά με έκτακτα προβλήματα που προκύπτουν κατά τη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων και η αποκατάστασή τους στο συντομότερο δυνατό διάστημα.

5.2 Απαιτήσεις συστήματος

Ως απαίτηση, στη γλώσσα της ανάλυσης συστημάτων, θεωρείται μια λεπτομερής περιγραφή κάποιου συγκεκριμένου μέρους ή λειτουργίας του συστήματος. Η απαίτηση εστιάζεται στο ποιες ανάγκες πρέπει να ικανοποιήσουμε και όχι στο πώς ακριβώς θα συμβεί αυτό.

Οι απαιτήσεις αναφέρονται στους στόχους που θέτει ένα σύστημα, χωρίς, όμως, να περιλαμβάνουν λεπτομέρειες σχετικά με την υλοποίηση του συστήματος, η οποία ακολουθεί στη συνέχεια.

Ο Alan M. Davis ορίζει τις απαιτήσεις ως εξής: [24]

Αν μια εταιρία επιθυμεί να συνάψει σύμβαση για ένα μεγάλο έργο ανάπτυξης λογισμικού, πρέπει να ορίσει τις ανάγκες της με έναν αρκετά αφηρημένο τρόπο ώστε η λύση να μην είναι προκαθορισμένη. Οι απαιτήσεις πρέπει να γραφούν έτσι ώστε να επιτρέψουν σε πολλούς εργολάβους να κάνουν προσφορά για τη σύμβαση, προσφέροντας, ίσως, διαφορετικούς τρόπους ικανοποίησης των αναγκών της εταιρείας- πελάτη. Αφού ανατεθεί η σύμβαση σε κάποιον εργολάβο, εκείνος πρέπει να γράψει έναν ορισμό συστήματος για τον πελάτη με περισσότερες λεπτομέρειες, ώστε ο πελάτης να μπορεί να καταλάβει και να επαληθεύσει τι θα κάνει το λογισμικό. Και τα δύο αυτά έγγραφα μπορεί να ονομαστούν έγγραφα απαιτήσεων για το σύστημα.

Κατηγοριοποίηση των απαιτήσεων σε σχέση με τη λειτουργικότητα τους

Οι απαιτήσεις μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με τη λειτουργικότητά τους:

- **Λειτουργικές απαιτήσεις.** Περιγράφουν τι είδους επαφή πρέπει να υπάρχει ανάμεσα στο σύστημα, εν προκειμένω την εφαρμογή, και το περιβάλλον του. Δηλαδή, πώς το σύστημα πρέπει να αποκρίνεται όταν δέχεται συγκεκριμένα δεδομένα, τι είδους αποτελέσματα πρέπει να παράγει ανάλογα με τα εισερχόμενα αιτήματα κ.ο.κ. Περιγράφουν λειτουργικές δυνατότητες ή υπηρεσίες του συστήματος και εξαρτώνται από τον τύπο του λογισμικού, από τους αναμενόμενους χρήστες του λογισμικού και από τον τύπο του συστήματος στον οποίο χρησιμοποιείται το λογισμικό. Οι λειτουργικές απαιτήσεις χρήστη μπορεί να είναι υψηλού επιπέδου δηλώσεις των δυνατοτήτων του συστήματος, αλλά οι

λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος πρέπει να περιγράφουν με λεπτομέρειες τις υπηρεσίες του συστήματος.

- **Μη λειτουργικές απαιτήσεις.** Αποτελούν τους αναγκαστικούς περιορισμούς, που η πραγματικότητα θέτει, περιορίζοντας έτσι κάποιες από τις διαθέσιμες επιλογές στην ανάπτυξη του συστήματος. Τέτοιες μη λειτουργικές απαιτήσεις είναι οι περιορισμοί που μπορεί να υπάρχουν στις υπηρεσίες ή τις λειτουργίες που προσφέρει το σύστημα, όπως χρονικοί περιορισμοί, περιορισμοί της διαδικασίας ανάπτυξης, πρότυπα κ.λπ. [59]

5.2.1 Λειτουργικές απαιτήσεις του vacDM

Στο σύστημα που αναπτύξαμε εμείς οι λειτουργικές απαιτήσεις που ορίσαμε αρχικά, και οι οποίες καθόρισαν τις τεχνολογίες και την αρχιτεκτονική του συστήματος μας στην πορεία, είναι οι ακόλουθες:

1. Σχετικά με τη διαχείριση των λειτουργικών θέσεων,
 1. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δει στην εφαρμογή όλες τις λειτουργικές θέσεις, να αναζητήσει κάποια συγκεκριμένη αλλά και να τις φιλτράρει.
 2. Οποιαδήποτε νέα λειτουργική θέση η οποία εμφανίζεται στο σύστημα SCADA θα πρέπει να δημιουργείται αυτόματα στο InforEAM, και μάλιστα έχοντας την αντίστοιχη επίσημη περιγραφή της από το Naming Portal.
 3. Οι λειτουργικές θέσεις που έχουν διαγραφεί από το SCADA θα πρέπει αυτόματα να χαρακτηριστούν ως "Εκτός Λειτουργίας" στο InforEAM.
 4. Οι σχέσεις μεταξύ του εξοπλισμού, για παράδειγμα, ποιος ελέγχει ποιον, πρέπει να εισάγονται και σε περίπτωση αλλαγής να επικαιροποιούνται αυτόματα στο InforEAM.
 5. Οι αλλαγές στο vac-DB θα πρέπει να αντανakλώνται αυτόματα στο InforEAM. Αυτές αφορούν αλλαγές σε περιγραφές, ομάδα στο InforEAM και αλλαγές στο όνομα του εξοπλισμού.
 6. Τα παραπάνω θα πρέπει να πραγματοποιούνται αυτόματα σε τακτά διαστήματα, μια φορά την ημέρα, με έναν background προγραμματιστή.
 7. Τα παραπάνω θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να ενεργοποιηθούν με το πάτημα ενός κουμπιού από τον/τους διαχειριστή/ές.
 8. Σε περίπτωση που αποτύχει οποιαδήποτε από τις παραπάνω λειτουργίες, θα πρέπει να εμφανίζεται στη διαπροσωπεία χρήστη ο λόγος της αποτυχίας, καθώς και να καταγράφεται και να αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων.
2. Σχετικά με τη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων,
 1. Θα πρέπει να δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να δει όλους τους κωδικούς εξοπλισμού, και να αναζητήσει ένα συγκεκριμένο κωδικό, είτε μέσω πεδίου αναζήτησης, είτε αλφαβητικά με τη μορφή δέντρου.
 2. Ο χρήστης θα πρέπει να μπορεί να δει περισσότερες πληροφορίες για τον συγκεκριμένο εξοπλισμό, καθώς και το ιστορικό των αιτημάτων του για ετικέτες.
 3. Ο χρήστης θα πρέπει να μπορεί να υποβάλλει αίτημα για ετικέτες, επιλέγοντας την ποσότητα, και τον τύπο τους, και προαιρετικά ένα σύντομο σχόλιο σχετικά με το συγκεκριμένο αίτημα.
 4. Μόλις υποβληθεί αίτημα για ετικέτες, ένα εισιτήριο θα πρέπει να δημιουργείται αυτόματα και ανατίθεται στους υπεύθυνους για την εκτύπωση ετικετών συγκεκριμένου εξοπλισμού.

5. Τα αντίστοιχα περιουσιακά στοιχεία κάθε αιτήματος ετικετών θα πρέπει να δημιουργούνται και να αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων, και να εμφανίζονται σε σχετική σελίδα.
 6. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα μετά την υποβολή σχετικού αιτήματος για ετικέτες, να εισάγει ο ίδιος τα αντίστοιχα περιουσιακά στοιχεία στο σύστημα InforEAM.
 7. Ο υπεύθυνος για την εκτύπωση μόλις εκτυπώσει τις ετικέτες του εκάστοτε αιτήματος θα πρέπει να επιβεβαιώσει την εκτύπωση τους στο σύστημα.
 8. Το σύστημα θα πρέπει να ειδοποιεί τον αιτούντα μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μόλις οι ετικέτες του βρίσκονται διαθέσιμες.
 9. Το ιστορικό των αιτημάτων θα πρέπει να διατηρείται και ο χρήστης να μπορεί να το δει και να αναζητήσει σχετικά πεδία.
 10. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δει στην εφαρμογή όλα τα περιουσιακά στοιχεία, να αναζητήσει κάποιο συγκεκριμένο αλλά και να τα φιλτράρει.
 11. Οποιαδήποτε νέο περιουσιακό στοιχείο θα πρέπει να δημιουργείται αυτόματα στο InforEAM, και μάλιστα έχοντας την αντίστοιχη επίσημη περιγραφή του κωδικού από το Naming Portal.
 12. Το παραπάνω θα πρέπει να πραγματοποιείται αυτόματα σε τακτά διαστήματα, μια φορά την ημέρα, με έναν background προγραμματιστή.
 13. Ακόμα, θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να ενεργοποιηθεί με το πάτημα ενός κουμπιού από τον/τους διαχειριστή/ές.
 14. Σε περίπτωση που αποτύχει οποιαδήποτε από τις παραπάνω λειτουργίες, θα πρέπει να εμφανίζεται στη διαπροσωπεία χρήστη ο λόγος της αποτυχίας, καθώς και να καταγράφεται και να αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων.
3. Το σύστημα θα πρέπει να δίνει τη δυνατότητα για προσθήκη, διαγραφή και επεξεργασία των χρηστών, μόνο στα άτομα που έχουν το ρόλο διαχειριστή.
 4. Το σύστημα θα πρέπει να δίνει τη δυνατότητα για διάρθρωση και παραμετροποίηση του προγραμματιστή ο οποίος συγχρονίζει τις λειτουργικές θέσεις και τα περιουσιακά στοιχεία.
 5. Το σύστημα θα πρέπει να δίνει τη δυνατότητα για επεξεργασία, προσθήκη και διαγραφή αντιστοίχισης μεταξύ του ονόματος κάθε κατασκευαστή του εξοπλισμού και του αντίστοιχου κωδικού κατασκευαστή.

5.2.2 Μη - λειτουργικές απαιτήσεις του vacDM

Στο σύστημα μας, οι μη λειτουργικές απαιτήσεις που θέσαμε εξ αρχής, οι οποίες κι αυτές με τη σειρά τους επηρέασαν τις τεχνολογίες και την αρχιτεκτονική του συστήματος, αφορούν τη φιλικότητα προς το χρήστη, την ευχρηστία, το χρόνο απόκρισης, το πλήθος των χρηστών, την ευρωστία του συστήματος και την ασφάλεια.

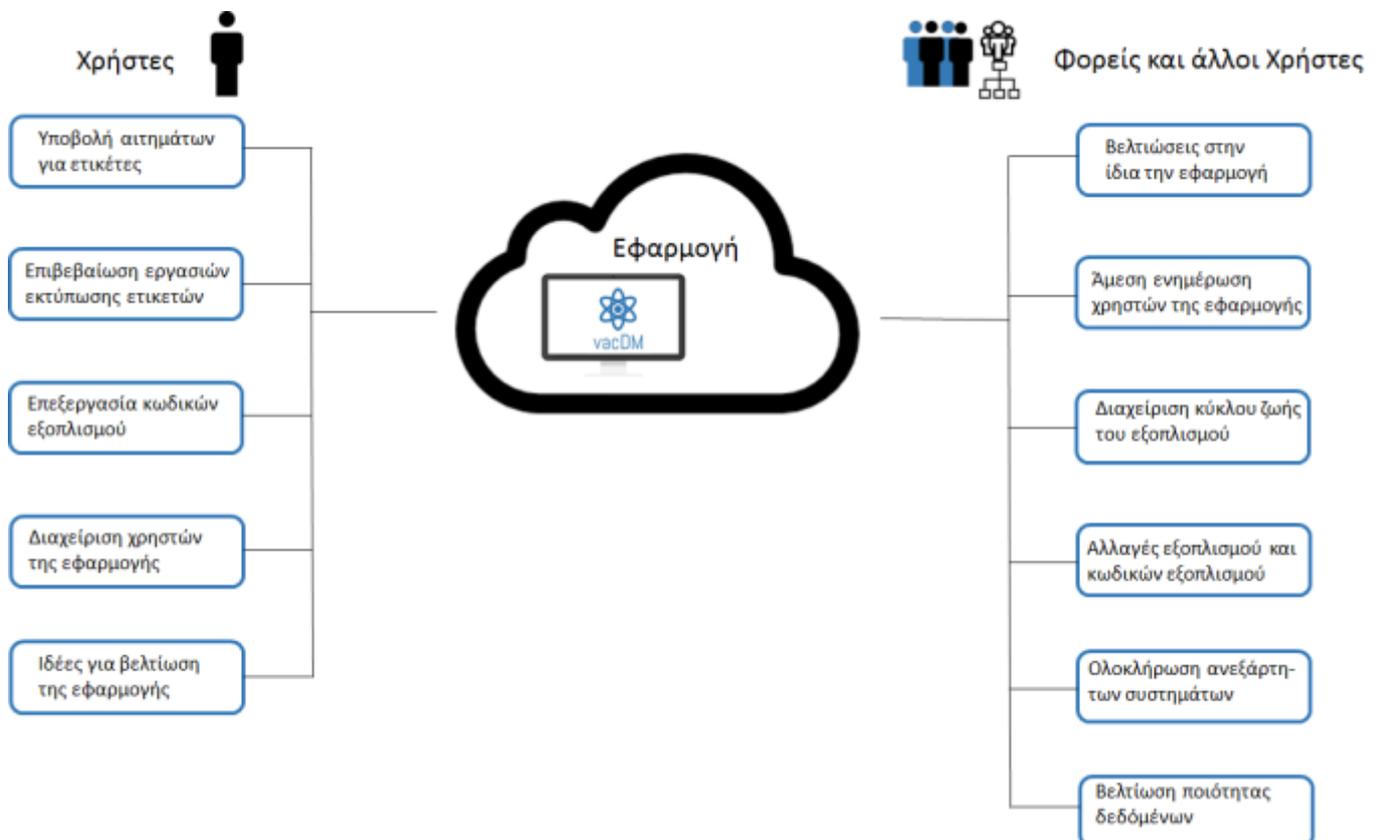
Αυτές είναι οι εξής:

1. Ο χρόνος απόκρισης του συστήματος δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 3 δευτερόλεπτα.
2. Ο χρόνος απόκρισης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 3 δευτερόλεπτα ακόμα και αν έχουμε 10 ταυτόχρονους χρήστες.
3. Το σύστημα πρέπει να λειτουργεί αδιάλειπτα, όλο τον χρόνο.
4. Το σύστημα πρέπει συμμορφώνεται με τα πρότυπα της βιομηχανίας.
5. Το σύστημα πρέπει να μπορεί να ενοποιηθεί με τα υπάρχοντα.
6. Τα προσωπικά στοιχεία των χρηστών πρέπει να προστατεύονται.

7. Το σύστημα πρέπει να μπορεί να διεκπεραιώσει τουλάχιστον 10 δοσοληψίες ταυτόχρονα.
8. Η εκμάθηση του συστήματος δεν πρέπει να απαιτήσει πάνω από δύο ώρες εκπαίδευσης.
9. Κάθε οθόνη πρέπει να αναφέρει τις λειτουργίες που είναι διαθέσιμες στον χρήστη.
10. Το σύστημα θα πρέπει να προσαρμόζεται σε κάθε οθόνη.
11. Το σύστημα δεν πρέπει να επιτρέπει την εισαγωγή στοιχείων που δεν ικανοποιούν τον τύπο των αντίστοιχων πεδίων.
12. Το ποσοστό των συμβάντων που έχουν σαν αποτέλεσμα την πτώση (διακοπή ομαλής λειτουργίας) του συστήματος δεν πρέπει να υπερβαίνει το 2%.
13. Ο χρόνος επανεκκίνησης του συστήματος μετά από οποιαδήποτε διακοπή δεν πρέπει να υπερβαίνει τα τρία λεπτά.
14. Το σύστημα δεν πρέπει να καταρρέει πάνω από δύο φορές το χρόνο.
15. Ο μέσος χρόνος μεταξύ δύο καταρρεύσεων πρέπει να είναι τουλάχιστον τέσσερις μήνες.
16. Κάθε χρήστης πρέπει να κάνει login στο σύστημα με το όνομα εισόδου και τον κωδικό πρόσβασης, με τα οποία είναι καταγεγραμμένος στο CERN Ldap server.

5.3 Λειτουργική αρχιτεκτονική

Η λειτουργική αρχιτεκτονική της εφαρμογής vacDM φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Εικόνα 34: Λειτουργική αρχιτεκτονική εφαρμογής vacDM

Εισερχόμενες ροές πληροφορίας

Οι εισερχόμενες ροές πληροφορίας μπορούν να διακριθούν σε εκείνες που οι χρήστες εισάγουν στην εφαρμογή με άμεσο τρόπο και σε εκείνες που η εφαρμογή συλλέγει μόνη της, από διαφορετικές βάσεις δεδομένων.

Συγκεκριμένα, ο χρήστες μέσω της εφαρμογής έχουν τη δυνατότητα να προβούν στις ακόλουθες ενέργειες:

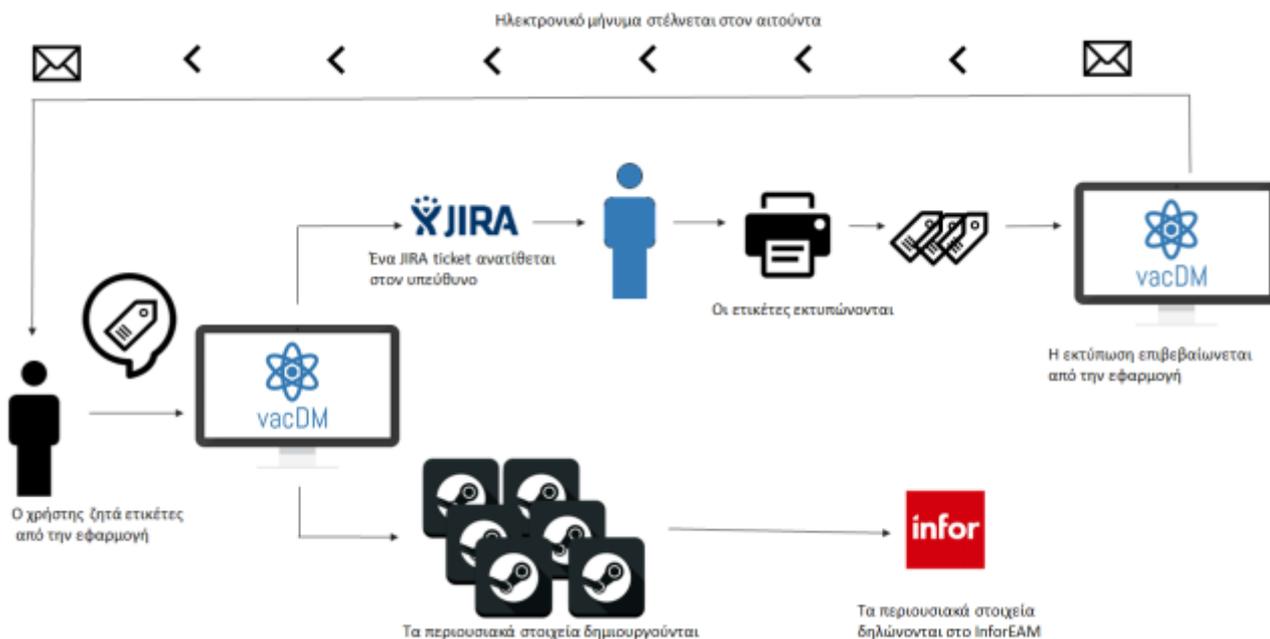
- Να υποβάλλουν αίτημα για ετικέτες που χρειάζονται για την επισήμανση του εξοπλισμού, και συγκεκριμένα των περιουσιακών στοιχείων - Assets.

Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να περιηγηθούν στους διαθέσιμους κωδικούς εξοπλισμού, να επιλέξουν αυτόν που χρειάζονται και, μέσω ειδικής φόρμας, να υποβάλλουν σχετικό αίτημα, επιλέγοντας τον τύπο των ετικετών και αφήνοντας κάποιο σχόλιο. Μάλιστα, μπορούν να φροντίσουν για τη δημιουργία των νέων περιουσιακών στοιχείων στο InforEAM.

- Να επιβεβαιώσουν μέσω συγκεκριμένης διαδικασίας ότι οι εκκρεμείς εργασίες εκτύπωσης ετικετών έχουν ολοκληρωθεί επιτυχώς.

Μόλις έχει υποβληθεί αίτημα για ετικέτες, το άτομο που είναι επιφορτισμένο για την εκτύπωσή τους ενημερώνεται με μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, ενώ παράλληλα ένα JIRA ticket δημιουργείται και ανατίθεται σε αυτό το άτομο. Μόλις εκτυπώσει τις ετικέτες, θα πρέπει να επιβεβαιώσει την εκτύπωσή τους μέσω της εφαρμογής, και μόλις γίνει αυτό, ο αιτώντας θα λάβει μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου πως οι ετικέτες που είχε ζητήσει είναι διαθέσιμες.

Η διαδικασία υποβολής αιτήματος και εκτύπωσης ετικετών φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί:



Εικόνα 35: Διαδικασία υποβολής αιτήματος για ετικέτες

- Να επεξεργαστούν συγκεκριμένα πεδία κωδικών εξοπλισμού.
Οι χρήστες της εφαρμογής με το ρόλο Admin έχουν τη δυνατότητα να επεξεργαστούν και να αλλάξουν κάποια από τα πεδία των κωδικών εξοπλισμού, όπως για παράδειγμα, τις διαστάσεις του εξοπλισμού, προηγούμενα ονόματα κ.λπ.. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω φόρμας, για κάθε κωδικό ξεχωριστά, όπου εμφανίζονται οι υπάρχουσες τιμές των πεδίων, και ο χρήστης μπορεί να τις αλλάξει, αρκεί να φροντίσει να είναι ίδιου τύπου. Για παράδειγμα, οι διαστάσεις δέχονται ρητές τιμές, οπότε είναι αδύνατον ο χρήστης να θέσει κείμενο στο πεδίο του ύψους για παράδειγμα.

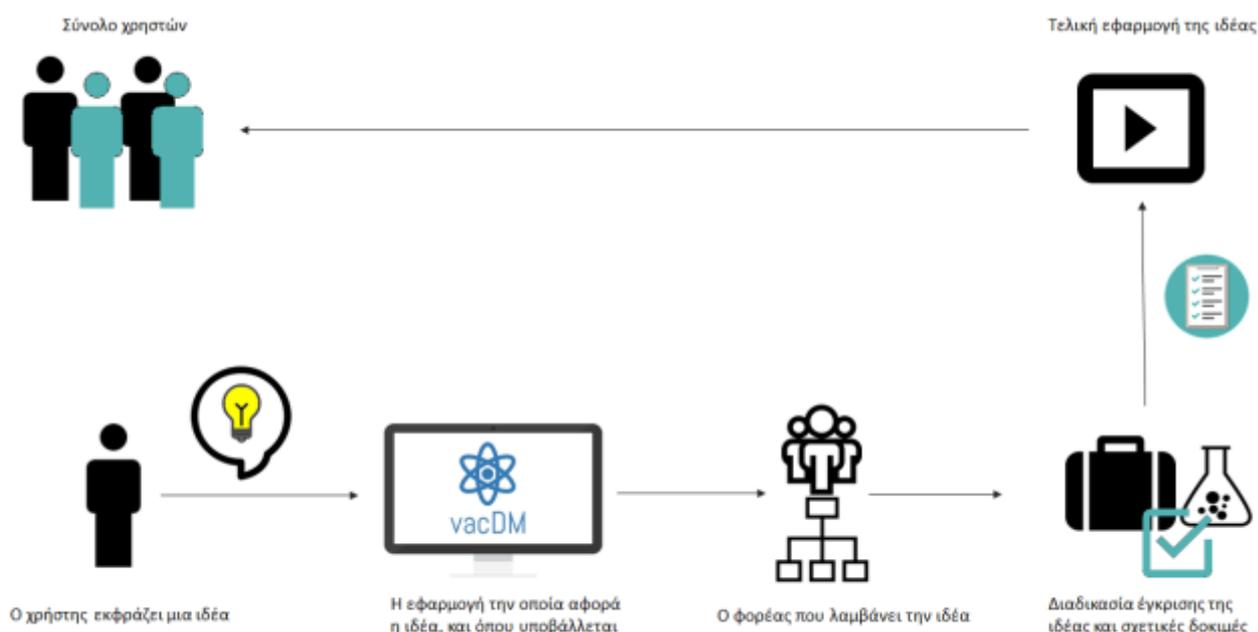
- Να δημιουργήσουν νέους χρήστες οι οποίοι θα έχουν πρόσβαση στην εφαρμογή, και να επεξεργαστούν ή να διαγράψουν ήδη υπάρχοντες.

Οι χρήστες της εφαρμογής με το ρόλο Admin έχουν τη δυνατότητα να διαχειριστούν τους υπόλοιπους χρήστες της εφαρμογής και πιο συγκεκριμένα, να δημιουργήσουν νέους, να επεξεργαστούν ή να διαγράψουν ήδη υπάρχοντες. Αυτό γίνεται μέσω συγκεκριμένης σελίδας, όπου ο Admin αφού βρει το χρήστη που θέλει να επεξεργαστεί από τη σχετική λίστα, με το πάτημα ενός κουμπιού, εμφανίζεται παράθυρο όπου έχει δυνατότητα να αλλάξει το ρόλο, τα στοιχεία, και την ομάδα του, ή και να τον διαγράψει.

- Να υποβάλουν ιδέες και προτάσεις για βελτίωση της εφαρμογής.

Για την εξυπηρέτηση του σκοπού αυτού, στο vacDM έχει υλοποιηθεί ειδική φόρμα που αφορά την υποβολή τέτοιων προτάσεων. Η φόρμα στην οποία έχει πρόσβαση ο οποιοσδήποτε και όχι μόνο οι χρήστες, έχει ορισμένα προεπιλεγμένα θέματα, όπως Ιδέα, Νέο χαρακτηριστικό, Σφάλμα Λογισμικού, και ο χρήστης περιγράφει την πρόταση του σε ελεύθερο κείμενο. Βεβαίως οι προτάσεις αυτές δεν περιορίζονται μόνο σε βραχυπρόθεσμες βελτιώσεις αλλά μπορεί να αποτελούν και μακροπρόθεσμα υλοποιήσιμες ιδέες, υποδεικνύοντας προς ποια κατεύθυνση θα πρέπει να κινηθεί η εφαρμογή στο μέλλον. Οι προτάσεις που υποβάλλονται με την παραπάνω διαδικασία δημοσιεύονται στους διαχειριστές της εφαρμογής, οι οποίοι μπορούν να αποφασίσουν εάν θα εφαρμόσουν την ιδέα για τη βελτίωση της εφαρμογής.

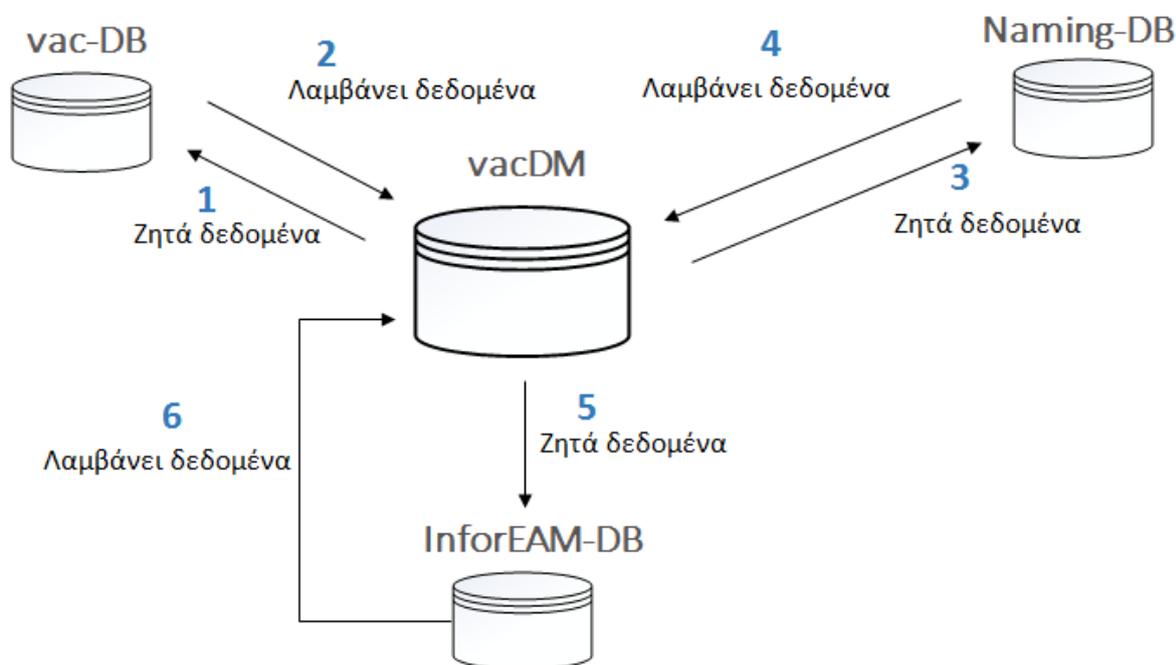
Η παραπάνω διαδικασία περιγράφεται συνοπτικά στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 36: Διαδικασία υποβολής νέας ιδέας για τη βελτίωση της εφαρμογής

Πέρα από τα δεδομένα που οι χρήστες εισάγουν μόνοι τους στην εφαρμογή με τους τρόπους που αναλύθηκαν πιο πάνω, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η εφαρμογή έχει τη δυνατότητα να αναζητά και να συλλέγει δεδομένα από διαφορετικές βάσεις δεδομένων, όπως είναι και ο σκοπός της άλλωστε, προκειμένου να ολοκληρώσει διαφορετικά συστήματα. Ένα παράδειγμα αυτού, είναι ο συγχρονισμός των λειτουργικών θέσεων που οι χρήστες βλέπουν στο SCADA με το σύστημα EAM του οργανισμού, το InforEAM. Το vacDM αναζητά όλες τις λειτουργικές θέσεις που υπάρχουν στη βάση δεδομένων vac-DB, η οποία προμηθεύει τα configuration files για τον εξοπλισμό στο SCADA σύστημα. Για καθεμιά από αυτές τις λειτουργικές θέσεις, η εφαρμογή αναζητά σχετικές πληροφορίες, για παράδειγμα την επίσημη περιγραφή της, από τη βάση δεδομένων Naming-DB, η οποία αποτελεί συλλογή του επισήμως καταγεγραμμένου εξοπλισμού του CERN. Τέλος, το vacDM απευθύνεται στο InforEAM-DB, βάση δεδομένων που περιέχει τις εγγραφές του InforEAM, προκειμένου να ελέγξει αν η λειτουργική θέση βρίσκεται στη συλλογή της.

Η παραπάνω διαδικασία περιγράφεται συνοπτικά στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 37: Διαδικασία λήψης πληροφοριών από διαφορετικές βάσεις δεδομένων για το συγχρονισμό των περιουσιακών στοιχείων στο InforEAM

Φυσικά, για την διαχείριση του εξοπλισμού, εκτός από την δημιουργία των απαραίτητων λειτουργικών θέσεων στο InforEAM, υπάρχουν πολλές διαφορετικές διαδικασίες, οι οποίες θα αναλυθούν παρακάτω σε άλλο κεφάλαιο. Εδώ, απλώς αναφερθήκαμε σε ένα μεμονωμένο παράδειγμα.

Εξερχόμενες Ροές Πληροφορίας

Όλες οι εισερχόμενες πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν με τους παραπάνω τρόπους γίνονται αντικείμενο επεξεργασίας από την εφαρμογή. Ο ακριβής τρόπος με τον οποίο

γίνεται αυτή η επεξεργασία σε επίπεδο λογισμικού αναλύεται εκτενέστερα στα επόμενα κεφάλαια.

Από τη στιγμή που η επεξεργασία έχει ολοκληρωθεί, τα συνολικά συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί είναι στη διάθεση των φορέων που διαχειρίζονται την εφαρμογή, ενώ από την άλλη μεριά, προκύπτουν συγκεκριμένα απτά αποτελέσματα. Αξιοποιώντας τα συμπεράσματα, οι φορείς μπορούν να προβούν σε ενέργειες όπως:

- Βελτιώσεις στην ίδια την εφαρμογή.

Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται προτάσεις χρηστών σχετικά με τι επιπλέον θα επιθυμούσαν να περιλαμβάνει η εφαρμογή προκειμένου να ικανοποιείται ακόμα περισσότερο ο σκοπός για τον οποίο αυτή δημιουργήθηκε, και παράλληλα να διευκολύνονται οι εργασίες των χρηστών. Περιλαμβάνονται επίσης διορθώσεις σε κωδικούς εξοπλισμού κ.λπ., που εκ παραδρομής ίσως έχουν εισαχθεί λάθος στην εφαρμογή, ή τυχόν σε σφάλματα λογισμικού που εντοπίζονται από τους χρήστες.

Κάποια από τα αποτελέσματα που προκύπτουν αυτόματα από την επεξεργασία των εισερχόμενων ροών πληροφορίας είναι:

- Άμεση ενημέρωση χρηστών της εφαρμογής.

Για παράδειγμα όταν οι ετικέτες που ζήτησε κάποιος αιτών εκτυπωθούν, αυτός ενημερώνεται αυτόματα με μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Επιπρόσθετα, μόλις υποβάλλεται αίτημα για ετικέτες, η δημιουργία JIRA εισιτηρίου το οποίο ανατίθεται στον υπεύθυνο αυτόματα ειδοποιεί τον τελευταίο για την καινούρια εργασία εκτύπωσης. Αυτή η αυτοματοποίηση της ενημέρωσης των ενδιαφερόμενων μελών βοηθά στην εξάλειψη λαθών, ή στην αμέλεια άμεσης ενημέρωσης, και παράλληλα συμβάλλει στην ελάττωση του χρόνου που σπαταλούσαν μέχρι τώρα οι χρήστες της εφαρμογής, οι οποίοι έπρεπε οι ίδιοι να φροντίζουν για την έγκαιρη ενημέρωση των συναδέλφων τους, διαδικασία που ήταν επιρρεπής σε λάθη και αμεριμνησία.

- Διαχείριση εξοπλισμού, και πιο συγκεκριμένα ολόκληρου του κύκλου ζωής τους από τη στιγμή δημιουργίας τους, μέχρι να τεθούν εκτός λειτουργίας.

Η χρήση της εφαρμογής όπως έχουμε εξηγήσει και παραπάνω, συμβάλλει καθοριστικά στην διαχείριση των μερών του εξοπλισμού, επιτηρώντας και παρακολουθώντας τα σε όλο τον κύκλο ζωής τους, σε ό,τι αφορά το σύστημα InforEAM. Για παράδειγμα, μια λειτουργική θέση θα δημιουργηθεί στο InforEAM όταν εμφανίζεται στο σύστημα SCADA και δεν είναι δηλωμένη ακόμα στο σύστημα διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων (EAM). Έπειτα, η εφαρμογή vacDM παρακολουθεί αλλαγές στα πεδία της, όπως class, parent equipment, και ενημερώνει τα πεδία αυτά αντίστοιχα στο InforEAM. Ακόμα, μιας και έχει συμβεί στο παρελθόν κάποια λειτουργική θέση να αλλάξει όνομα, η εφαρμογή φροντίζει να παρακολουθεί τέτοιες αλλαγές και να ενημερώνει την υπεύθυνη ομάδα υποστήριξης του InforEAM σχετικά με αυτές. Τέλος, όταν κάποια λειτουργική θέση πάψει να εμφανίζεται στο σύστημα SCADA, η εφαρμογή το διαπιστώνει και θέτει τον αντίστοιχο εξοπλισμό ως εκτός λειτουργίας.

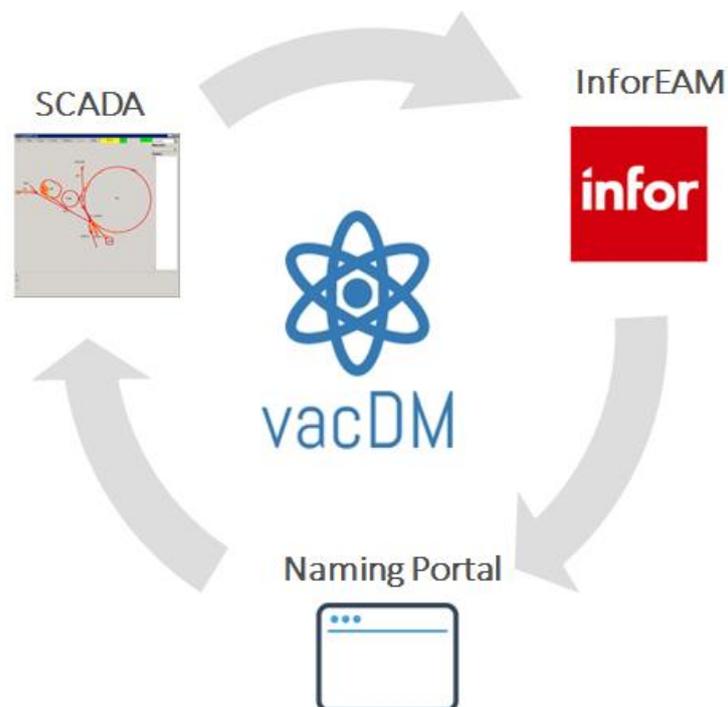
- Διαχείριση αλλαγών, τόσο σε κωδικούς εξοπλισμού, όσο και σε εξοπλισμό, όπως περιουσιακά στοιχεία και λειτουργικές θέσεις.

Το vacDM είναι επιφορτισμένο με τη λειτουργία της διαχείρισης αλλαγών, τόσο για κωδικούς εξοπλισμού, έπειτα από υποβολή εντολής κάποιου χρήστη, αλλά και για τον εξοπλισμό. Αυτό το επιτυγχάνει με την επιτήρηση διαφορετικών βάσεων δεδομένων και

εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις αλλαγές αυτές. Μια σχετική διαδικασία που αφορά τις αλλαγές των λειτουργικών θέσεων αναφέρεται αναλυτικά παραπάνω.

- Ολοκλήρωση ανεξάρτητων συστημάτων.

Η εφαρμογή έχει ως στόχο και πετυχαίνει την ολοκλήρωση τριών διαφορετικών συστημάτων, μέσω του συγχρονισμού των δεδομένων τριών διαφορετικών βάσεων. Αυτά τα συστήματα είναι το σύστημα SCADA για τον εξοπλισμό του Vacuum για όλο το σύμπλεγμα επιταχυντών του CERN, το InforEAM, σύστημα Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων όλου του CERN, και τέλος το Naming Portal, ο κατάλογος του CERN για όλο τον εξοπλισμό, καταγεγραμμένο επισήμως με τα σωστά στοιχεία, όπως όνομα, περιγραφή, κ.λπ.



Εικόνα 38: Ολοκλήρωση συστημάτων και διατήρηση της ποιότητας των δεδομένων

- Βελτιώσεις στην ποιότητα των δεδομένων, και εξάλειψη των ασυνεπειών.

Με βάση όλα τα παραπάνω, είναι φανερό πως η εφαρμογή συμβάλλει στην διατήρηση της ποιότητας των δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων. Έτσι, οι ασυνέπειες των δεδομένων ελαχιστοποιούνται ή ακόμα και εξαλείφονται, μιας και τα δεδομένα που υπάρχουν σε κάθε σύστημα είναι συγχρονισμένα με αυτά των υπόλοιπων συστημάτων.

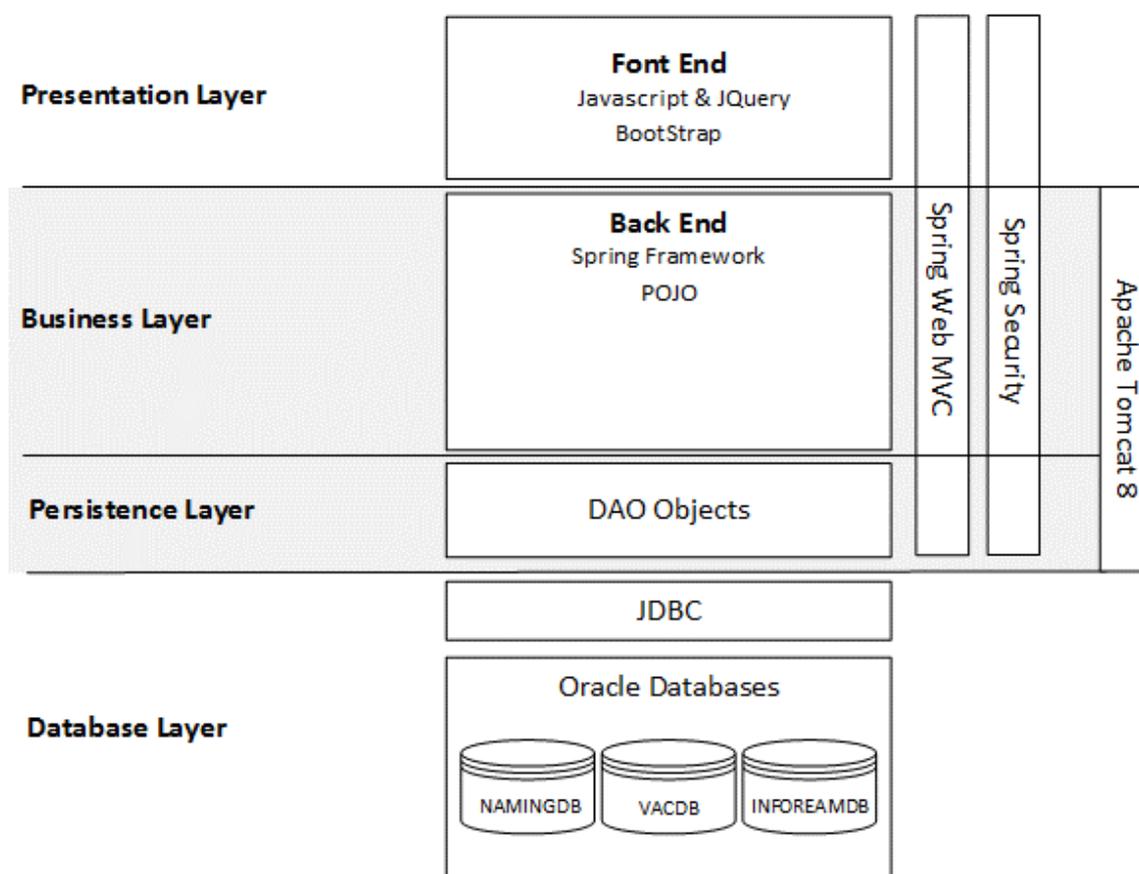
6. Τεχνική Υλοποίηση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η τεχνική υλοποίηση καθώς και η δομή της εφαρμογής vacDM, που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής και λειτουργεί σε κινητές συσκευές smartphones, ταμπλέτες και υπολογιστές.

6.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται η τεχνική υλοποίηση της εφαρμογής. Γίνεται αναφορά σε όλες τις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες σε κάθε επίπεδο της εφαρμογής καθώς και στον τρόπο επικοινωνίας μεταξύ των δομικών τμημάτων αυτής.

Η τεχνική αρχιτεκτονική μπορεί να συνοψιστεί στην *Εικόνα 39*.



Εικόνα 39: Η αρχιτεκτονική της εφαρμογής vacDM

Η επιλογή της πολυεπίπεδης αρχιτεκτονικής – αρχιτεκτονική 4 επιπέδων στη συγκεκριμένη περίπτωση – πραγματοποιήθηκε με στόχο να αποκομίσουμε τα ακόλουθα οφέλη:

- Τυχόν απαραίτητη συντήρηση και βελτιώσεις είναι ευκολότερες λόγω της χαμηλής σύζευξης μεταξύ των στρωμάτων, της υψηλής συνοχής μεταξύ τους

και της δυνατότητας να αποκόπτονται και να απομονώνονται υλοποιήσεις στα διαφορετικά στρώματα.

- Άλλες λύσεις είναι σε θέση να επαναχρησιμοποιήσουν τη λειτουργικότητα που υλοποιείται από τα διάφορα επίπεδα, ειδικά εάν οι διεπαφές στρώσεων έχουν σχεδιαστεί έτσι.
- Η κατανεμημένη ανάπτυξη είναι ευκολότερη εάν η εργασία μπορεί να διανεμηθεί στα όρια μεταξύ των επιπέδων.
- Η διανομή των στρώσεων σε πολλαπλές φυσικές βαθμίδες μπορεί να βελτιώσει την επεκτασιμότητα, την ανοχή σφάλματος και την απόδοση.
- Η ευελιξία ωφελείται από την ύπαρξη σαφώς καθορισμένων διεπαφών στρώματος καθώς και από την ικανότητα να απενεργοποιούνται διάφορες εφαρμογές των διεπαφών στρώματος.
- Με την εφαρμογή πολλών επιπέδων, βελτιώνεται η ασφάλεια των δεδομένων. Καθώς οι πελάτες δεν αλληλεπιδρούν απευθείας με τη βάση δεδομένων, υπάρχει μικρότερος κίνδυνος να έρθουν σε επαφή με μη εξουσιοδοτημένα δεδομένα. Η τοποθέτηση της επιχειρηματικής λογικής σε έναν κεντρικό εξυπηρετητή καθιστά τα δεδομένα ασφαλέστερα. [60]

Συνεπώς, εν συντομία, επιτυγχάνουμε επαναχρησιμοποίηση των στρώσεων, υποστήριξη τυποποίησης, τοπικές εξαρτήσεις και μεγαλύτερη ασφάλεια. Φυσικά, κατά την υλοποίηση με πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική, παρατηρήσαμε τα ακόλουθα:

- Λόγω της σύνθεσης των επιπέδων, η σύνθετη δομή είναι δύσκολο να εφαρμοστεί ή να διατηρηθεί.
- Περισσότερη προσπάθεια καταβλήθηκε κατά τη δημιουργία της εφαρμογής καθώς αυξάνονται τα σημεία επικοινωνίας (client προς το middle tier και έπειτα στον server, αντί για client-server), με αποτέλεσμα να μειώνεται η απόδοση. [60]

Ας περάσουμε στο σημείο αυτό στην ανάλυση των διαφορετικών επιπέδων.

Επίπεδο παρουσίασης

Το επίπεδο παρουσίασης χειρίζεται το οπτικό τμήμα της εφαρμογής, τη διεπαφή χρήστη (User Interface - UI). Εδώ χρησιμοποιήθηκε το Bootstrap καθώς και CSS για τη μορφοποίηση, καθώς και η JavaScript και JQuery για τη δυναμική ενημέρωση του περιεχομένου και την αλληλεπίδραση με το χρήστη. Τα δεδομένα που εμφανίζονται στο στρώμα παρουσίασης αποκτώνται μέσω ασύγχρονων κλήσεων API στους ελεγκτές επιχειρησιακού επιπέδου.

Επιχειρησιακό επίπεδο

Το επιχειρησιακό επίπεδο υλοποιεί τους Spring Controllers για το χειρισμό διαδικτυακών πόρων και API, και τη γενική επιχειρησιακή λογική. Λαμβάνει αιτήσεις http και, αν χρειαστεί, καλεί λειτουργίες αντικειμένων DAO στο επίπεδο επιμονής για πρόσβαση στα δεδομένα της βάσης δεδομένων.

Επίπεδο επιμονής

Το επίπεδο επιμονής εφαρμόζει αντικείμενα DAO που παρέχουν αφαίρεση των λεπτομερειών της βάσης δεδομένων στο επιχειρησιακό επίπεδο.

Επίπεδο βάσης δεδομένων

Το επίπεδο βάσης δεδομένων είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση δεδομένων. Χρησιμοποιείται η υποδομή του CERN για βάσεις Oracle.

6.2 Χρησιμοποιούμενα Frameworks

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής vacDM, έγινε χρήση των frameworks Spring MVC, καθώς και Bootstrap. Η scripting γλώσσα που επιλέχθηκε για την ανάπτυξη του κώδικα που υλοποιεί τις λειτουργικότητες της εφαρμογής είναι η JavaScript και η JQuery, ενώ για τη δόμηση και την παρουσίαση των σελίδων στο World Wide Web χρησιμοποιήθηκε η HTML5. Η δημιουργία και η σύνδεση της βάσης δεδομένων με την εφαρμογή έγινε μέσω του Spring Framework μέσω JDBC πρωτοκόλλου. Τέλος, το design της εφαρμογής βασίστηκε στο Bootstrap framework και στη CSS3. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες ιστορικές και τεχνικές λεπτομέρειες για καθένα από τα προαναφερθέντα frameworks και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν.

6.2.1 Spring MVC

Η ανάπτυξη της εφαρμογής βασίστηκε στο Spring MVC framework.

Το Spring framework είναι ένα πλαίσιο για εφαρμογές, το οποίο αντιστρέφει τη λογική του control container για την πλατφόρμα Java (βλ. παρακάτω). Τα βασικά χαρακτηριστικά του framework μπορούν να χρησιμοποιηθούν από οποιαδήποτε εφαρμογή Java, αλλά υπάρχουν επεκτάσεις για την κατασκευή εφαρμογών ιστού πάνω από την πλατφόρμα Java EE. Παρόλο που το πλαίσιο δεν επιβάλλει κάποιο συγκεκριμένο μοντέλο προγραμματισμού, έχει γίνει δημοφιλές στην κοινότητα Java ως εναλλακτική λύση, αντικατάσταση ή ακόμα και προσθήκη στο μοντέλο Enterprise JavaBeans (EJB). Το Spring framework είναι ανοικτού κώδικα. [61]

Το Spring Framework περιλαμβάνει διάφορες ενότητες –modules– που παρέχουν μια σειρά υπηρεσιών:

- **Spring Core Container:** αυτή είναι η βασική ενότητα του Spring και παρέχει Spring containers (BeanFactory και ApplicationContext).
- **Προγραμματισμός Aspect-oriented:** επιτρέπει την εφαρμογή cross cutting concerns, δηλαδή τμημάτων ενός προγράμματος που βασίζονται ή επηρεάζουν πολλά άλλα διαφορετικά μέρη του συστήματος.
- **Έλεγχος ταυτότητας και εξουσιοδότηση - Authentication and Authorization:** Διαμορφώσιμες διαδικασίες ασφαλείας που υποστηρίζουν μια σειρά προτύπων, πρωτοκόλλων, εργαλείων και πρακτικών μέσω του Spring Security.
- **Πρόσβαση σε δεδομένα:** συνεργασία με συστήματα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων στην πλατφόρμα Java χρησιμοποιώντας εργαλεία χαρτογράφησης JDBC και αντικειμενοστραφή σχεδίαση καθώς και με βάσεις δεδομένων NoSQL.
- **Αντίστροφη λογική του control container:** διαμόρφωση των συστατικών στοιχείων της εφαρμογής και διαχείριση κύκλου ζωής των αντικειμένων Java, που γίνεται κυρίως μέσω έγχυσης εξάρτησης (dependency injection)
- **Μηνύματα:** Καταγραφή αντικειμένων ακρόασης μηνυμάτων για διαφανή κατανάλωση μηνυμάτων από ουρές μηνυμάτων μέσω Java Message Service - JMS, βελτίωση αποστολής μηνυμάτων μέσω τυπικών API JMS
- **MVC:** ένα πλαίσιο βασισμένο σε HTTP και σε εξυπηρετητή που παρέχει hooks για επέκταση και προσαρμογή για εφαρμογές ιστού και υπηρεσίες RESTful Web.

- **Διαχείριση συναλλαγών:** ενοποιεί διάφορα API διαχείρισης συναλλαγών και συντονίζει συναλλαγές για αντικείμενα Java
- **Απομακρυσμένη διαχείριση:** διαμόρφωση και διαχείριση των αντικειμένων Java για τοπική ή απομακρυσμένη διαμόρφωση μέσω JMX
- **Δοκιμές:** κλάσεις υποστήριξης για unit tests και integration tests [62]

Το πλαίσιο MVC του Spring Web παρέχει αρχιτεκτονική Model-View-Controller (MVC) και έτοιμα στοιχεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη ευέλικτων και χαλαρά συνδεδεμένων εφαρμογών ιστού. Το μοτίβο MVC έχει ως αποτέλεσμα τον διαχωρισμό των διαφόρων πτυχών της εφαρμογής (λογική εισόδου, επιχειρησιακή λογική και λογική διαπροσωπείας χρήστη), παρέχοντας παράλληλα μια χαλαρή σύζευξη μεταξύ αυτών των στοιχείων.

- Το Μοντέλο (Model) ενσωματώνει τα δεδομένα εφαρμογής και γενικά αποτελείται από POJO (Plain Old Java Objects).
- Η Προβολή (View) είναι υπεύθυνη για την ερμηνεία και απόδοση των δεδομένων του μοντέλου και γενικά παράγει έξοδο HTML που μπορεί να ερμηνευτεί από το πρόγραμμα περιήγησης του πελάτη.
- Ο Ελεγκτής (Controller) είναι υπεύθυνος για την επεξεργασία των αιτημάτων των χρηστών και την οικοδόμηση ενός κατάλληλου μοντέλου, το οποίο και μεταφέρει στην προβολή, για την ερμηνεία των δεδομένων που αυτό περιέχει. [63]

6.2.2 Bootstrap

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε ακόμα το Bootstrap framework. Πρόκειται για ένα ελεύθερο και ανοιχτού κώδικα front-end διαδικτυακό framework για το σχεδιασμό ιστοσελίδων και εφαρμογών ιστού. Περιέχει πρότυπα σχεδίασης HTML και CSS για τυπογραφία, φόρμες, κουμπιά, πλοήγηση και άλλα στοιχεία διεπαφής, καθώς και προαιρετικές επεκτάσεις JavaScript. Σε αντίθεση με πολλά πλαίσια ιστού, αφορά μόνο την ανάπτυξη του μπροστινού μέρους (front-end).

Το Bootstrap είναι το δεύτερο έργο με περισσότερα αστέρια στο GitHub, με περισσότερα από 111.600 αστέρια και 51.500 forks.

Το Bootstrap παρέχει ένα σύνολο stylesheets που παρέχουν ορισμούς στυλ και μορφοποίησης για όλα τα βασικά συστατικά στοιχεία HTML. Αυτά παρέχουν μια ομοιόμορφη, μοντέρνα εμφάνιση για τη μορφοποίηση κειμένου, πινάκων και άλλων στοιχείων μορφής. Από την 4η έκδοση του Bootstrap, χρησιμοποιείται το Sass αντί για το Less για τα stylesheets. [64]

Εκτός από τα κανονικά στοιχεία HTML, το Bootstrap περιέχει άλλα κοινά χρησιμοποιούμενα στοιχεία διεπαφής. Τα στοιχεία υλοποιούνται ως κλάσεις CSS, τα οποία πρέπει να εφαρμόζονται σε ορισμένα στοιχεία HTML σε μια σελίδα.

Το Bootstrap συνοδεύεται από πολλά στοιχεία JavaScript με τη μορφή πρόσθετων plug-ins του jQuery. Παρέχουν πρόσθετα στοιχεία διεπαφής χρήστη, όπως παράθυρα διαλόγου, κουμπιά εργαλείων και καρουζέλ. Επίσης, επεκτείνουν τη λειτουργικότητα ορισμένων υφιστάμενων στοιχείων διεπαφής, όπως για παράδειγμα μια λειτουργία αυτόματης συμπλήρωσης για πεδία εισαγωγής. Στην έκδοση 2.0 υποστηρίζονται τα ακόλουθα πρόσθετα JavaScript: Modal παράθυρα, Dropdown μενού, Καρτέλα για

μενού και μπάρα πλόηγησης, Tooltip και Popover, Ειδοποιήσεις, Κουμπιά, Καρουζέλ και Αυτόματη Συμπλήρωση για πεδία καθώς και άλλα.

6.3 Βάση δεδομένων

Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του vacDM είναι η Oracle DB, μία Object-relational βάση. Σε αυτή, φιλοξενούνται περισσότερες από μία συλλογές που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του vacDM. Η δημιουργία αυτής της βάσης και η σύνδεσή της με την εφαρμογή γίνεται μέσω των Spring DAO objects, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, μέσω του πρωτοκόλλου JDBC.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες τεχνικές λεπτομέρειες σχετικά με τις Object-relational βάσεις γενικότερα και τα πλεονεκτήματα αυτών, και τέλος δίνεται έμφαση συγκεκριμένα σε βάσεις Oracle.

6.3.1 Object-Relational Database Management Systems

Με την άνοδο των αντικειμενοστραφών γλωσσών προγραμματισμού, προέκυψε η ιδέα να συμπεριληφθούν τα ίδια αντικειμενοστραφή χαρακτηριστικά σε βάσεις δεδομένων, με αποτέλεσμα να έχουν σχεδιαστεί πολλά Αντικειμενοστρεφή Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ).

Τελικά, όμως, οι πωλητές των μεγάλων Σχεσιακών Συστημάτων Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων ήταν σε θέση να συμπεριλάβουν μεγάλο μέρος της λειτουργικότητας στα υπάρχοντα σχεσιακά τους συστήματα, τα οποία τελικά υπερίσχυσαν των Αντικειμενοστρεφών. Δεδομένου ότι τα υβριδικά τους συστήματα, που δεν ταιριάζουν ακριβώς με τα ιδανικά ενός αντικειμενοστρεφούς ΣΔΒΔ, αποκαλούνται Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων Σχεσιακών Αντικειμένων (ORDBMS). Παραδείγματα ORDBMS περιλαμβάνουν τα PostgreSQL και Oracle (και, σε μικρότερο βαθμό, τον SQL Server της Microsoft).

Διακεκριμένα χαρακτηριστικά ενός ORDBMS σε σχέση με ένα Relational Database Management System (RDBMS):

- Υποστήριξη για σύνθετους τύπους όπως σύνολα, λίστες και δομές. Για παράδειγμα, κάθε σειρά ενός πίνακα μαθητών θα μπορούσε να περιλαμβάνει μια στήλη που ονομάζεται "Επαφές", η οποία περιέχει μια λίστα με ονόματα, σχέσεις και αριθμούς τηλεφώνου. Αυτό θα ήταν αδύνατο σε ένα καθαρά σχεσιακό σύστημα.
- Οι μέθοδοι μπορούν να συσχετιστούν με μια σειρά του πίνακα.
- Τα index επιτρέπουν άμεσες αναφορές μεταξύ των πλειάδων - ουσιαστικά δείκτες, εκτός από το ότι οι πλειάδες αποθηκεύονται πράγματι στο δίσκο. Αντί να χρησιμοποιήσουμε το πρωτεύον κλειδί ενός πίνακα για να προσδιορίσουμε μια σειρά, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτό το index. [65]

Τα δεδομένα είναι χειριζόμενα από ερωτήματα σε μια query γλώσσα. Αυτά τα συστήματα γεφυρώνουν το χάσμα μεταξύ τεχνικών εννοιολογικής μοντελοποίησης δεδομένων, όπως διαγράμματα σχέσεων οντοτήτων, και αντικειμενικής αντιστοίχισης χαρτών χρησιμοποιώντας κλάσεις και κληρονομικότητα. Τα ORDBMS υποστηρίζουν

επίσης επεκτάσεις μοντέλων δεδομένων με προσαρμοσμένους τύπους δεδομένων και μεθόδους. Αυτό επιτρέπει στους προγραμματιστές να αυξήσουν τα επίπεδα αφαίρεσης.

Χρησιμοποιώντας ένα ORDBMS στο οποίο ενσωματώνονται τόσο τα μεταδεδομένα όσο και τα δεδομένα, καταφέρνουμε να αποκομίσουμε τα εξής οφέλη:

1. Βελτιωμένη ταυτόχρονη λειτουργία - οι χρήστες μπορούν με ασφάλεια να αναζητήσουν τα ίδια δεδομένα την ίδια στιγμή.
2. Σύνθετοι τύποι δεδομένων - τα δεδομένα συνοδεύονται από τα μεταδεδομένα τους.
3. Βελτιωμένη ακεραιότητα - δυνατότητα απόρριψης λανθασμένων ή φθαρμένων δεδομένων πριν αποθηκευτούν σε ORDBMS.
4. Επεκτασιμότητα βάσης δεδομένων - εύκολη προσθήκη τύπων δεδομένων και λειτουργιών.
5. Ομοιόμορφη επεξεργασία στοιχείων δεδομένων - η διεπαφή SQL μπορεί να εκτελεί περίπλοκα ερωτήματα, με βάση οποιοδήποτε από αυτά τα στοιχεία δεδομένων, π.χ. μεταδεδομένα καθώς και δεδομένα. Ως εκ τούτου, υπάρχει μικρότερη ανάγκη για προσαρμοσμένο προγραμματισμό από τους χρήστες.
6. Μέθοδοι πρόσβασης προσαρμοσμένων δεδομένων - π.χ., δείκτες R-δένδρων.
7. Είναι δυνατή η ανάκτηση δεδομένων σε βάθος χρόνου.
8. Ενσωματωμένες σύνθετες λειτουργίες SQL μπορούν να παρέχονται για λειτουργίες δεδομένων - π.χ. συσσωμάτωση, τεμαχισμός, υποσύνολο, επανεπεξεργασία, κ.λπ..

6.3.2 Oracle DB

Η Oracle έχει πολλά πλεονεκτήματα και χαρακτηριστικά που την καθιστούν δημοφιλή και ως εκ τούτου αποτελεί τη μεγαλύτερη εταιρεία λογισμικού για επιχειρήσεις στον κόσμο. Η Oracle έρχεται με νέες εκδόσεις και νέες λειτουργίες που υλοποιούνται σε κάθε νέα έκδοση, ενώ εξακολουθούν να διατηρούνται και να υποστηρίζονται οι λειτουργίες προηγούμενων εκδόσεων. Πολύ σημαντικό είναι ότι οι βάσεις δεδομένων της Oracle τείνουν να είναι συμβατές με τις προηγούμενες εκδόσεις. Επίσης, όταν η Oracle κυκλοφορεί μια νέα έκδοση, η τεκμηρίωσή της περιέχει μια λίστα με όλες τις λειτουργίες που είναι νέες σε αυτή την έκδοση, καθιστώντας την φιλική προς το χρήστη, ώστε αυτός να γνωρίσει και να εξοικιωθεί με τα νέα χαρακτηριστικά.

Επίσης, μαζί με τις δυνατότητες που προσφέρονται από την Oracle στις παλαιότερες εκδόσεις στην αγορά, η εταιρεία συνεχίζει να αναβαθμίζει και να ελευθερώνει νέα προϊόντα στην αγορά, νέες εκδόσεις που εξυπηρετούν καλύτερα από τις παλαιότερες και επομένως η απόδοση βελτιώνεται πολύ σε μεταγενέστερες εκδόσεις και, ως εκ τούτου, οι πελάτες που χρησιμοποιούν αυτή την τεχνολογία είναι περισσότερο ικανοποιημένοι. Έτσι, το πλεονέκτημα μιας νεότερης έκδοσης είναι περισσότερα χαρακτηριστικά και καλύτερες δυνατότητες, επιδόσεις και απόδοση. [66]

Η Oracle είναι μια βάση δεδομένων που ανταποκρίνεται πολύ καλά, με εξαιρετική απόδοση σε απαιτητικά περιβάλλοντα. Η Oracle είναι μια εύρωστη βάση δεδομένων η οποία μαζί με τα πρόσθετα χαρακτηριστικά της περνάει το τεστ ACID, το οποίο είναι απαραίτητο για την εξασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων. Αυτό είναι πολύ σημαντικό επειδή τα δεδομένα αποτελούν την καρδιά οποιουδήποτε συστήματος σε

κάθε οργάνωση και επίχειρηση. Ένα αξιόπιστο και επαρκές σύστημα βάσης δεδομένων έχει τις εξής ιδιότητες:

- **Ατομικότητα:**
Αυτό προκύπτει ως αποτέλεσμα της εκτέλεσης μιας συναλλαγής, όπου τα δεδομένα είτε έχουν δεσμευτεί είτε έχουν επαναφερθεί όλα.
- **Συνοχή:**
Η βάση δεδομένων μετασχηματίζεται από μια έγκυρη κατάσταση σε κάποια άλλη έγκυρη κατάσταση. Οι παράνομες συναλλαγές δεν επιτρέπονται και, εάν δεν μπορεί να ικανοποιηθεί ένας περιορισμός ακεραιότητας, τότε η συναλλαγή επαναφέρεται.
- **Απομόνωση:**
Τα αποτελέσματα μιας συναλλαγής δεν είναι ορατά σε άλλες συναλλαγές μέχρι να ολοκληρωθεί η συναλλαγή, αυξάνοντας έτσι την ασφάλεια των δεδομένων.
- **Αντοχή:**
Μόλις ολοκληρωθεί η δέσμευση, τα αποτελέσματα μιας συναλλαγής είναι μόνιμα και επιβιώνουν τις μελλοντικές αστοχίες του συστήματος και των διαφορετικών μέσων που τυχόν τα ενημερώνουν και έτσι εξασφαλίζεται η συντήρηση και η προστασία των δεδομένων.

Όλα τα παραπάνω είναι εξαιρετικά διατηρημένα από τη βάση δεδομένων της Oracle. [67]

Έτσι, η βάση Oracle έχει πολλά πλεονεκτήματα και χαρακτηριστικά που προσφέρουν ασφάλεια, προστασία, συντήρηση, αξιοπιστία και απόδοση στις λειτουργίες των δεδομένων και, επιπλέον, η δημοτικότητα και η σταθερότητά της εξασφαλίζονται επειδή συνεχίζει να προσθέτει νέα χαρακτηριστικά που τα καθιστούν φιλικά προς το χρήστη και χρησιμοποιούνται ευρέως στους διάφορους οργανισμούς.

6.4 Χρησιμοποιούμενες Τεχνολογίες

6.4.1 Maven

Η εφαρμογή ναCDM γίνεται build χρησιμοποιώντας το εργαλείο Maven. Το Maven είναι ένα εργαλείο αυτοματοποίησης build που χρησιμοποιείται κυρίως για έργα Java.

Το Maven εξετάζει δύο πτυχές του λογισμικού: πρώτον, περιγράφει τον τρόπο που το λογισμικό θα γίνει build και, δεύτερον, περιγράφει τις εξαρτήσεις του. Σε αντίθεση με προηγούμενα εργαλεία, όπως το Apache Ant, χρησιμοποιεί συμβάσεις για τη διαδικασία δημιουργίας και μόνο οι εξαιρέσεις πρέπει να καταγραφούν. Ένα αρχείο XML περιγράφει το έργο του λογισμικού που κατασκευάζεται, τις εξαρτήσεις του με άλλες εξωτερικές μονάδες και εξαρτήματα, τη σειρά κατασκευής, τους καταλόγους και τις απαραίτητες προσθήκες. Έρχεται με προκαθορισμένους στόχους για την εκτέλεση ορισμένων σαφώς καθορισμένων εργασιών, όπως η σύνταξη κώδικα και η συσκευασία του. [68]

Το Maven κατεβάζει δυναμικά τις βιβλιοθήκες Java και τα πρόσθετα Maven από ένα ή περισσότερα αποθετήρια, όπως το Maven 2 Central Repository, και τα αποθηκεύει σε μια τοπική μνήμη cache. Αυτή η τοπική μνήμη cache των ληφθέντων αντικειμένων μπορεί επίσης να ενημερωθεί με αντικείμενα που δημιουργήθηκαν από τοπικά έργα. Τα δημόσια αποθετήρια μπορούν επίσης να ενημερωθούν.

6.4.2 Tomcat

Η εφαρμογή vacDM τρέχει τόσο στο περιβάλλον ανάπτυξης (development) όσο και στο περιβάλλον παραγωγής (production) σε Tomcat Servers. Ο Apache Tomcat, που συχνά αναφέρεται ως Tomcat Server, είναι ένα Java Servlet Container που αναπτύχθηκε από το Apache Software Foundation (ASF). Ο Tomcat υλοποιεί διάφορες προδιαγραφές Java EE, όπως το Java Servlet, οι σελίδες JavaServer (JSP), το Java EL και το WebSocket, και παρέχει ένα περιβάλλον διακομιστή HTTP στο οποίο μπορεί να εκτελεστεί κώδικας Java.

Ο Tomcat αναπτύσσεται και συντηρείται από μια ανοιχτή κοινότητα προγραμματιστών υπό την αιγίδα του Apache Software Foundation, το οποίο κυκλοφορεί υπό την άδεια Apache License 2.0 και είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα. [69]

Οι λόγοι για τους οποίους επελέγη ο Tomcat ως εξυπηρετητής είναι οι ακόλουθοι:

- Είναι απίστευτα ελαφρύς. Ακόμη και με την πιστοποίηση JavaEE, ο Tomcat είναι μια απίστευτα ελαφριά εφαρμογή. Προσφέρει μόνο τη βασική λειτουργικότητα που απαιτείται για να τρέξει ένας διακομιστής, άρα αυτό διασφαλίζει ότι παρέχει σχετικά γρήγορο φορτίο και μικρότερο χρόνο για το deployment της εφαρμογής που φιλοξενεί σε σύγκριση με πολλούς άλλους. Αυτή η ελαφριά φύση επιτρέπει επίσης να απολαμβάνει έναν σημαντικά πιο γρήγορο κύκλο ανάπτυξης.
- Είναι ανοιχτού κώδικα. Ο Tomcat είναι δωρεάν και ο πηγαίος κώδικας για το διακομιστή είναι άμεσα διαθέσιμος σε όποιον ενδιαφέρεται να τον κατεβάσει και να τον χρησιμοποιήσει.
- Είναι ευέλικτος. Χάρη στην ελαφριά του φύση και μια σουίτα εκτεταμένων, ενσωματωμένων επιλογών προσαρμογής, ο Tomcat είναι αρκετά ευέλικτος. Μπορεί να εκτελεστεί σχεδόν με κάθε τρόπο και θα συνεχίσει να λειτουργεί όπως έχει προβλεφθεί.
- Ο διακομιστής είναι πιο σταθερός. Ο Tomcat είναι μια εξαιρετικά σταθερή πλατφόρμα για την ανάπτυξη εφαρμογών και η χρήση του για την εκτέλεσή τους συμβάλει επίσης στη σταθερότητα του διακομιστή. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο Tomcat λειτουργεί ανεξάρτητα από την εγκατάσταση του Apache - ακόμα κι αν μια σημαντική αποτυχία στο Tomcat προκάλεσε τη διακοπή της λειτουργίας του, ο υπόλοιπος διακομιστής θα συνεχίσει να "τρέχει" κανονικά.
- Προσφέρει ένα επιπλέον επίπεδο ασφάλειας. Πολλοί οργανισμοί επιλέγουν να τοποθετήσουν την εγκατάσταση του Tomcat πίσω από ένα πρόσθετο τείχος προστασίας, το οποίο είναι προσβάσιμο μόνο από την εγκατάσταση του Apache. Εν ολίγοις, ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής της εγκατάστασης του Tomcat, είναι δυνατόν να προστεθεί ένα επιπλέον επίπεδο ασφάλειας στον διακομιστή. [70]

6.4.3 Docker

Η εφαρμογή vacDM έχει διαμορφωθεί και αναπτυχθεί ώστε να μπορεί να τρέξει σε Docker. Κατά τη στιγμή της συγγραφής χρησιμοποιείται για τα περιβάλλοντα ανάπτυξης και παραγωγής ο Tomcat server, μιας και το Docker έχει καλή ενσωμάτωση μόνο με Windows10, και όχι παλαιότερες εκδόσεις, όπως Windows Server 2010 ή Windows7 που χρησιμοποιούμε. Το Docker είναι η κορυφαία πλατφόρμα container στον κόσμο και χρησιμοποιείται από ένα εύρος διαφορετικών χρηστών. Οι προγραμματιστές χρησιμοποιούν το Docker για να εξαλείψουν τα προβλήματα του να μην τρέχει κάποια εφαρμογή όταν αλλάζει το περιβάλλον εκτέλεσης. Οι χειριστές χρησιμοποιούν το Docker για να τρέχουν και να διαχειρίζονται τις εφαρμογές σε μεμονωμένα containers για καλύτερη υπολογιστική πυκνότητα. Οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν το Docker για να δημιουργήσουν ευέλικτους αγωγούς παράδοσης λογισμικού για ταχύτερη και ασφαλέστερη κυκλοφορία νέων λειτουργιών τόσο για εφαρμογές Linux όσο και για Windows Server. [71]

Χρησιμοποιώντας containers, όλα τα απαραίτητα για να δημιουργηθεί ένα κομμάτι λογισμικού λειτουργούν συσκευασμένα σε απομονωμένα container. Σε αντίθεση με τα Virtual Machines, τα container δεν συνδέουν ένα πλήρες λειτουργικό σύστημα, αλλά απαιτούνται μόνο βιβλιοθήκες και ρυθμίσεις απαραίτητες για την εκτέλεση του λογισμικού. Αυτό τα καθιστά αποτελεσματικά, ελαφριά, αυτοδύναμα συστήματα και εγγυάται ότι το λογισμικό θα τρέχει πάντα το ίδιο, ανεξάρτητα από το πού είναι αναπτυγμένο.

Το Docker αυτοματοποιεί τις επαναλαμβανόμενες εργασίες δημιουργίας και διαμόρφωσης περιβάλλοντος ανάπτυξης. Οι προγραμματιστές που χρησιμοποιούν το Docker δεν χρειάζεται να εγκαταστήσουν και να διαμορφώσουν πολύπλοκες βάσεις δεδομένων ούτε να ανησυχούν για την εναλλαγή μεταξύ μη συμβατών εκδόσεων γλωσσικών εργαλειαθκών. Όταν μια εφαρμογή είναι αποκεντρωμένη, η πολυπλοκότητα αυτή ωθείται σε container που είναι εύκολα χτισμένα, μοιράζονται και λειτουργούν ανεξάρτητα. Ο κώδικας που συνοδεύει τα Dockerfiles είναι απλούστερος: οι εξαρτήσεις αποθηκεύονται ως κομψά συσκευασμένες εικόνες Docker και οποιοσδήποτε με εγκατεστημένα το Docker και τον αντίστοιχο συντάκτη μπορεί να δημιουργήσει και να εντοπίσει σφάλματα στην εφαρμογή μέσα σε λίγα λεπτά. [71]

6.4.4 Datatables

Αυτός ο εξαιρετικά ευέλικτος πίνακας jQuery έχει ως στόχο να επεκτείνει τους βασικούς πίνακες HTML για να τους κάνει πιο διαισθητικούς και χρήσιμους.

Το DataTables είναι ένα εκτεταμένο plug-in που χρησιμοποιείται για την παροχή πρόσθετης λειτουργικότητας για τους πίνακες html, όπως ταξινόμηση, φιλτράρισμα, σελιδοποίηση και προσαρμοσμένα θέματα και χρησιμοποιείται για όλους τους πίνακες που συναντά κανείς στο vacDM. [72]

Show entries Search:

Name	Position	Office	Age	Start date	Salary
Airi Satou	Accountant	Tokyo	33	2008/11/28	\$162,700
Angelica Ramos	Chief Executive Officer (CEO)	London	47	2009/10/09	\$1,200,000
Ashton Cox	Junior Technical Author	San Francisco	66	2009/01/12	\$86,000
Bradley Greer	Software Engineer	London	41	2012/10/13	\$132,000
Brenden Wagner	Software Engineer	San Francisco	28	2011/06/07	\$206,850
Brielle Williamson	Integration Specialist	New York	61	2012/12/02	\$372,000
Bruno Nash	Software Engineer	London	38	2011/05/03	\$163,500
Caesar Vance	Pre-Sales Support	New York	21	2011/12/12	\$106,450
Cara Stevens	Sales Assistant	New York	46	2011/12/06	\$145,600
Cedric Kelly	Senior Javascript Developer	Edinburgh	22	2012/03/29	\$433,060

Showing 1 to 10 of 57 entries Previous 2 3 4 5 6 Next

Εικόνα 40: Πίνακας με DataTables

Το plug-in λειτουργεί κατευθείαν, "μόλις βγει από το κουτί" όπως θα περίμενε κανείς, αλλά προσφέρει επίσης την απαραίτητη τεκμηρίωση, ώστε να είναι εύκολο να ελέγξουμε τον τρόπο εμφάνισης, αίσθησης και λειτουργίας του πίνακα. Το ευρύ φάσμα των δυνατοτήτων και της προσαρμογής καθιστά το plug-in αυτό επικεντρωμένο στους προγραμματιστές, καθώς όχι μόνο προσφέρει αρκετές επιλογές, αλλά όλες αυτές υποστηρίζονται με σταθερή τεκμηρίωση και ένα ισχυρό φόρουμ στον ιστότοπό του.

Η δυνατότητα ενσωμάτωσης με τα πλαίσια CSS για την αλλαγή της μορφοποίησης του plug-in είναι αρκετά εντυπωσιακό. Είναι συμβατό με το Bootstrap, το Foundation, το jQuery UI και άλλα. Άλλες πτυχές όπως η πρόσβαση στα Events, το σύστημα API και τα δυναμικά δεδομένα μέσω του AJAX καθιστούν τα DataTables μια σταθερή επιλογή.

Μια άλλη πτυχή του plug-in είναι ότι προσφέρει υποστήριξη υψηλής ποιότητας. Τα περισσότερα plug-ins έχουν κάποιο είδος υποστήριξης μέσω αναφορών σφαλμάτων στο GitHub ή μέσω άμεσης επαφής με τον προγραμματιστή, αλλά το συγκεκριμένο DataTables plug-in προσφέρει υποστήριξη μέσω του φόρουμ, η εξέταση του οποίου μαρτυρά ότι τα περισσότερα θέματα που έχουν αναφερθεί έχουν επιλυθεί αρκετά γρήγορα.

6.4.5 jsTree

Το jsTree είναι ένα jquery plug-in, το οποίο προσφέρει τη δημιουργία διαδραστικών δέντρων. Είναι απολύτως δωρεάν, ανοικτού κώδικα και διανέμεται υπό την άδεια MIT. Το jsTree είναι εύκολα επεκτάσιμο, με δυνατότητα διαμόρφωσης και μορφοποίησης, ενώ υποστηρίζει διάφορες πηγές δεδομένων, μεταξύ των οποίων HTML & JSON και φόρτωση AJAX.

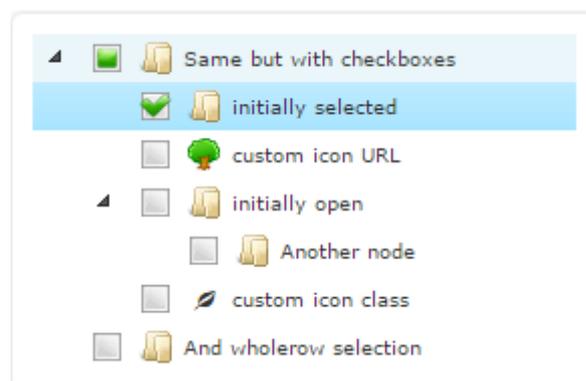
Το jsTree λειτουργεί σωστά σε οποιοδήποτε μοντέλο πλαισίου (πλαίσιο περιεχομένου ή πλαισίου περιγραμμάτων), μπορεί να φορτωθεί ως μονάδα AMD και έχει ενσωματωμένο θέμα κινητού τηλεφώνου, που μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί.

Χρησιμοποιεί το σύστημα event της jQuery, κι έτσι οι δεσμευτικές επανακλήσεις σε διάφορα συμβάντα στο δέντρο είναι οικείες και εύκολες.

Μερικά από τα χαρακτηριστικά που αξίζει να σημειωθούν:

- drag & drop υποστήριξη, για αλλαγή στη δομή φακέλων και αρχείων παραδείγματος χάριν
- δυνατότητα επεξεργασίας, δημιουργίας και διαγραφής κόμβων, όπως για παράδειγμα, αλλαγή ονόματος κάποιου φακέλου
- ασαφής αναζήτηση
- προσαρμόσιμοι τύποι κόμβων. [73]

Ένα παράδειγμα ενός jsTree φαίνεται παρακάτω, όπου είναι φανερές κάποιες μόνο από τις συνολικές δυνατότητες που παρέχει το plug-in αυτό.



Εικόνα 41: Δέντρο με jsTree

6.4.6 IDE

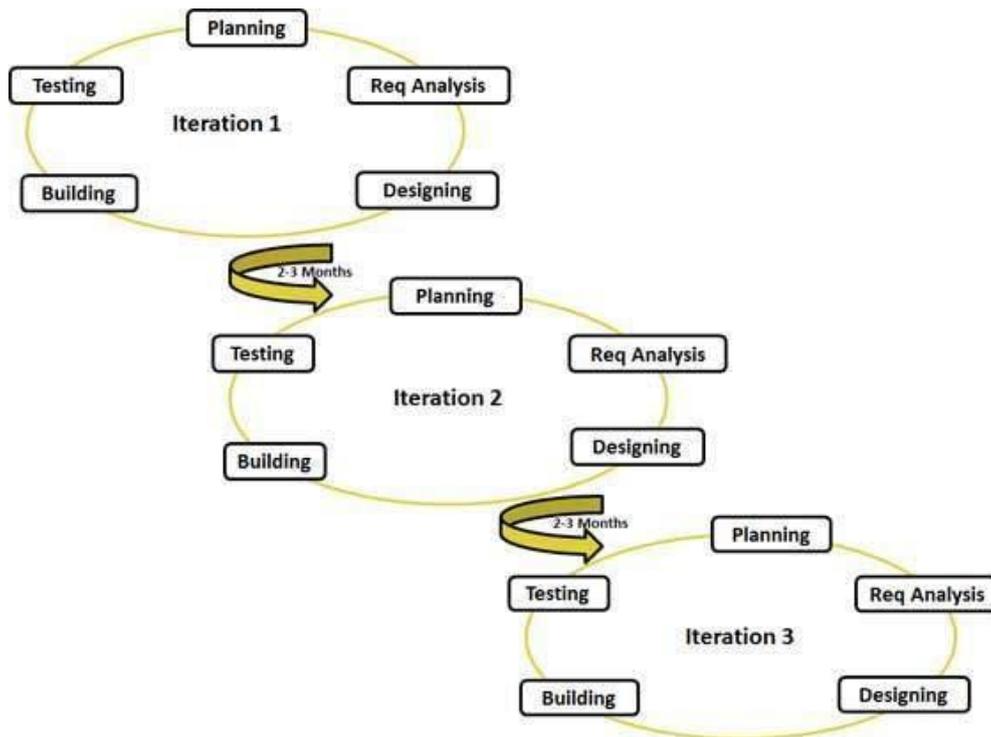
Το IDE το οποίο χρησιμοποιήθηκε αρχικά για την ανάπτυξη της εφαρμογής ήταν το Eclipse. Έπειτα, με τη χρησιμοποίηση του Docker, έγινε migration στο IntelliJ. Το IntelliJ είναι προσαρμοσμένο για ανάπτυξη σε Java, αρκετά πιο σταθερό από το Eclipse καθώς υποστηρίζει πολλά δημοφιλή πλαίσια και βιβλιοθήκες Java καλύτερα (Maven, Spring κ.ά.), και κατανοεί καλύτερα τη δομή του project, ενώ έχει πολλά πρόσθετα, τα οποία διευκολύνουν το χρήστη, λόγω χάριν την δυνατότητα πρόσβασης σε βάσεις Oracle απευθείας από το IDE.

6.5 Μέθοδος ανάπτυξης λογισμικού

Η εφαρμογή vacDM αναπτύχθηκε σε διάφορα στάδια, ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών της, οπότε και τα σχετικά, καινούρια χαρακτηριστικά ολοκληρώνονταν και τίθεντο σε λειτουργία. Η ανάπτυξη χαρακτηριστικών σε βήματα, σε συνδυασμό με την άμεση ενσωμάτωση με τον υπάρχοντα κώδικα και την γρήγορη διαθεσιμότητά τους για τους χρήστες, και έπειτα, τη συνέχιση της διαδικασίας αυτής μέχρι η εφαρμογή να είναι πλήρως έτοιμη και οι χρήστες να είναι ευχαριστημένοι, αντιπροσωπεύει μια μέθοδο για την ανάπτυξη λογισμικού, την μέθοδο Agile. Με τη μέθοδο αυτή αναπτύχθηκε η εφαρμογή vacDM, την οποία μάλιστα θα αναλύσουμε παρακάτω.

6.5.1 Μέθοδος ανάπτυξης λογισμικού Agile

Το Agile είναι μια ευρέως δημοφιλής μέθοδος ανάπτυξης λογισμικού. Ο μέθοδος Agile διασπά ολόκληρο το έργο σε μικρά builds για κάθε ανεξάρτητο module - ενότητα. Πρόκειται για μια μέθοδο στην οποία οι απαιτήσεις και οι λύσεις εξελίσσονται μέσω της συνεργασίας μεταξύ διαλειτουργικών ομάδων, που περιλαμβάνει ομάδες σχεδίασης λογισμικού, ανάπτυξης κώδικα και δοκιμών. [74] Οι μεθοδολογίες ανάπτυξης ευέλικτων λογισμικών αποτελούν εναλλακτικό καταρράκτη της παραδοσιακής μεθόδου ανάπτυξης λογισμικού.



Εικόνα 42: Agile – Εναλλακτικός καταρράκτης για ανάπτυξη λογισμικού

Η μέθοδος Agile επιτρέπει στους προγραμματιστές να κάνουν το λογισμικό πιο προσαρμόσιμο και οι πελάτες ή χρήστες να έχουν μια λειτουργική μονάδα σε κάθε επανάληψη.

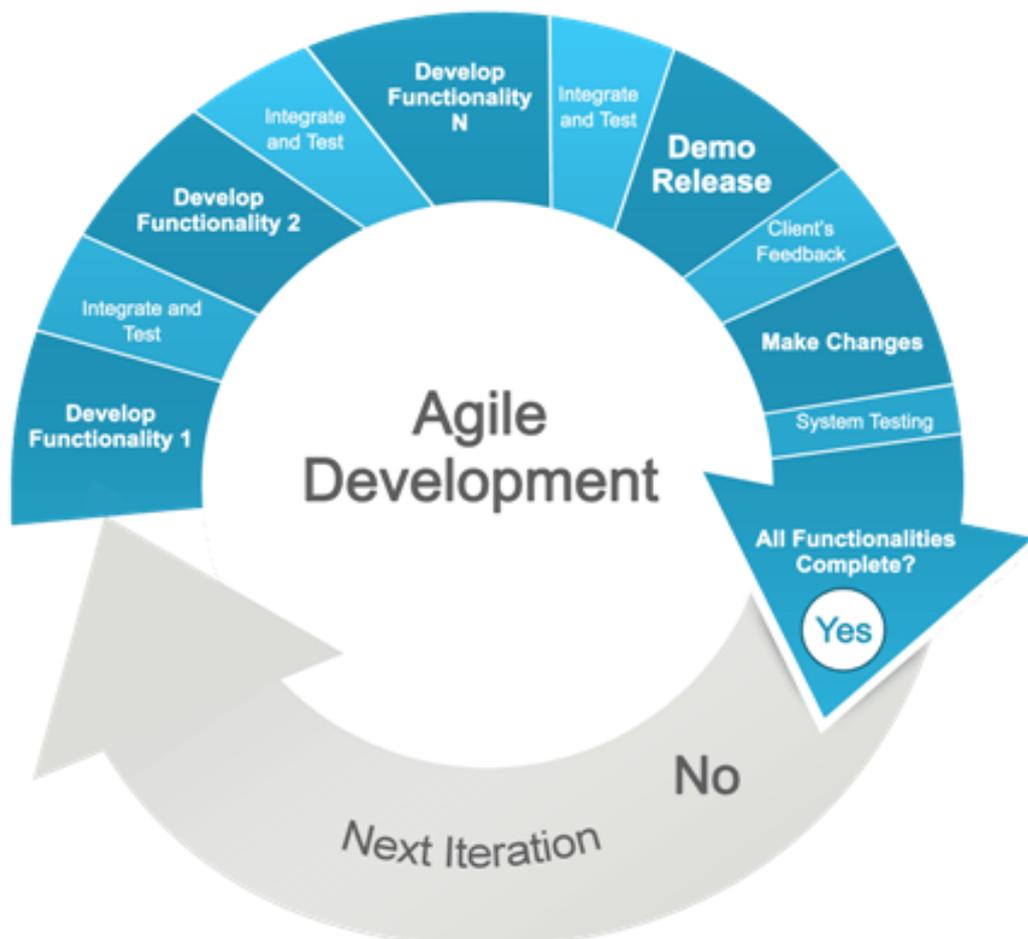
Βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου

Τα πολύπλοκα έργα μπορούν να εκτελεστούν με την μέθοδο Agile με πολύ εύκολο τρόπο, και τη μέθοδο αυτή διέπουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Η χρήση της μεθόδου εξασφαλίζει πως το έργο μπορεί να ολοκληρωθεί εγκαίρως, ώστε να μην υπάρξει υπερβολικό κόστος και χρόνος.
- Το έργο είναι λιγότερο πιθανό να αποτύχει καθώς η μέθοδος απαιτεί αυστηρές δοκιμές και ομαδική εργασία.
- Οι χρήστες είναι περισσότερο ικανοποιημένοι λόγω της συνεχούς και έγκαιρης παράδοσης των ενοτήτων λογισμικού.
- Η λειτουργικότητα μπορεί να αναπτυχθεί γρήγορα και να ενσωματωθεί εύκολα στον ήδη υπάρχοντα κώδικα.

- Οι Agile προγραμματιστές λογισμικού μπορούν να παρέχουν γρήγορα προσαρμοσμένες λύσεις με οποιεσδήποτε αλλαγές στις απαιτήσεις των χρηστών. Ο κύριος λόγος για τον οποίο οι προγραμματιστές λογισμικού συστήνουν τη χρήση μεθόδου ανάπτυξης ευέλικτων λογισμικών σε σχέση με άλλους είναι ότι οι αλλαγές στις απαιτήσεις των πελατών μπορούν να αντιμετωπιστούν πολύ αποτελεσματικότερα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης.

Η μέθοδος αυτή φαίνεται παραστατικά στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 43). Αρχικά, το έργο ξεκινά έχοντας καθορισμένες τις λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις, και ξεκινά η διαδικασία ανάπτυξης των επιμέρους χαρακτηριστικών, όπου το καθένα λειτουργεί ανεξάρτητα ως μονάδα, και ενσωματώνονται διαδοχικά στον κώδικα, αφού περάσουν τη σουίτα των δοκιμών. Έπειτα, γίνεται η έκδοση του νέου κώδικα και η παρουσίαση στους χρήστες, οι οποίοι με τη σειρά τους δίνουν ιδέες, και παρέχουν ανατροφοδότηση. Σε περίπτωση που είναι ικανοποιημένοι, ο κύκλος του έργου κλείνει, διαφορετικά οι υπεύθυνοι του έργου προβαίνουν σε επανάληψη του παραπάνω, αφού επαναπροσδιοριστούν οι λειτουργίες που θα υλοποιηθούν αυτή τη φορά έπειτα από τις υποδείξεις των χρηστών ή πελατών. [75]



Εικόνα 43: Agile – Διαδικασία και Κύκλος ανάπτυξης λογισμικού

6.5.1.1 Scrum framework

Το ναcDM αναπτύχθηκε μέσα στο πλαίσιο Scrum, το οποίο είναι ένα επαναληπτικό και βαθμιαίο ευέλικτο πλαίσιο ανάπτυξης λογισμικού για τη διαχείριση της ανάπτυξής του, και είναι μέρος της μεθολογίας Agile. [76]

Ορίζει μια "ευέλικτη, ολιστική στρατηγική ανάπτυξης προϊόντων όπου μια ομάδα ανάπτυξης εργάζεται ως μονάδα για την επίτευξη ενός κοινού στόχου", αμφισβητεί τις υποθέσεις της "παραδοσιακής, διαδοχικής προσέγγισης" [77] στην ανάπτυξη προϊόντων και επιτρέπει στις ομάδες να αυτοοργανώνονται με την ενθάρρυνση της στενής συνεργασίας όλων των μελών της ομάδας, καθώς και την καθημερινή επικοινωνία πρόσωπο με πρόσωπο μεταξύ όλων των μελών της ομάδας και των εμπλεκόμενων κλάδων.

Βασική αρχή του Scrum είναι η διπλή αναγνώριση ότι οι πελάτες θα αλλάξουν γνώμη για το τι θέλουν ή χρειάζονται (συχνά ονομάζεται αστάθεια στις απαιτήσεις) και ότι θα υπάρξουν απρόβλεπτες προκλήσεις, για τις οποίες δεν είναι κατάλληλη μια προγνωστική ή προγραμματισμένη προσέγγιση.

Ως εκ τούτου, η μέθοδος Scrum υιοθετεί μια εμπειρική προσέγγιση βάσει αποδεικτικών στοιχείων, αποδεχόμενη ότι το πρόβλημα δεν μπορεί να γίνει πλήρως κατανοητό ή προσδιορισμένο εξ αρχής, και τελικά εστιάζει στον τρόπο μεγιστοποίησης της ικανότητας της ομάδας να παραδίδει γρήγορα, να ανταποκρίνεται στις καινούριες απαιτήσεις και να προσαρμόζεται στις εξελισσόμενες τεχνολογίες και αλλαγές στις συνθήκες της αγοράς.

Αξίες

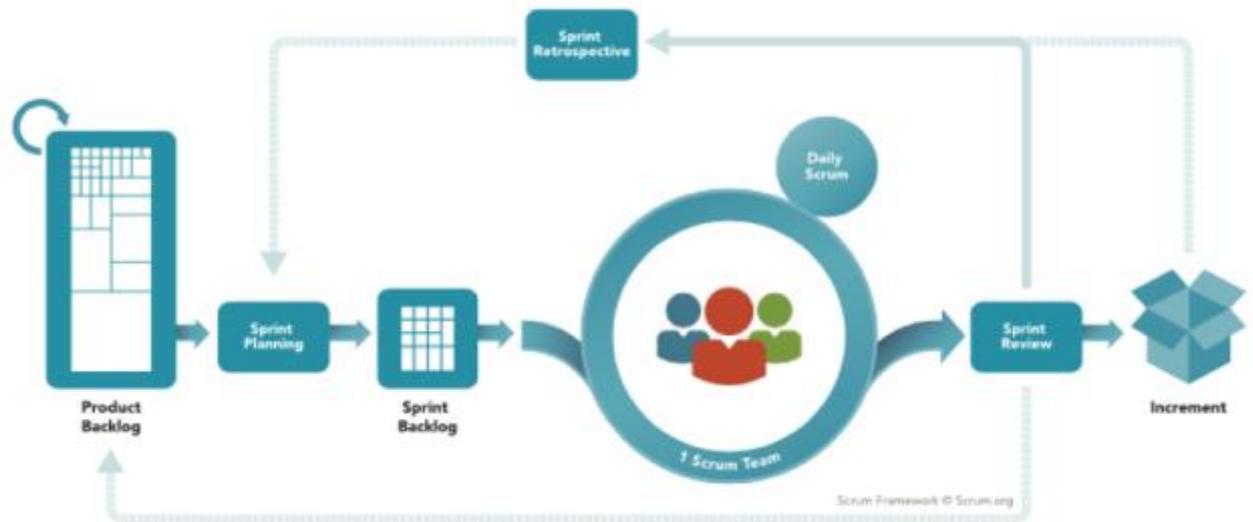
- **Δέσμευση:** Τα μέλη της ομάδας δεσμεύονται ατομικά να επιτύχουν τους στόχους της ομάδας σε κάθε επανάληψη (σπριντ).
- **Κουράγιο:** Τα μέλη της ομάδας γνωρίζουν ότι έχουν το θάρρος να εργαστούν μέσω συγκρούσεων και προκλήσεων μαζί για να μπορέσουν να πράξουν το βέλτιστο και σωστότερο για τον κοινό σκοπό, το κοινό έργο.
- **Εστίαση:** Τα μέλη της ομάδας εστιάζουν αποκλειστικά στους στόχους της ομάδας, δεν θα πρέπει να υπάρξει καμιά δουλειά εκτός από αυτές που καθορίστηκαν στην αρχή του σπριντ.
- **Διαφάνεια:** Τα μέλη της ομάδας και οι ενδιαφερόμενοι φορείς συμφωνούν να είναι διαφανείς σχετικά με το έργο τους και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν.
- **Σεβασμός:** Τα μέλη της ομάδας σέβονται το ένα το άλλο ώστε να είναι τεχνικά ικανά και να εργάζονται με προθυμία και καλό κλίμα. [78]

Θα περιγράψουμε πιο αναλυτικά τη διαδικασία όπως ορίζεται από το Scrum.

Ένα σπριντ (ή επανάληψη) είναι η βασική μονάδα ανάπτυξης του Scrum. Το σπριντ είναι μια προσπάθεια, η οποία περιορίζεται σε συγκεκριμένη χρονική διάρκεια. Η διάρκεια καθορίζεται εκ των προτέρων για κάθε σπριντ και κανονικά κυμαίνεται μεταξύ μίας εβδομάδας και ενός μηνός, με τις δύο εβδομάδες να είναι οι συχνότερες. Κατά την ανάπτυξη του ναcDM, η ομάδα, στην οποία ανήκα, είχε καθορίσει τη διάρκεια του σπριντ στις τρεις εβδομάδες, λόγω ειδικών συνθηκών, σπανίως, μπορεί να διαρκούσε δύο. [78]

Το Scrum framework παρουσιάζεται παραστατικά και στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 44).

SCRUM FRAMEWORK



Εικόνα 44: Scrum framework – Ποή εργασίας [79]

Κάθε σπριντ ξεκινά με μια συνάντηση για το σχεδιασμό του επερχόμενου σπριντ, που στοχεύει να καθορίσει το αμέσως επόμενο σπριντ, να προσδιορίσει το έργο που θα πρέπει να ολοκληρωθεί στη συγκεκριμένη επανάληψη και να κάνει μια εκτιμώμενη πρόβλεψη για το στόχο του σπριντ. Κάθε σπριντ τελειώνει με την ανασκόπησή του, που εξετάζει την πρόοδο που έχει σημειωθεί και προσδιορίζει τα μαθήματα και τις βελτιώσεις για τα επόμενα.

Το Scrum δίνει έμφαση στο λειτουργικό προϊόν στο τέλος του σπριντ που θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί πλήρως. Στην περίπτωση του λογισμικού, αυτό πιθανότατα περιλαμβάνει ότι το λογισμικό έχει πλήρως ενσωματωθεί, δοκιμαστεί και τεκμηριωθεί και είναι έτοιμο να τεθεί στο περιβάλλον παραγωγής για να χρησιμοποιηθεί ευρέως.

Σχεδιασμός σπριντ

Στην αρχή ενός σπριντ, η ομάδα Scrum κανονίζει μια συνάντηση με στόχο το σχεδιασμό του επερχόμενου σπριντ για να:

- Καθοριστεί το αντικείμενο της εργασίας που πρόκειται να πραγματοποιηθεί κατά τη διάρκεια αυτού.
- Επιλεγούν οι εργασίες που μπορούν να ολοκληρωθούν σε ένα σπριντ.
- Η συνιστώμενη διάρκεια είναι τέσσερις ώρες για ένα σπριντ διάρκειας δύο εβδομάδων.
- Κατά τη διάρκεια του πρώτου εξαμήνου, ολόκληρη η ομάδα Scrum (ομάδα ανάπτυξης προϊόντος, Scrum master και ιδιοκτήτης του προϊόντος) επιλέγει τα χαρακτηριστικά τα οποία έχουν προτεραιότητα και θα πρέπει να υλοποιηθούν κατά τη διάρκεια των σπριντ.

- Κατά το δεύτερο εξάμηνο, η ομάδα ανάπτυξης προσδιορίζει τις λεπτομερείς εργασίες (καθήκοντα) που απαιτούνται για την ολοκλήρωση αυτών των αναγκών των προϊόντων.
- Καθώς επεξεργάζονται λεπτομερώς τα επιμέρους έργα, ορισμένες εργασίες ενδέχεται να χωριστούν ή να επιστραφούν στο backlog, εάν η ομάδα δεν πιστεύει πλέον ότι μπορεί να ολοκληρώσει την απαιτούμενη εργασία σε ένα μόνο σπριντ.
- Μόλις η ομάδα ανάπτυξης έχει ετοιμάσει το backlog του σπριντ, συζητούν και προβλέπουν, συνήθως με την ψηφοφορία, ποιες από τις εργασίες θα παραδοθούν εντός του σπριντ. [80]

Καθημερινά stand-up/scrum

Κάθε μέρα κατά τη διάρκεια ενός σπριντ, η ομάδα έχει μια καθημερινή scrum ή stand-up συνάντηση με συγκεκριμένες οδηγίες:

- Όλα τα μέλη της ομάδας ανάπτυξης έρχονται προετοιμασμένα. Το καθημερινό scrum:
 - Ξεκινάει ακριβώς την ίδια ώρα ακόμα και αν κάποια μέλη λείπουν
 - Θα πρέπει να συμβαίνει την ίδια ώρα και στο ίδιο μέρος κάθε ημέρα
 - Είναι περιορισμένη σε χρονικό διάστημα δεκαπέντε λεπτών
- Ο καθένας είναι ευπρόσδεκτος, αν και μόνο τα μέλη της ομάδας ανάπτυξης πρέπει να συμβάλλουν.
- Κατά τη διάρκεια του καθημερινού scrum, κάθε μέλος της ομάδας απαντά συνήθως σε τρεις ερωτήσεις:
 - Τι ολοκλήρωσα χθες που βοήθησε την ομάδα να πετύχει τον στόχο για το τρέχον σπριντ;
 - Τι σκοπεύω να ολοκληρώσω σήμερα;
 - Βλέπω κάποιο εμπόδιο που θα μπορούσε να εμποδίσει εμένα ή την ομάδα να πετύχουμε τον στόχο μας για αυτό το σπριντ;

Οποιαδήποτε παρεμπόδιση (π.χ. εμπόδιο, κίνδυνος, καθυστέρηση λόγω εξάρτησης από άλλο έργο, παραδοχή που αποδείχθηκε αβάσιμη) που προσδιορίζονται στο καθημερινό scrum θα πρέπει να συλλέγονται από τον Scrum Master και να διοχετεύονται σε συμφωνημένο πρόσωπο που έχει οριστεί για να εργαστεί για την επίλυση. Δεν πρέπει να πραγματοποιούνται λεπτομερείς συζητήσεις κατά τη διάρκεια του καθημερινού scrum. [78]

Αναθεώρηση Sprint και Sprint retrospective

Στο τέλος ενός σπριντ, η ομάδα πραγματοποιεί δύο συνάντησεις, την αναθεώρηση και το retrospective.

Κατά την αναθεώρηση του σπριντ, η ομάδα:

- Αναλύει το έργο που ολοκληρώθηκε και το προγραμματισμένο έργο που δεν ολοκληρώθηκε
- Παρουσιάζει το ολοκληρωμένο έργο στους ενδιαφερόμενους, μέσω επίδειξης demo
- Η ομάδα και οι ενδιαφερόμενοι συνεργάζονται και αποφασίζουν μαζί για το τι πρέπει να εργαστούν για το επόμενο.

Επιπλέον οδηγίες οι οποίες αφορούν τη συνάντηση για την αναθεώρηση του σπριντ μπορούν να συνοψιστούν στο ότι η ελλιπής εργασία δεν μπορεί να παρουσιαστεί, ακόμα και αν είναι αρκετά κοντά στην ολοκλήρωση, ενώ μια συνιστώμενη διάρκεια για ένα σπριντ δύο εβδομάδων, που αποτελεί και την πιο συνηθισμένη πρακτική, είναι δύο ώρες.

Στη συνάντηση που αφορά το retrospective του σπριντ, η ομάδα σκέφτεται πάνω στο προηγούμενο σπριντ και το αναλύει, ενώ παράλληλα προσδιορίζει και συμφωνεί σε ενέργειες για τη συνεχή βελτίωση της διαδικασίας.

Κάποιες κατευθυντήριες γραμμές για τις συναντήσεις retrospective:

- Δύο κύρια ερωτήματα τίθενται και θα πρέπει να απαντηθούν από τους παρευρισκόμενους:
 - Τι πήγε καλά κατά τη διάρκεια του σπριντ;
 - Τι θα μπορούσε να βελτιωθεί στο επόμενο σπριντ;
- Η συνιστώμενη διάρκεια είναι μία και μισή ώρα για ένα σπριντ δύο εβδομάδων.
- Ο Scrum Master είναι ο διαχειριστής της συζήτησης. [78]

6.5.1.2 JIRA

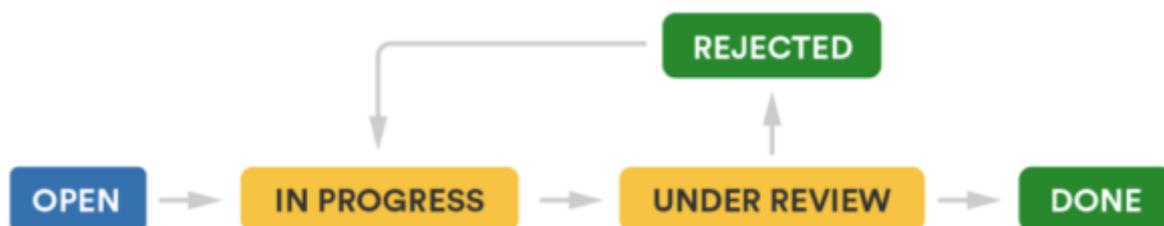
Κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής vacDM, και εφόσον ακολουθήσαμε τη μέθοδο Agile και πιο συγκεκριμένα, τη μέθοδο για την ανάπτυξη λογισμικού Scrum, ήταν απαραίτητη η χρησιμοποίηση ενός εργαλείου για την παρακολούθηση των εργασιών και διαχείρισης θεμάτων. Έτσι χρησιμοποιήσαμε το πιο δημοφιλές εργαλείο διαχείρισης ζητημάτων, το JIRA, σύμφωνα με μια μέθοδο κατάταξης, από τον Ιούνιο του 2017.

Το JIRA είναι ένα ιδιόκτητο προϊόν παρακολούθησης θεμάτων, το οποίο αναπτύχθηκε από την Atlassian. Παρέχει παρακολούθηση σφαλμάτων, προβλημάτων και λειτουργίες διαχείρισης έργου, και έχει αναπτυχθεί από το 2002.

Σύμφωνα με την Atlassian, το JIRA χρησιμοποιείται για παρακολούθηση και διαχείριση έργων από περισσότερους από 25.000 πελάτες σε 122 χώρες σε όλο τον κόσμο. Ορισμένες από τις οργανώσεις που το χρησιμοποιούν ή το χρησιμοποίησαν τουλάχιστον σε κάποιο χρονικό σημείο, για την παρακολούθηση σφαλμάτων και τη διαχείριση του έργου τους, περιλαμβάνουν τα Fedora Commons, Hibernate, JBoss, Skype, Spring framework και Apache Software Foundation. [81]

Η διαχείριση έργων και εργασιών στο λογισμικό διαχείρισης έργων ξεκινά με μια ροή εργασίας. Οι ροές εργασίας ορίζουν τη διαδικασία και επιτρέπουν σε κάθε ομάδα να παρακολουθεί τις εργασίες της. Ακολουθεί ένα παράδειγμα ροής εργασίας που μπορεί να ακολουθήσει μια ομάδα στο JIRA Core. Η παρακάτω εικόνα (Εικόνα 45) παρουσιάζει την ροή εργασίας για μια εργασία ένας έργου, το οποίο μπορεί να ανήκει σε μία από τις 5 κατηγορίες: **to-do**, δηλαδή εργασία που πρέπει να ολοκληρωθεί, **in progress**, δηλαδή ο υπεύθυνος έχει ξεκινήσει να δουλεύει επάνω στην εργασία, **under review**, δηλαδή η εργασία είναι σχεδόν ολοκληρωμένη και βρίσκεται σε αναμονή για αποδοχή, ή απόρριψη, **reject**, σε περίπτωση που η εργασία δεν γίνει αποδεκτή, και επιστρέφει στο στάδιο in progress, και τέλος, **done**, όταν η εργασία γίνεται αποδεκτή και είναι πλήρως ολοκληρωμένη.

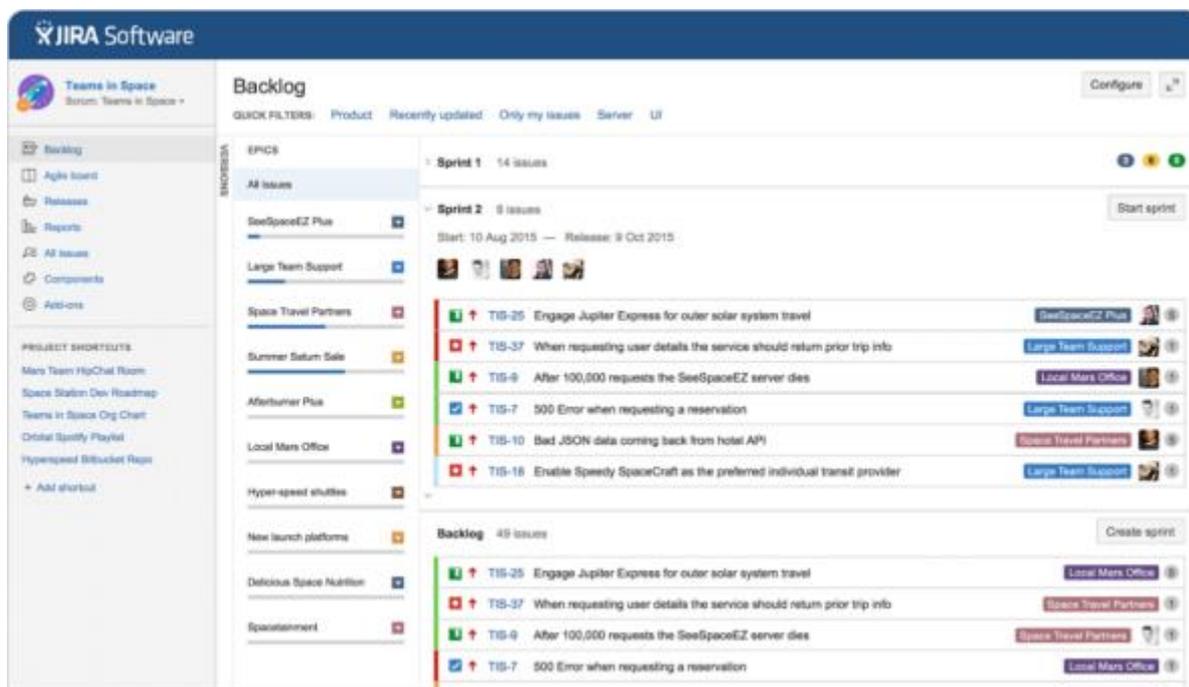
- 1. To-do**
Assign tasks that need to be completed.
- 2. In progress**
The assignee has begun working on the task.
- 3. Under review**
The task is almost completed and is waiting for approval.
- 4. Reject**
If the task is not approved, it goes back to "in progress".
- 5. Done**
Task is approved and complete.



Εικόνα 45: JIRA – Ροή εργασίας

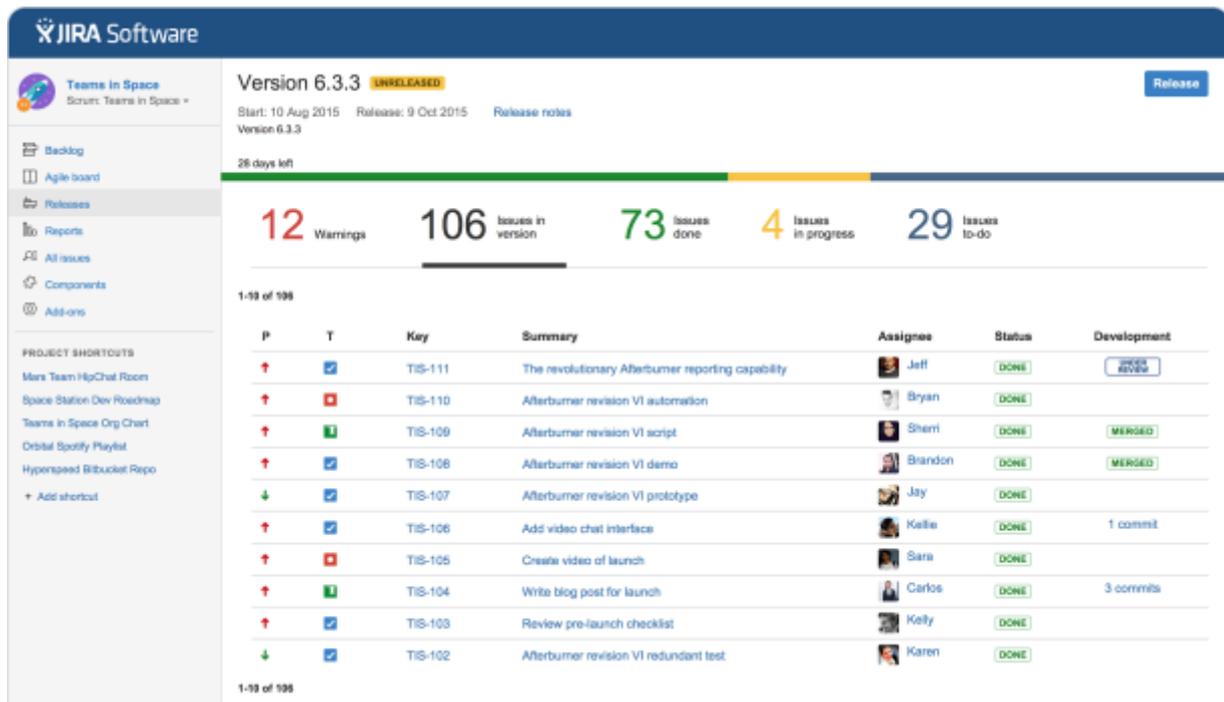
Το JIRA επιτρέπει σχεδιασμό των εργασιών, δηλαδή τη δημιουργία θεμάτων χρηστών, σχεδιασμό σπριντ και διανομή εργασιών σε κάποια ομάδα λογισμικού. Επιπλέον, ιδιαίτερα σημαντική είναι η παρακολούθηση των ζητημάτων, καθώς παρακινείται η θέση προτεραιοτήτων και η συζήτηση του έργου της ομάδας με πλήρη διαφάνεια. [82]

Παρακάτω, φαίνεται μια οθόνη του JIRA στην οποία διακρίνονται τα παραπάνω γνωρίσματα.



Εικόνα 46: JIRA – Ζητήματα και εργασίες

Το JIRA επιτρέπει επίσης την παραγωγή αναφορών και στατιστικών, γεγονός που επιτρέπει τη βελτίωση της απόδοσης κάποιας ομάδας με βάση οπτικά δεδομένα που εμφανίζονται σε πραγματικό χρόνο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 47. [82]



Εικόνα 47: JIRA – Αναφορές

6.5.2 Συνεχής Ενσωμάτωση και Συνεχής Παράδοση

Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης της εφαρμογής vacDM, χρησιμοποιήθηκε η πρακτική της Συνεχούς Ενσωμάτωσης και της Συνεχούς Παράδοσης.

Συνεχής Ενσωμάτωση

Η Συνεχής Ενσωμάτωση (Continuous Integration - CI) είναι μια πρακτική ανάπτυξης κώδικα, που απαιτεί από τους προγραμματιστές να ενσωματώσουν το νέο κώδικα σε έναν κοινό χώρο αποθήκευσής αρκετές φορές την ημέρα. Κάθε εναπόθεση καινούριου κώδικα επαληθεύεται από αυτοματοποιημένα σουίτα δοκιμών, επιτρέποντας στις ομάδες να ανιχνεύουν από νωρίς τυχόν προβλήματα. [83]

Η συνεχής ενσωμάτωση είναι φθηνή, υπό την έννοια πως, εάν δεν ακολουθείται, θα υπάρχουν μεγαλύτερες περιόδους μεταξύ ενοποιήσεων διαφορετικών εκδόσεων της εφαρμογής. Αυτό καθιστά εκθετικά πιο δύσκολο να βρεθούν και να διορθωθούν τυχόν προβλήματα. Τέτοια προβλήματα ενσωμάτωσης μπορούν εύκολα να καταστήσουν ένα έργο εκτός προγράμματος ή να το αναγκάσουν να αποτύχει εντελώς.

Η συνεχής ενσωμάτωση προσφέρει πολλαπλά οφέλη, από αρκετά από τα οποία επωφελήθηκα κατά την ανάπτυξη του vacDM:

- Αποφεύγονται οι μακρές και τεταμένες ενσωματώσεις, αντιθέτως ενισχύεται η συνεχής ενσωμάτωση του νέου κώδικα στον ήδη υπάρχοντα
- Επενδύεται λιγότερος χρόνος για τον εντοπισμό σφαλμάτων και περισσότερος για την ανάπτυξη καινούριων λειτουργιών
- Δημιουργείται ένα στέρεο θεμέλιο
- Γνωστοποιείται άμεσα εάν ο νέος κώδικας δουλεύει σωστά, μιας και υπάρχει διαθέσιμη η σουίτα των δοκιμών

- Μειώνονται τα προβλήματα ενσωμάτωσης, γεγονός που επιτρέπει την ταχύτερη παροχή και διαθεσιμότητα του λογισμικού προς τους χρήστες.

Συνεχής Παράδοση

Η Συνεχής Ανάπτυξη συνδέεται στενά με τη Συνεχή Παράδοση και αναφέρεται στην κυκλοφορία του λογισμικού που θα περάσει τις αυτοματοποιημένες δοκιμές. "Είναι η πρακτική της απελευθέρωσης κάθε καλής κατασκευής στους χρήστες", εξηγεί ο Jez Humble, συγγραφέας της συνεχούς παράδοσης. [84]

Με την υιοθέτηση της Συνεχούς Ενσωμάτωσης και της Συνεχούς Παράδοσης, όχι μόνο μειώνονται οι κινδύνοι και τα σφάλματα, διότι αυτά συλλαμβάνονται γρήγορα, αλλά και οι επιδιορθώσεις μετακινούνται γρήγορα στο λογισμικό. Με εκδόσεις χαμηλού κινδύνου, είναι εύκολη η γρήγορη προσαρμογή στις επιχειρηματικές απαιτήσεις και τις ανάγκες των χρηστών. Αυτό επιτρέπει καλύτερη σχέση μεταξύ της ανάπτυξης των λειτουργιών και της παράδοσής τους, προσφέροντας πραγματική αλλαγή στον οργανισμό.

Η Συνεχής Ενσωμάτωση και Παράδοση υποστηρίζεται από αρκετές σημαντικές αρχές και πρακτικές. Παρακάτω θα αναφέρουμε κάποιες από αυτές.

Πρακτικές

- Θα πρέπει να υπάρχει ένα κοινό αποθετήριο κώδικα (code repository).
- Το build θα πρέπει να είναι αυτοματοποιημένο και να περνά από δοκιμές αυτόματα.
- Κάθε απόθεση νέου κώδικα θα πρέπει να γίνεται build σε μια μηχανή ενσωμάτωσης.
- Οι δοκιμές θα πρέπει να γίνονται σε έναν κλώνο του περιβάλλοντος παραγωγής.
- Θα πρέπει να είναι εύκολο για τον οποιοδήποτε να αποκτήσει την πιο πρόσφατη εκτελέσιμη έκδοση.
- Θα πρέπει να υπάρχει διαφάνεια και όλοι να έχουν πρόσβαση στον κώδικα.
- Η τελευταία εκτελέσιμη έκδοση θα πρέπει να εγκαθίσταται στο περιβάλλον παραγωγής αυτόματα. [85]

Υλοποίηση

Όταν πρόκειται για ένα ομαδικό έργο, για να επιτευχθεί η συνεχής ενσωμάτωση θα πρέπει να γίνουν τα ακόλουθα:

- Οι προγραμματιστές κάνουν checkout τον κώδικα στον προσωπικό χώρο εργασίας τους.
- Όταν ολοκληρωθεί η ανάπτυξη του νέου κώδικα, οι αλλαγές κατατίθενται (γίνονται commit) στο αποθετήριο.
- Ο διακομιστής CI παρακολουθεί το χώρο αποθήκευσης και ελέγχει τις αλλαγές όταν συμβαίνουν.
- Ο εξυπηρετητής CI δημιουργεί το νέο σύστημα και εκτελεί δοκιμές ενοποίησης και ολοκλήρωσης.
- Ο διακομιστής CI εκδίδει αναπτύξιμα αντικείμενα για δοκιμές.
- Ο διακομιστής CI εκχωρεί μια ετικέτα δημιουργίας στην έκδοση του κώδικα που μόλις χτίστηκε.
- Ο εξυπηρετητής CI ενημερώνει την ομάδα για το επιτυχημένο build.

- Εάν το build ή οι δοκιμές αποτύχουν, ο διακομιστής CI ειδοποιεί την ομάδα.
- Η ομάδα διορθώνει το ζήτημα το συντομότερο δυνατό.
- Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται καθ' όλη τη διάρκεια του έργου. [83]

Για να επιτύχουμε τη συνεχή ενσωμάτωση, όπως αναφέραμε και προηγουμένως, η κοινή πρακτική προστάζει την χρήση ενός κοινού αποθετηρίου κώδικα. [86] Για αυτό το λόγο, χρησιμοποιήσαμε το εργαλείο Git, και το GitLab, ένα διαδικτυακό διαχειριστή αποθετηρίων Git, τα οποία και αναλύουμε στη συνέχεια.

6.5.3 Κοινό αποθετήριο κώδικα

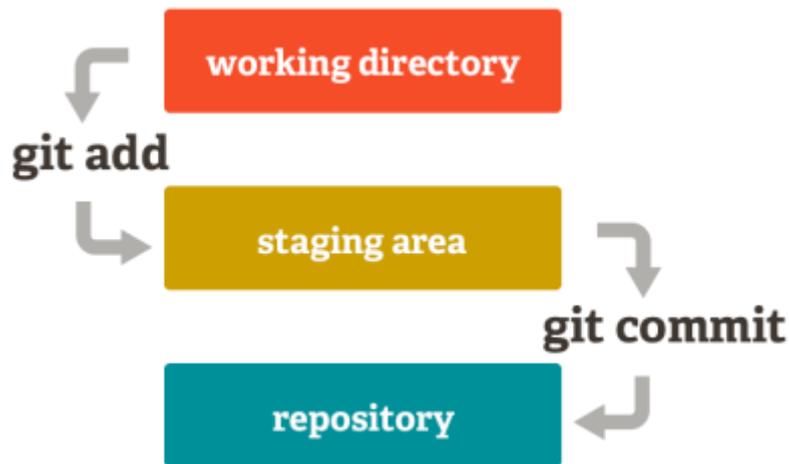
6.5.3.1 Git

Το Git είναι ένα ελεύθερο και ανοικτού κώδικα Σύστημα Ελέγχου Έκδοσης (Version Control System - VCS) που έχει σχεδιαστεί για να διαχειρίζεται από μικρά μέχρι πολύ μεγάλα έργα με ταχύτητα και αποτελεσματικότητα. [87] Μέχρι στιγμής, είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο σύγχρονο σύστημα ελέγχου εκδόσεων. Το Git είναι ένα ώριμο, ενεργά διατηρούμενο έργο ανοιχτού κώδικα το οποίο αρχικά αναπτύχθηκε το 2005 από τον Linus Torvalds, τον διάσημο δημιουργό του πυρήνα του λειτουργικού συστήματος Linux. Ένας τεράστιος αριθμός έργων λογισμικού βασίζονται στο Git για τον έλεγχο έκδοσης, συμπεριλαμβανομένων των εμπορικών έργων καθώς και του ανοιχτού κώδικα.

Έχοντας μια καταμεμημένη αρχιτεκτονική, το Git είναι ένα παράδειγμα ενός καταμεμημένου συστήματος ελέγχου έκδοσης (Distributed Version Control System - DVCS). Αντί να υπάρχει μόνο μία θέση για το ιστορικό πλήρους έκδοσης του λογισμικού, όπως συμβαίνει με δημοφιλή συστήματα ελέγχου έκδοσης όπως το CVS ή το Subversion (επίσης γνωστό ως SVN), στο Git, το αντίγραφο εργασίας του κάθε προγραμματιστή είναι επίσης ένα αποθετήριο που μπορεί να περιέχει το πλήρες ιστορικό όλων των αλλαγών. Είναι εύκολο στη χρήση του και έχει μικρό αποτύπωμα με γρήγορη απόδοση. Βασικά του χαρακτηριστικά που το κάνουν να ξεχωρίζει είναι η φτηνή τοπική διακλάδωση, η βολική περιοχή αναμονής και οι πολλαπλές ροές εργασίας. [88]

Εκτός από τη διανομή, το Git έχει σχεδιαστεί με γνώμονα την απόδοση, την ασφάλεια και την ευελιξία. Θα αναφερθούμε λίγο περισσότερο σε ένα χαρακτηριστικό του Git που το διαφοροποιεί από τα υπόλοιπα συστήματα, το staging area ή αλλιώς περιοχή αναμονής.

Σε αντίθεση με τα άλλα συστήματα, το Git έχει κάτι που ονομάζεται "περιοχή αναμονής" ή "ευρετήριο". Πρόκειται για μια ενδιάμεση περιοχή όπου οι εναποθέσεις μπορούν να μορφοποιηθούν και να αναθεωρηθούν πριν ολοκληρωθεί η τελική εναπόθεση. Ένα πράγμα που προσφέρει το Git, που το διαφοροποιεί από άλλα εργαλεία, είναι ότι είναι δυνατό να περάσουν στην περιοχή αναμονής γρήγορα ορισμένα από τα αρχεία και να κατατεθούν, χωρίς να είναι απαραίτητο να κατατεθούν όλα τα υπόλοιπα τροποποιημένα αρχεία στον κατάλογο εργασίας ή ακόμα και χωρίς να καταγραφούν στη γραμμή εντολών κατά τη διάρκεια της δέσμεισης. [89]



Εικόνα 48: Git – Διαδικασία υποβολής νέου κώδικα

Αυτό επιτρέπει να προβληθούν μόνο τμήματα ενός τροποποιημένου αρχείου, μιας και γίνεται να περάσει στην περιοχή αναμονής μόνο η μεταβολή που χρειάζεται για την τρέχουσα εναπόθεση και η άλλη αλλαγή να προβεί στο staging area για την επόμενη. Αυτή η λειτουργία κλιμακώνεται αντίστοιχα για όσες αλλαγές χρειάζονται. [89]

6.5.3.2 Git Flow

Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης του vacDM, χρησιμοποιήσαμε το Git Flow, ένα μοντέλο διακλάδωσης για το Git. Αυτό δημιουργήθηκε από τον Vincent Driessen και έχει προσελκύσει μεγάλη προσοχή το τελευταίο διάστημα, επειδή είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας ανάπτυξης.

Βασικά πλεονεκτήματα

- *Παράλληλη ανάπτυξη νέων χαρακτηριστικών*

Ένα από τα σπουδαία πράγματα που αφορούν το GitFlow είναι ότι κάνει την παράλληλη ανάπτυξη πολύ εύκολη, με την απομόνωση του νέου χαρακτηριστικού από την τελική εργασία. Νέα ανάπτυξη (όπως χαρακτηριστικά και διορθώσεις σφαλμάτων μη επείγουσας ανάγκης) πραγματοποιείται σε κλάδους χαρακτηριστικών και συγχωνεύεται στο κύριο σώμα του κώδικα μόνον όταν ο προγραμματιστής είναι σίγουρος ότι ο κώδικας είναι έτοιμος για απελευθέρωση. Παρόλο που οι διακοπές δεν ενδείκνυνται, αν ζητηθεί σε κάποιον προγραμματιστή να αλλάξει από μια εργασία σε άλλη, το μόνο που χρειάζεται να κάνει είναι να δεσμεύσει τις αλλαγές και στη συνέχεια να δημιουργήσει μια νέα διακλάδωση για τη νέα του εργασία. Όταν ολοκληρωθεί αυτή η εργασία, απλώς κάνει checkout στην άλλη διακλάδωση και μπορεί να συνεχίσει την ανάπτυξη αυτής.

- *Συνεργασία προγραμματιστών*

Οι διακλάδωσεις διευκολύνουν επίσης δύο ή περισσότερους προγραμματιστές να συνεργαστούν στην ίδια λειτουργία, επειδή σε κάθε διακλάδωση χαρακτηριστικών οι μόνες αλλαγές είναι οι αλλαγές που απαιτούνται για να λειτουργήσει το νέο χαρακτηριστικό.

- *Απελευθέρωση της περιοχής αναμονής*

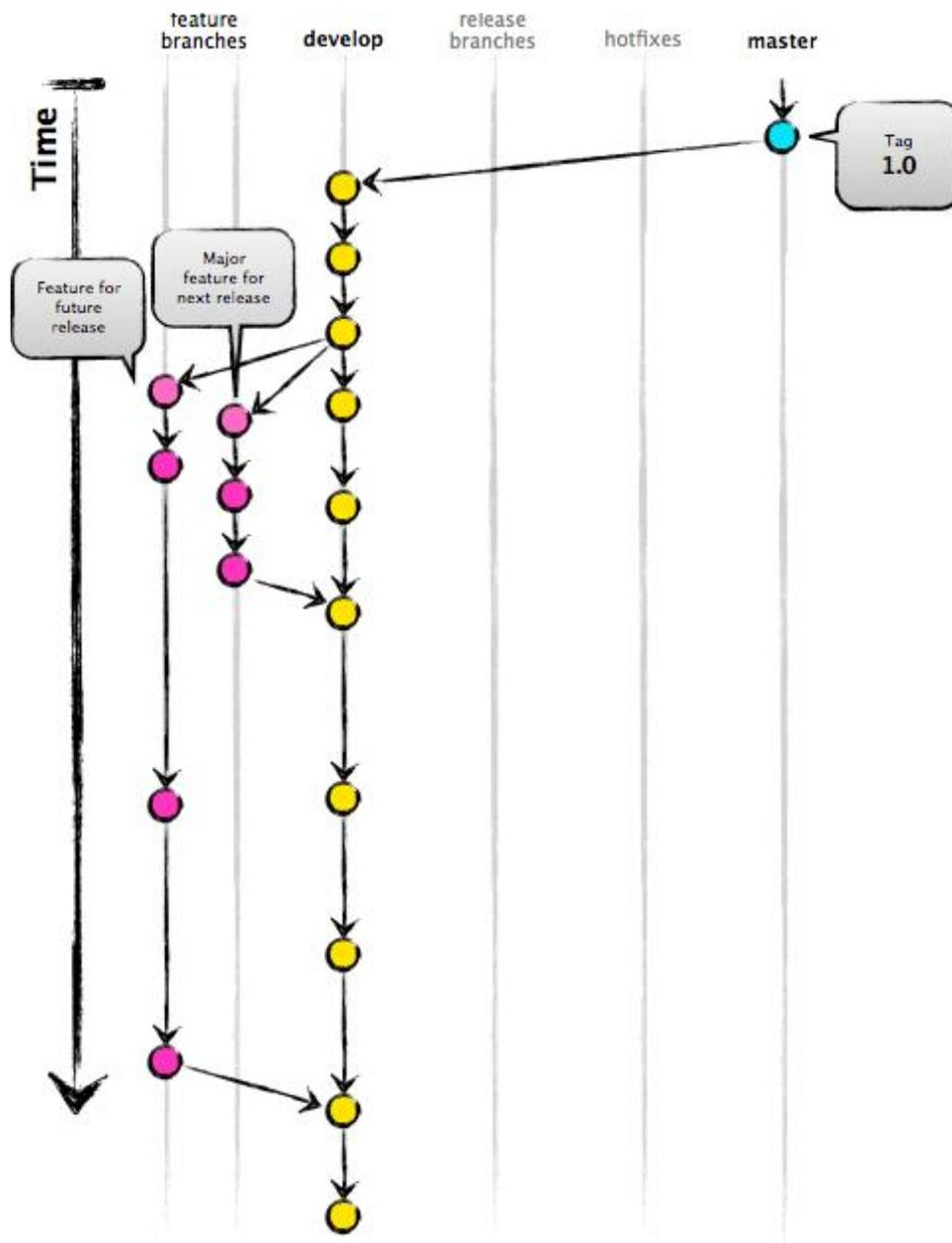
Καθώς ολοκληρώνεται η ανάπτυξη του νέου χαρακτηριστικού, γίνεται συγχώνευση πίσω στον κλάδο develop, ο οποίος αποτελεί χώρο αναμονής για όλες τις ολοκληρωμένες λειτουργίες που δεν έχουν ακόμη κυκλοφορήσει. Έτσι, όταν η επόμενη

έκδοση είναι διακλαδισμένη από την ανάπτυξη, θα περιέχει αυτόματα όλα τα νέα χαρακτηριστικά που έχουν ολοκληρωθεί πλήρως.

- Υποστήριξη για διορθώσεις έκτακτης ανάγκης

Το GitFlow υποστηρίζει κλάδους επείγουσας επιδιόρθωσης. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μια επείγουσα αλλαγή, γνωρίζοντας με σιγουριά ότι στον κώδικα θα περιέχεται μόνο η επείγουσα επιδιόρθωση. Δεν υπάρχει κίνδυνος να συγχωνευθεί ταυτόχρονα κατά λάθος κώδικας που αναφέρεται σε κάποιο νέο χαρακτηριστικό. [90]

Για παράδειγμα, για την δημιουργία ενός νέου χαρακτηριστικού, οι κλάδοι χαρακτηριστικών (feature branches) διακλαδίζονται από τον κλάδο develop και τα τελικά χαρακτηριστικά και διορθώσεις συγχωνεύονται ξανά στον κλάδο develop όταν είναι έτοιμα για έκδοση, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 49: Git Flow – Διαδικασία διακλάδωσης για ανάπτυξη νέου χαρακτηριστικού [91]

6.5.3.3 GitLab

Για την ανάπτυξη του vacDM, ακόμα χρησιμοποιήσαμε το CERN GitLab (<https://gitlab.cern.ch/>), το οποίο αποτελεί ένα διαδικτυακό διαχειριστή αποθετηρίων Git με wiki, Συνεχή Ενσωμάτωση και Συνεχή Παράδοση. Είναι ένας πολύ καλός τρόπος για τη διαχείριση των αρχείων git σε ένα κεντρικό διακομιστή, καθώς δίνει πλήρη έλεγχο των αποθετηρίων ή των έργων, τα οποία μπορεί να είναι δημόσια ή ιδιωτικά, χωρίς πληρωμή.

Το GitLab το οποίο χρησιμοποιείται στο CERN εισάγει δύο σημαντικές έννοιες:

- *Ξεχωριστοί χώροι εργασίας προσωπικού και ομάδας*
Οι χώροι αποθήκευσης Git οργανώνονται σε μια ιεραρχία, με χώρους εργασίας ανώτατου επιπέδου που περιέχουν ένα ή περισσότερα έργα (κάθε έργο αντιστοιχεί σε ένα αποθετήριο Git). Κάθε χρήστης διαθέτει ένα προσωπικό χώρο εργασίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να φιλοξενήσει προσωπικά έργα, δοκιμές ή ως προσωρινό χώρο εργασίας για να εργαστεί σε ένα κλάδο ενός ομαδικού έργου. Από την άλλη πλευρά, οι χώροι εργασίας της ομάδας προορίζονται να φιλοξενήσουν μακροπρόθεσμα έργα και να επιτρέψουν στις ομάδες να συνεργαστούν.
- *Συγχώνευση αιτημάτων και επανεξέταση κώδικα*
Αντί να παρέχει πλήρη δικαιώματα σε όλους, το GitLab ενθαρρύνει μια διαδικασία επανεξέτασης για τροποποιήσεις. Οι προγραμματιστές που δεν έχουν δικαιώματα σε ένα συγκεκριμένο χώρο αποθήκευσης, γράφουν νέο κώδικα σε ξεχωριστούς κλάδους χαρακτηριστικών ή forks του κύριου έργου και στη συνέχεια υποβάλλουν τις τροποποιήσεις μέσω ενός αιτήματος συγχώνευσης. Οι προγραμματιστές με πλήρη δικαιώματα μπορούν να ελέγξουν και να σχολιάσουν τις τροποποιήσεις πριν αποδεχτούν, ή όχι, τη συγχώνευση των αλλαγών. [92]

6.6 Δομή αρχείων

Η τυπική οργάνωση των αρχείων σε φακέλους ενός project που αναπτύσσεται με το Spring framework και γίνεται build με το Maven, μπορεί να γίνει με δύο διαφορετικούς τρόπους, οι οποίοι παρατίθενται παρακάτω: [93]

1. *Maven-based Web Application Project*

Η δομή των αρχείων καθορίζεται κατά κύριο λόγο με βάση δύο ομάδες του κώδικα:

- `src/main`: Κύριο τμήμα του κώδικα που αποτελείται από κώδικα Java, αρχεία ρυθμίσεων, φίλτρα, δέσμες ενεργειών, βιβλιοθήκες εφαρμογών κ.λπ.. Όλα αυτά τα αντικείμενα τοποθετούνται στο φάκελο "src/main" και υπο-φακέλους όπως `java`, `webapp` κ.λπ.
- `src/test`: Test build artifact αποτελούμενο από κώδικα Unit Testing. Ο κώδικας Unit Testing τοποθετείται σε κάποιον φάκελο όπως "src/test/java".

2. Eclipse-based Web Application (Δυναμικό Web Project)

Τα δυναμικά έργα Ιστού περιέχουν δυναμικούς πόρους Java EE όπως εξυπηρετητές, αρχεία JSP, φίλτρα και συναφή μεταδεδομένα, εκτός από τους στατικούς πόρους, όπως εικόνες και αρχεία HTML.

Ακολουθεί η δομή των φακέλων της εφαρμογής στο Eclipse, σαν ένα παράδειγμα:

-Src

-Πακέτα (λόγου χάριν *ch.cern.vacuum.vacdm*)

-WebContent

-Φάκελοι CSS/JS

-META-INF (*Manifest.mf*)

-WEB-INF

-Lib (Αποτελείται από *Spring*, και εξαρτημένες βιβλιοθήκες)

-Views (Εξαρτάται από τη διαμόρφωση στο *spring-servlet.xml*)

-Layout (Βρίσκονται τα *.jsp* αρχεία)

-Web.xml

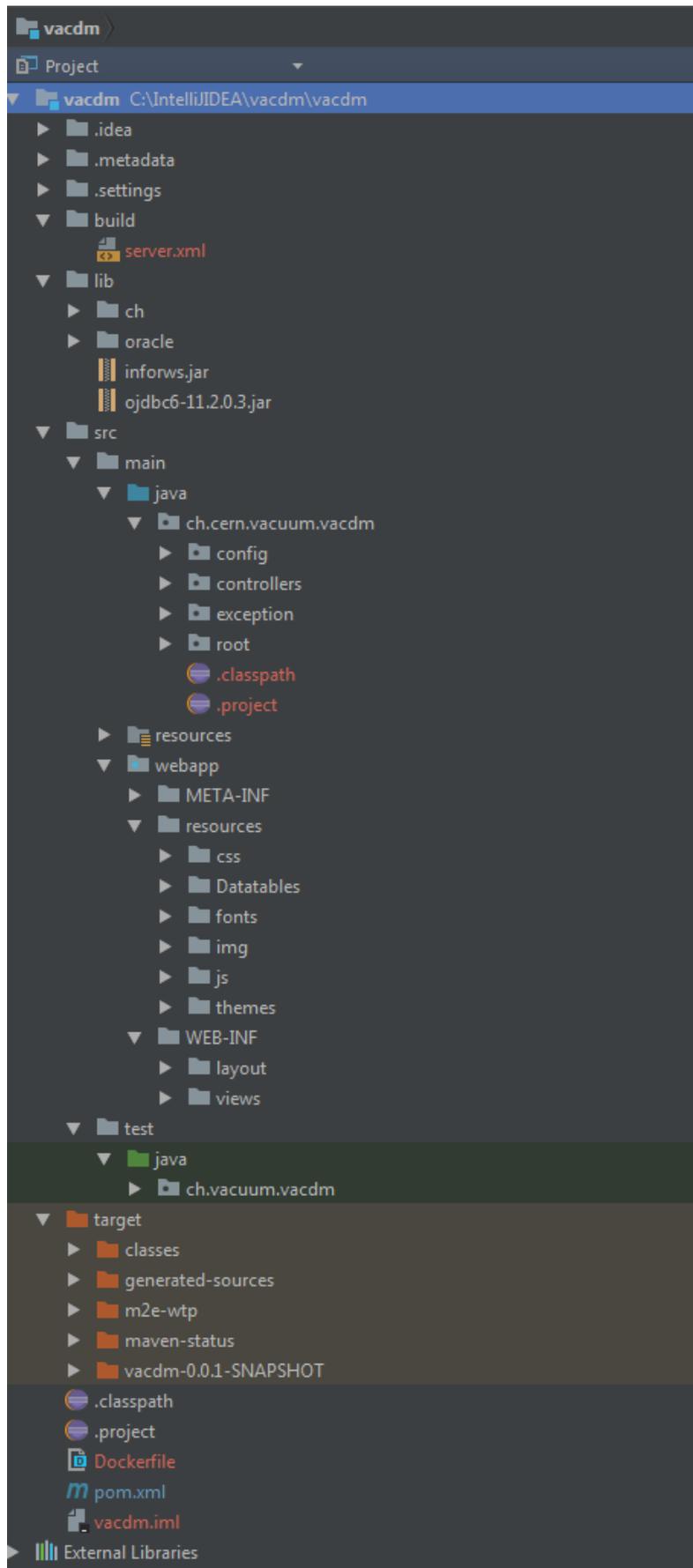
-Spring-servlet.xml (Διαμόρφωση σχετική με το *Spring*)

Η εφαρμογή ακολούθησε αρχικά τη δομή αρχείων όπως αυτή ορίζεται από το Eclipse-based Web Application, μιας και αναπτύχθηκε στο Eclipse.

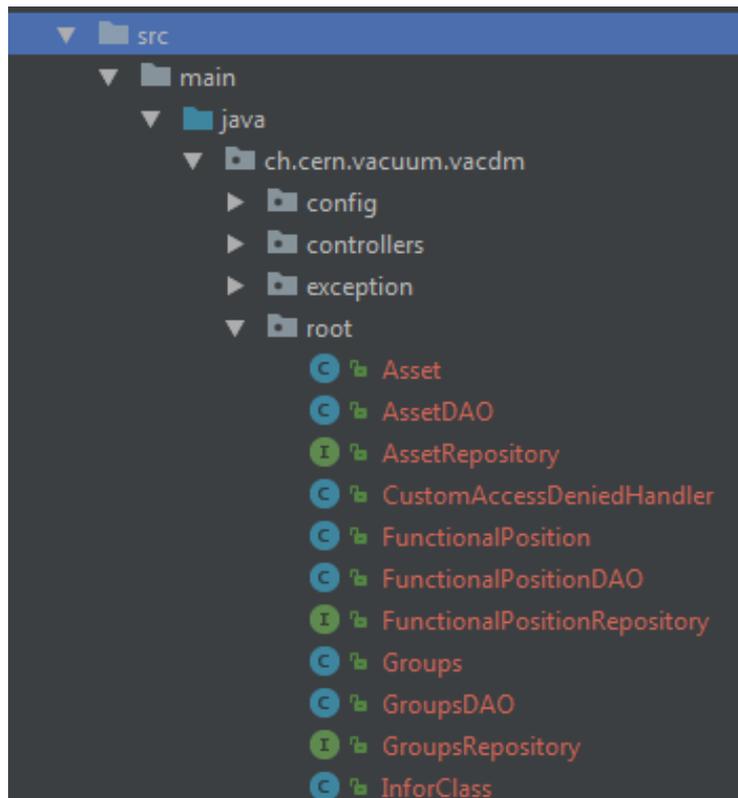
Στη συνέχεια, για να μπορέσει να ενσωματωθεί με το IntelliJ, χρειάστηκε η μετατροπή της δομής στην πρώτη, δηλαδή ως Maven-based Web Application, μιας και είναι πιο γενική και ευρεία, και δεν εξαρτάται από το IDE.

Παρακάτω παρατίθεται η τελική δομή των φακέλων και των αρχείων, όπως αυτή απεικονίζεται στο IDE του IntelliJ (Εικόνες 50, 51, 52), και έπειτα σχηματικά σε μορφή δέντρου (Εικόνα 53). Δυστυχώς, μιας και ο αριθμός των αρχείων είναι πολύ μεγάλος, καθίσταται δύσκολη η ακριβής απεικόνισή τους, συνεπώς επιλέξαμε να δείξουμε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα.

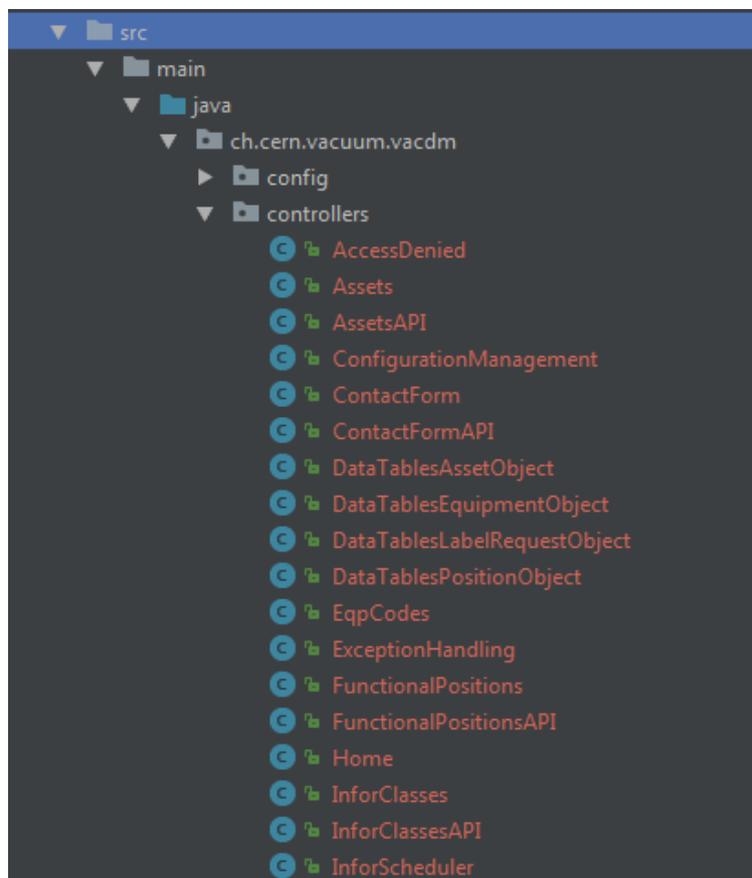
Τέλος, μετά την παράθεση των εικόνων όπου φαίνεται η δομή των φακέλων και των αρχείων, ακολουθούν κάποιες παρατηρήσεις πάνω σε αυτές.



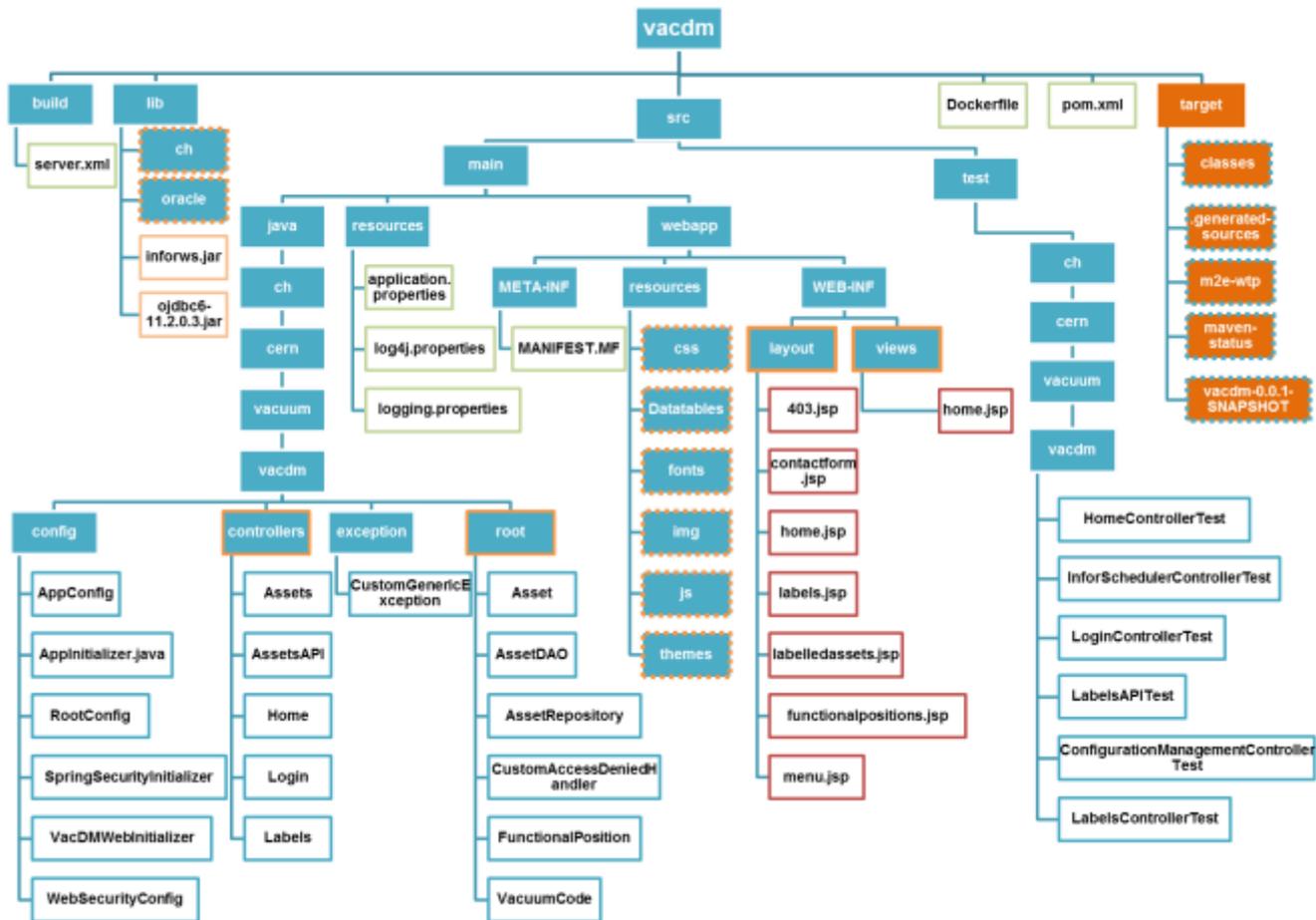
Εικόνα 50: Δομή αρχείων και φακέλων (γενικό overview στο IntelliJ)



Εικόνα 51: Δομή αρχείων κάτω από το φάκελο `src/main/java/ch/cern/vacuum/vacdm/root`



Εικόνα 52: Δομή αρχείων κάτω από το φάκελο `src/main/java/ch/cern/vacuum/vacdm/controllers`



Εικόνα 53: Σχηματική αναπαράσταση δομής αρχείων και φακέλων

Στη δομή των φακέλων της εφαρμογής (Εικόνες 50 έως και 52), όπως φαίνεται στο IDE, αξίζει να σημειωθούν τα εξής:

- Οι φάκελοι αντιπροσωπεύονται ως εικονίδια φακέλου με λευκό - γκρι χρώμα, ενώ τα αρχεία έχουν στο αριστερό τους μέρος ένα γαλάζιο εικονίδιο, συνήθως με C, css, ή jsp - μπορεί να είναι και άλλα, ενώ το χρώμα του κειμένου είναι πορτοκαλί.
- Στους φακέλους `src/main/java/ch/cern/vacuum/vacdm/controllers` και `root`, όπως φαίνονται στις παραπάνω εικόνες, η παράθεση των αρχείων είναι ενδεικτική. Στην πραγματικότητα περιλαμβάνονται αρκετά περισσότερα, για τα οποία θα μιλήσουμε στο παρακάτω κεφάλαιο.

Σε ό,τι αφορά τη σχηματική απεικόνιση της δομής των φακέλων (Εικόνα 53) της εφαρμογής που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής, ακολουθούν κάποιες παρατηρήσεις:

- Τετράγωνα γεμισμένα με χρώμα αντιπροσωπεύουν φακέλους, ενώ τετράγωνα με συμπαγές πλαίσιο και λευκό γέμισμα αρχεία.
- Πιο συγκεκριμένα, τα τετράγωνα τα οποία έχουν γαλάζιο συμπαγές περίγραμμα αντιπροσωπεύουν αρχεία με κατάληξη `java`, τετράγωνα με κόκκινο περίγραμμα αρχεία με κατάληξη `jsp`, με πορτοκαλί περίγραμμα είναι βιβλιοθήκες με κατάληξη `jar` και τέλος αρχεία με πράσινο περίγραμμα παριστάνουν διάφορα αρχεία,

όπως `.xml` ή `.properties`. Στα τετράγωνα με το πράσινο χρώμα περιγράμματος, αναφέρεται δίπλα από το όνομά τους και η κατάληξή τους.

- Επιπλέον, τα τετράγωνα με γαλάζιο γέμισμα αντιπροσωπεύουν φακέλους, ενώ αυτά με πορτοκαλί γέμισμα φακέλους οι οποίοι έχουν τεθεί σε αποκλεισμό στο IDE, επομένως δεν είναι ορατοί στο Project explorer view. Σε περίπτωση δε που έχουν διακεκομμένο περίγραμμα αντιπροσωπεύουν φακέλους, οι οποίοι περιέχουν άλλους φακέλους, οι οποίοι δεν είναι ορατοί στο διάγραμμα. Επιπρόσθετα, εάν τα τετράγωνα με γέμισμα έχουν συμπαγές περίγραμμα, πρόκειται για φακέλους οι οποίοι περιλαμβάνουν αρχεία τα οποία δεν παρατίθενται, και μόνο μέρος του περιεχομένου τους είναι ορατό στο σχήμα.
- Στους φακέλους `src/main/java/ch/cern/vacuum/vacdm/controllers` και `root`, `src/main/webapp/WEB-INF/layout` και `views`, καθώς και `src/test/java/ch/cern/vacuum/vacdm`, η παράθεση των αρχείων είναι ενδεικτική, όπως αναφέραμε και παραπάνω. Τα αρχεία αυτά θα αναλυθούν λεπτομερώς στο επόμενο κεφάλαιο.

Τέλος, περιλαμβάνονται κάποιοι επιπλέον φάκελοι και αρχεία εκτός από αυτούς που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Αυτοί είναι οι:

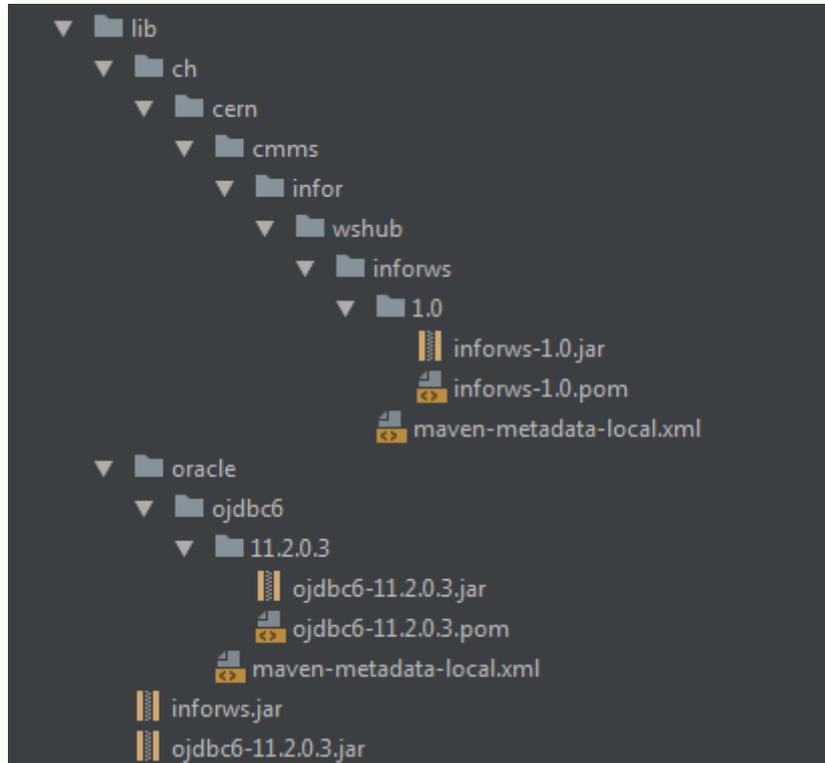
- **Αρχείο pom.xml:** Το POM είναι ένα αρκτικόλεξο για το Project Object Model (Μοντέλο Αντικειμένου Έργου). Το αρχείο pom.xml περιέχει πληροφορίες σχετικά με πληροφορίες έργου και διαμόρφωσης για το maven build του έργου, όπως εξαρτήσεις, κατάλογο source, κατάλογο test source, plug-in, στόχους κ.λπ. Το Maven διαβάζει το αρχείο pom.xml και στη συνέχεια εκτελεί τον στόχο. Ένα παράδειγμα για το πώς μοιάζει το αρχείο ακολουθεί παρακάτω:

```
<project>
...
<dependencies>
  <dependency>
    <groupId>org.springframework</groupId>
    <artifactId>spring-webmvc</artifactId>
    <version>4.3.1.RELEASE</version>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>org.springframework.security</groupId>
    <artifactId>spring-security-ldap</artifactId>
    <version>4.1.1.RELEASE</version>
  </dependency>
</dependencies>
</project>
```

- **Target:** Σύμφωνα με το documentation του Maven, υπάρχουν τουλάχιστον 2 υποφάκελοι. Ο ένας είναι το `src`, το οποίο έχει περιγραφεί παραπάνω, και ο άλλος το `target`. [94] Το τελευταίο είναι ουσιαστικά ένας φάκελος, ο οποίος χρησιμοποιείται για να φιλοξενήσει το αποτέλεσμα που προέκυψε μετά από το build του κώδικα, και περιλαμβάνει άλλους φακέλους καθώς και το war file που δημιουργείται μετά από το build του κώδικα της εφαρμογής.
- **Αρχείο Dockerfile:** Ένα Dockerfile είναι ένα έγγραφο κειμένου που περιέχει όλες τις εντολές που ο χρήστης μπορεί να καλέσει στη γραμμή εντολών για να σχηματίζει μια εικόνα Docker. [95] Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, το Docker μπορεί να δημιουργήσει εικόνες αυτόματα διαβάζοντας τις οδηγίες από ένα αρχείο Docker. Με τη χρήση Docker builds, οι χρήστες μπορούν να

δημιουργήσουν ένα αυτοματοποιημένο build που εκτελεί πολλές εντολές διαδοχικά, όπως έχει οριστεί στο Dockerfile.

- **Lib:** Πρόκειται για φάκελο ο οποίος περιλαμβάνει δύο αρχεία, εν προκειμένω, τα οποία αφορούν βιβλιοθήκες. Το ένα αφορά την βιβλιοθήκη JDBC της Oracle και το άλλο τη βιβλιοθήκη η οποία αφορά το InforEAM API. Τα ακριβή περιεχόμενα παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 54: Δομή αρχείων και φακέλων κάτω από το φάκελο vacdm/lib

6.7 Ανάλυση αρχείων

Στην ενότητα αυτή θα περιγραφούν για καθεμιά οθόνη τα αρχεία τα οποία την αφορούν και οι λειτουργίες που υλοποιεί και για τις οποίες χρησιμεύει το καθένα από αυτά.

Αρχικά, είναι σημαντικό να προσδιορίσουμε πως υπάρχουν τρεις διαφορετικοί ρόλοι, οι οποίοι μπορούν να αποδοθούν στους χρήστες της εφαρμογής vacDM.

- Αρχικά, υπάρχει ο *User*, ο οποίος είναι ένας τυπικός χρήστης της εφαρμογής και έχει δικαίωμα να υποβάλλει αιτήματα για ετικέτες, καθώς και να παρακολουθεί τον εξοπλισμό και το ιστορικό των αιτημάτων.
- Έπειτα, υπάρχει ο *Printer Responsible*, ο οποίος τις περισσότερες φορές είναι και *User*, και ο οποίος είναι ο υπεύθυνος για την εκτύπωση των ετικετών και την αντίστοιχη ενημέρωσή τους στο σύστημα.
- Τέλος, υπάρχει ο *Admin*, ο οποίος, μάλιστα, είναι ο ρόλος με τα περισσότερα δικαιώματα, καθώς στις περισσότερες σελίδες έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται όλα τα στοιχεία, να συγχρονίζει τον εξοπλισμό με το πάτημα ενός

κουμπιού, να διαχειρίζεται τους υπόλοιπους χρήστες και να καθορίζει το configuration και τις παραμέτρους σχετικά με το πότε θα συγχρονιστεί ο εξοπλισμός, τακτικά.

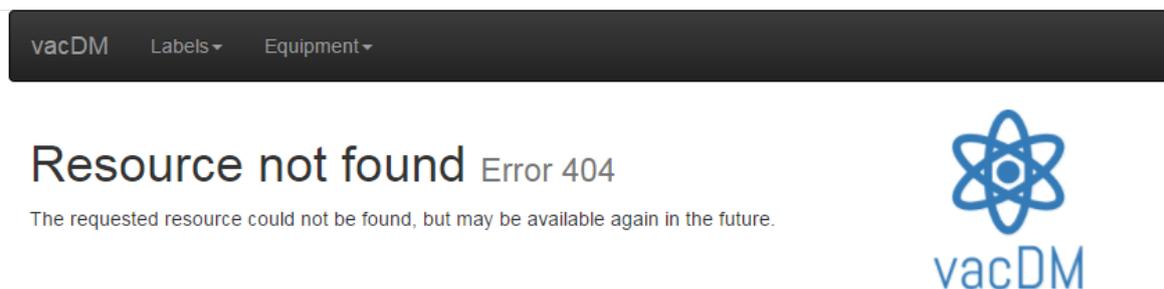
Είναι αναμενόμενο πως, ανάλογα με το ρόλο κάθε χρήστη, συγκεκριμένες οθόνες εμφανίζονται σε αυτόν, ή θα του δίνεται πρόσβαση σε ορισμένες από τις δυνατότητες κάποιων οθονών. Θα αναλύσουμε τη συγκεκριμένη παρατήρηση στην πορεία.

Αξίζει να σημειωθεί πως έχουν δημιουργηθεί οθόνες για συγκεκριμένους κωδικούς λαθών, συγκεκριμένα για τον κωδικό λάθους 404 και 403.

- *Η σελίδα που προσπαθείτε να δείτε δεν υπάρχει - κωδικός λάθους 404*

Προκειμένου να γίνει redirect στη συγκεκριμένη σελίδα, χρησιμοποιείται ο controller `ExceptionHandler.java`, ο οποίος είναι επιφορτισμένος να πιάνει τις εξαιρέσεις με τον συγκεκριμένο κωδικό λάθους και να τις στέλνει στο αρχείο `404.jsp`.

Η οθόνη που εμφανίζεται στην περίπτωση αυτή φαίνεται παρακάτω (Εικόνα 55):



Εικόνα 55: Σελίδα λάθους 404

- *Η πρόσβαση στη σελίδα αυτή απαγορεύεται - κωδικός λάθους 403*

Εδώ χρησιμοποιείται ένα διαφορετικό component, ο `CustomAccessDeniedHandler.java`, ο οποίος υλοποιεί τη διαπροσωπία `AccessDeniedHandler.java` και ο οποίος φροντίζει να πιάνει τις εξαιρέσεις `AccessDeniedException`, τις οποίες τελικά ανακατευθύνει στο path `"vacdm/403"`, όπου ο controller `AccessDenied.java` είναι υπεύθυνος να στέλνει στη σελίδα `403.jsp`.

Η αντίστοιχη οθόνη παρουσιάζεται παρακάτω (Εικόνα 56):

Access denied Error 403

You are not permitted to access this page.



Εικόνα 56: Σελίδα λάθους 403

1. Οθόνη Σύνδεσης

Προκειμένου να μπορεί ο χρήστης να συνδεθεί στην εφαρμογή, όπου απαιτείται η ύπαρξη λογαριασμού στο CERN, θα πρέπει να εισάγει τα στοιχεία του (όνομα λογαριασμού και κωδικό πρόσβασης) στα αντίστοιχα πεδία. Είναι απαραίτητο να σημειώσουμε πως ο χρήστης για να μπορέσει να εισαχθεί στην εφαρμογή θα πρέπει αρχικά να είναι δηλωμένος με κάποιον από τους παραπάνω ρόλους ως χρήστης στην εφαρμογή, καθώς και να είναι μέλος του CERN.

Τα στοιχεία των χρηστών όπως ονοματεπώνυμο, CERN email κ.λπ. αποθηκεύονται σε έναν πίνακα της OracleDB που ονομάζεται VACDM_USERS και από εκεί μπορούν να ανακτηθούν για χρήση μέσα στην εφαρμογή, ενώ η επικύρωση πως ο χρήστης είναι μέλος του CERN γίνεται με την αναζήτηση της αντίστοιχης εγγραφής στον LDAP server του CERN, όπου τότε και μόνον τότε ο χρήστης μπορεί να εισέλθει στην εφαρμογή.

Τα αρχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την οθόνη αυτή είναι το WebSecurityConfig.java, το οποίο παρέχει την απαραίτητη επικύρωση για κάθε χρήστη πριν εισέλθει στην εφαρμογή από τον LDAP server. Ακόμα, χρησιμοποιήθηκε το αρχείο vacDMAuthoritiesPopulator.java για την επικύρωση ότι ο χρήστης βρίσκεται στην βάση δεδομένων του vacDM δηλωμένος ως χρήστης με κάποιον από τους ρόλους που έχουμε αναφέρει. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε ο controller Login.java. ενώ ο κώδικας που αφορά το front-end βρίσκεται στο login.jsp.

Η οθόνη σύνδεσης φαίνεται στη οθόνη που ακολουθεί (Εικόνα 57):



Εικόνα 57: Οθόνη σύνδεσης

Όπως είναι φανερό, η σελίδα αυτή είναι ορατή και διαθέσιμη για όλους, χρήστες και μη της εφαρμογής.

2. Αρχική Σελίδα

Μετά την επιτυχή σύνδεσή του ο χρήστης ανακατευθύνεται στην αρχική σελίδα της εφαρμογής (*Home Page*). Από εκεί ο χρήστης μπορεί να επιλέξει είτε να ζητήσει ετικέτες για κάποιο κωδικό εξοπλισμού, είτε να περιηγηθεί στις λειτουργικές θέσεις, πατώντας επάνω στο αντίστοιχο κουμπί.

Συγκεκριμένα, για να περιηγηθεί στους κωδικούς εξοπλισμού, από όπου μπορεί να υποβάλλει αίτημα για ετικέτες, ο χρήστης θα πρέπει να πατήσει στο κουμπί "Ετικέτες" ("*Labels*"), ενώ για να μεταβεί στις λειτουργικές θέσεις, υπάρχει το αντίστοιχο κουμπί, που αναγράφει "Λειτουργικές Θέσεις" ("*Functional Positions*").

Τα αρχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της αρχικής σελίδας είναι ο *controller Home.java*, ενώ για το γραφικό περιβάλλον χρησιμοποιείται το αρχείο *home.jsp*.

Η οθόνη της αρχικής σελίδας φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (*Εικόνα 58*):



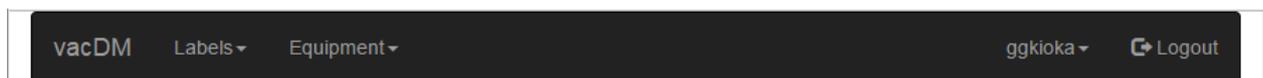
Εικόνα 58: Αρχική σελίδα

Όπως είναι φανερό, η οθόνη αυτή είναι ορατή και διαθέσιμη για όσους έχουν εισαχθεί στην εφαρμογή, δηλαδή δυνητικά για όλους τους χρήστες, ανεξάρτητα του ρόλου που έχουν.

Toolbar

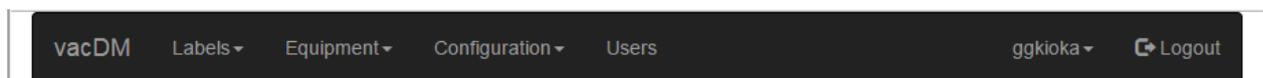
Μόλις ο χρήστης εισαχθεί στην εφαρμογή, στο επάνω μέρος της οθόνης εμφανίζεται το toolbar, όπως αυτό φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

Για User:



Εικόνα 59: Toolbar για User

Για Admin:



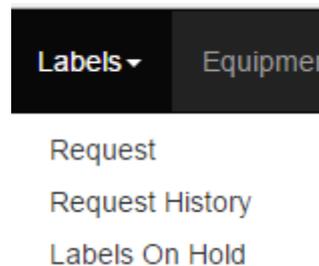
Εικόνα 60: Toolbar για Admin

Θα περιηγηθούμε στο toolbar, προκειμένου να αναλύσουμε όλες τις οθόνες που εμφανίζονται.

Ας αναφερθούμε αρχικά στο αριστερότερο κουμπί του toolbar, αυτό το οποίο φέρει το όνομα vacDM. Αυτό λειτουργεί ως μια συντόμευση για την αρχική σελίδα της εφαρμογής, το Home page όπως ονομάζεται διαφορετικά, όπως αυτό παρουσιάζεται στο σημείο 2 του παρόντος υποκεφαλαίου.

Τέλος, το δεξιότερο κουμπί που εμφανίζεται στο μενού είναι αυτό το οποίο γράφει "Αποσύνδεση" ("Logout"). Όπως είναι φανερό από το όνομά του, ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό εξέρχεται από την εφαρμογή, και ανακατευθύνεται ξανά στην αρχική οθόνη. Για να έχει πάλι πρόσβαση στην εφαρμογή, χρειάζεται να εισάγει ξανά τα στοιχεία του CERN λογαριασμού του, στην οθόνη σύνδεσης, όπως εξηγήσαμε

παραπάνω. Η πρώτη καρτέλα, η οποία φέρει την ονομασία "Ετικέτες" ("Labels") έχει τα ακόλουθα πεδία, τα οποία ανακατευθύνουν στις αντίστοιχες σελίδες, οι οποίες αναλύονται έπειτα.



Εικόνα 61: Καρτέλα Ετικέτες

Θα αναφερθούμε αναλυτικά στις οθόνες που εμφανίζονται κάτω από την ταμπέλα "Ετικέτες", προσδιορίζοντας παράλληλα και τα αρχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για καθεμιά.

3. Κωδικοί εξοπλισμού και αίτημα για ετικέτες

Σε αυτή την οθόνη εμφανίζονται όλοι οι κωδικοί εξοπλισμού οι οποίοι είναι διαθέσιμοι στο Naming Portal για όλο τον εξοπλισμό του Vacuum Group του CERN. Τα στοιχεία εμφανίζονται με αλφαβητική σειρά, και μάλιστα χρησιμοποιείται η μορφή του δέντρου, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να περιηγηθεί και να βρει άμεσα τον κωδικό που επιθυμεί. Εκτός από τη μορφή δέντρου, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αναζητήσει κάποιον συγκεκριμένο κωδικό, ή περιγραφή του, ή οποιοδήποτε από τα πεδία του, και να τον βρει πολύ γρήγορα, μέσω πεδίου αναζήτησης.

Οι δυνατότητες που προσφέρει αυτή η σελίδα είναι αρχικά η προβολή όλου του εξοπλισμού του group όπως ορίζεται επίσημα από το Naming Portal σε μορφή εγγραφών πίνακα, έπειτα η προβολή επιπλέον πληροφοριών για κάθε εγγραφή εξοπλισμού, πατώντας στο κουμπί "Πληροφορίες" ("Info"), και επιπρόσθετα η δυνατότητα υποβολής αιτήματος για απόκτηση ετικετών για κάποιο είδος εξοπλισμού, με το κουμπί "Αίτημα" ("Request"). Σε αυτές τις διαδικασίες έχουν πρόσβαση όλοι οι χρήστες. Οι Admin χρήστες έχουν ακόμα τη δυνατότητα να επεξεργαστούν ορισμένα πεδία του εξοπλισμού, πατώντας στο κουμπί "Επεξεργασία" ("Edit") όπως φαίνεται και παρακάτω, στην *Εικόνα 63*, οπότε και εμφανίζεται ένα παράθυρο με όλα τα πεδία τα οποία μπορεί ο χρήστης να επεξεργαστεί, και μπορεί να αποθηκεύσει τις αλλαγές είτε μία προς μία είτε όλες μαζί.

Τα αρχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της σελίδας αυτής είναι ο controller Labels.java για την κατεύθυνση κάθε χτυπήματος http στο "vacdm/labels" στο αντίστοιχο jsp αρχείο (Labels.jsp), ο controller LabelsAPI.java ο οποίος φροντίζει να φέρνει τα σωστά δεδομένα κάθε φορά, μέσω http get και post αιτημάτων, και χρησιμοποιεί συνήθως DAO objects της κλάσης VacuumCodeDAO.java, τα οποία υλοποιούν το repository VacuumCodeRepository.java και είναι του τύπου VacuumCode.java.

Επίσης, μιας και χρησιμοποιείται το DataTables plug-in, έχουμε υλοποιήσει την κλάση DataTablesEquipmentObject, για να μπορούσαμε να διαχειριστούμε τα δεδομένα από τη μεριά του server και όχι του client, προκειμένου να επιτύχουμε βελτιωμένη απόδοση

και καλύτερους χρόνους απόκρισης. Επιπρόσθετα, για να διατηρηθεί η ακεραιότητα των δεδομένων, ήταν απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν τα ακόλουθα αρχεία, VacuumCodeTransactionalDAO και VacuumCodeTransactionalRepository, γεγονός που εξασφαλίζει ότι οι συναρτήσεις είναι αυστηρά συναλλακτικές - transactional.

Για τη δυνατότητα της επεξεργασίας του κωδικού, και συγκεκριμένα του πεδίου της ομάδας InforEAM (InforEAM class), χρησιμοποιούνται οι κλάσεις: InforClasses.java, InforClassesAPI.java, InforClass.java, InforClassDAO.java, InforClassRepository.java. Τέλος, μιας και χρησιμοποιήθηκε το plug-in jstree, για την απεικόνιση των δεδομένων σε μορφή δέντρου, είναι απαραίτητη η υλοποίηση των κλάσεων JSTreeDataObject.java και JSTreeState.java. Για το γραφικό περιβάλλον χρησιμοποιήθηκε το αρχείο labels.jsp.

Από τη μεριά της βάσης δεδομένων OracleDB, τα δεδομένα βρίσκονται σε μια όψη (View), την VACDM_VACUUM_EQP_CODES_V, η οποία προκύπτει ως left join μεταξύ των εξής πινάκων/views:

- NAMING_VACUUM_EQP_CODES_V → Πρόκειται για ένα συνώνυμο - name alias για το view NAMING_PUB.VACUUM_EQUIPMENT_CODES_V, μια όψη που προέρχεται από μια διαφορετική βάση δεδομένων, και η οποία περιέχει όλο τον καταγεγραμμένο εξοπλισμό του CERN, με την επίσημη ονομασία και περιγραφή.
- VACDM_VACUUM_EQP_CODES_DATA → Πρόκειται για έναν πίνακα ο οποίος περιέχει επιπλέον πληροφορίες για τον εξοπλισμό, εκτός από τα πεδία του Naming Portal. Αυτός ο πίνακας συντηρείται από τη μεριά του vacDM.
- VACDM_MANUFACTURER_MAPPING → Πρόκειται για έναν πίνακα ο οποίος περιέχει ζεύγη τιμών Κατασκευαστή - Κωδικού κατασκευαστή. Αυτός ο πίνακας είναι απαραίτητος για την απόκτηση του κωδικού του κατασκευαστή για κάθε είδος εξοπλισμού, καθώς ο κάθε κωδικός εξοπλισμού συναρτάται άμεσα από τον κωδικό κατασκευαστή για την δημιουργία των αντίστοιχων περιουσιακών στοιχείων (Assets).

Η οθόνη που προαναφέρθηκε φαίνεται παρακάτω:

Για User

The screenshot shows the 'vacDM Label Management service' interface. It features a search bar, a 'Machine' dropdown set to 'LHC', and a table of equipment codes. The table has columns for Code ID, Equipment Code, Manufacturer, Responsible, Description, Last Protoc, and Naming Scheme. Each row includes 'Info' and 'Request' buttons. A sidebar on the left shows a tree view of equipment codes.

Code ID	Equipment Code	Manufacturer	Responsible	Description	Last Protoc	Naming Scheme
2792	HCV	ORPHEANA BEOONE		Vacuum (HC)	0	LHC
2384	HCVA			Vacuum - Assembly	0	LHC
2592	HCVA			Vacuum - Assembly	0	LHC
2926	HCVAH			Vacuum - Assembly - 63 Sector Values, 102 Separation - 1100 Height	0	LHC
2927	HCVAH	PAUL CRUKHAWK		Vacuum - Assembly - 63 Sector Values, 102 Separation - 1100 Height - Instrumentation I (VAZDG - VAZDG)	0	LHC
2703	HCVAHV			Vacuum - Assembly - 63 Sector Values, 102 Separation - 1100 Height - Instrumentation II (VAZDG - VPAVAZDG)	0	LHC
3193	HCVAH001	ERIC PAGE		Vacuum - Assembly - 63 Sector Values, 102 Separation - 1100 Height - Instrumentation III (VAZDG - VPAVAZDG)	0	LHC
2382	HCVAL			Vacuum - Assembly - 63 Sector Values, 102 Separation - 902 Height	0	LHC
3085	HCVALB			Vacuum - Assembly - 63 Sector Values, 102 Separation - 902 Height - Instrumentation B	0	LHC
1640	HCVALJ	PAUL CRUKHAWK		Vacuum - Assembly - 63 Sector Values, 102 Separation - 902 Height - Instrumentation I (VAZDG - VAZDG)	0	LHC

Εικόνα 62: Κωδικοί εξοπλισμού και αίτημα για ετικέτες - User

The screenshot shows the 'vacDM Label Management service' interface. At the top, there are navigation tabs: 'vacDM', 'Labels', 'Equipment', 'Configuration', and 'Users'. Below this, the page title is 'vacDM Label Management service'. A sub-header reads: 'In this page, all the vacuum equipment codes are displayed, along with the possibility to view and edit their corresponding information and request labels.' There is a 'Machine' dropdown menu set to 'LHC'. A search bar is present with the text 'Filter printable equipment codes' and a 'Reset filters' button. The main content is a table with the following columns: Code ID, Equipment Code, Manufacturer, Responsible, Description, Last Picked, and Naming Scheme. The table contains 10 rows of data, each with a 'req.', 'request', and 'edit' button. The data is as follows:

Code ID	Equipment Code	Manufacturer	Responsible	Description	Last Picked	Naming Scheme
2782	HCV	GERMANIA (BOCONE)		Vacuum (HC)	0	LHC
2381	HCVA			Vacuum - Assembly	0	LHC
2392	HCVA			Vacuum - Assembly	0	LHC
2926	HCVAH1			Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 152 Separation - 1100 Height	0	LHC
2927	HCVAH4	PAUL CRUKOWSKI		Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 152 Separation - 1100 Height - Instrumentation I (VAZD0 - VAZD3)	0	LHC
2393	HCVAH5			Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 152 Separation - 1100 Height - Instrumentation II (VAZD0 - VFA,VAZD3)	0	LHC
3149	HCVAH05E1	ESIC PAGE		Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 152 Separation - 1100 Height - Instrumentation W (VAZD0 - VFA, VFAH,VAZD3)	0	LHC
2392	HCVAL			Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 152 Separation - 950 Height	0	LHC
3085	HCVALS			Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 152 Separation - 950 Height - Instrumentation S	0	LHC
1940	HCVALJ	PAUL CRUKOWSKI		Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 152 Separation - 950 Height - Instrumentation J (VAZD0 - VAZD3)	0	LHC

At the bottom of the table, it says 'Showing 1 to 10 of 2.672 entries'. There is a pagination control showing 'Previous', '1', '2', '3', '4', '5', 'Next'.

Εικόνα 63: Κωδικοί εξοπλισμού και αίτημα για ετικέτες - Admin

4. Ιστορικό αιτημάτων για ετικέτες

Στην οθόνη αυτή εμφανίζονται όλα τα αιτήματα για ετικέτες που έχουν υποβληθεί από τη στιγμή που το vacDM τέθηκε σε λειτουργία στο περιβάλλον παραγωγής. Η οθόνη αυτή είναι αρκετά σημαντική, προκειμένου να διασφαλιστεί η ποιότητα των δεδομένων, και σε περίπτωση προβλήματος, απώλειας ετικετών για παράδειγμα, να είναι δυνατόν να ανατρέξουμε στο αντίστοιχο αίτημα για επιβεβαίωση.

Τα αρχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της σελίδας αυτής είναι ο controller LabelRequestHistory.java για την κατεύθυνση κάθε http hit στο "vacdm/labelrequesthistory" στο αντίστοιχο jsp αρχείο, ο controller LabelRequestHistoryAPI.java ο οποίος φροντίζει να φέρνει τα σωστά δεδομένα κάθε φορά, μέσω http get και post requests, και χρησιμοποιεί συνήθως DAO objects της κλάσης LabelRequestDAO.java, τα οποία υλοποιούν το repository LabelRequestRepository.java και είναι του τύπου LabelRequest.java. Επίσης, μιας και χρησιμοποιείται το DataTables plug-in, έχουμε υλοποιήσει την κλάση DataTablesLabelRequestObject, για να μπορέσουμε να διαχειριστούμε τα δεδομένα στο server side. Τέλος, η κλάση LabelRequestReturnValues.java είναι απαραίτητη για τη διαχείριση των δεδομένων που προκύπτουν ως απάντηση στα σχετικά http αιτήματα για κάποιες από τις συναρτήσεις API της κλάσης LabelRequestHistoryAPI.java. Για το γραφικό περιβάλλον χρησιμοποιήθηκε το αρχείο labelrequesthistory.jsp.

Στη βάση δεδομένων OracleDB, τα δεδομένα βρίσκονται στον πίνακα VACDM_LABEL_REQUESTS, στον οποίο γίνεται η εισαγωγή νέας εγγραφής κάθε φορά που υποβάλλεται επιτυχώς ένα αίτημα για ετικέτες.

Η οθόνη που προαναφέρθηκε φαίνεται παρακάτω:

The screenshot shows the 'vacDM Label Request History' page. At the top, there is a navigation bar with 'vacDM', 'Labels', and 'Equipment'. Below the title, a subtitle reads 'In this page, the history of label requests of vacuum equipment (vaco) is displayed'. There are search and pagination controls. The main content is a table with the following columns: Request ID, Equipment Code, Quantity, Model, Additional Information, Data Matrix requested, Requested By, and Date of request. The table contains 10 rows of data, each representing a label request with specific details like equipment codes, quantities, models, and request dates.

Request ID	Equipment Code	Quantity	Model	Additional Information	Data Matrix requested	Requested By	Date of request
21	HCVRUEB01	300	HCVRUEB01-CR000001 - HCVRUEB01-CR000002	For SPS labeling campaign	label	statgou	2019-12-07 17:32:30
22	HCVRUEB01	300	HCVRUEB01-CR000001 - HCVRUEB01-CR000002	For SPS labeling campaign	label	statgou	2019-12-07 17:43:23
23	HCVRUEB01	100	HCVRUEB01-CR000001 - HCVRUEB01-CR000002	For SPS labeling campaign	label	statgou	2019-12-07 17:42:59
41	HCVRVW001	43	HCVRVW001-CR000143 - HCVRVW001-CR000185	Labeling campaign (see manufacturing site)	label	statgou	2019-12-08 08:18:33
42	HCVRVW001	60	HCVRVW001-CR000171 - HCVRVW001-CR000170	For Godelco, to do on the 29th December. Original: WCCO-1304	label	epagema	2019-12-08 10:30:20
43	HCVRVW001	40	HCVRVW001-CR000201 - HCVRVW001-CR000206	For Godelco, to do on the 29th December. Original: WCCO-1304	label	epagema	2019-12-08 10:16:42
44	HCVRVW001	30	HCVRVW001-CR000217 - HCVRVW001-CR000216	For Godelco, to do on the 29th December. Original: WCCO-1304	label	epagema	2019-12-08 10:30:54
45	HCVRVW001	20	HCVRVW001-CR000211 - HCVRVW001-CR000203	For Godelco, to do on the 29th December. Original: WCCO-1304	label	epagema	2019-12-08 10:17:10
49	HCVRVW001	328	HCVRVW001-PP000201 - HCVRVW001-PP000228	for ARCo during EYE7517	label	mhk2lg	2019-12-10 10:00:00
50	HCVRVW001	224	HCVRVW001-CR000201 - HCVRVW001-CR000224	for Frank in ARCo during EYE7517	label	mhk2lg	2019-12-10 10:40:30

Εικόνα 64: Ιστορικό αιτημάτων για ετικέτες

5. Εκκρεμείς ετικέτες

Στην οθόνη αυτή εμφανίζονται όλα τα αιτήματα για ετικέτες που έχουν υποβληθεί και δεν έχουν ικανοποιηθεί, δηλαδή δεν έχουν ακόμα εκτυπωθεί για αυτά οι σχετικές ετικέτες. Η οθόνη αυτή είναι πολύ σημαντική, προκειμένου να γνωρίζουμε ποιες ετικέτες δεν έχουν εκτυπωθεί ακόμα, και έτσι να παρακολουθούμε τις αντίστοιχες εργασίες.

Είναι σημαντικό να τονίσουμε πως ο κάθε κωδικός για τον οποίο μπορούν να δημιουργηθούν και να εκτυπωθούν νέες ετικέτες είναι άρρηκτα δεμένος με μια ομάδα *Printer Responsible*. Για παράδειγμα, για τον τομέα ICM, αυτή η ομάδα είναι ορισμένη ως *icm-printer-responsible*, και τα άτομα τα οποία μπορούν να εκτυπώσουν ετικέτες εντός του section και είναι επιφορτισμένα με αυτή την εργασία, αποκτούν στην εφαρμογή το ρόλο *Printer Responsible* για το συγκεκριμένο τομέα.

Στη σελίδα αυτή παρουσιάζονται όλα τα εκκρεμή αιτήματα, ανεξάρτητα από το αν ο χρήστης ανήκει σε κάποια ομάδα *Printer Responsibles* ή όχι. Στην περίπτωση που κάποια εγγραφή προέρχεται από κωδικό εξοπλισμού για τον οποίο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εκτυπώσει ετικέτες, τότε το κουμπί "*Εκτυπώθηκαν αυτά που βρίσκονταν σε αναμονή*" ("*Clear On Hold*"), το οποίο χρειάζεται να πατηθεί αφού εκτυπωθούν οι ετικέτες, επιβεβαιώνοντας με αυτόν τον τρόπο στο σύστημα την επιτυχία ολοκλήρωσης της εργασίας εκτύπωσης, παύει να είναι απενεργοποιημένο, διαφορετικά, βρίσκεται απενεργοποιημένο και, συνεπώς, είναι αδύνατον να πατηθεί.

Τα αρχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της σελίδας αυτής είναι ο *controller LabelsForPrinting.java*, ο οποίος είναι επιφορτισμένος να ανακατευθύνει κάθε http hit που γίνεται στο "*vacdm/labelsforprinting*" στο αντίστοιχο jsp αρχείο, ο *controller LabelsForPrintingAPI.java* ο οποίος φροντίζει να φέρνει τα σωστά δεδομένα κάθε φορά, μέσω http get και post requests, και χρησιμοποιεί συνήθως DAO objects της κλάσης *LabelRequestDAO.java*, τα οποία υλοποιούν το *repository LabelRequestRepository.java* και είναι του τύπου *LabelRequest.java*.

Επίσης, μιας και χρησιμοποιείται το DataTables plug-in, έχουμε υλοποιήσει την κλάση DataTablesLabelRequestObject, για να μπορέσουμε να διαχειριστούμε τα δεδομένα στο server side και όχι στη μεριά του client.

Για τη διαπροσωπεία χρήστη, χρησιμοποιήθηκε το αρχείο labelsforprinting.jsp. Από τη μεριά της βάσης δεδομένων Oracle, τα δεδομένα βρίσκονται στον πίνακα VACDM_LABEL_REQUESTS, και αυτά που παρουσιάζονται στη συγκεκριμένη οθόνη είναι αυτά τα οποία το πεδίο *Printed* είναι *false*.

Όλα τα παραπάνω απεικονίζονται στις οθόνες που ακολουθούν στις παρακάτω εικόνες (Εικόνες 65 και 66):

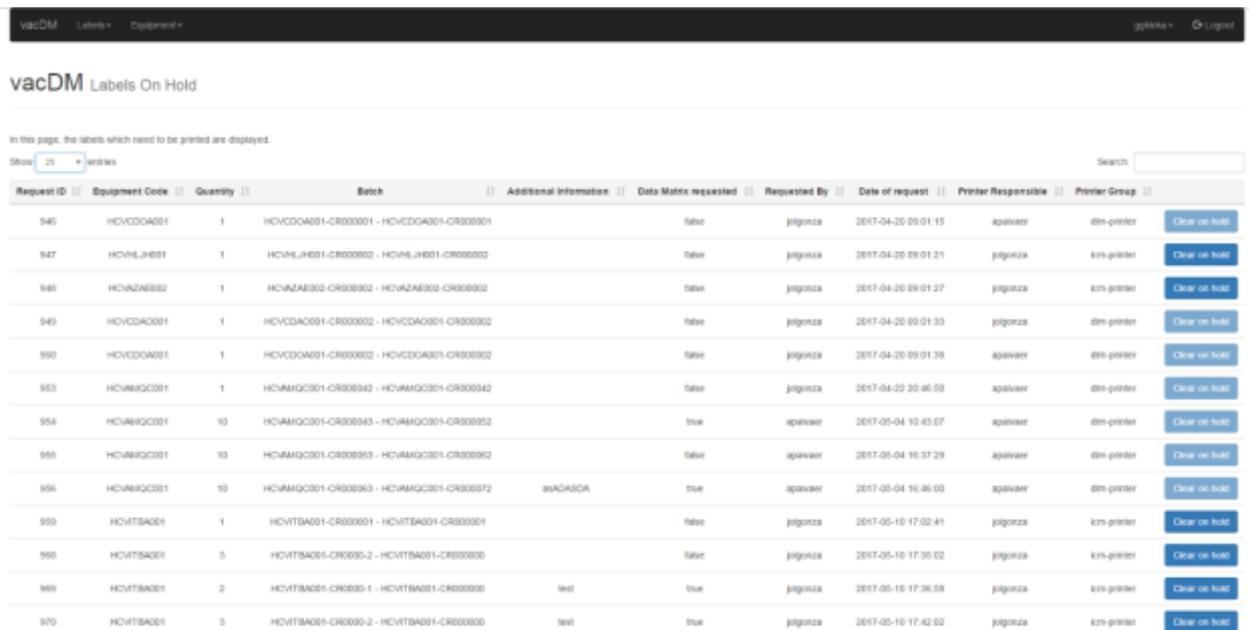
Για User

Request ID	Equipment Code	Quantity	Batch	Additional information	Data Matrix requested	Requested By	Date of request	Printer Responsible	Printer Group	
946	HCVCDA001	1	HCVCDA001-CR000001 - HCVCDA001-CR000001		false	jlgonza	2017-04-20 09:01:15	apalvaer	dim-printer	Clear on hold
947	HCVHLH001	1	HCVHLH001-CR000002 - HCVHLH001-CR000002		false	jlgonza	2017-04-20 09:01:21	jlgonza	icm-printer	Clear on hold
948	HCVAZE002	1	HCVAZE002-CR000002 - HCVAZE002-CR000002		false	jlgonza	2017-04-20 09:01:27	jlgonza	icm-printer	Clear on hold
949	HCVCDA001	1	HCVCDA001-CR000002 - HCVCDA001-CR000002		false	jlgonza	2017-04-20 09:01:33	jlgonza	dim-printer	Clear on hold
950	HCVCDA001	1	HCVCDA001-CR000002 - HCVCDA001-CR000002		false	jlgonza	2017-04-20 09:01:38	apalvaer	dim-printer	Clear on hold
953	HCVAHQ001	1	HCVAHQ001-CR000042 - HCVAHQ001-CR000042		false	jlgonza	2017-04-20 20:46:50	apalvaer	dim-printer	Clear on hold
954	HCVAHQ001	10	HCVAHQ001-CR000043 - HCVAHQ001-CR000052		true	apalvaer	2017-05-04 10:43:07	apalvaer	dim-printer	Clear on hold
955	HCVAHQ001	10	HCVAHQ001-CR000053 - HCVAHQ001-CR000062		false	apalvaer	2017-05-04 16:37:29	apalvaer	dim-printer	Clear on hold
956	HCVAHQ001	10	HCVAHQ001-CR000063 - HCVAHQ001-CR000072	asADASDA	true	apalvaer	2017-05-04 16:46:00	apalvaer	dim-printer	Clear on hold
959	HCVTBA001	1	HCVTBA001-CR000001 - HCVTBA001-CR000001		false	jlgonza	2017-05-10 17:02:41	jlgonza	icm-printer	Clear on hold
968	HCVTBA001	3	HCVTBA001-CR000002 - HCVTBA001-CR000002		false	jlgonza	2017-05-10 17:35:02	jlgonza	icm-printer	Clear on hold
969	HCVTBA001	2	HCVTBA001-CR000001 - HCVTBA001-CR000002	test	true	jlgonza	2017-05-10 17:36:58	jlgonza	icm-printer	Clear on hold
970	HCVTBA001	3	HCVTBA001-CR000002 - HCVTBA001-CR000002	test	true	jlgonza	2017-05-10 17:42:02	jlgonza	icm-printer	Clear on hold
971	HCVAHQ002	2	HCVAHQ002-CR000096 - HCVAHQ002-CR000097		false	jlgonza	2017-05-11 11:39:48	jlgonza	icm-printer	Clear on hold
977	HCVREMA002	50	HCVREMA002-CR000048 - HCVREMA002-CR000097	Deliver test	true	apalvaer	2017-05-11 15:45:33	jlgonza	icm-printer	Clear on hold

Εικόνα 65: Εκκρεμείς ετικέτες - User

Παρακάτω, στην Εικόνα 66, ακολουθεί η απεικόνιση της οθόνης για κάποιον χρήστη, ο οποίος έχει το ρόλο του Printer Responsible:

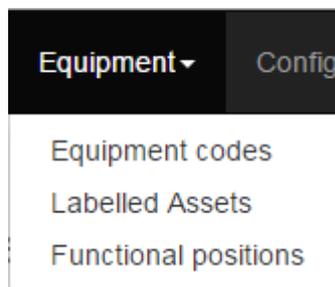
Για Printer Responsible



Request ID	Equipment Code	Quantity	Batch	Additional Information	Data Matrix requested	Requested By	Date of request	Printer Responsible	Printer Group	
946	HCVCDG001	1	HCVCDG001-CR00001 - HCVCDG001-CR00001		false	jigonz	2017-04-20 00:01:15	apalvaer	dtn-printer	Clear on hold
947	HCVLJH001	1	HCVLJH001-CR00002 - HCVLJH001-CR00002		false	jigonz	2017-04-20 09:01:21	jigonz	kit-printer	Clear on hold
948	HCVZAE002	1	HCVZAE002-CR00002 - HCVZAE002-CR00002		false	jigonz	2017-04-20 09:01:27	jigonz	kit-printer	Clear on hold
949	HCVCDG001	1	HCVCDG001-CR00002 - HCVCDG001-CR00002		false	jigonz	2017-04-20 09:01:33	jigonz	dtn-printer	Clear on hold
950	HCVCDG001	1	HCVCDG001-CR00002 - HCVCDG001-CR00002		false	jigonz	2017-04-20 09:01:38	apalvaer	dtn-printer	Clear on hold
953	HCVAMQC001	1	HCVAMQC001-CR00042 - HCVAMQC001-CR00042		false	jigonz	2017-04-22 20:46:50	apalvaer	dtn-printer	Clear on hold
954	HCVAMQC001	10	HCVAMQC001-CR00043 - HCVAMQC001-CR00043		true	apalvaer	2017-05-04 10:43:07	apalvaer	dtn-printer	Clear on hold
955	HCVAMQC001	10	HCVAMQC001-CR00043 - HCVAMQC001-CR00043		false	apalvaer	2017-05-04 16:37:29	apalvaer	dtn-printer	Clear on hold
956	HCVAMQC001	10	HCVAMQC001-CR00043 - HCVAMQC001-CR00043	avAGASDA	true	apalvaer	2017-05-04 16:46:50	apalvaer	dtn-printer	Clear on hold
959	HCVTBA001	1	HCVTBA001-CR00001 - HCVTBA001-CR00001		false	jigonz	2017-05-10 17:02:41	jigonz	kit-printer	Clear on hold
965	HCVTBA001	3	HCVTBA001-CR00002 - HCVTBA001-CR00002		false	jigonz	2017-05-10 17:35:02	jigonz	kit-printer	Clear on hold
969	HCVTBA001	2	HCVTBA001-CR00001 - HCVTBA001-CR00001	wei	true	jigonz	2017-05-10 17:38:58	jigonz	kit-printer	Clear on hold
970	HCVTBA001	3	HCVTBA001-CR00002 - HCVTBA001-CR00002	wei	true	jigonz	2017-05-10 17:42:02	jigonz	kit-printer	Clear on hold

Εικόνα 66: Εκκρεμείς ετικέτες – Printer Responsible

Το δεύτερο tab, το οποίο φέρει την ονομασία "Εξοπλισμός" ("Equipment") έχει τα ακόλουθα επιμέρους πεδία, όπως φαίνονται στην εικόνα παρακάτω (Εικόνα 67), τα οποία ανακατευθύνουν στις αντίστοιχες οθόνες που θα αναλύσουμε στην πορεία.



Εικόνα 67: Καρτέλα Εξοπλισμός

Κι εδώ, θα εξηγήσουμε τις οθόνες, στις οποίες ανακατευθύνεται ο χρήστης πατώντας διαδοχικά τα παραπάνω πεδία, προσδιορίζοντας παράλληλα και τα αρχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για καθεμιά.

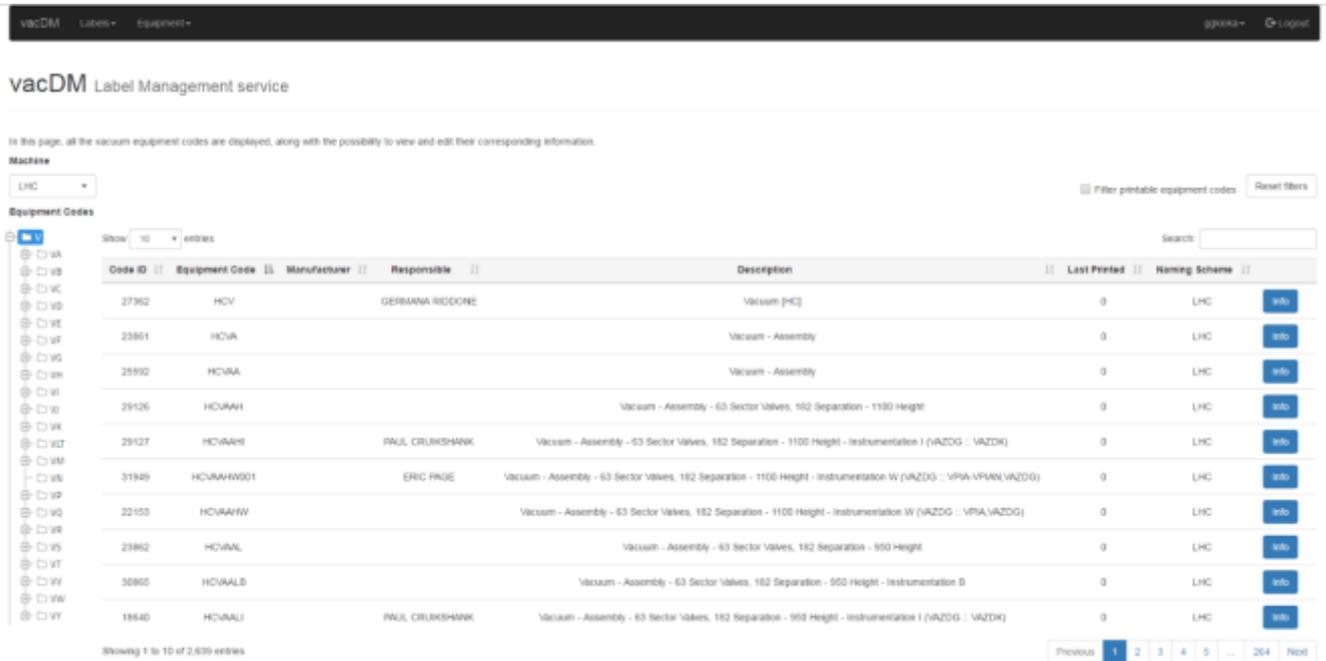
6. Κωδικοί εξοπλισμού

Σε αυτή την οθόνη εμφανίζονται όλοι οι κωδικοί εξοπλισμού οι οποίοι είναι διαθέσιμοι στο Naming Portal για όλο τον εξοπλισμό του Vacuum Group, όπως ακριβώς αναφέρθηκε, στο σημείο 3 του παρόντος υποκεφαλαίου, η περιγραφή της αντίστοιχης οθόνης. Επομένως, κι εδώ ο χρήστης έχει ακριβώς τις ίδιες δυνατότητες με τη διαφορά πως από την οθόνη αυτή δεν είναι δυνατή η υποβολή αιτήματος για ετικέτες.

Ο Controller που χρησιμοποιείται είναι ο EqrCodes.java για την κατάλληλη ανακατεύθυνση του url "vacdm/eqrcodes" στο κατάλληλο jsp file, ενώ για το γραφικό περιβάλλον χρησιμοποιείται το αρχείο eqrcodes.jsp.

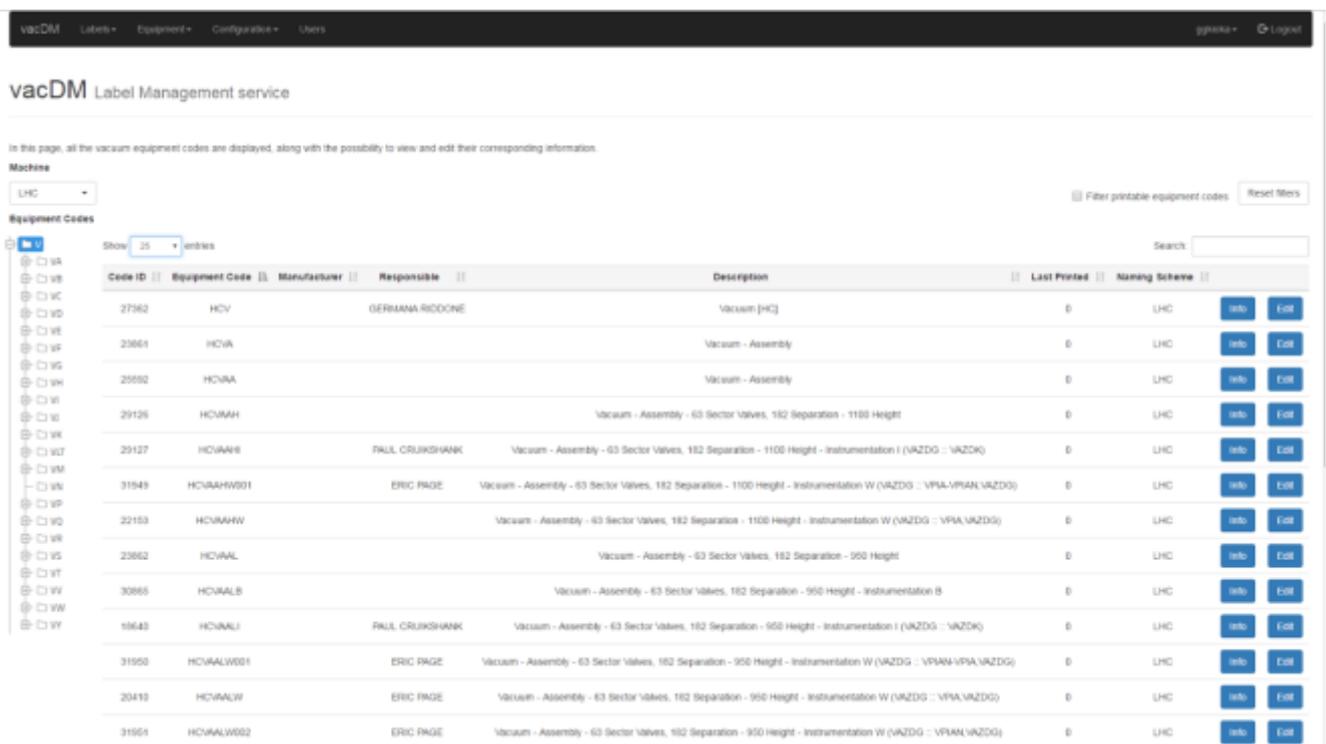
Η οθόνη που προαναφέρθηκε φαίνεται παρακάτω, στις Εικόνες 68 και 69:

Για User



Εικόνα 68: Κωδικοί εξοπλισμού - User

Για Admin



Εικόνα 69: Κωδικοί εξοπλισμού - Admin

7. Επισημασμένα περιουσιακά στοιχεία

Σε αυτή την οθόνη εμφανίζονται όλα τα περιουσιακά στοιχεία τα οποία έχουν προκύψει από τη στιγμή που έγινε η εφαρμογή διαθέσιμη στους χρήστες στο περιβάλλον παραγωγής. Τα στοιχεία εμφανίζονται με χρονολογική σειρά δημιουργίας, και μάλιστα χρησιμοποιείται η μορφή του πίνακα, με ένα πεδίο αναζήτησης, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να περιηγηθεί και να βρει άμεσα το στοιχείο που επιθυμεί, είτε βάση της περιγραφής του, ή του κωδικού εξοπλισμού, ή και άλλων πεδίων του. Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα για ταξινόμηση όλων των πεδίων, κάνοντας κλικ στα βελάκια δίπλα από το όνομα του πεδίου κάθε στήλης, ενώ δίνεται η δυνατότητα φιλτραρίσματος μόνο των περιουσιακών στοιχείων που δεν είναι συγχρονισμένα με το InforEAM, καθιστώντας εύκολο στο χρήστη να δει το πρόβλημα εξ αιτίας του οποίου δεν κατάφεραν τα περιουσιακά αυτά στοιχεία να συγχρονιστούν επιτυχώς, περνώντας απλά το ποντίκι του, δηλαδή κάνοντας hover, επάνω στην αντίστοιχη εγγραφή.

Οι δυνατότητες που προσφέρει αυτή η σελίδα είναι αρχικά η προβολή όλων των Assets, των πεδίων τους, και εάν είναι καταγεγραμμένα στο InforEAM. Σε αυτό έχουν πρόσβαση όλοι οι χρήστες. Οι Admin χρήστες έχουν ακόμα τη δυνατότητα να συγχρονίσουν τα Assets, με δύο τρόπους. Ο πρώτος είναι να τα συγχρονίσουν ένα προς ένα μεταβαίνοντας στην αντίστοιχη εγγραφή και κάνοντας κλικ επάνω στο κουμπί "Εισαγωγή" ("Import"), οπότε και θα δουν άμεσα στη σελίδα το αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής, καθώς η εγγραφή θα γίνει πράσινη, σε περίπτωση επιτυχίας, ή κόκκινη, εάν δεν είναι επιτυχημένη η προσπάθεια, ενώ ένα tooltip θα εμφανιστεί με το λάθος. Ο άλλος τρόπος είναι να πατήσει ο χρήστης το κουμπί "Επανάληψη" ("Resume") στο επάνω μέρος της σελίδας, όπου θα εμφανιστεί ένα modal και μόλις ο χρήστης κάνει κλικ στο κουμπί "Έναρξη" ("Start"), η διαδικασία θα ξεκινήσει αυτόματα, με αντίστοιχη απεικόνιση των επιτυχιών και των αποτυχιών για κάθε Asset. Μάλιστα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα για ακύρωση της διαδικασίας οποιαδήποτε στιγμή.

Τα αρχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της σελίδας αυτής είναι ο controller Assets.java για την κατεύθυνση κάθε http hit στο "vacdm/labelledassets" στο αντίστοιχο jsp αρχείο, ο controller AssetsAPI.java ο οποίος φροντίζει να φέρνει τα σωστά δεδομένα κάθε φορά, μέσω http get και post requests, και χρησιμοποιεί συνήθως DAO objects της κλάσης AssetDAO.java, τα οποία υλοποιούν το interface AssetRepository.java και είναι του τύπου Asset.java. Επίσης, με την ίδια λογική που έχουμε εξηγήσει παραπάνω, μιας και χρησιμοποιείται γενικώς στην εφαρμογή το DataTables plug-in, έχουμε υλοποιήσει την κλάση DataTablesAssetObject. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν και οι ακόλουθες κλάσεις για την αποθήκευση και επεξεργασία των κλήσεων συγχρονισμού: SyncEquipmentStatusRepository.java, SyncEquipmentStatusDAO.java, SyncEquipmentStatus.java. Για το front-end, χρησιμοποιήθηκε το αρχείο labelledassets.jsp.

Σχετικά με τη βάση δεδομένων, χρησιμοποιείται στην παρούσα σελίδα ο πίνακας VACDM_ASSETS, ο οποίος περιέχει τα Assets, τα πεδία και χαρακτηριστικά τους καθώς και κατά πόσον αυτά είναι συγχρονισμένα με το InforEAM. Η κατάσταση όλου του εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένων των περιουσιακών στοιχείων, είναι αποθηκευμένη σε έναν διαφορετικό πίνακα, τον VACDM_EQUIPMENT_INFOR_STATUS, ο οποίος περιέχει το όνομα του εξοπλισμού, το status (OK, NOT OK), τυχόν σφάλματα ή λάθη που προέκυψαν κατά το συγχρονισμό, τον τύπο του εξοπλισμού (A για Assets, P για Functional Positions), και το είδος της διεργασίας (importAsset στην προκειμένη περίπτωση).

Η οθόνη που προαναφέρθηκε φαίνεται παρακάτω:

Για User

vacDM Labeled Assets

In this page, the functional positions are displayed, along with the possibility to export them to InfoEAM.

Show 10 entries

Asset id	Asset	InfoEAM Class	Equipment Code Description	Request Date	Requested By	Updated in InfoEAM
21	HCVRU001-CR00191	VRUB	Junction-box at Patch-Panel cable / plate - Par telephone pump - VPI Junction-box, link cable from rack to other boxes, (Local) (RDU)	2016-12-07 17:33:30	Naijiga	✓
22	HCVRU001-CR00192	VRUB	Junction-box at Patch-Panel cable / plate - Par telephone pump - VPI Junction-box, link cable from rack to other boxes, (Local) (RDU)	2016-12-07 17:33:30	Naijiga	✓
23	HCVRU001-CR00193	VRUB	Junction-box at Patch-Panel cable / plate - Par telephone pump - VPI Junction-box, link cable from rack to other boxes, (Local) (RDU)	2016-12-07 17:33:30	Naijiga	✓
24	HCVRU001-CR00194	VRUB	Junction-box at Patch-Panel cable / plate - Par telephone pump - VPI Junction-box, link cable from rack to other boxes, (Local) (RDU)	2016-12-07 17:33:30	Naijiga	✓
25	HCVRU001-CR00195	VRUB	Junction-box at Patch-Panel cable / plate - Par telephone pump - VPI Junction-box, link cable from rack to other boxes, (Local) (RDU)	2016-12-07 17:33:30	Naijiga	✓
26	HCVRU001-CR00196	VRUB	Junction-box at Patch-Panel cable / plate - Par telephone pump - VPI Junction-box, link cable from rack to other boxes, (Local) (RDU)	2016-12-07 17:33:30	Naijiga	✓
27	HCVRU001-CR00197	VRUB	Junction-box at Patch-Panel cable / plate - Par telephone pump - VPI Junction-box, link cable from rack to other boxes, (Local) (RDU)	2016-12-07 17:33:30	Naijiga	✓
28	HCVRU001-CR00198	VRUB	Junction-box at Patch-Panel cable / plate - Par telephone pump - VPI Junction-box, link cable from rack to other boxes, (Local) (RDU)	2016-12-07 17:33:30	Naijiga	✓
29	HCVRU001-CR00199	VRUB	Junction-box at Patch-Panel cable / plate - Par telephone pump - VPI Junction-box, link cable from rack to other boxes, (Local) (RDU)	2016-12-07 17:33:30	Naijiga	✓
30	HCVRU001-CR00190	VRUB	Junction-box at Patch-Panel cable / plate - Par telephone pump - VPI Junction-box, link cable from rack to other boxes, (Local) (RDU)	2016-12-07 17:33:30	Naijiga	✓

Showing 1 to 10 of 4,524 entries

Εικόνα 70: Περιουσιακά στοιχεία - User

Για Admin

vacDM Labeled Assets

In this page, the functional positions are displayed, along with the possibility to import them to InfoEAM.

Show 10 entries

Asset id	Asset	InfoEAM Class	Equipment Code Description	Request Date	Requested By	Updated in InfoEAM	Import
2582	HCVRGC104-CR00081	VRGCT	Gauge controller - Cradle - Hub_TPG330 frame with serial interface	2017-01-13 09:49:30	ipeqano	✗	Import
2583	HCVRGC104-CR00082	VRGCT	Gauge controller - Cradle - Hub_TPG330 frame with serial interface	2017-01-13 09:49:30	ipeqano	✗	Import
2584	HCVRGC104-CR00083	VRGCT	Gauge controller - Cradle - Hub_TPG330 frame with serial interface	2017-01-13 09:49:30	ipeqano	✗	Import
2585	HCVRGC104-CR00084	VRGCT	Gauge controller - Cradle - Hub_TPG330 frame with serial interface	2017-01-13 09:49:30	ipeqano	✗	Import
2586	HCVRGC104-CR00085	VRGCT	Gauge controller - Cradle - Hub_TPG330 frame with serial interface	2017-01-13 09:49:30	ipeqano	✗	Import
2587	HCVRGC104-CR00086	VRGCT	Gauge controller - Cradle - Hub_TPG330 frame with serial interface	2017-01-13 09:49:30	ipeqano	✗	Import
2588	HCVRGC104-CR00087	VRGCT	Gauge controller - Cradle - Hub_TPG330 frame with serial interface	2017-01-13 09:49:30	ipeqano	✗	Import
2589	HCVRGC104-CR00088	VRGCT	Gauge controller - Cradle - Hub_TPG330 frame with serial interface	2017-01-13 09:49:30	ipeqano	✗	Import
2590	HCVRGC104-CR00089	VRGCT	Gauge controller - Cradle - Hub_TPG330 frame with serial interface	2017-01-13 09:49:30	ipeqano	✗	Import
2591	HCVRGC104-CR00090	VRGCT	Gauge controller - Cradle - Hub_TPG330 frame with serial interface	2017-01-13 09:49:30	ipeqano	✗	Import

Showing 1 to 10 of 330 entries (Moved from 4,524 total entries)

Εικόνα 71: Περιουσιακά στοιχεία - Admin

8. Λειτουργικές Θέσεις

Σε αυτή την οθόνη εμφανίζονται όλες οι λειτουργικές θέσεις για τους επιταχυντές και πιο συγκεκριμένα LHC, SPS και complexPS. Τα στοιχεία εμφανίζονται με αλφαβητική σειρά, και μάλιστα χρησιμοποιείται η μορφή του πίνακα, με ένα search box, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να περιηγηθεί και να βρει άμεσα το στοιχείο που επιθυμεί, είτε βάση της περιγραφής του είτε με τη βοήθεια άλλων πεδίων. Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα για ταξινόμηση όλων των πεδίων, κάνοντας κλικ στο αντίστοιχο βελάκι πλάι στο όνομα του πεδίου κάθε στήλης, ενώ δίνεται η δυνατότητα φιλτραρίσματος των λειτουργικών θέσεων που δεν είναι συγχρονισμένες. Ακόμα, το τελευταίο δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να δει το σφάλμα εξ αιτίας του οποίου δεν κατάφεραν οι εν λόγω λειτουργικές θέσεις να συγχρονιστούν, κάνοντας απλά hover με τον κέρσορα επάνω στην εγγραφή που τον ενδιαφέρει.

Οι δυνατότητες που προσφέρει αυτή η σελίδα είναι αρχικά η προβολή όλων των Functional Positions, των πεδίων τους, και εάν είναι καταγεγραμμένα στο InforEAM. Έχουν επιπλέον τη δυνατότητα να επιλέξουν τον επιταχυντή που επιθυμούν, από το select box στο αριστερό μέρος της οθόνης, ακριβώς πάνω από τον πίνακα. Σε αυτές τις δυνατότητες, έχουν πρόσβαση όλοι οι χρήστες. Οι Admin χρήστες έχουν ακόμα τη δυνατότητα να συγχρονίσουν τα functional positions, με δύο τρόπους. Ο πρώτος είναι να τα συγχρονίσουν ένα προς ένα μεταβαίνοντας στην αντίστοιχη εγγραφή και κάνοντας κλικ επάνω στο κουμπί "Εισαγωγή" ("Import"), οπότε και θα δουν άμεσα στη σελίδα το αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής, καθώς η εγγραφή θα γίνει πράσινη, σε περίπτωση επιτυχίας, ή κόκκινη, εάν δεν είναι επιτυχημένη η προσπάθεια, ενώ ένα tooltip θα εμφανιστεί με το λάθος που προέκυψε κατά το συγχρονισμό. Ο άλλος τρόπος είναι να πατήσει ο χρήστης το κουμπί "Επανάληψη" ("Resume") στο επάνω μέρος της σελίδας, όπου θα εμφανιστεί ένα modal και μόλις ο χρήστης κάνει κλικ στο κουμπί "Έναρξη" ("Start"), η διαδικασία θα ξεκινήσει αυτόματα, με αντίστοιχη απεικόνιση των επιτυχιών και των αποτυχιών για κάθε λειτουργική θέση. Μάλιστα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα για ακύρωση της διαδικασίας οποιαδήποτε στιγμή. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής, γίνεται δημιουργία των θέσεων που δεν υπάρχουν στο InforEAM, θέση σε "Εκτός Λειτουργίας" ("Hors Service") στο InforEAM για τις θέσεις που έχουν διαγραφεί από το SCADA, ενημέρωση των πεδίων InforEAM class, control parent και περιγραφή για όσες θέσεις έχουν μεταβληθεί.

Τέλος, για να φανούν οι αλλαγές μετά τη διαδικασία αυτή, είναι απαραίτητη η ανανέωση των αντίστοιχων Materialized Views, ένα για κάθε επιταχυντή. Ο Admin μπορεί να κάνει refresh είτε όλες αυτές τις όψεις μαζί, είτε μία προς μία, ενώ ακόμα εμφανίζεται σχετικό παράθυρο που δίνει τη δυνατότητα αυτή με το που ολοκληρωθεί η διαδικασία του συγχρονισμού.

Τα αρχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της σελίδας αυτής είναι ο controller FunctionalPositions.java για την κατεύθυνση κάθε hit στο ακόλουθο url "vacdm/functionalpositions" στο αντίστοιχο jsp αρχείο, ο controller FunctionalPositionsAPI.java ο οποίος φροντίζει να φέρνει τα σωστά δεδομένα κάθε φορά, μέσω http get και post αιτήσεων, και χρησιμοποιεί DAO objects της κλάσης FunctionalPositionDAO.java, τα οποία υλοποιούν την κλάση FunctionalPositionRepository.java και είναι του τύπου FunctionalPosition.java.

Επίσης, λόγω της χρησιμοποίησης του DataTables plug-in και για να επεξεργαζόμαστε τα δεδομένα από τη μεριά του server και όχι του πελάτη, έχουμε υλοποιήσει την κλάση

DataTablesPositionObject. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν και οι ακόλουθες κλάσεις για την αποθήκευση και επεξεργασία των κλήσεων συγχρονισμού: SyncEquipmentStatusRepository.java, SyncEquipmentStatusDAO.java, SyncEquipmentStatus.java. Για το γραφικό περιβάλλον, χρησιμοποιήθηκε το αρχείο functionalpositions.jsp.

Από τη μεριά της βάσης δεδομένων Oracle, τα δεδομένα βρίσκονται στα Materialized Views, VACDM_LHC_EQP_INFOR_MV, VACDM_SPS_EQP_INFOR_MV, VACDM_PS_EQP_INFOR_MV, τα οποία περιέχουν τα Functional Positions, τα πεδία και χαρακτηριστικά τους ανά μηχάνημα. Επιπρόσθετα, προκειμένου να μπορούν να εντοπιστούν αλλαγές στα δεδομένα, όπως για παράδειγμα διαφορές στο όνομα των λειτουργικών θέσεων, χρησιμοποιούνται ακόμα τρεις πίνακες, οι VACDM_LHC_EQP_INFOR_MV_COPY, VACDM_SPS_EQP_INFOR_MV_COPY, VACDM_PS_EQP_INFOR_MV_COPY, ένας για κάθε Materialized View αντίστοιχα, στους οποίους αποθηκεύονται τα δεδομένα πριν από το refresh των Materialized Views, προκειμένου να γίνει η σύγκριση μεταξύ παλιών και νέων δεδομένων.

Η κατάσταση όλου του εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένων των περιουσιακών στοιχείων, είναι αποθηκευμένη σε έναν διαφορετικό πίνακα, τον VACDM_EQUIPMENT_INFOR_STATUS, ο οποίος έχει περιγραφεί παραπάνω, στο σημείο 7 του παρόντος κεφαλαίου. Επιπρόσθετα, βοηθητικοί πίνακες χρησιμοποιούνται για να διατηρήσουν τα δεδομένα των Materialized Views πριν αυτά γίνουν refreshed κάθε βράδυ, όπως περιγράψαμε και παραπάνω.

Όλα τα παραπάνω απεικονίζονται στην οθόνη του ακολουθεί:

Για User

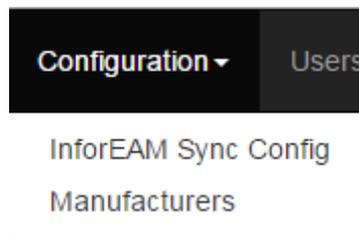
ID	Name	Class	Machine	Equipment Type Name	Description	Control parent	Updated in InfoSAM
14296710	VPNCA.175.4L3.X	LHC	VPNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400 CP35	VRBNC.LHC.UA63.R02.34	✘	
14296712	VPNCA.153.4L2.X	LHC	VPNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400 CP35	VRBNC.LHC.UA23.R02.31	✘	
14296714	VPNCA.175.4R2.X	LHC	VPNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400 CP35	VRBNC.LHC.UA27.R19.32	✘	
14297009	VPNCA.1.4L1.X	LHC	VPNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400 CP35	VRBNC.LHC.US101.R02.17	✘	
14297011	VPNCA.105.4L2.X	LHC	VPNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400 CP35	VRBNC.LHC.UA23.R02.31	✘	
14297013	VPNCA.105.4R3.X	LHC	VPNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400 CP35	VRBNC.LHC.UA63.R02.34	✘	
14297015	VPNCA.1.4L5.X	LHC	VPNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400 CP35	VRBNC.LHC.USC55.R01.06	✘	
14297017	VPNCA.1.4R5.X	LHC	VPNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400 CP35	VRBNC.LHC.USC55.R07.20	✘	
14297019	VPNCA.115.4R2.X	LHC	VPNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400 CP35	VRBNC.LHC.UA27.R19.32	✘	
14297021	VPNCA.1.4R1.X	LHC	VPNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400 CP35	VRBNC.LHC.US101.R02.08	✘	
14297023	VPNCA.115.4R3.X	LHC	VPNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400 CP35	VRBNC.LHC.UA67.R19.34	✘	
14297031	VPNCA.151.4R3.X	LHC	VPNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400 CP35	VRBNC.LHC.UA67.R19.34	✘	
14297124	VPNCA.7.4L1.X	LHC	VPNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400 CP35	VRBNC.LHC.US101.R02.17	✘	

Εικόνα 72: Λειτουργικές θέσεις - User

ID	Name	Class	Machine	Equipment Type Name	Description	Control parent	Updated in InforEAM	
14296710	VFNCA.175.463.X	LHC	VFNCA	VFNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400-CF35	VRBNC.LHC.UA03.R02.34	✖	Import
14296712	VFNCA.153.462.X	LHC	VFNCA	VFNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400-CF35	VRBNC.LHC.UA23.R02.31	✖	Import
14296714	VFNCA.175.462.X	LHC	VFNCA	VFNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400-CF35	VRBNC.LHC.UA27.R19.32	✖	Import
14297009	VFNCA.1.41.1.X	LHC	VFNCA	VFNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400-CF35	VRBNC.LHC.U5151.R02.17	✖	Import
14297011	VFNCA.115.462.X	LHC	VFNCA	VFNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400-CF35	VRBNC.LHC.UA23.R02.31	✖	Import
14297013	VFNCA.115.463.X	LHC	VFNCA	VFNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400-CF35	VRBNC.LHC.UA03.R02.34	✖	Import
14297015	VFNCA.1.41.5.X	LHC	VFNCA	VFNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400-CF35	VRBNC.LHC.U5C55.R01.08	✖	Import
14297017	VFNCA.1.41.5.X	LHC	VFNCA	VFNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400-CF35	VRBNC.LHC.U5C55.R07.26	✖	Import
14297019	VFNCA.115.462.X	LHC	VFNCA	VFNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400-CF35	VRBNC.LHC.UA27.R19.32	✖	Import
14297021	VFNCA.1.41.1.X	LHC	VFNCA	VFNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400-CF35	VRBNC.LHC.U5151.R02.08	✖	Import
14297023	VFNCA.115.463.X	LHC	VFNCA	VFNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400-CF35	VRBNC.LHC.UA07.R19.34	✖	Import
14297031	VFNCA.151.466.X	LHC	VFNCA	VFNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400-CF35	VRBNC.LHC.UA07.R19.34	✖	Import
14297124	VFNCA.7.41.1.X	LHC	VFNCA	VFNCA	Vacuum - Pump - Non Evaporable Getter (NEG) - Capacitor - D400-CF35	VRBNC.LHC.U5151.R02.17	✖	Import

Εικόνα 73: Λειτουργικές θέσεις - Admin

Η τρίτη καρτέλα, ορατή μόνο στους χρήστες με το ρόλο Admin, η οποία φέρει την ονομασία "Διάρθρωση" ("Configuration") έχει τα ακόλουθα πεδία, τα οποία ανακατευθύνουν στις αντίστοιχες οθόνες, η ανάλυση των οποίων ακολουθεί.



Εικόνα 74: Καρτέλα Διάρθρωση

9. Παραμετροποίηση του συγχρονισμού του εξοπλισμού με το InforEAM

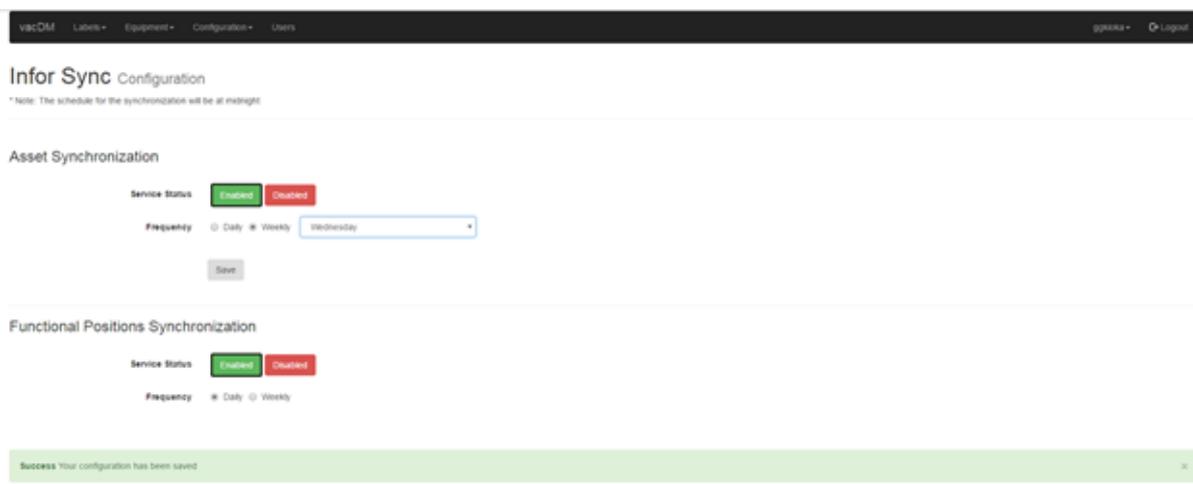
Στην οθόνη αυτή εμφανίζονται οι τρέχουσες ρυθμίσεις σχετικά με το συγχρονισμό των περιουσιακών στοιχείων και των λειτουργικών θέσεων, που εκτελεί ο scheduler τακτικά. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να έχει ο Admin τη δυνατότητα να απενεργοποιήσει τον scheduler, σε περίπτωση που έχει ήδη εκτελέσει την διαδικασία χειροκίνητα, ή σε περίπτωση προβλήματος, ή να τον παραμετροποιήσει κατά το βέλτιστο τρόπο.

Τα αρχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της σελίδας αυτής είναι ο controller InforSyncConfig.java για την κατεύθυνση κάθε http hit στο "vacdm/inforsyncconfig" στο σωστό jsp αρχείο, ο controller InforSyncConfigAPI.java ο οποίος φέρνει τα ζητούμενα δεδομένα, μέσω http get και post requests, και χρησιμοποιεί συνήθως DAO objects της κλάσης InforServicesDAO.java, τα οποία υλοποιούν το interface InforServicesRepository.java και είναι τύπου InforServices.java.

Για το γραφικό περιβάλλον χρήστη, χρησιμοποιήθηκε το αρχείο `inforSyncconfig.jsp`, όπου όλα τα animations αλλά και οι κλήσεις `http` υλοποιούνται με `Jquery` και `JavaScript`.

Σε ό,τι αφορά τη μεριά της βάσης δεδομένων, η αντίστοιχη παραμετροποίηση για τον συγχρονισμό του εξοπλισμού βρίσκεται στον πίνακα `VACDM_SERVICES`. Ο πίνακας αυτός περιλαμβάνει τα πεδία "Υπηρεσία" ("`Service`"), το οποίο αφορά για παράδειγμα τον συγχρονισμό των περιουσιακών στοιχείων ή λειτουργικών θέσεων, "`Status`", μια boolean τιμή για το αν η υπηρεσία είναι ενεργοποιημένη ή όχι, και τέλος τα πεδία "Συχνότητα" ("`Frequency`") και "Ημέρα" ("`Weekday`") σε περίπτωση που η συχνότητα είναι εβδομαδιαία.

Η οθόνη που προαναφέρθηκε φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 75: Παραμετροποίηση συγχρονισμού για τον εξοπλισμό

Λίγα λόγια για τον scheduler

Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, ο εξοπλισμός του SCADA και των νέων περιουσιακών στοιχείων συγχρονίζεται κάθε βράδυ με το InforEAM. Αυτό επιτυγχάνεται με την υλοποίηση ενός scheduler ως Controller, τον `InforScheduler.class`, ο οποίος φέρει το annotation `@Scheduled`. Έπειτα, αυτός καλεί DAO objects που σχετίζονται με `Assets` και `Functional Positions`, όπως `AssetRepository.java` και `FunctionalPositionRepository.java`, αλλά και με την κατάσταση τους, για παράδειγμα `SyncEquipmentStatusRepository.java`.

10. Αντιστοίχιση κατασκευαστή με τον κωδικό του

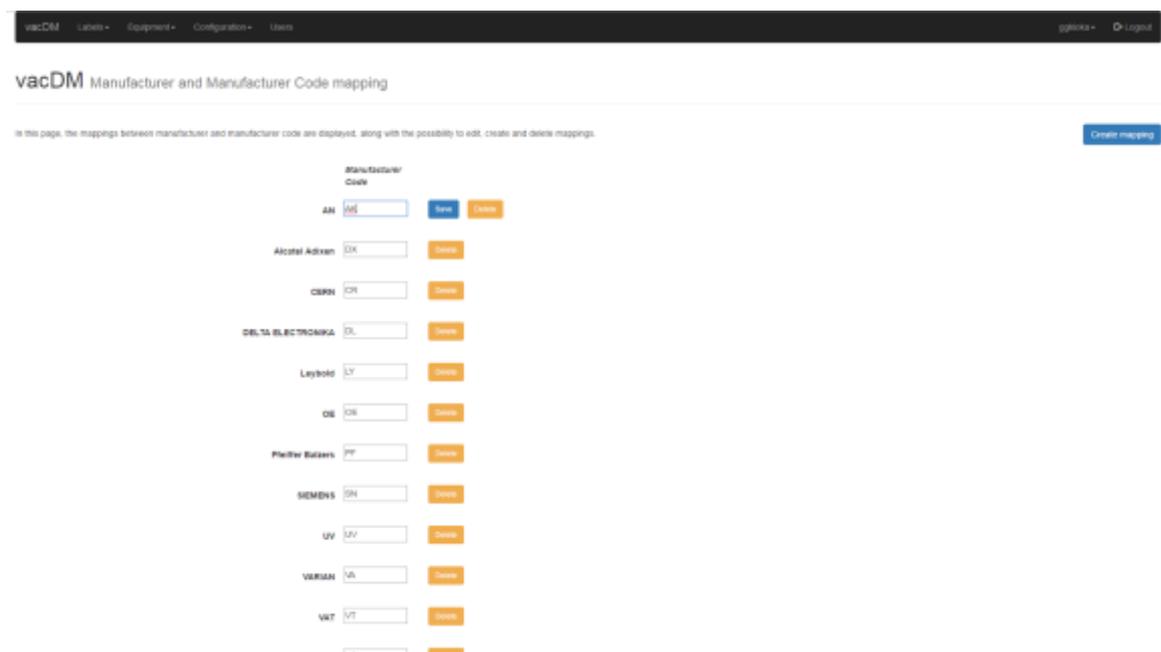
Στην σελίδα αυτή εμφανίζεται η αντιστοίχιση ενός κατασκευαστή με τον αντίστοιχο κωδικό του. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, κάθε κωδικός εξοπλισμού είναι άρρηκτα δεμένος με τον κατασκευαστή του, ενώ ο κωδικός κατασκευαστή είναι απαραίτητος για την δυνατότητα δημιουργίας νέων περιουσιακών στοιχείων για τον εκάστοτε κωδικό εξοπλισμού. Είναι επομένως σημαντικό να μπορεί ο Admin να επεξεργαστεί υπάρχοντες κατασκευαστές, να δημιουργήσει νέους, ή και να διαγράψει κάποιον απαρχαιωμένο.

Για να δημιουργήσει μια καινούρια αντιστοίχιση, ο Admin θα πρέπει να πατήσει το κουμπί στο πάνω δεξί μέρος της οθόνης, το οποίο φέρει την ονομασία "Δημιουργία

αντιστοίχισης" ("Create Mapping"), και, στη συνέχεια, ένα παράθυρο θα εμφανιστεί, όπου ο χρήστης θα πρέπει να συμπληρώσει τα πεδία του ονόματος του κατασκευαστή (δεν θα πρέπει να υπάρχει ήδη, ούτε να είναι κενό) και του κωδικού, ο οποίος θα πρέπει να περιέχει ακριβώς δύο χαρακτήρες. Για την επεξεργασία, αρκεί ο Admin να πληκτρολογήσει στο αντίστοιχο κουτί της εγγραφής που τον ενδιαφέρει, και θα εμφανιστεί αυτόματα το κουμπί "Αποθήκευση" ("Save"), μόνο όταν στο κουτί υπάρχει διαφορετικός κωδικός από τον ήδη αποθηκευμένο. Κι εδώ ο κωδικός πρέπει να έχει μήκος ακριβώς δύο χαρακτήρων. Τέλος, για τη διαγραφή, ο χρήστης πρέπει να περιηγηθεί στην εγγραφή που θέλει, και να πιάσει το πλήκτρο "Διαγραφή" ("Delete"), όπου θα εμφανιστεί παράθυρο επιβεβαίωσης, και ειδικά σε περίπτωση που θα υπάρχουν περιουσιακά στοιχεία με τον εν λόγω κωδικό κατασκευαστή, θα γίνει η ανάλογη προειδοποίηση στο χρήστη.

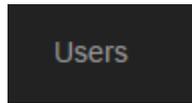
Τα αρχεία που χρειαζόμαστε για τη συγκεκριμένη οθόνη είναι αρχικά ένας controller που θα στέλνει κάθε αίτημα http προς το σύνδεσμο "vacdm/manufacturers" στο κατάλληλο jsp file, που είναι η σελίδα του front-end. Ο controller αυτός είναι ο ManufacturerMapping.java, ενώ υπάρχει και ένας άλλος controller, ο ManufacturerMappingAPI.java ο οποίος διαχειρίζεται API κλήσεις και καλεί τα απαραίτητα DAO αντικείμενα που είναι instances του interface ManufacturerMappingRepository.java το οποίο υλοποιείται από την κλάση ManufacturerMappingDAO.java, καθώς και αντικείμενα ManufacturerMapping.java. Τέλος, για το γραφικό περιβάλλον χρησιμοποιείται το αρχείο manufacturers.jsp.

Σε ό,τι αφορά την OracleDB, τα δεδομένα προέρχονται από τον πίνακα VACDM_MANUFACTURER_MAPPING. Πρόκειται για έναν πίνακα ο οποίος έχει ως εγγραφές ζεύγη τιμών Κατασκευαστή - Κωδικός κατασκευαστή, και οποιαδήποτε αλλαγή μέσω του web interface, όπως μεταβολή τιμών, προσθήκη, διαγραφή εγγραφών, αντανακλά άμεσα στον πίνακα αυτόν. Όλα τα παραπάνω απεικονίζονται στην οθόνη του ακολουθεί:



Εικόνα 76: Αντιστοίχιση κατασκευαστή με κωδικό κατασκευαστή

Ακόμα, το τέταρτο tab, ορατό μόνο στους χρήστες με το ρόλο Admin, το οποίο φέρει την ονομασία "Χρήστες" ("Users"), ανακατευθύνει στην αντίστοιχη σελίδα για τη διαχείριση των χρηστών.



Εικόνα 77: Καρτέλα Χρήστες

11. Χρήστες

Στην καρτέλα αυτή, ο χρήστης με το ρόλο Admin, μπορεί να δει τους χρήστες της εφαρμογής, να δημιουργήσει κάποιον καινούριο, να διαγράψει κάποιον υπάρχοντα και γενικώς, να επεξεργαστεί τις πληροφορίες καθενός. Για να δημιουργήσει ένα καινούριο χρήστη, ο Admin θα πρέπει να πατήσει το κουμπί στο πάνω δεξιό μέρος της οθόνης.

Για να δημιουργήσει έναν καινούριο χρήστη, ο Admin θα πρέπει να πατήσει το κουμπί στο επάνω δεξιό μέρος της οθόνης, το οποίο φέρει την ονομασία "Δημιουργία Χρήστη" ("Create User"), και ένα modal θα εμφανιστεί, όπου ο χρήστης θα πρέπει να συμπληρώσει τα πεδία του ονόματος του νέου χρήστη (δεν θα πρέπει να υπάρχει ήδη, ούτε να είναι κενό), το email του, τους ρόλους και τις ομάδες του. Για την επεξεργασία, αρκεί ο Admin να πιάσει το κουμπί "Αλλαγή χρήστη" ("Modify user") για κάποια εγγραφή, και εμφανίζεται ένα παράθυρο με τα τρέχοντα στοιχεία του χρήστη, όπου ο χρήστης μπορεί να τα αλλάξει. Ακόμα, από αυτό το modal ο χρήστης πρέπει να πιάσει το πλήκτρο "Διαγραφή" ("Delete") στο κάτω μέρος του, όπου θα εμφανιστεί παράθυρο επιβεβαίωσης για τη διαγραφή της εγγραφής του εν λόγω χρήστη.

Τα αρχεία που χρειαζόμαστε για τη συγκεκριμένη οθόνη είναι αρχικά έναν controller που θα στέλνει κάθε αίτημα http προς το σύνδεσμο "vacdm/users" στο κατάλληλο jsp file, που είναι η σελίδα του front-end. Ο controller αυτός είναι ο Users.java, ενώ υπάρχει και ένας άλλος controller, ο UsersAPI.java ο οποίος διαχειρίζεται API κλήσεις και καλεί τα απαραίτητα DAO αντικείμενα που είναι instances του interface UsersRepository.java το οποίο υλοποιείται από την κλάση UsersDAO.java, καθώς και αντικείμενα Users.java.

Ακόμα, χρειάζονται οι κλάσεις Users_RolesRepository.java, Users_RolesDAO.java, Users_Roles.java σε ό,τι αφορά την διαχείριση των ρόλων των χρηστών, και ακόμα οι ακόλουθες κλάσεις για τη διαχείριση των διαφορετικών ομάδων στις οποίες μπορεί να ανήκει κάποιος χρήστης: Users_GroupsRepository.java, Users_GroupsDAO.java και Users_Groups.java. Τέλος, για τη διαπρωσωπεία χρήστη, χρησιμοποιείται το αρχείο users.jsp.

Σε ό,τι αφορά την OracleDB, τα δεδομένα προέρχονται από τους ακόλουθους πίνακες:

- VACDM_USERS, ο οποίος περιέχει τα ονόματα και άλλα στοιχεία, όπως διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου για κάθε χρήστη του vacDM
- VACDM_ROLES, ο οποίος περιέχει τους ρόλους που υπάρχουν (User, Admin)
- VACDM_GROUPS, ο οποίος περιέχει τις ομάδες στις οποίες μπορεί να ανήκει ένας χρήστης και αφορούν Printer Responsibles
- VACDM_USERS_GROUPS, ο οποίος περιέχει την αντιστοίχιση μεταξύ χρηστών και της ομάδας που ανήκουν. Εάν ένας χρήστης ανήκει σε δύο ή περισσότερες ομάδες, τότε θα υπάρχει αντίστοιχος αριθμός εγγραφών στον πίνακα, ένα ζεύγος Χρήστη - Ομάδα για κάθε εγγραφή

- VACDM_USERS_ROLES, ο οποίος περιέχει την αντιστοίχιση μεταξύ χρηστών και του ρόλου που έχουν. Εάν ένας χρήστης έχει δύο ρόλους, για παράδειγμα και User και Admin, τότε θα υπάρχουν δύο εγγραφές στον πίνακα, ένα ζεύγος Χρήστη - Ρόλου για κάθε εγγραφή.

Οποιαδήποτε αλλαγή μέσω του web interface, όπως μεταβολή τιμών, προσθήκη, διαγραφή, αντανακλά άμεσα στους πίνακες αυτούς.

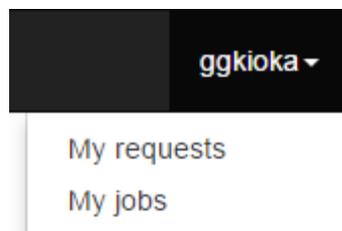
Η οθόνη που προαναφέρθηκε φαίνεται παρακάτω:

The screenshot shows the 'vacDM Users' management page. At the top, there are navigation tabs: 'vacDM', 'Labels', 'Equipment', 'Configuration', and 'Users'. The 'Users' tab is active. Below the navigation, there is a search bar and a 'Create User' button. The main content is a table of users with the following columns: Username, ID, Roles, Email, and Last Session. Each row has a 'Modify user' button. The table contains 10 entries.

Username	ID	Roles	Email	Last Session
agulier		USER	abel.gulier@cern.ch	
apokler		ADMIN	andre.rocha@cern.ch	2017-06-27 14:33:50
cpereiro		ADMIN USER	claudia.sofia.pereiro-dias@cern.ch	2017-04-07 11:55:45
cviana		ADMIN USER	chris.viana@cern.ch	2017-06-23 11:06:24
fdaliga		USER	Fredric.Daliga@cern.ch	2017-06-27 14:30:15
ggkioka		ADMIN USER	georgia.gkioka@cern.ch	2017-07-03 16:05:13
griuzzo		USER	giordano.rivuzzo@cern.ch	2017-06-12 16:20:11
gomes		USER	Paulo.Gomes@cern.ch	
griqny		USER	gregory.griqny@cern.ch	
jkertes		USER	rodolfo.ferreira@cern.ch	2017-03-24 08:00:00

Εικόνα 78: Οθόνη διαχείρισης χρηστών

Τέλος, το τελευταίο tab, το οποίο φέρει το ονοματεπώνυμο του χρήστη, έχει τις ακόλουθες επιλογές, όπως φαίνεται στην *Εικόνα 79*, για την παρακολούθηση των εκκρεμών αιτήσεων ετικετών και εκκρεμών εργασιών εκτύπωσης που έχει ο εκάστοτε χρήστης που είναι συνδεδεμένος στο vacDM.



Εικόνα 79: Καρτέλα Προφίλ χρήστη

12. Τα αιτήματά μου

Στην οθόνη αυτή εμφανίζονται όλα τα αιτήματα για ετικέτες που έχει υποβάλει ο χρήστης. Η οθόνη βοηθά το χρήστη να γνωρίζει τους κωδικούς που έχει υποβάλλει τις περισσότερες φορές, και σε περίπτωση προβλήματος, να μπορεί να επιβεβαιώσει την

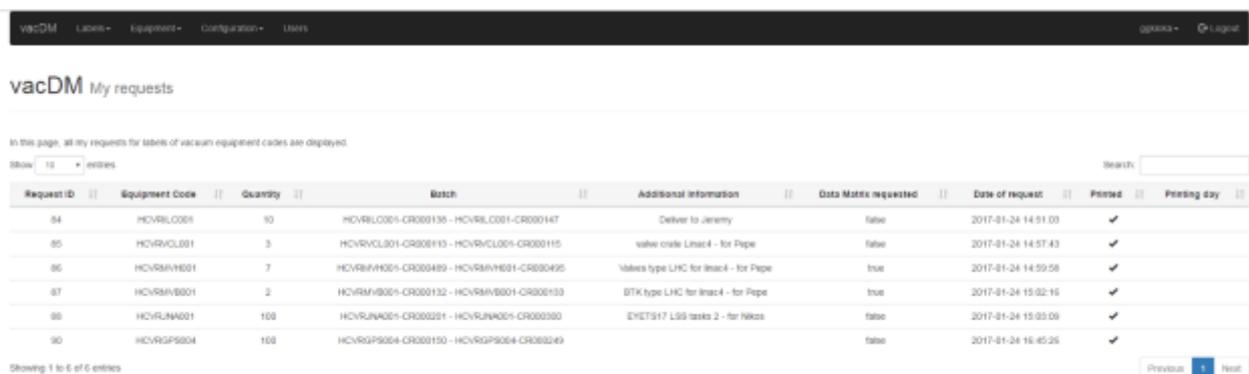
επιτυχή υποβολή του αντίστοιχου αιτήματος. Επομένως, είναι αρκετά εύκολο να εξαχθούν στατιστικά στοιχεία για τις προτιμήσεις του κάθε χρήστη.

Η σελίδα αυτή είναι παρόμοια με την σελίδα για το ιστορικό των αιτημάτων, η οποία περιγράφεται στο σημείο 4 του παρόντος υποκεφαλαίου, με τη διαφορά ότι εδώ παρουσιάζονται μόνο τα αιτήματα τα οποία υπέβαλε ο συγκεκριμένος χρήστης.

Τα αρχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της σελίδας αυτής είναι ο controller `MyRequest.java` για την κατεύθυνση κάθε http hit στο `"vacdm/myrequests"` στο αντίστοιχο jsp αρχείο, ο controller `MyRequestAPI.java` ο οποίος φροντίζει να φέρνει τα σωστά δεδομένα κάθε φορά, μέσω http get και post requests, και χρησιμοποιεί συνήθως DAO objects της κλάσης `LabelRequestDAO.java`, όπως ακριβώς και για την σελίδα του σημείου 4 για τις *"Ιστορικό αιτημάτων για ετικέτες"*. Για το γραφικό περιβάλλον χρησιμοποιήθηκε το αρχείο `myrequests.jsp`.

Από τη μεριά της βάσης δεδομένων Oracle, τα δεδομένα βρίσκονται στον πίνακα `VACDM_LABEL_REQUESTS`, στον οποίο γίνεται η εισαγωγή νέας εγγραφής κάθε φορά που υποβάλλεται επιτυχώς ένα αίτημα για ετικέτες. Εδώ εμφανίζονται μόνο οι εγγραφές, όπου το πεδίο `username` του πίνακα είναι ίδιο με το όνομα του χρήστη που είναι συνδεδεμένος.

Η οθόνη που προαναφέρθηκε φαίνεται παρακάτω (Εικόνα 80):



Request ID	Equipment Code	Quantity	Batch	Additional information	Data Matrix requested	Date of request	Pinned	Printing day
84	HCVRLOC01	50	HCVRLOC01-CR000135 - HCVRLOC01-CR000147	Deliver to Jeremy	false	2017-01-24 14:51:03	✓	
85	HCVRVCL001	3	HCVRVCL001-CR000113 - HCVRVCL001-CR000115	value create Linac 4 - for Pepe	false	2017-01-24 14:57:43	✓	
86	HCVRM/H001	7	HCVRM/H001-CR000489 - HCVRM/H001-CR000495	Value type LHC for linac 4 - for Pepe	true	2017-01-24 14:59:58	✓	
87	HCVRM/V001	2	HCVRM/V001-CR000132 - HCVRM/V001-CR000133	DTK type LHC for linac 4 - for Pepe	true	2017-01-24 15:02:15	✓	
88	HCVRJNA001	100	HCVRJNA001-CR000201 - HCVRJNA001-CR000200	EMT917 LSS tasks 2 - for Nikos	false	2017-01-24 15:05:09	✓	
90	HCVRGP5004	100	HCVRGP5004-CR000150 - HCVRGP5004-CR000149		false	2017-01-24 16:45:25	✓	

Εικόνα 80: Τα αιτήματά μου

13. Οι εργασίες μου

Στην οθόνη αυτή εμφανίζονται όλα τα αιτήματα για ετικέτες που έχουν υποβληθεί και δεν έχουν ικανοποιηθεί, δηλαδή δεν έχουν ακόμα εκτυπωθεί για αυτά οι σχετικές ετικέτες, και αφορούν κωδικούς εξοπλισμού οι οποίοι εμπίπτουν στη δικαιοδοσία των ομάδων `Printer Responsibles` όπου ανήκει ο χρήστης. Η οθόνη αυτή είναι πολύ σημαντική, προκειμένου ο εκάστοτε χρήστης να γνωρίζει ποιες ετικέτες δεν έχουν εκτυπωθεί ακόμα και έτσι να ρυθμίσει τις εργασίες του.

Η σελίδα αυτή είναι παρόμοια με την σελίδα για τις εκκρεμείς ετικέτες, η οποία περιγράφεται στο σημείο 5 του παρόντος κεφαλαίου, με τη διαφορά ότι εδώ παρουσιάζονται μόνο τα εκκρεμή αιτήματα για τα οποία ο συγκεκριμένος χρήστης μπορεί να εκτυπώσει ετικέτες, και άρα το κουμπί *"Εκτυπώθηκαν αυτά που βρίσκονταν"*

σε αναμονή" ("Clear On Hold"), είναι πάντα διαθέσιμο, και πρέπει να πατηθεί μετά την εκτύπωση των σχετικών ετικετών.

Τα αρχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της σελίδας αυτής είναι ο controller MyJobs.java για την ανακατεύθυνση κάθε http hit στο "vacdm/myjobs" στο αντίστοιχο jsp αρχείο, ο controller MyJobsAPI.java ο οποίος φροντίζει να φέρνει τα σωστά δεδομένα κάθε φορά, μέσω http get και post requests, και ο οποίος χρησιμοποιεί DAO objects της κλάσης LabelRequestDAO.java, όπως ακριβώς και για την σελίδα του σημείου 5, "Εκκρεμείς ετικέτες". Το αρχείο myjobs.jsp χρησιμοποιήθηκε για το γραφικό περιβάλλον της οθόνης αυτής.

Η οθόνη που προαναφέρθηκε φαίνεται παρακάτω στην *Εικόνα 81*:

Request ID	Equipment Code	Quantity	Batch	Additional information	Data Matrix requested	Requested By	Date of request	Printer Responsible	Printer Group	
947	HCVNLH001	1	HCVNLH001-CR00002 - HCVNLH001-CR00002		false	giganta	2017-04-20 09:21:21	giganta	icm-printer	Clear on hold
948	HCVAZE002	1	HCVAZE002-CR00002 - HCVAZE002-CR00002		false	giganta	2017-04-20 09:21:27	giganta	icm-printer	Clear on hold
959	HCVTB001	1	HCVTB001-CR00001 - HCVTB001-CR00001		false	giganta	2017-05-10 17:02:41	giganta	icm-printer	Clear on hold
958	HCVTB001	0	HCVTB001-CR00002 - HCVTB001-CR00000		false	giganta	2017-05-10 17:30:02	giganta	icm-printer	Clear on hold
969	HCVTB001	2	HCVTB001-CR00001 - HCVTB001-CR00000	test	true	giganta	2017-05-10 17:36:36	giganta	icm-printer	Clear on hold
970	HCVTB001	0	HCVTB001-CR00002 - HCVTB001-CR00000	test	true	giganta	2017-05-10 17:42:02	giganta	icm-printer	Clear on hold
971	HCVMAQ002	2	HCVMAQ002-CR00004 - HCVMAQ002-CR00007		false	giganta	2017-05-11 10:39:40	giganta	icm-printer	Clear on hold
977	HCVRBA002	00	HCVRBA002-CR00048 - HCVRBA002-CR00007	Deliver test	true	giganta	2017-05-11 10:40:30	giganta	icm-printer	Clear on hold
981	HCVRGAC001	100	HCVRGAC001-LY00001 - HCVRGAC001-LY00000	Deliver test to my office	true	giganta	2017-06-01 16:00:51	giganta	icm-printer	Clear on hold
982	HCVMAQ002	20	HCVMAQ002-CR00003 - HCVMAQ002-CR00002		false	giganta	2017-06-16 14:21:39	giganta	icm-printer	Clear on hold

Εικόνα 81: Οι εργασίες μου

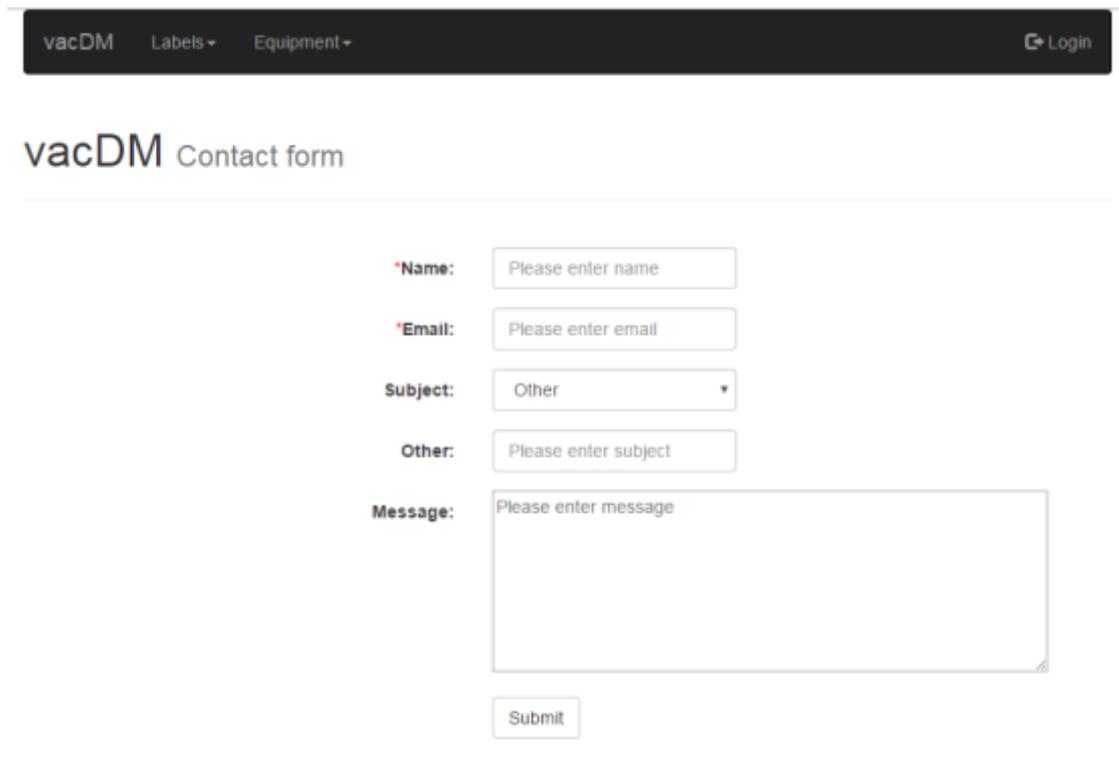
14. Φόρμα επικοινωνίας

Οποιοσδήποτε μπορεί να υποβάλλει κάποια ιδέα, να αναφέρει κάποιο σφάλμα λογισμικού ή λογικό, ή απλώς να επιθυμεί να επικοινωνήσει με τον υπεύθυνο διαχειριστή της εφαρμογής. Αυτό καθίσταται εύκολο με την φόρμα επικοινωνίας για την εφαρμογή vacDM.

Σε περίπτωση που ο χρήστης έχει εισαχθεί επιτυχώς στην εφαρμογή, τα πεδία Όνομα και Email είναι συμπληρωμένα, διαφορετικά θα πρέπει να συμπληρωθούν χειροκίνητα από τον χρήστη. Επιπρόσθετα, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το θέμα που θα ήθελε να εμφανιστεί στο μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που θα αποσταλεί στους υπεύθυνους, από προκαθορισμένη λίστα, ή, εάν το θέμα δεν εμπίπτει σε κάποια από τις υπάρχουσες επιλογές, να το ορίσει μόνος του σε ελεύθερο κείμενο. Τέλος, ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει το σώμα του ηλεκτρονικού μηνύματος που θέλει να αποστείλει.

Τα αρχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την υλοποίηση της οθόνης αυτής είναι ο controller ContactFormAPI.java, ο οποίος διαχειρίζεται το post request όταν ο χρήστης υποβάλλει το μήνυμα και ο controller ContactForm.java και τέλος το jsp αρχείο contactform.jsp για το κομμάτι της διαπροσωπικής χρήστη.

Η αντίστοιχη οθόνη παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 82):



The screenshot shows a web interface for a contact form. At the top, there is a dark navigation bar with 'vacDM' on the left, 'Labels -' and 'Equipment -' in the middle, and a 'Login' button on the right. Below the navigation bar, the page title is 'vacDM Contact form'. The form itself consists of several input fields: a text box for 'Name' with the placeholder 'Please enter name', a text box for 'Email' with the placeholder 'Please enter email', a dropdown menu for 'Subject' with 'Other' selected, a text box for 'Other' with the placeholder 'Please enter subject', and a large text area for 'Message' with the placeholder 'Please enter message'. A 'Submit' button is positioned below the message field.

Εικόνα 82: Φόρμα επικοινωνίας

Πέρα από τα αρχεία που περιγράφηκαν παραπάνω, υπάρχουν και άλλα αρχεία, τα οποία συνοπτικά είναι τα εξής:

- Εκτός από τα html αρχεία και τους αντίστοιχους controllers που έχουν αναλυθεί έως τώρα, το αρχείο vacDMcustom.css καθορίζει ακριβώς τον τρόπο εμφάνισης κάποιων στοιχείων των οθονών.
- Όλες οι εικόνες που χρειαζόμαστε για την εφαρμογή βρίσκονται κάτω από το φάκελο resources/img.
- Το αρχείο tiles.xml καθορίζει το κοινό template το οποίο θα έχουν όλες οι σελίδες, προκειμένου να υπάρχει ομοιομορφία στην εφαρμογή. Φυσικά, το σώμα των σελίδων θα είναι διαφορετικό για καθεμιά, αλλά η στοίχιση, το μενού και άλλα στοιχεία θα είναι ίδια. Το αρχείο μοιάζει ως εξής:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
<!DOCTYPE tiles-definitions PUBLIC
"-//Apache Software Foundation//DTD Tiles Configuration 3.0//EN"
"http://tiles.apache.org/dtds/tiles-config_3_0.dtd">
<tiles-definitions>
  <definition name="home" template="/WEB-INF/layout/landingpage.jsp">
    <put-attribute name="header" value="/WEB-INF/layout/header.jsp" />
    <put-attribute name="body" value="/WEB-INF/layout/home.jsp" />
    <put-attribute name="footer" value="/WEB-INF/layout/footer.jsp" />
  </definition>
  .....
</tiles-definitions>
```

- Τα αρχεία header.jsp και footer.jsp καθορίζουν το επάνω και το κάτω τμήμα της εμφάνισης των οθονών.
- Το αρχείο menu.jsp οποίο καθορίζει τον αριθμό, τη σειρά εμφάνισης και τα ονόματα των καρτελών, ενώ παράλληλα ορίζει και τη μπάρα πλοήγησης που θα υπάρχει στην εφαρμογή.

```

<nav class="navbar navbar-inverse">
  <div class="container-fluid">
    <div class="navbar-header">
      <a class="navbar-brand" href="/">vacDM</a>
    </div>
    <ul class="nav navbar-nav" id="myNavBar">
      .....
      .....
      .....
    </ul>
  </div>
</nav>

```

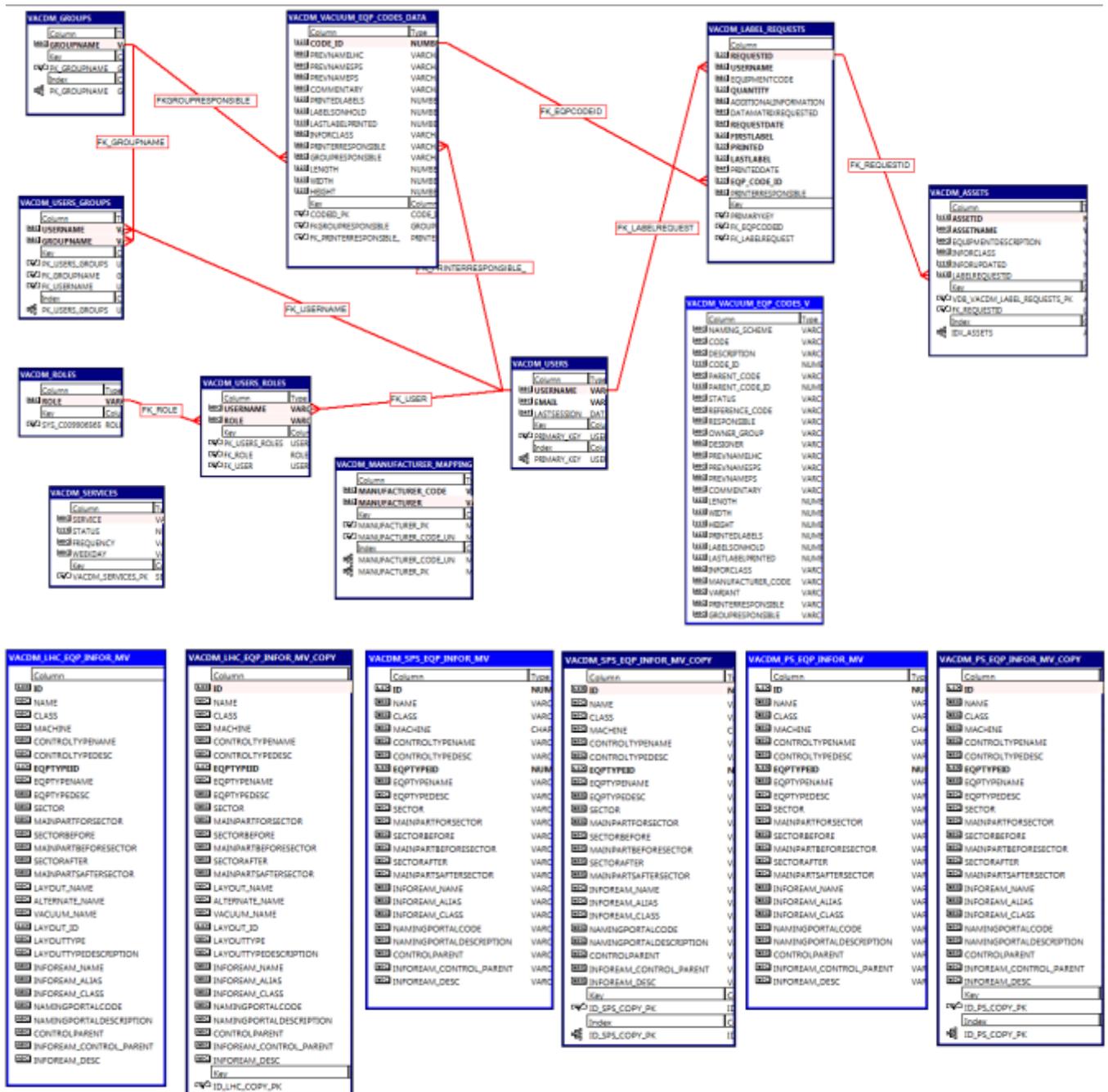
6.8 Σχήμα της Βάσης Δεδομένων

Στο σημείο αυτό, δεν θα ήμαστε συνεπείς, εάν δεν παραθέταμε το σχήμα της βάσης δεδομένων Oracle DB που χρησιμοποιήσαμε.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, παραθέσαμε αναλυτικά εκτός από τα αρχεία της εφαρμογής που χρησιμοποιήθηκαν, τους πίνακες (tables), τις όψεις (views) καθώς και τις κατασκευασμένες όψεις (materialized views) που χρησιμοποιήθηκαν για καθεμιά από τις οθόνες.

Συνεπώς, μιας και έχουμε ήδη παρουσιάσει τα περιεχόμενα του συστήματος της βάσης δεδομένων για την εφαρμογή μας αναλυτικά για κάθε οθόνη στο προηγούμενο υποκεφάλαιο (Κεφάλαιο 6.7), δεν θα μπορούμε σε επιπρόσθετες λεπτομέρειες.

Στην εικόνα της επόμενης σελίδας (Εικόνα 83), φαίνεται το σχήμα της Oracle Βάσης Δεδομένων της εφαρμογής που αναπτύξαμε, του vacDM. Το σχήμα αυτό περιλαμβάνει το σύνολο των πινάκων, όψεων, κατασκευασμένων όψεων, καθώς και των πεδίων αυτών, όπως αυτά έχουν εξηγηθεί αναλυτικά στο Κεφάλαιο 6.7.



Εικόνα 83: Σχήμα της βάσης

7. Αξιολόγηση και έλεγχος

7.1 Μεθοδολογία αξιολόγησης

Για την υλοποίηση της αξιολόγησης, ένα πρώιμο στάδιο της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε αρχικά για 10 ημέρες από συνολικά 9 χρήστες, οι οποίοι ήταν όλοι μέλη του τομέα ICM του CERN.

Προφίλ χρηστών

Κατά τη δοκιμαστική περίοδο καταβλήθηκε προσπάθεια να συγκεντρωθεί ένα, κατά το δυνατόν, αντιπροσωπευτικό δείγμα των χρηστών στους οποίους απευθύνεται η εφαρμογή vacDM. Τα χαρακτηριστικά της ομάδας που συγκεντρώθηκε ήταν τα ακόλουθα:

- Ανήκαν σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες. 11,1% (1 χρήστης) ανήκε στην ηλικιακή ομάδα 18 - 24, 44,4% (4 χρήστες) στην ηλικιακή ομάδα 25 - 31 και 33,3% (3 χρήστες) στην ηλικιακή ομάδα 32 - 38 και 11,1% (1 χρήστης) ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα 38+.
- Ήταν όλοι τους άνδρες.
- Ανήκαν στον τομέα ICM του CERN.
- Ανήκαν σε διαφορετικές εθνικότητες. 22,2% (2 χρήστες) ήταν Ισπανοί, 11,1% (1 χρήστης) ήταν Ιταλός, 22,2% (2 χρήστες) ήταν Πορτογάλοι, 33,3% (3 χρήστες) ήταν Γάλλοι, και τέλος 11,1% (1 χρήστης) ήταν Έλληνας.
- Ήταν κάτοχοι είτε ηλεκτρονικού υπολογιστή είτε ταμπλέτας είτε smartphone.
- Δεν διέθεταν τεχνικό υπόβαθρο στην πληροφορική, οι περισσότεροι ήταν είτε τεχνικοί, είτε ασχολούνταν με ηλεκτρονική, στο κομμάτι του Engineering.

Διαδικασία αξιολόγησης

Μετά τη χρήση για 10 ημέρες της εφαρμογής από τους παραπάνω χρήστες, πραγματοποιήθηκε μια συνάντηση, κατά την οποία δόθηκε ανατροφοδότηση για τις υλοποιημένες λειτουργίες και ιδέες για υλοποίηση νέων λειτουργιών. Επιπρόσθετα, έγινε λόγος για την απόδοση του συστήματος και των λειτουργιών του, καθώς και κατά πόσον η διαπροσωπεία χρήστη ήταν φιλική προς αυτόν.

Μετά από αυτή τη μακρά συνάντηση, η ανατροφοδότηση των χρηστών λήφθηκε υπόψιν και έτσι αναπτύχθηκαν νέα χαρακτηριστικά για το vacDM, τα οποία είτε το καθιστούσαν πιο φιλικό προς το χρήστη, είτε βελτιώσαν την επίδοση είτε συνέβαλαν στην επέκταση του από τον τομέα ICM σε όλο το group VSC.

Μερικά από αυτά τα χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν:

1. Μέχρι πρότινος, σε ό,τι αφορά τους κωδικούς του εξοπλισμού, η μοναδική δυνατότητα που είχε ο χρήστης ήταν να ζητήσει ετικέτες για αυτούς. Οι χρήστες θα ήθελαν να έχουν την δυνατότητα να μπορούν να δουν πληροφορίες για κάθε κωδικό.
2. Το γραφικό περιβάλλον της σελίδας για τους κωδικούς εξοπλισμού δεν ήταν ιδιαίτερα φιλικό προς το χρήστη, ο οποίος δεν ήταν σίγουρος για τη λειτουργία

κάθε κουμπιού, καθώς δεν ήταν πολύ διαισθητικά. Οι ιδέες που έδωσαν οι χρήστες για τη βελτίωση της διαπροσωπείας χρήστη ήταν καθοριστικές, και ενδεικτικά περιλαμβάνουν τη δημιουργία tooltips πάνω από κουμπιά, κουμπιά διαφορετικών χρωμάτων για διαφορετικές λειτουργίες, το κείμενο περισσότερο προσεγμένο και ξεκάθαρο για κάθε λειτουργία, περισσότερη αλληλεπίδραση με το χρήστη, σε περίπτωση καθυστέρησης να υπάρχει σχετικό μήνυμα και σχετικός loader κ.ά.

3. Έως τότε, οι κωδικοί εξοπλισμού που εμφανίζονταν στην αντίστοιχη σελίδα της εφαρμογής αφορούσαν μόνο τον τομέα ICM. Στη συνάντηση προτάθηκε το vacDM να επεκταθεί σε όλο το group του Vacuum (VSC), και οι κωδικοί να παρουσιάζονται αλφαβητικά σε μορφή δέντρου, αντί για καρτέλες που υπήρχαν μέχρι τότε.
4. Η επέκταση του vacDM σε όλο το Vacuum Group, όπου οι κωδικοί εξοπλισμού ξεπερνούν τους 4,500, συνεπάγεται αλλαγές στην απόδοση και άρα στις τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν. Έτσι, αντί για html πίνακες που χρησιμοποιούνταν, προτάθηκε η χρήση ενός JQuery plug-in για πίνακες, και πιο συγκεκριμένα, του plug-in DataTables.
5. Τέλος, μιας και ο όγκος των δεδομένων που έπρεπε να διαχειριστεί πλέον η εφαρμογή ήταν μακράν μεγαλύτερος, η προσέγγιση της παρουσίασης δεδομένων από το backend στο frontend έπρεπε να αλλάξει. Συγκεκριμένα, παλαιότερα χρησιμοποιούνταν το μοντέλο MVC όπου, όταν το front-end ζητούσε πληροφορίες, μετέβαινε στον αντίστοιχο controller, ο οποίος γέμιζε με τα ζητούμενα δεδομένα το μοντέλο και έπειτα έστελνε το τελευταίο πίσω στο view στο σημείο όπου ζητήθηκαν. Πλέον, αυτή η διαδικασία έπαψε να είναι τόσο γρήγορη, και επομένως προτάθηκε η υλοποίηση όλων των κλήσεων από το front-end στους controllers με κλήσεις API, όπου δεδομένα έρχονται σε μορφή JSON και είναι ελαφρότερα και ακόμα, πολύ ευκολότερη η διαδικασία τόσο να τα λάβουμε, όσο και να τα χειριστούμε.

Έπειτα από την υλοποίηση των παραπάνω χαρακτηριστικών, και τη διάθεσή τους στους ίδιους χρήστες, ακολούθησε μια ακόμα δοκιμαστική φάση, όπου οι χρήστες χρησιμοποίησαν την εφαρμογή με τα νέα χαρακτηριστικά για ακόμα 10 εργάσιμες ημέρες, τις οποίες ακολούθησε μια συνάντηση με όλα τα μέλη της ομάδας του software για το ICM καθώς και τους χρήστες του vacDM. Αυτή η διαδικασία έγινε για δύο φορές επιπρόσθετα και σε αυτές τις συναντήσεις ανακαλύφθηκαν μικρά σφάλματα, τα οποία διορθώθηκαν στην πορεία, αλλά κυρίως προέκυψαν νέες ιδέες, οι οποίες στη συνέχεια υλοποιήθηκαν και ενσωματώθηκαν στο vacDM, κάποιες μόνο από τις οποίες είναι οι ακόλουθες:

1. Προτάθηκε η δυνατότητα να παραμετροποιηθεί και να γίνει configurable ο scheduler ο οποίος συγχρονίζει τα περιουσιακά στοιχεία και τις λειτουργικές θέσεις, από μια διαπροσωπεία χρήστη, συνεπώς θα έπρεπε να δημιουργηθεί η σχετική σελίδα.
2. Μιας και θα αυξανόταν ο αριθμός των χρηστών, προέκυψε η ιδέα της δημιουργίας σχετικής σελίδας για την δημιουργία, επεξεργασία και διαγραφή χρηστών.
3. Επιπλέον, γεννήθηκε η ιδέα του προφίλ χρήστη, όπου ο χρήστης θα μπορεί να δει τα αιτήματά του, και, σε περίπτωση που ανήκει σε μια ομάδα υπεύθυνων για εκτύπωση επικετών, τις εργασίες που θα πρέπει να εκτελέσει.
4. Επιπρόσθετα, έως τώρα, για τον συγχρονισμό του εξοπλισμού χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά ο scheduler κάθε ημέρα. Μιας και υπήρχε

ανάγκη για συγχρονισμό και μέσα στην ημέρα, προτάθηκε η δυνατότητα συγχρονισμού χειροκίνητα από το χρήστη με το πάτημα ενός κουμπιού.

5. Ακόμα, όταν υποβαλλόταν ένα αίτημα από κάποιο χρήστη, ναι μεν τα περιουσιακά στοιχεία δημιουργούνταν αυτόματα, όμως δεν συγχρονίζονταν αυτόματα με το InforEAM, κάτι το οποίο προτάθηκε από τους χρήστες.
6. Οι λειτουργικές θέσεις που θα παρουσιάζονταν στους χρήστες και που θα συγχρονίζονταν ήταν αποκλειστικά για τον LHC. Προτάθηκε η επέκταση του χαρακτηριστικού αυτού σε όλα τα μηχανήματα, δηλαδή και στον SPS και τον ComplexPS.
7. Δεν είχε προβλεφθεί ως τότε η δημιουργία μιας φόρμας στην οποία οι χρήστες αλλά και ο οποιοσδήποτε θα μπορούσαν να υποβάλουν ιδέες συνεχώς και να κάνουν report τυχόν σφάλματα και λάθη που εντόπισαν.

7.2 Αναλυτική παρουσίαση ελέγχου

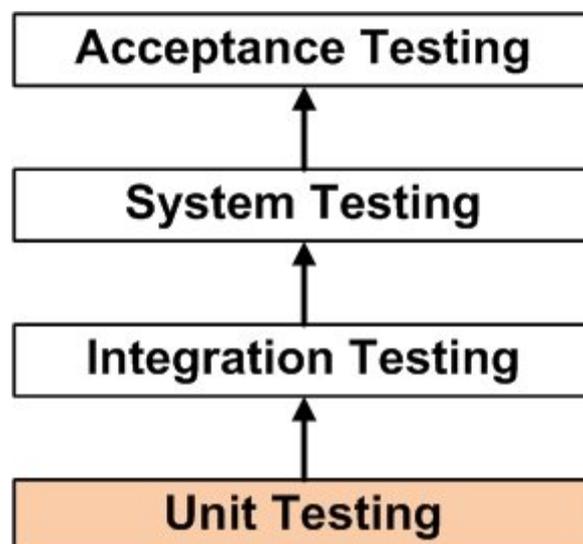
7.2.1 Unit testing

Προκειμένου να επιτύχουμε την ευρωστία του συστήματος, είναι απαραίτητο το σύστημα να υποβληθεί σε μια σουίτα δοκιμών και ελέγχων. Υπάρχουν διαφορετικά είδη ελέγχων όπως για παράδειγμα τα Unit Tests, Integration Tests, End-To-End Tests κ.ά.

Για τη δική μας εφαρμογή εφαρμόστηκε μια σουίτα από δοκιμές Unit Tests, τα οποία τρέχουν με το που υποβληθεί νέος κώδικας, και στόχο έχουν την εξασφάλιση πως το σύστημα εξακολουθεί να λειτουργεί όπως θα έπρεπε και πως δεν "έσπασε" ο ήδη υπάρχων κώδικας.

Ορισμός

Το Unit Testing είναι ένα επίπεδο δοκιμών λογισμικού όπου δοκιμάζονται μεμονωμένες μονάδες / στοιχεία ενός λογισμικού. Ο σκοπός είναι να επικυρωθεί ότι κάθε μονάδα του λογισμικού εκτελείται όπως έχει σχεδιαστεί. [96]



Εικόνα 84: Διαφορετικά είδη δοκιμασιών

Μια μονάδα είναι το μικρότερο δοκιμαστικό μέρος του λογισμικού. Έχει τις πιο πολλές φορές μία ή περισσότερες εισόδους και συνήθως μία μόνο έξοδο. Στον προγραμματισμό, μια μονάδα μπορεί να είναι ένα μεμονωμένο πρόγραμμα, μια λειτουργία, μια διαδικασία κ.λπ. Στον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό, η μικρότερη μονάδα είναι μια μέθοδος που μπορεί να ανήκει σε κλάση βάσης, αφηρημένη κλάση ή κληρονομημένη κλάση. Μερικοί αντιμετωπίζουν μια ενότητα κάποιας εφαρμογής ως μονάδα, το οποίο όμως θα πρέπει να αποθαρρύνεται, καθώς πιθανότατα υπάρχουν πολλές μεμονωμένες μονάδες μέσα σε αυτήν την ενότητα. [97]

Διάφορα frameworks, οδηγοί και "mock" ψεύτικα αντικείμενα χρησιμοποιούνται για να συμβάλλουν στο Unit Testing. Είναι το πρώτο επίπεδο των δοκιμών και εκτελείται πριν από το Integration Testing, συνήθως από τους ίδιους τους προγραμματιστές, ενώ σε σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να εκτελείται και από ανεξάρτητους δοκιμαστές λογισμικού.

Τα καθήκοντα ορίζονται ως εξής και περιλαμβάνουν τα τρία ακόλουθα στάδια:

- **Σχεδιασμός Unit testing**

Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει την προετοιμασία του σχεδιασμού για τις δοκιμές μονάδας. Έπειτα, εφόσον έχει προετοιμαστεί ένα αρχικό σχέδιο, οι υπεύθυνοι θα προβούν στην ανασκόπησή του, μέσω ανατροφοδότησης. Τέλος, αφού έχουν ληφθεί νέες ιδέες και προτάσεις, ο σχεδιασμός θα επαναληφθεί, μέχρι όλοι οι ενδιαφερόμενοι να είναι σύμφωνοι, και τελικά καθορίζεται ο τελικός σχεδιασμός που θα ακολουθηθεί σε όλη τη διάρκεια των δοκιμών.

- **Περιπτώσεις Unit testing**

Σε αυτό το στάδιο, οι διάφορες περιπτώσεις – cases – για τις δοκιμές μονάδας προετοιμάζονται, και αφού περάσουν από το στάδιο της ανασκόπησης, τελικά θα αναπροσαρμοσθούν μέχρι να πάρουν την τελική τους μορφή.

- **Εκτέλεση Unit testing**

Το στάδιο αυτό αποτελεί την ανάπτυξη και εκτέλεση της σουίτας των δοκιμών που έχουν αναπτυχθεί κατά τη διάρκεια των προηγούμενων σταδίων. [96]

Τα οφέλη που αποκομίσαμε είναι τα ακόλουθα:

- Αυξάνεται η εμπιστοσύνη στην αλλαγή καθώς και τη διατήρηση του κώδικα. Εάν γράφονται καλές δοκιμές και εάν εκτελούνται κάθε φορά που αλλάζει οποιοσδήποτε κώδικας, είναι δυνατόν να εντοπιστούν τυχόν ελαττώματα και σφάλματα που εισήχθησαν λόγω της αλλαγής. Επίσης, εάν τα μέρη του κώδικα έχουν ήδη γίνει λιγότερο αλληλεξαρτώμενα ώστε να είναι δυνατές οι επιμέρους δοκιμές, ο μη σκόπιμος αντίκτυπος των αλλαγών σε οποιονδήποτε κώδικα είναι μικρότερος.
- Ο κώδικας είναι περισσότερο επαναχρησιμοποιήσιμος. Για να είναι δυνατό το Unit Testing, ο κώδικας θα πρέπει να είναι αρθρωτός και οι μονάδες που τον απαρτίζουν ανεξάρτητες μεταξύ τους, άρα και ευκολότερο να επαναχρησιμοποιηθούν.
- Η ανάπτυξη νέου κώδικα και η ενσωμάτωσή του στον υπάρχοντα είναι ταχύτερη. Εάν κάποιος προγραμματιστής δεν έχει αναπτύξει unit tests, γράφει τον κώδικά του και εκτελεί διαδικασία αποσφαλμάτωσης - debugging, όπου ρυθμίζει κάποια σημεία διακοπής, ενεργοποιεί το γραφικό περιβάλλον χρήστη, παρέχει μερικές εισόδους και τελικά, ελπίζει ο κώδικας να δίνει το σωστό αποτέλεσμα. Αν είχε unit tests από την άλλη, γράφει απλά τη δοκιμή, γράφει τον κώδικα και εκτελεί

τη δοκιμή. Σίγουρα, η ανάπτυξη των δοκιμών χρειάζεται χρόνο, αλλά ο χρόνος αυτός αντισταθμίζεται από το μικρότερο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την εκτέλεση των δοκιμών. Επιπρόσθετα, τα unit tests είναι πιο αξιόπιστα από τις "δοκιμασίες προγραμματιστών". Τέλος, η ανάπτυξη είναι ταχύτερη και μακροπρόθεσμα. Η προσπάθεια που απαιτείται για να εντοπιστούν και να διορθωθούν τα ελαττώματα που εντοπίστηκαν κατά τη διάρκεια των δοκιμών είναι πολύ μικρότερη σε σύγκριση με την προσπάθεια που απαιτείται για την επίλυση των ελαττωμάτων που διαπιστώθηκαν κατά τη διάρκεια δοκιμών συστήματος ή δοκιμών αποδοχής.

- Το κόστος επισκευής ενός λάθους που ανιχνεύεται κατά τη διάρκεια του unit testing είναι μικρότερο σε σύγκριση με εκείνο των λαθών που ανιχνεύθηκαν σε υψηλότερα επίπεδα, αρκεί να αναλογιστούμε το κόστος (χρόνος, προσπάθεια, αίσθηση αιδούς προς τους χρήστες κ.λπ.) ενός ελαττώματος που εντοπίστηκε κατά τη διάρκεια των integration tests ή όταν το λογισμικό βρίσκεται στην παραγωγή και στη διάθεση των χρηστών.
- Η σάρωση είναι εύκολη. Όταν αποτύχει μια δοκιμή, πρέπει να διορθωθούν μόνο οι τελευταίες αλλαγές. Με τις δοκιμές σε υψηλότερα επίπεδα, αντιθέτως, οι αλλαγές που έγιναν στο διάστημα αρκετών ημερών, εβδομάδων ή ακόμα και μηνών πρέπει να σαρωθούν.
- Ο κώδικας είναι πιο αξιόπιστος, όπως προκύπτει και από όλα τα παραπάνω σημεία.

7.3 Σενάρια χρήσης

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής, δεν είχε νόημα η αποστολή ερωτηματολογίου στους χρήστες, μιας και κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της εφαρμογής υπήρχε άμεση ανατροφοδότηση και επαφή με τους τελευταίους, προκειμένου να καθοριστούν από εκείνους τους ίδιους οι ανάγκες και τα νέα χαρακτηριστικά που θα έπρεπε να ενσωματωθούν στην εφαρμογή.

Στο σημείο αυτό, παρουσιάζονται διαφορετικά σενάρια χρήστη, βάσει των διαφορετικών ρόλων που έχουν οριστεί από τις απαιτήσεις του συστήματος.

7.3.1 Σενάριο χρήσης - User

Περιγραφή ενός τυπικού χρήστη

Ο Νίκος είναι 29 ετών και εργάζεται ως ηλεκτρονικός μηχανικός στον τομέα ICM του CERN. Όπως οι περισσότεροι συνομήλικοί του και όπως προστάζει η εργασία του, είναι εξοικειωμένος με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η δουλειά του Νίκου περιλαμβάνει την επισήμανση του εξοπλισμού για το κενό για τον επιταχυντή LHC. Μόλις έφθασαν στα χέρια του 50 περιουσιακά στοιχεία, και συγκεκριμένα ελεγκτές για όργανα μέτρησης που μετρούν πίεση (pressure gauge controllers), τα οποία θα πρέπει πρώτα να επισημάνει με ετικέτες και έπειτα να τα τοποθετήσει στο τούνελ.

Χρήση της εφαρμογής vacDM

Η εφαρμογή vacDM έχει προσαρμοστεί ώστε οι χρήστες να μπορούν να ζητήσουν ετικέτες για κάποιον εξοπλισμό, να περιηγηθούν στα περιουσιακά στοιχεία και τις

λειτουργικές θέσεις και κυρίως, να διασφαλίζεται πως όλος ο εξοπλισμός είναι συγχρονισμένος με το InforEAM και με το σύστημα SCADA.

Ο Νίκος μέχρι πρόσφατα για να μπορέσει να λάβει τις απαραίτητες ετικέτες προκειμένου να επισημάνει τον εξοπλισμό για τον οποίο είναι υπεύθυνος, έπρεπε να απευθυνθεί προφορικά σε κάποιον υπεύθυνο του τμήματος για την εκτύπωση ετικετών. Έπειτα, ο υπεύθυνος αυτός, ύστερα από επεξεργασία ενός Excel file όπου φυλάσσονταν οι σχετικές πληροφορίες, εκτύπωνε τις αντίστοιχες ετικέτες, ο κωδικός που αναγράφεται στις οποίες πρέπει πάντα να είναι μοναδικός για κάθε περιουσιακό στοιχείο, και τις παρέδιδε στον Νίκο, μόλις ήταν έτοιμες. Η επικοινωνία ήταν προφορική ή μέσω μηνύματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μεταξύ των δύο.

Μετά την υλοποίηση της εφαρμογής vacDM, ο Νίκος πλέον χρησιμοποιεί την εφαρμογή για να λάβει τις ετικέτες που χρειάζεται για την εργασία του.

Αρχικά θα πρέπει να συνδεθεί στην εφαρμογή με τον CERN λογαριασμό του (Εικόνα 85). Έχουμε φροντίσει ώστε ο Νίκος να ανήκει στα πιθανά μέλη της εφαρμογής, συνεπώς μπορεί να συνδεθεί δίχως πρόβλημα. Πληκτρολογεί επομένως τα στοιχεία του και πατάει επάνω στο κουμπί "Είσοδος" ("Log In").



Εικόνα 85: Ο User συνδέεται με τα στοιχεία του CERN λογαριασμού του στην εφαρμογή

Εφόσον ο Νίκος συνδεθεί, μεταφέρεται στην πρώτη οθόνη, την αρχική σελίδα, όπου θα πρέπει να διαλέξει μεταξύ των επιλογών "Ετικέτες" ("Labels") και "Λειτουργικές Θέσεις" ("Functional Positions") (Εικόνα 86). Ο Νίκος θα επιλέξει το κουμπί με τη λεζάντα "Ετικέτες" ("Labels").



Εικόνα 86: Αρχική σελίδα

Με το πάτημα του κουμπιού, ο Νίκος μεταβαίνει στην αντίστοιχη σελίδα του vacDM, η οποία περιλαμβάνει κωδικούς εξοπλισμού όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω (Εικόνα 87). Αρχικά, ο Νίκος πρέπει να επιλέξει τον επιταχυντή τον οποίο επιθυμεί, μεταξύ των LHC, SPS, PS και κάποιους γενικούς κωδικούς για όλους τους επιταχυντές, οι οποίοι βρίσκονται κάτω από την επιλογή CERN.

In this page, all the vacuum equipment codes are displayed, along with the possibility to view and edit their corresponding information and request labels.

Machine: LHC (selected)

Filter printable equipment codes | Reset filters

Code ID	Equipment Code	Manufacturer	Responsible	Description	Last Product	Naming Scheme	Info	Request
27362	HCVA		GERMANN ROOONE	Vacuum (HC)	0	LHC	Info	Request
23861	HCVA			Vacuum - Assembly	0	LHC	Info	Request
25592	HCVA			Vacuum - Assembly	0	LHC	Info	Request
29126	HCVAH			Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 1100 Height	0	LHC	Info	Request
29127	HCVAH	PAUL CRUKSHANK		Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 1100 Height - Instrumentation I (VAZDG : VAZDG)	0	LHC	Info	Request
31949	HCVAH001	ERIC PAGE		Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 1100 Height - Instrumentation W (VAZDG : VPA-VPAWVAZDG)	0	LHC	Info	Request
22153	HCVAHW			Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 1100 Height - Instrumentation W (VAZDG : VPA,VAZDG)	0	LHC	Info	Request
23862	HCVAL			Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 950 Height	0	LHC	Info	Request
30960	HCVALB			Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 950 Height - Instrumentation B	0	LHC	Info	Request
10640	HCVALJ	PAUL CRUKSHANK		Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 950 Height - Instrumentation I (VAZDG : VAZDG)	0	LHC	Info	Request

Showing 1 to 10 of 2,639 entries

Previous 1 2 3 4 5 ... 264 Next

Εικόνα 87: Σελίδα με κωδικούς εξοπλισμού

Οι κωδικοί παρουσιάζονται με τη μορφή δέντρου αλφαβητικά, οπότε ο Νίκος μπορεί να περιηγηθεί προκειμένου να βρει τον κωδικό που επιθυμεί (Εικόνα 88).

In this page, all the vacuum equipment codes are displayed, along with the possibility to view and edit their corresponding information and request labels.

Machine: LHC

Equipment Codes: Show 10 entries

Code ID	Equipment Code	Manufacturer	Responsible	Description	Last Printed	Naming Scheme
24115	HCVRE		PAULO GOMES	Bakeout rack (Etuvage)	0	LHC
24116	HCVREM		PAULO GOMES	Bakeout rack (Etuvage) - Mobile	0	LHC
32353	HCVRE3MP01		NICOLAS ZELKO	Bakeout rack (Etuvage) - Mobile - 24 channels - Prototype	0	LHC
22396	HCVRE3M02	CR	PAULO GOMES	Bakeout rack (Etuvage) - Mobile - 24 + 8 channels, Ref. EDA-02165	97	LHC
20629	HCVRE3M01	CR	PAULO GOMES	Bakeout rack (Etuvage) - Mobile - 24 channels, Ref. EDA-01302	96	LHC
26976	HCVRE3M01	CR	PAULO GOMES	Bakeout rack (Etuvage) - Mobile - 8 channels, Ref. EDA-01420	16	LHC
32354	HCVRE3MP01		NICOLAS ZELKO	Bakeout rack (Etuvage) - Mobile - 8 channels - Prototype	0	LHC
32355	HCVRE3M01		NICOLAS ZELKO	Bakeout rack (Etuvage) - Mobile - 12 channels	0	LHC
32356	HCVRE3M01		NICOLAS ZELKO	Bakeout rack (Etuvage) - Mobile - 4 channels	0	LHC
32357	HCVRE3M03		NICOLAS ZELKO	Bakeout rack (Etuvage) - Mobile - RWKATHERM groupe LEP	0	LHC

Showing 1 to 10 of 11 entries (Filtered from 2,639 total entries)

Εικόνα 88: Περιήγηση στη σελίδα με τους κωδικούς εξοπλισμού

Ακόμα, ο Νίκος είναι δυνατόν να πληκτρολογήσει στο πεδίο αναζήτησης τον κωδικό που επιθυμεί, ή μέρος αυτού, όχι απαραίτητα αρχικό, και έτσι να εμφανιστούν μόνο οι σχετικές εγγραφές. Επιπρόσθετα, είναι δυνατή η αναζήτηση των υπόλοιπων πεδίων, κάποια από τα οποία περιλαμβάνουν αναγνωριστικό κωδικού, κατασκευαστή, υπεύθυνο άτομο για τον κωδικό εξοπλισμού, περιγραφή και άλλα.

In this page, all the vacuum equipment codes are displayed, along with the possibility to view and edit their corresponding information and request labels.

Machine: LHC

Equipment Codes: Show 10 entries

Search: pressure gauge

Code ID	Equipment Code	Manufacturer	Responsible	Description	Last Printed	Naming Scheme
29378	HCVRGP300	PF	PAULO GOMES	Gauge controller - Pressure gauge controller - TPGs controller - Pfeiffer-Ibazers - Serie 300 - TPG300 (posts VRM1 cards)	1227	LHC
22432	HCVRGP801	VK	PAULO GOMES	Gauge controller - Pressure gauge controller - VOLOTEK controller - VGC1900	490	LHC
31137	HCVRGP801	CR	PAULO GOMES	Gauge controller - Pressure gauge controller - Gauges controller (Local) (VRUGE) - Box for VGRPM controls + VPGF local patch-panel to ND100 cable	310	LHC
27594	HCVRGP804	CR	PAULO GOMES	Gauge controller - Pressure gauge controller - VGI Power Supply - Type VOLOTEK, stainless steel box, Bunday 12 M and Bunday 8 F on face	309	LHC
24116	HCVRGPC01	VC	PAULO GOMES	Gauge controller - Pressure gauge controller - VIONIC controller	65	LHC
25861	HCVRGP801	PF	PAULO GOMES	Gauge controller - Pressure gauge controller - ASP101 controller - Pfeiffer-Ibazers - For membrane piezo gauge	40	LHC
20635	HCVRGP262	PF	PAULO GOMES	Gauge controller - Pressure gauge controller - TPGs controller - Pfeiffer-Ibazers - Serie 262 - TPG262	35	LHC
25862	HCVRGP252	PF	PAULO GOMES	Gauge controller - Pressure gauge controller - TPGs controller - Pfeiffer-Ibazers - Serie 252 - TPG252	19	LHC
27593	HCVRGP		PAULO GOMES	Gauge controller - Pressure gauge controller	0	LHC
31139	HCVRGP902	VK	PAULO GOMES	Gauge controller - Pressure gauge controller - VGI Power Supply - SH Electronic, Output 2x10V/5A, Bunday 12 M on cable, Bunday 8 F on box	0	LHC

Showing 1 to 10 of 21 entries (Filtered from 2,639 total entries)

Εικόνα 89: Αναζήτηση στη σελίδα με τους κωδικούς εξοπλισμού

Αφού ο Νίκος βρει τον κωδικό εξοπλισμού για τον οποίο επιθυμεί να αποκτήσει ετικέτες, ο οποίος στην συγκεκριμένη περίπτωση αποτελεί την πρώτη εγγραφή, δηλαδή τον κωδικό HCVRGPT300, θα ήθελε να δει περισσότερες πληροφορίες για αυτόν. Έτσι επιλέγει το κουμπί "Πληροφορίες" ("Info") και το ακόλουθο παράθυρο εμφανίζεται στην οθόνη.



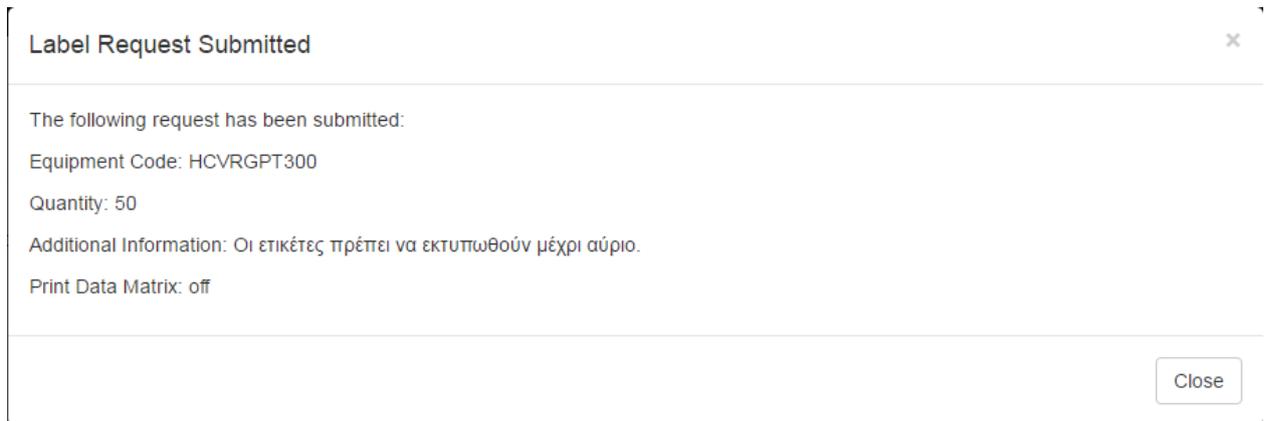
Εικόνα 90: Παράθυρο με πληροφορίες για κωδικό εξοπλισμού

Αφού ο Νίκος δει τις απαραίτητες πληροφορίες που τον ενδιαφέρουν, και συγκεκριμένα τον κατασκευαστή και τις διαστάσεις του, κλείνει το παράθυρο, πατώντας επάνω στο κουμπί "Κλείσιμο" ("Close"). Έφτασε η στιγμή ο Νίκος να ζητήσει ετικέτες. Συνεπώς, θα πατήσει επάνω στο κουμπί "Αίτημα" ("Request") και το ακόλουθο παράθυρο θα εμφανιστεί, όπου ο Νίκος θα συμπληρώσει τα πεδία ποσότητα, επιπλέον πληροφορίες και θα επιλέξει τον τύπο των ετικετών που επιθυμεί. Έπειτα, επικυρώνει το αίτημα.



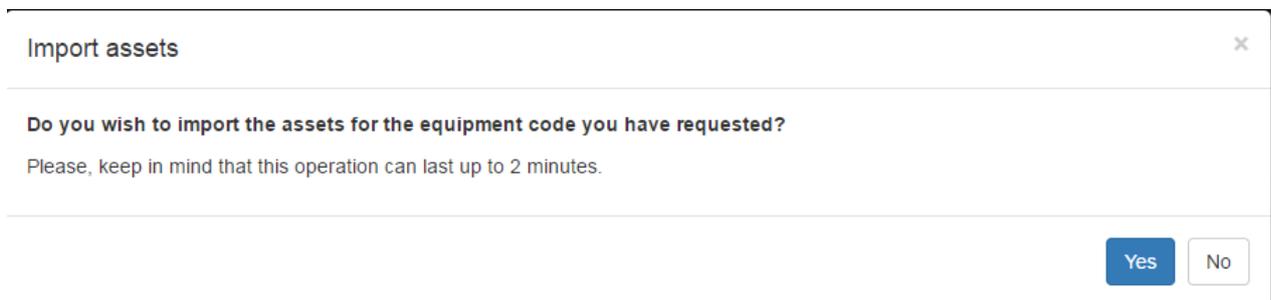
Εικόνα 91: Παράθυρο για αίτημα ετικετών για κωδικό εξοπλισμού

Ο Νίκος λαμβάνει το ακόλουθο μήνυμα στην οθόνη του επιβεβαιώνοντας ότι το αίτημά του υποβλήθηκε επιτυχώς.



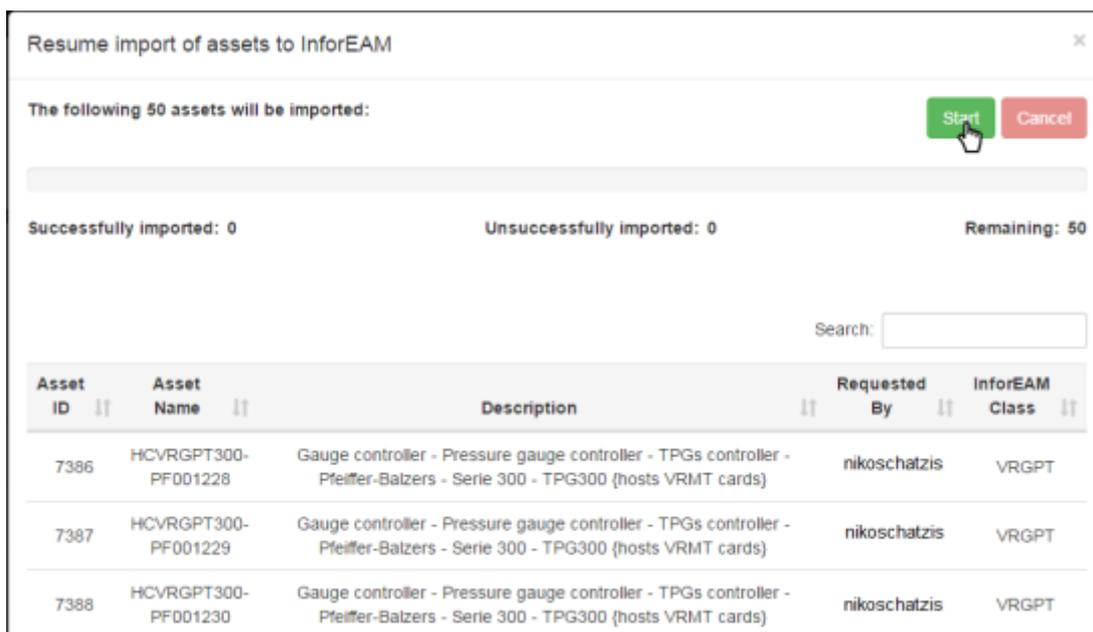
Εικόνα 92: Επιτυχής υποβολή αιτήματος για ετικέτες

Μόλις κλείνει το παράθυρο αυτό ο Νίκος, εμφανίζεται το ακόλουθο μήνυμα στην οθόνη, το οποίο ζητά από το Νίκο να δημιουργήσει τα καινούρια Assets, που δημιουργήθηκαν από το αίτημά του για εκτύπωση ετικετών, στο InforEAM. Ο Νίκος, μιας και έχει χρόνο, επιλέγει να τα δημιουργήσει, επομένως πατάει επάνω στην επιλογή "Ναι" ("Yes").



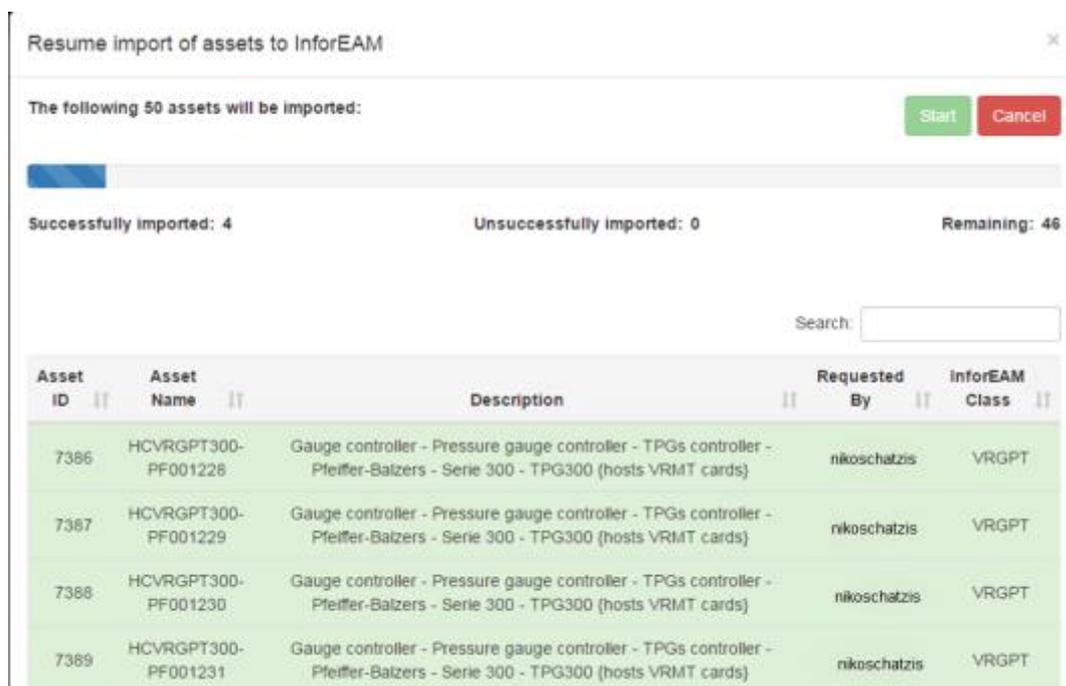
Εικόνα 93: Συγχρονισμός καινούριων περιουσιακών στοιχείων με το InforEAM

Αφού ο Νίκος επιλέξει το "Ναι" ("Yes"), η ακόλουθη οθόνη εμφανίζεται (Εικόνα 94), όπου τα νέα περιουσιακά στοιχεία εμφανίζονται στο σχετικό modal και ο Νίκος πατάει επάνω στο κουμπί "Εναρξη" ("Start"), για να ξεκινήσει η διαδικασία συγχρονισμού.



Εικόνα 94: Παράθυρο για τη δημιουργία των περιουσιακών στοιχείων στο InforEAM

Όταν πατηθεί το κουμπί, για κάθε εγγραφή, φαίνεται κατά πόσον είναι επιτυχής ο συγχρονισμός ή όχι, καθώς εμφανίζεται η αντίστοιχη γραμμή του πίνακα με πράσινο χρώμα, εφόσον ήταν επιτυχής, ή με κόκκινο, εάν δεν ήταν, και επιπρόσθετα εμφανίζεται ως tooltip το πρόβλημα που προέκυψε και ευθύνεται για την αποτυχία. Ακόμα, εάν κάτι προκύψει στο Νίκο, για παράδειγμα εάν αυτός χρειαστεί να φύγει άμεσα, μπορεί να πατήσει το κουμπί ακύρωσης της διαδικασίας "Ακύρωση" ("Cancel"). Ο Νίκος τελείωσε το συγχρονισμό των νέων περιουσιακών στοιχείων και τέλος, για να κλείσει το παράθυρο μπορεί να πατήσει στο εικονίδιο X στο πάνω δεξί μέρος του, ή το κουμπί "Κλείσιμο" ("Close"), στο κάτω δεξί μέρος του (δεν είναι φανερό στην ακόλουθη εικόνα).



Εικόνα 95: Παράθυρο για τη δημιουργία των περιουσιακών στοιχείων στο InforEAM, κατά τη διαδικασία δημιουργίας τους

Έπειτα, ο Νίκος θα ήθελε να ελέγξει το ιστορικό, για να είναι σίγουρος πως καταγράφηκε το αίτημα του. Έτσι, θα μεταβεί στη σελίδα του ιστορικού των αιτημάτων, και θα δει πως το αίτημά του είναι το πιο πρόσφατο, δηλαδή η πρώτη εγγραφή που εμφανίζεται.

Request ID	Equipment Code	Quantity	Batch	Additional information	Data Matrix requested	Requested By	Date of request
989	HCVRGPT300	50	HCVRGPT300-FF001228 - HCVRGPT300-FF001277	Οι σελίδες πρέπει να κατασκευασθούν μετρη ολόγ.	true	nikoschatzis	2017-06-30 09:20:25
988	HCVMAGC001	20	HCVMAGC001-CR000145 - HCVMAGC001-CR000187		false	apiviewer	2017-06-22 14:10:49
987	HCVMAGC001	20	HCVMAGC001-CR000098 - HCVMAGC001-CR000147		false	apiviewer	2017-06-22 14:10:19
986	HCVRMA001	10	HCVRMA001-CR000047 - HCVRMA001-CR000056		false	gpkoka	2017-06-19 19:14:44
985	HCVRMA001	10	HCVRMA001-CR000017 - HCVRMA001-CR000046	For point 1	false	gpkoka	2017-06-19 13:53:55
984	HCVMAGC001	1	HCVMAGC001-CR000097 - HCVMAGC001-CR000097	↑	false	gpkoka	2017-06-16 17:14:53
983	HCVCDA001	30	HCVCDA001-CR000063 - HCVCDA001-CR000093	These are needed for LHE	true	gpkoka	2017-06-16 14:22:06
982	HCVMAGC002	30	HCVMAGC002-CR000063 - HCVMAGC002-CR000063		false	gpkoka	2017-06-16 14:21:39
981	HCVRGAC001	100	HCVRGAC001-LY000001 - HCVRGAC001-LY000100	Deliver test to my office	true	apiviewer	2017-06-01 16:02:51
978	HCVMAGC001	2	HCVMAGC001-CR000096 - HCVMAGC001-CR000096		false	gpkoka	2017-05-24 11:33:49
977	HCVRMA002	50	HCVRMA002-CR000045 - HCVRMA002-CR000097	Deliver test	true	apiviewer	2017-05-19 19:40:33
971	HCVMAGC002	2	HCVMAGC002-CR000096 - HCVMAGC002-CR000097		false	gpkoka	2017-05-11 11:55:49
975	HCVTBA001	3	HCVTBA001-CR000002 - HCVTBA001-CR000000	test	true	gpkoka	2017-05-10 17:42:52
969	HCVTBA001	2	HCVTBA001-CR000002 - HCVTBA001-CR000000	test	true	gpkoka	2017-05-10 17:36:58
968	HCVTBA001	3	HCVTBA001-CR000002 - HCVTBA001-CR000000		false	gpkoka	2017-05-10 17:30:52
959	HCVTBA001	1	HCVTBA001-CR000001 - HCVTBA001-CR000001		false	gpkoka	2017-05-10 17:52:41
958	HCVMAGC002	40	HCVMAGC002-CR000011 - HCVMAGC002-CR000095		false	gpkoka	2017-05-09 19:21:41
957	HCVMAGC001	22	HCVMAGC001-CR000073 - HCVMAGC001-CR000094	test to check if job is working	false	gpkoka	2017-05-09 14:52:31
956	HCVMAGC001	10	HCVMAGC001-CR000063 - HCVMAGC001-CR000072	ANADOLA	true	apiviewer	2017-05-04 16:40:03
955	HCVMAGC001	10	HCVMAGC001-CR000063 - HCVMAGC001-CR000062		false	apiviewer	2017-05-04 16:37:29
			HCVMAGC001-CR000062		true	apiviewer	2017-05-04 16:40:57

Εικόνα 96: Σελίδα για το ιστορικό των αιτημάτων ετικετών

Επιπλέον, ο Νίκος θέλει να δει όλα τα αιτήματα τα οποία έχει υποβάλλει ως τώρα, και συνεπώς θα περιηγηθεί στο πάνω δεξι μέρος της οθόνης, και θα πατήσει επάνω στο όνομά του "nikoschatzis", όπου θα εμφανιστεί ένα drop-down menu, και τελικά εκείνος θα διαλέξει την επιλογή "Τα αιτήματά μου" ("My requests").

Request ID	Equipment Code	Quantity	Batch	Additional information	Data Matrix requested	Date of request	Posted	Posting day
929	HCVMAGC002	1	HCVMAGC002-CR000001 - HCVMAGC002-CR000001	this is a test	true	2017-04-12 13:31:38	✓	2017-04-19 10:01:02
930	HCVMAGC002	2	HCVMAGC002-CR000002 - HCVMAGC002-CR000003		false	2017-04-12 15:23:06	✓	2017-04-19 10:02:26
978	HCVMAGC001	2	HCVMAGC001-CR000095 - HCVMAGC001-CR000096		false	2017-05-24 11:20:43	✗	
982	HCVMAGC002	30	HCVMAGC002-CR000063 - HCVMAGC002-CR000063		false	2017-06-16 14:21:39	✗	
983	HCVCDA001	30	HCVCDA001-CR000063 - HCVCDA001-CR000092	These are needed for LHE	true	2017-06-16 14:22:06	✗	
985	HCVRMA001	10	HCVRMA001-CR000017 - HCVRMA001-CR000046	For point 1	false	2017-06-19 13:53:55	✗	
986	HCVRMA001	10	HCVRMA001-CR000047 - HCVRMA001-CR000056		false	2017-06-19 19:14:44	✗	
989	HCVRGPT300	50	HCVRGPT300-FF001228 - HCVRGPT300-FF001277	Οι σελίδες πρέπει να κατασκευασθούν μετρη ολόγ.	false	2017-06-30 09:20:25	✗	

Εικόνα 97: Σελίδα για το ιστορικό αιτημάτων ετικετών του χρήστη

Τέλος, ο Νίκος θα αποσυνδεθεί από την εφαρμογή, πατώντας στο πάνω δεξί κουμπί της οθόνης, το οποίο αναφέρει "Αποσύνδεση" ("Logout").

Όταν εκτυπωθούν οι ετικέτες, ο Νίκος θα λάβει σχετική ειδοποίηση μέσω μηνύματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.



Εικόνα 98: Μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που λαμβάνει ο χρήστης όταν εκτυπωθούν οι ετικέτες που αιτήθηκε

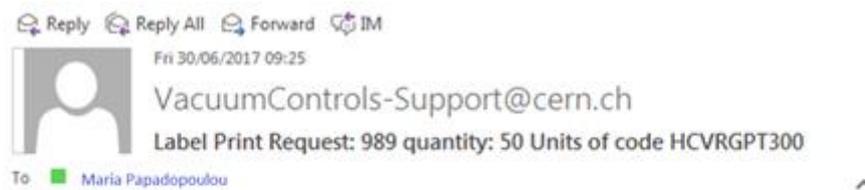
Τέλος, μόλις ο Νίκος λάβει το εν λόγω μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, θα επικοινωνήσει με τον υπεύθυνο ο οποίος εκτύπωσε τις ετικέτες που αυτός είχε ζητήσει, προκειμένου να τις παραλάβει και να τις τοποθετήσει στο νέο εξοπλισμό, τον οποίο έπειτα θα τοποθετήσει στο τούνελ του LHC.

7.3.2 Σενάριο χρήσης - Printer Responsible

Περιγραφή ενός τυπικού χρήστη

Η Μαρία είναι 25 ετών και εργάζεται ως ηλεκτρολόγος μηχανικός στο τμήμα ICM του CERN. Όπως είναι αναμενόμενο, είναι εξοικειωμένη με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η δουλειά της, μιας και ανήκει στο τμήμα λογισμικού του ICM, εκτός των άλλων, περιλαμβάνει την εκτύπωση ετικετών για τον εξοπλισμό του κενού και συγκεκριμένα του τομέα ICM, για τους διάφορους επιταχυντές, έπειτα από αντίστοιχα αιτήματα συναδέλφων της.

Η Μαρία μόλις έλαβε ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, το οποίο φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 99: Μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που λαμβάνει ο Printer Responsible για την εκτύπωση ετικετών

Συνεπώς, ενημερώνεται μετά την υποβολή αιτήματος του συναδέλφου της, Νίκου, και μάλιστα βλέπει πως αυτός τις χρειάζεται άμεσα. Συνεπώς, το επόμενο της βήμα είναι να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή vacDM.

Χρήση της εφαρμογής vacDM

Αρχικά θα πρέπει να συνδεθεί στην εφαρμογή με τον CERN λογαριασμό της (Εικόνα 100). Έχουμε φροντίσει ώστε η Μαρία να ανήκει στα μέλη της εφαρμογής, συνεπώς μπορεί να συνδεθεί δίχως πρόβλημα. Πληκτρολογεί επομένως τα στοιχεία της και πατάει επάνω στο κουμπί "Είσοδος" ("Log In").



Εικόνα 100: Ο χρήστης συνδέεται με τα στοιχεία του CERN λογαριασμού στην εφαρμογή

Εφόσον η Μαρία συνδεθεί, μεταφέρεται στην πρώτη οθόνη όπου θα πρέπει να διαλέξει μεταξύ των επιλογών "Ετικέτες" ("Labels") και "Λειτουργικές Θέσεις" ("Functional Positions") (Εικόνα 101). Η Μαρία θα επιλέξει το κουμπί με τη λεζάντα "Ετικέτες" ("Labels").



Εικόνα 101: Αρχική σελίδα

Έπειτα, η Μαρία θα επιλέξει να δει όλες τις εκκρεμείς της εργασίες σχετικά με την εκτύπωση ετικετών, και συνεπώς θα περιηγηθεί στο πάνω δεξί μέρος της οθόνης, και θα πατήσει επάνω στο όνομά της "maria.pap" και θα εμφανιστεί ένα drop-down menu, όπου εκείνη θα επιλέξει το "Οι εργασίες μου" ("My jobs").

In this page, all the vacuum equipment codes are displayed, along with the possibility to view and edit their corresponding information and request labels.

Machine: LHC

Equipment Codes: Show 10 entries

Code ID	Equipment Code	Manufacturer	Responsible	Description	Last Printed	Naming Scheme	Info	Request
27362	HCV		GERHARVA REDDONE	Vacuum (HK)	0	LHC	Info	Request
23861	HCVA			Vacuum - Assembly	0	LHC	Info	Request
25592	HCVA			Vacuum - Assembly	0	LHC	Info	Request
29126	HCVAH			Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 1100 Height	0	LHC	Info	Request
29127	HCVAH	PAUL CRUKSHANK		Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 1100 Height - Instrumentation I (VAZDG : VAZDK)	0	LHC	Info	Request
31948	HCVAHW01	ERIC PAGE		Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 1100 Height - Instrumentation W (VAZDG : VPA-VPALVAZDG)	0	LHC	Info	Request
22103	HCVAHW			Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 1100 Height - Instrumentation W (VAZDG : VPAVAZDG)	0	LHC	Info	Request
23862	HCVAL			Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 900 Height	0	LHC	Info	Request
30865	HCVALB			Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 900 Height - Instrumentation B	0	LHC	Info	Request
18548	HCVALI	PAUL CRUKSHANK		Vacuum - Assembly - 63 Sector Valves, 182 Separation - 900 Height - Instrumentation I (VAZDG : VAZDK)	0	LHC	Info	Request

Showing 1 to 10 of 2,639 entries

Previous 1 2 3 4 5 ... 264 Next

Εικόνα 102: Σελίδα με κωδικούς εξοπλισμού, επιλογή της σελίδας Οι εργασίες μου

Η Μαρία βλέπει στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής τις εργασίες εκτύπωσης που έχει να διεκπεραιώσει, και ξεκινά. Μιας και η πιο επείγουσα εργασία φαίνεται αυτή για την οποία υπέβαλλε αίτημα ο Νίκος, θα ξεκινήσει την εκτύπωση αυτών των ετικετών. Με το ειδικό λογισμικό και τον εκτυπωτή που έχει στο γραφείο της, θα εκτυπώσει τις ετικέτες βάσει της ποσότητας και του τύπου που φαίνεται στο αίτημα του Νίκου. Έπειτα, όταν εκτυπωθεί η δεσμίδα των ετικετών που αναφέρεται στο αίτημα, η Μαρία μεταβαίνει στην αντίστοιχη εγγραφή και επιλέγει το κουμπί που αναφέρει "Εκτυπώθηκαν αυτά που βρίσκονταν σε αναμονή" ("Clear On Hold").

Request ID	Equipment Code	Quantity	Batch	Additional information	Data Matrix requested	Requested By	Date of request	Printer Responsible	Printer Group
989	HCVRGPT300	50	HCVRGPT300-PF001228 - HCVRGPT300-PF001277	Οι ετικέτες θα πρέπει να εκτυπωθούν μετ'επίσκεψης	false	nikoschatzis	2017-06-30 09:25:25	jlganza	icon-printer
986	HCVRMA001	10	HCVRMA001-CR000047 - HCVRMA001-CR000056		false	jlganza	2017-06-19 15:14:44	jlganza	icon-printer
985	HCVRMA001	10	HCVRMA001-CR000057 - HCVRMA001-CR000066	For post 1	false	jlganza	2017-06-19 13:53:55	jlganza	icon-printer
982	HCVRMG002	20	HCVRMG002-CR000053 - HCVRMG002-CR000062		false	jlganza	2017-06-16 14:21:39	jlganza	icon-printer
981	HCVRGAC001	100	HCVRGAC001-LY000001 - HCVRGAC001-LY000100	Deliver fast to my office	true	apaxani	2017-06-01 16:05:51	jlganza	icon-printer
977	HCVRMA002	50	HCVRMA002-CR000048 - HCVRMA002-CR000057	Deliver fast	true	apaxani	2017-05-11 15:45:33	jlganza	icon-printer
971	HCVRMG002	2	HCVRMG002-CR000056 - HCVRMG002-CR000057		false	jlganza	2017-05-11 11:39:45	jlganza	icon-printer
970	HCVTBA001	3	HCVTBA001-CR0000-1 - HCVTBA001-CR000003		true	jlganza	2017-05-10 17:42:02	jlganza	icon-printer
969	HCVTBA001	2	HCVTBA001-CR0000-1 - HCVTBA001-CR000003		true	jlganza	2017-05-10 17:36:58	jlganza	icon-printer
968	HCVTBA001	3	HCVTBA001-CR0000-2 - HCVTBA001-CR000003		false	jlganza	2017-05-10 17:35:02	jlganza	icon-printer

Εικόνα 103: Σελίδα με εκκρεμείς εργασίες εκτύπωσης ετικετών

Το ακόλουθο παράθυρο εμφανίζεται, με τα πεδία συμπληρωμένα, και το μοναδικό πράγμα που χρειάζεται να συμπληρώσει η Μαρία, εάν επιθυμεί, είναι κάποιο σχόλιο, το οποίο θα αποσταλεί σαν μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στο Νίκο. Τέλος, η Μαρία επιβεβαιώνει την ενέργεια (Εικόνα 104).

You are requesting to reset on Hold Labels

Please make sure you have printed the following labels:

Request id: 989

Equipment Code: HCVRGPT300

Batch: HCVRGPT300-PF001228 - HCVRGPT300-PF001277

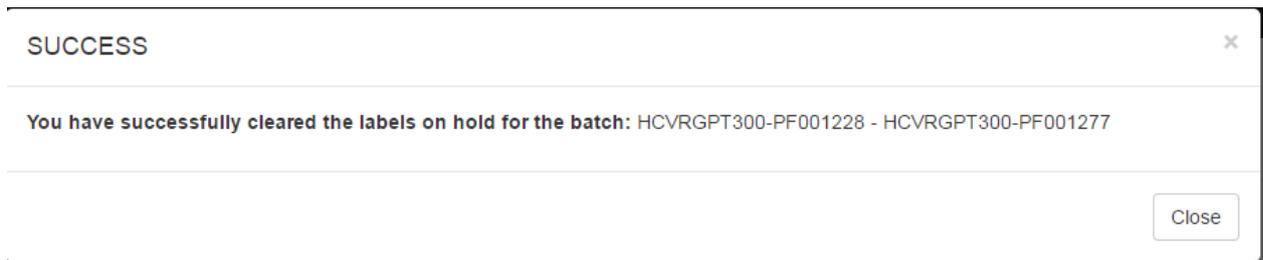
Requestor: nikoschatzis

Comment: Νίκο, οι ετικέτες είναι εκτυπωμένες. Μπορείς να περάσεις από το γραφείο μου

Confirm **Close**

Εικόνα 104: Παράθυρο για επιβεβαίωση εκτύπωσης δεσμίδας ετικετών

Το επόμενο παράθυρο εμφανίζεται το οποίο επιβεβαιώνει πως η ενέργεια ήταν επιτυχής.



Εικόνα 105: Επιτυχής ενέργεια εκτύπωσης ετικετών

Η Μαρία ακολουθεί την ίδια διαδικασία προκειμένου να ολοκληρώσει όλες τις εκκρεμείς εργασίες της και πλέον είναι έτοιμη για να αποσυνδεθεί από την εφαρμογή. Για να συμβεί αυτό πατά στο πάνω δεξι μέρος του παραθύρου, το κουμπί το οποίο αναγράφει "Αποσύνδεση" ("Logout").



Εικόνα 106: Αποσύνδεση χρήστη

7.3.3 Σενάριο χρήσης - Admin

Περιγραφή ενός τυπικού χρήστη

Ο Ανδρέας είναι 32 ετών και εργάζεται ως ηλεκτρολόγος μηχανικός στο τμήμα ICM του CERN, και μάλιστα ηγείται της ομάδας του λογισμικού. Όπως είναι αναμενόμενο, είναι εξοικειωμένος με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, μιας και είναι επιπλέον υπεύθυνος για το σύστημα SCADA ολόκληρου του Vacuum Group, τη συντήρησή του και την ανάπτυξη νέων χαρακτηριστικών γι' αυτό. Η δουλειά του περιλαμβάνει τη διασφάλιση της ποιότητας των δεδομένων και θα πρέπει να φροντίσει όλος ο εξοπλισμός ο οποίος εμφανίζεται στο σύστημα SCADA να είναι δηλωμένος στο σύστημα Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων, InforEAM.

Στο παρελθόν, ο Ανδρέας έπρεπε να φροντίζει να δημιουργεί νέο εξοπλισμό χειροκίνητα στο InforEAM, ενώ ήταν αδύνατο να παρακολουθεί και να ενημερώνει τυχόν αλλαγές σε ήδη ορισμένο εξοπλισμό. Ο Ανδρέας επωφελήθηκε ιδιαίτερα από την εφαρμογή vacDM, καθώς διευκολύνει τη δουλειά του, μιας και το μόνο που χρειάζεται πλέον να κάνει είναι να μπει στην εφαρμογή και να επιβεβαιώσει ότι ο εξοπλισμός είναι συγχρονισμένος, ή σε περιπτώσεις που βιάζεται για το συγχρονισμό και αδυνατεί να περιμένει μέχρι να συμβεί η τακτική αυτόματη ενημέρωση κάθε βράδυ, να πραγματοποιήσει ο ίδιος τον συγχρονισμό με το πάτημα ενός κουμπιού.

Έστω ότι τη δεδομένη στιγμή ενημερώθηκαν κάποιες λειτουργικές θέσεις για τον επιταχυντή SPS. Επιπρόσθετα, ήρθε πρόσφατα στο τμήμα ένας νέος συνεργάτης, ο Χρήστος, ο οποίος θα πρέπει να δηλωθεί ως *User* στο vacDM. Συνεπώς, το επόμενο βήμα του Ανδρέα είναι να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή vacDM.

Χρήση της εφαρμογής vacDM

Αρχικά θα πρέπει να συνδεθεί στην εφαρμογή με τον CERN λογαριασμό του (Εικόνα 107). Πληκτρολογεί επομένως τα στοιχεία του και πατάει επάνω στο κουμπί "Είσοδος" ("Log In").



Εικόνα 107: Ο χρήστης συνδέεται με τα στοιχεία του CERN λογαριασμού στην εφαρμογή

Εφόσον ο Ανδρέας συνδεθεί, μεταφέρεται στην πρώτη οθόνη, όπου θα πρέπει να διαλέξει μεταξύ των επιλογών "Ετικέτες" ("Labels") και "Λειτουργικές Θέσεις" ("Functional Positions") (Εικόνα 108), όπου θα επιλέξει το κουμπί με τη λεζάντα "Λειτουργικές Θέσεις" ("Functional Positions").



Εικόνα 108: Αρχική σελίδα

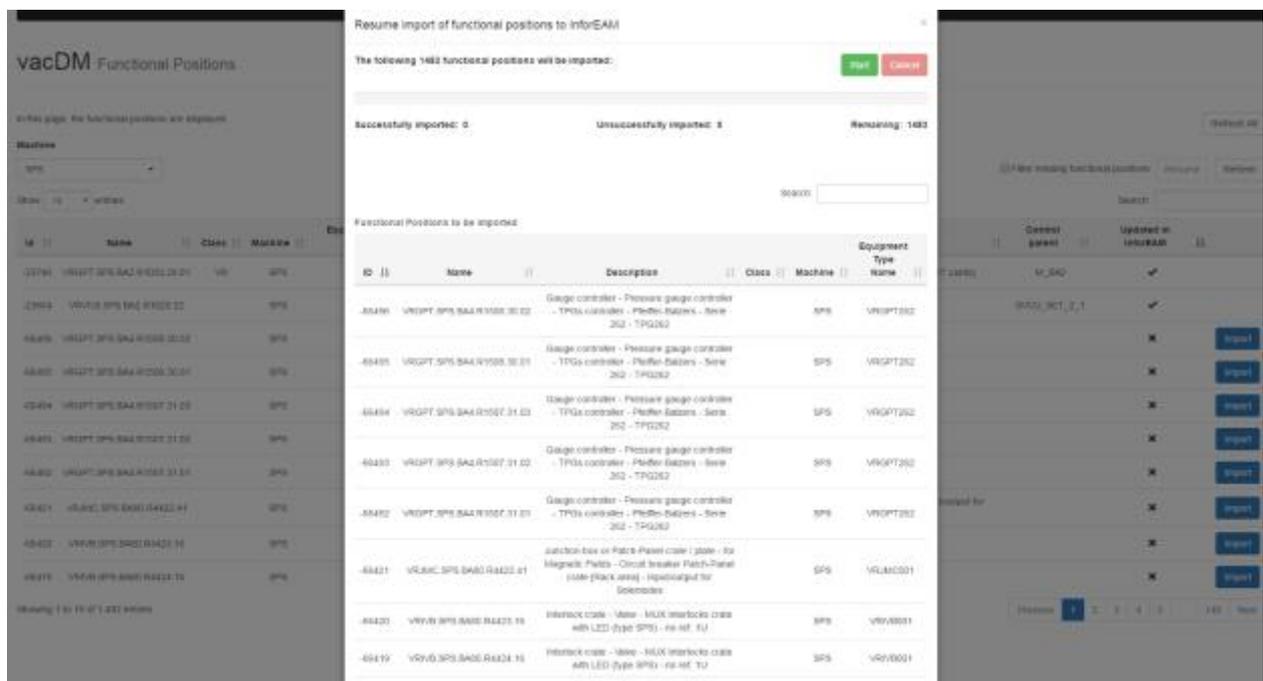
Έτσι, ο Ανδρέας οδηγείται στην παρακάτω σελίδα, όπου παρατηρεί πως αρκετές από τις λειτουργικές θέσεις δεν είναι συγχρονισμένες με το InforEAM, και συνεπώς θα φροντίσει ο ίδιος χειροκίνητα για τον συγχρονισμό τους, με το πάτημα ενός κουμπιού, αυτό το οποίο φέρει τον τίτλο "Επανάληψη" ("Resume"), όπως φαίνεται και παρακάτω (Εικόνα 109).

ID	Name	Class	Machine	Equipment Type	Description	Control panel	Updated in InforEAM
23745	VRGPT SPS BA2 R1202 28.01	VR	SPS	VRGPT300	Gauge controller - Pressure gauge controller - TPOs controller - Pfeiffer-Isobars - Serie 300 - TPO100 φασία VRM7 2αρχή	SI_BA2	✓
23984	VRUCS SPS BA2 R1020 22		SPS	VRUCS001	Valves controller - Crane (Previous) SDCU crane - SPS crane - Ref: EGA 20210 (φασία VRM11507 Crane)	SDCU_RET_2_1	✓
46490	VRGPT SPS BA4 R1506 30.02		SPS	VRGPT262	Gauge controller - Pressure gauge controller - TPOs controller - Pfeiffer-Isobars - Serie 262 - TPO262		✗ Resume
48485	VRGPT SPS BA4 R1508 30.01		SPS	VRGPT262	Gauge controller - Pressure gauge controller - TPOs controller - Pfeiffer-Isobars - Serie 262 - TPO262		✗ Resume
48484	VRGPT SPS BA4 R1507 31.02		SPS	VRGPT262	Gauge controller - Pressure gauge controller - TPOs controller - Pfeiffer-Isobars - Serie 262 - TPO262		✗ Resume
48485	VRGPT SPS BA4 R1507 31.02		SPS	VRGPT262	Gauge controller - Pressure gauge controller - TPOs controller - Pfeiffer-Isobars - Serie 262 - TPO262		✗ Resume
48482	VRGPT SPS BA4 R1507 31.01		SPS	VRGPT262	Gauge controller - Pressure gauge controller - TPOs controller - Pfeiffer-Isobars - Serie 262 - TPO262		✗ Resume
26421	VRUAC SPS BA05 R4422 41		SPS	VRUAC001	Lockbox box in Patch Panel crate - pass - for Integrals Panels - Circuit breaker Patch Panel crate (BAK area) - output input for Schematics		✗ Resume
48420	VRVIB SPS BA02 R4423 16		SPS	VRVIB001	Interlock crate - Valve - MUX Interlocks crate with LED (type SPS) - no ref. 11J		✗ Resume
48419	VRVIB SPS BA02 R4424 16		SPS	VRVIB001	Interlock crate - Valve - MUX Interlocks crate with LED (type SPS) - no ref. 11J		✗ Resume

Εικόνα 109: Σελίδα με Λειτουργικές Θέσεις

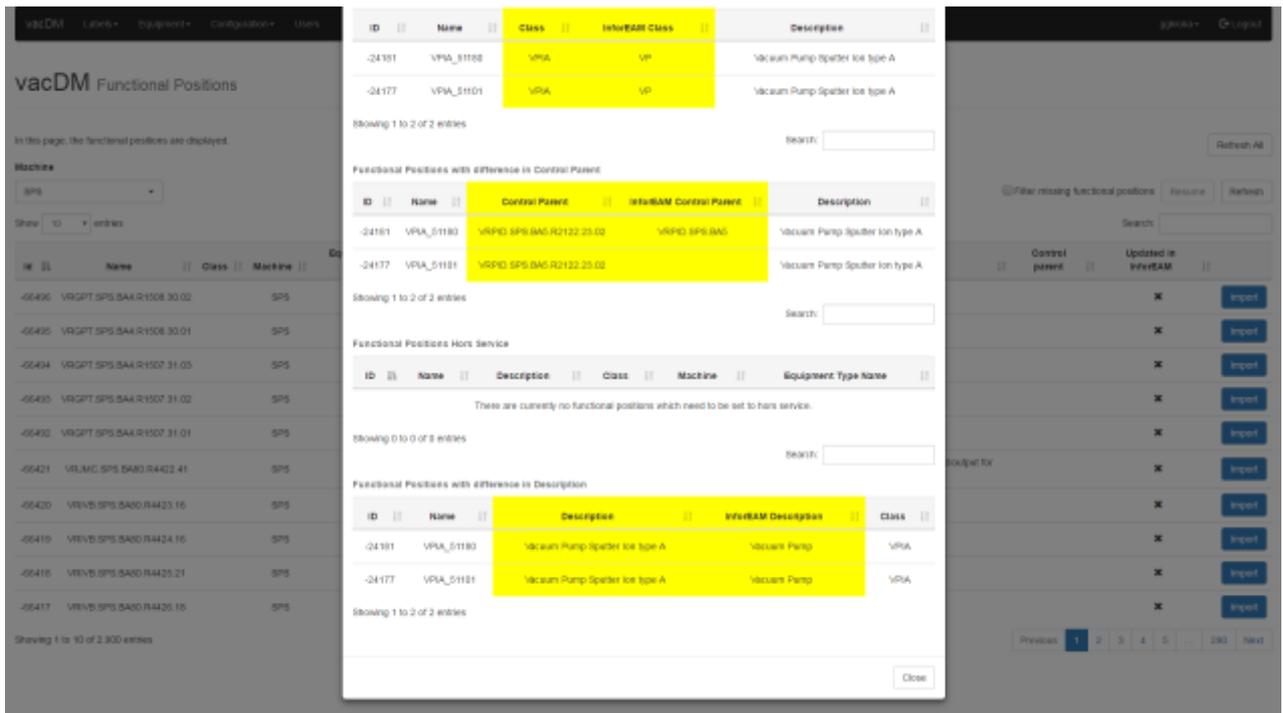
Όταν πατηθεί το κουμπί "Επανάληψη" ("Resume"), εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο. Ο Ανδρέας πατά το κουμπί "Έναρξη" ("Start") για να ξεκινήσει η διαδικασία συγχρονισμού των λειτουργικών θέσεων. Όταν πατηθεί το κουμπί αυτό, για κάθε εγγραφή, φαίνεται κατά πόσον είναι επιτυχής ο συγχρονισμός ή όχι, καθώς εμφανίζεται η αντίστοιχη γραμμή του πίνακα με πράσινο χρώμα, εφόσον ήταν επιτυχής, ή με κόκκινο, εάν δεν ήταν, και επιπρόσθετα εμφανίζεται ως tooltip το πρόβλημα που προέκυψε και ευθύνεται για την αποτυχία.

Ο Ανδρέας ξεκινά τη διαδικασία και αντιλαμβάνεται πως το πρόβλημα εξαιτίας του οποίου δεν έχουν συγχρονιστεί τόσες λειτουργικές θέσεις είναι πως δεν έχει οριστεί για αυτές ομάδα InforEAM (InforEAM class), γι' αυτό και το σύστημα δεν τα δέχεται, δίνοντας σφάλμα. Έτσι, ο Ανδρέας πατά το κουμπί ακύρωσης της διαδικασίας "Ακύρωση" ("Cancel") για να διορθώσει τις λειτουργικές θέσεις και να επαναλάβει τη διαδικασία. Τέλος, για να κλείσει το παράθυρο πατά στο εικονίδιο X στο πάνω δεξιό μέρος του, ή το κουμπί "Κλείσιμο" ("Close") στο κάτω δεξιό μέρος του (δεν είναι φανερό στην ακόλουθη εικόνα, είναι διακριτό όμως στην Εικόνα 111).



Εικόνα 110: Παράθυρο για συγχρονισμό λειτουργικών θέσεων

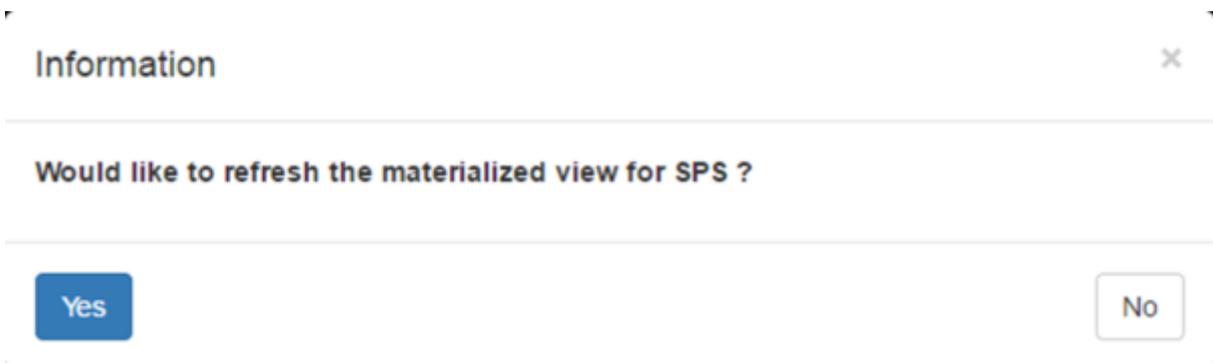
Όπως έχουμε αναφέρει και παραπάνω, το vacDM φροντίζει για ολόκληρο τον κύκλο ζωής των λειτουργικών θέσεων και όχι μόνο για την δημιουργία τους στο InforEAM. Παρακάτω ακολουθεί ένα άλλο τμήμα της προηγούμενης οθόνης, όπου καταγράφονται οι λειτουργικές θέσεις με διαφορετικό εξοπλισμό που τα ελέγχει, διαφορετική InforEAM ομάδα, διαφορετική περιγραφή και διαγραμμαμένες θέσεις που πρέπει να τεθούν ως εκτός λειτουργίας στο InforEAM.



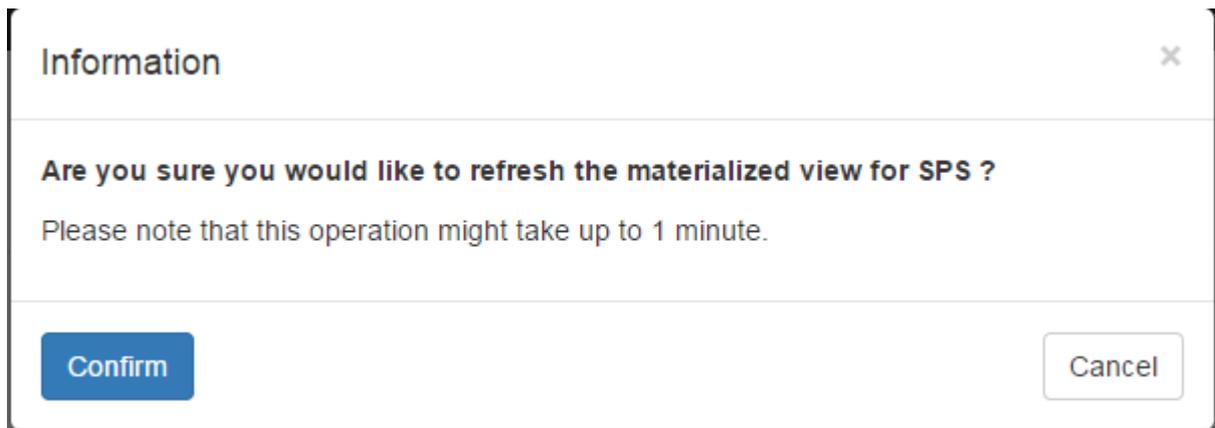
Εικόνα 111: Παράθυρο για συγχρονισμό λειτουργικών θέσεων

Ο Ανδρέας ενημέρωσε τον εξοπλισμό, οπότε επαναλαμβάνει το ακόλουθο βήμα, πατώντας το κουμπί "Επανάληψη" ("Resume"), και ξεκινώντας τη διαδικασία με το "Έναρξη" ("Start").

Οι λειτουργικές θέσεις βρίσκονται πλέον ενημερωμένες στο InforEAM, και ο Ανδρέας θα χρειαστεί να κάνει ανανέωση των Materialized Views, προκειμένου οι αλλαγές να γίνουν ορατές στην οθόνη. Συνεπώς, όταν κλείσει το προηγούμενο παράθυρο, αυτόματα θα εμφανιστεί το ακόλουθο παράθυρο το οποίο θα τον καλεί να ενημερώσει τα δεδομένα, κι εκείνος θα επιλέξει "Ναι" ("Yes"). Έπειτα, θα υπάρξει ένα δεύτερο παράθυρο για την ενημέρωσή του πως ενδεχομένως η διαδικασία να διαρκέσει έως ένα λεπτό. Ο Ανδρέας θα πατήσει το κουμπί "Επιβεβαίωση" ("Confirm").

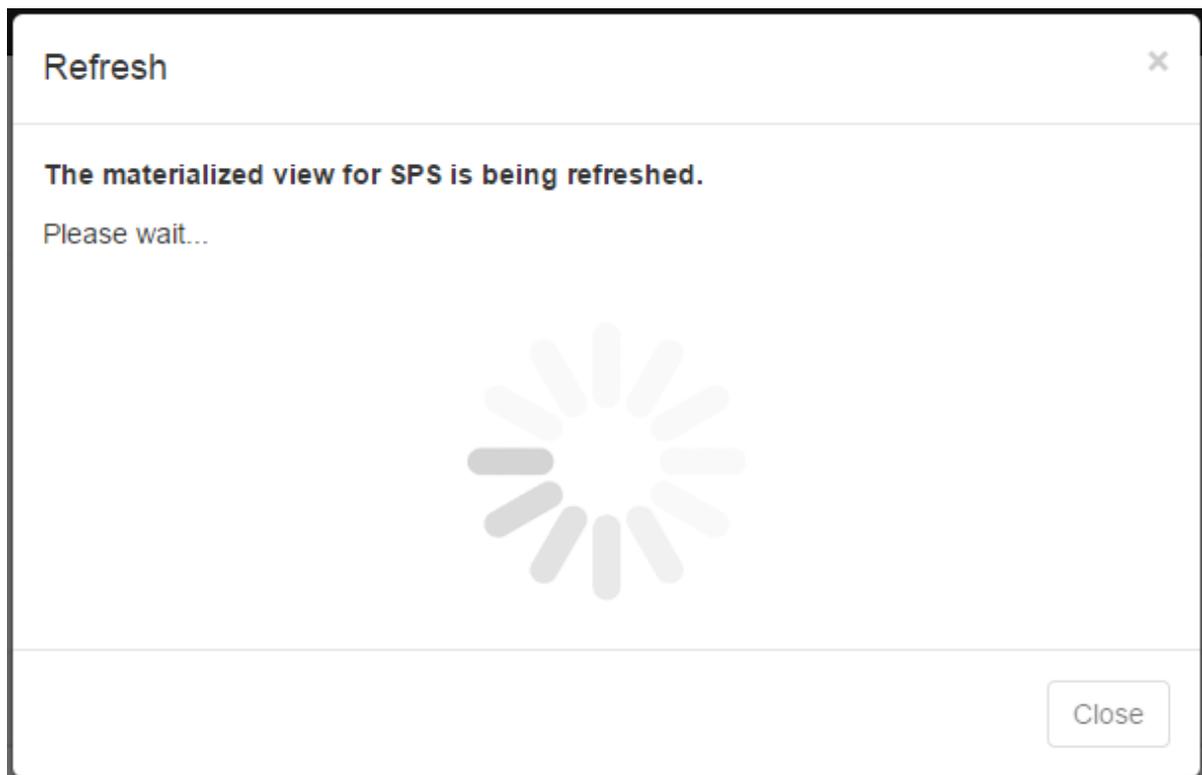


Εικόνα 112: Παράθυρο για την ανανέωση των αλλαγών

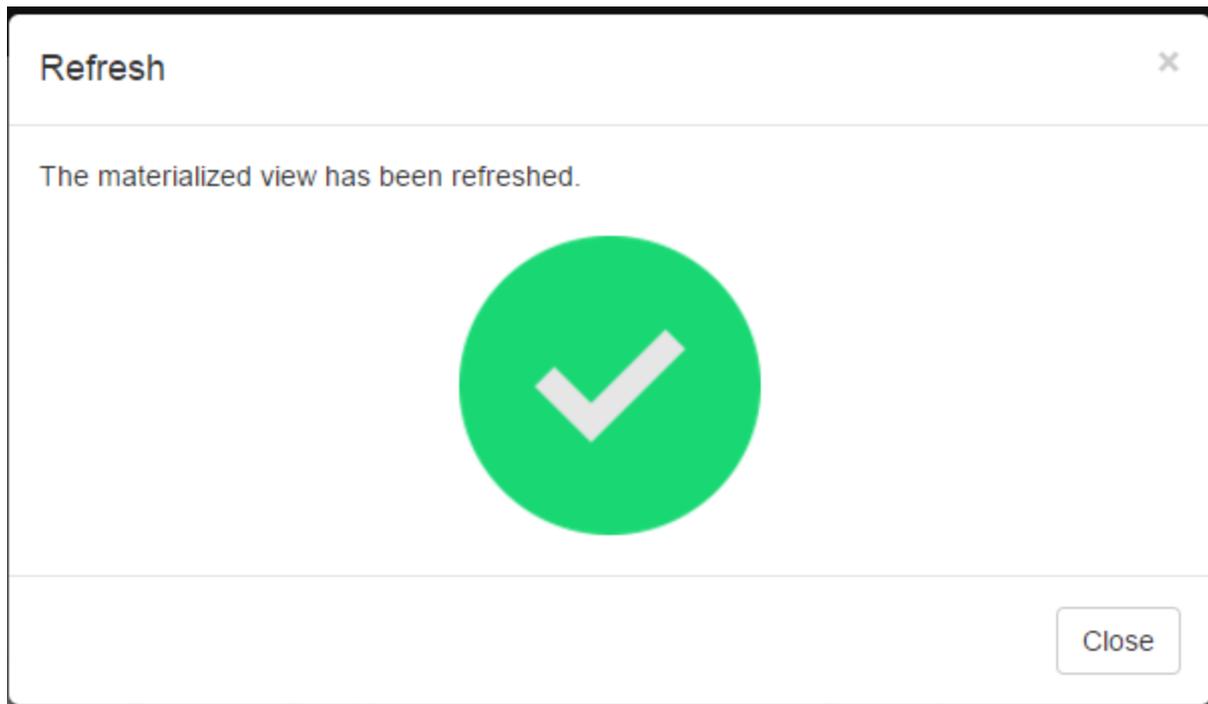


Εικόνα 113: Παράθυρο προειδοποίησης – επιβεβαίωσης για ανανέωση των αλλαγών

Έπειτα, το ακόλουθο παράθυρο εμφανίζεται και ο Ανδρέας θα χρειαστεί να περιμένει για να γίνει η ανανέωση, ενώ, για όσο περιμένει, ένας loader θα παρουσιάζεται στην οθόνη, όπως φαίνεται στην *Εικόνα 114*, και τελικά, στην οθόνη, θα παρουσιαστεί μήνυμα για επιτυχία ή αποτυχία της ενέργειας, όπως φαίνεται παρακάτω, στην *Εικόνα 115*.

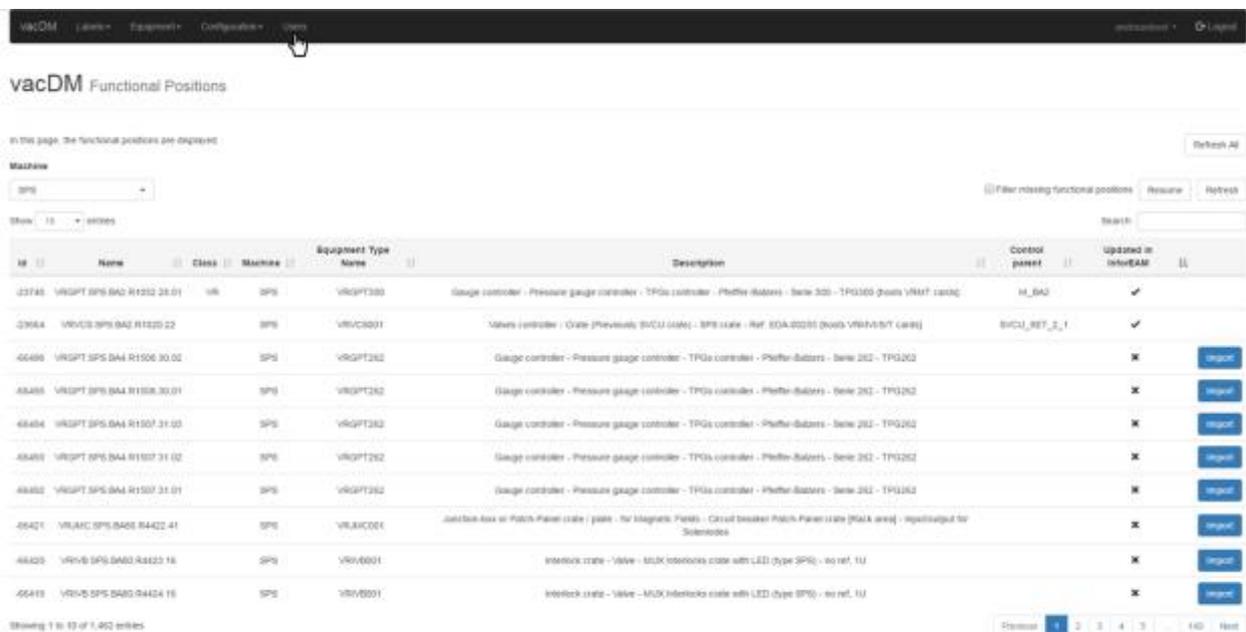


Εικόνα 114: Αναμονή για ανανέωση των αλλαγών



Εικόνα 115: Επιτυχία ανανέωσης των αλλαγών

Αφού ενημερώθηκαν οι λειτουργικές θέσεις, ήρθε η ώρα ο Ανδρέας να προσθέσει ένα νέο χρήστη στην εφαρμογή. Θα περιηγηθεί στην μπάρα πλοήγησης στο επάνω μέρος της οθόνης και θα κάνει κλικ στην επιλογή "Χρήστες" ("Users").



Εικόνα 116: Περιήγηση στη σελίδα των χρηστών

Ο Ανδρέας μεταβαίνει στην σελίδα της διαχείρισης χρηστών, και θα επιλέξει το κουμπί "Δημιουργία Χρήστη" ("Create User").

Username	Id	Roles	Email	Last Session	
aguter		USER	abe.gutierrez@cern.ch		Modify user
apavon		ADMIN	andre.rocha@cern.ch	2017-06-27 14:33:50	Modify user
ipequeno		ADMIN USER	claudio.sofia.pequeno.dias@cern.ch	2017-04-07 11:50:48	Modify user
cissal		ADMIN USER	christina@cern.ch	2017-06-23 11:05:24	Modify user
fdalgau		USER	Fredric.Dalgaut@cern.ch	2017-06-27 14:26:15	Modify user
gghelka		ADMIN USER	georgia.ghelka@cern.ch	2017-06-30 15:13:36	Modify user
graluzzi		USER	giancarlo.maluzzi@cern.ch	2017-06-12 15:20:11	Modify user
gomes		USER	Paulo.Gomes@cern.ch		Modify user
gdpjny		USER	gregory.pajny@cern.ch		Modify user
plavos		USER	rodolfo.ferreira@cern.ch	2017-03-24 00:00:00	Modify user
bolvin		USER	jean-pierre.bolvin@cern.ch	2017-06-20 11:46:47	Modify user
delagani		USER	jean.delagani@cern.ch	2017-02-01 00:00:00	Modify user
ghelka		ADMIN	hls.ghelka@cern.ch	2017-06-27 11:29:44	Modify user
yserra		ADMIN USER	jorge.flajaga@cern.ch	2017-04-07 11:04:24	Modify user
lmsuser	118FD	USER	lmsuser@cern.ch	2017-06-21 16:45:03	Modify user

Εικόνα 117: Σελίδα της διαχείρισης χρηστών

Μόλις πατηθεί το κουμπι αυτό, παρουσιάζεται στην οθόνη το ακόλουθο παράθυρο, όπου ο Ανδρέας συμπληρώνει τα πεδία όπως φαίνεται παρακάτω, και πατά "Υποβολή" ("Submit").

Create new user
✕

User:

Email:

Roles: USER ✕

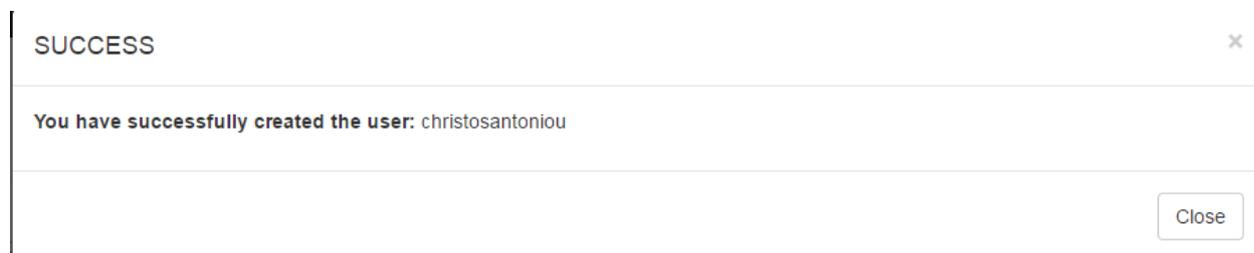
Available Roles:

Groups: icm-printer ✕

Available Groups:

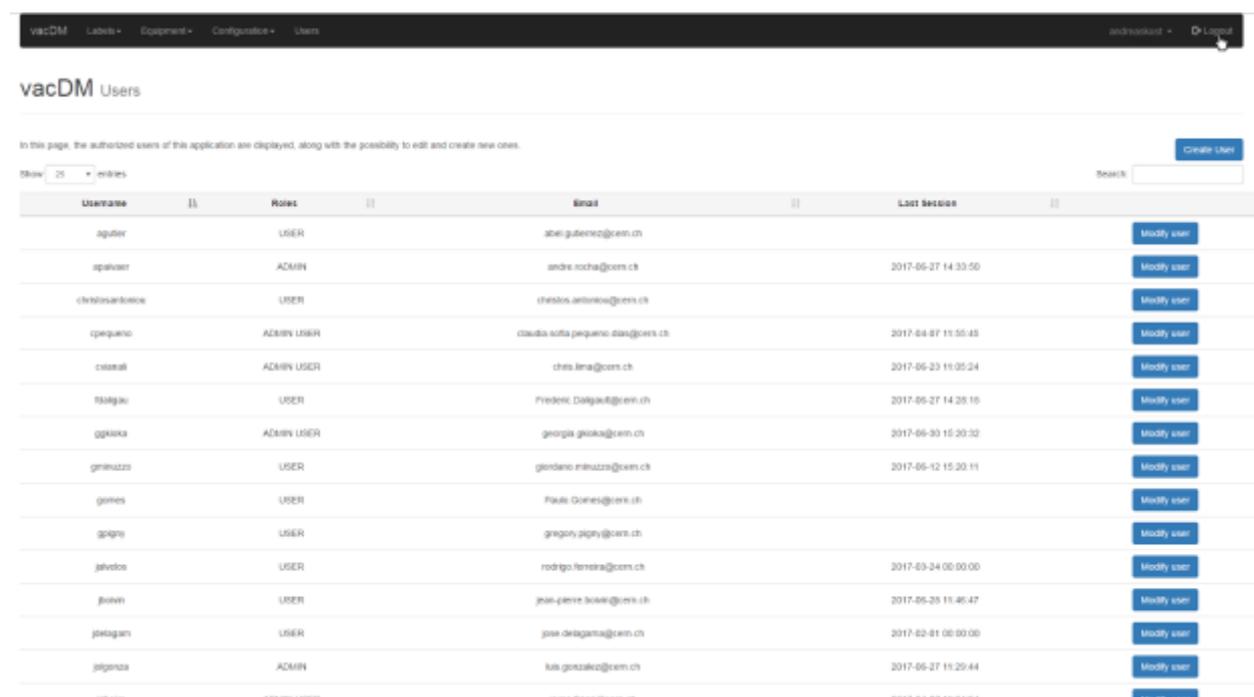
Εικόνα 118: Παράθυρο για δημιουργία νέου χρήστη

Αφού υποβλήθηκε η ενέργεια της δημιουργίας νέου χρήστη, ο Ανδρέας λαμβάνει το ακόλουθο pop-up παράθυρο σχετικά με την επιτυχία της ενέργειας αυτής, και πλέον ο Χρήστος ανήκει στους χρήστες με το ρόλο *User* της εφαρμογής vacDM.



Εικόνα 119: Επιτυχία δημιουργίας νέου χρήστη

Ο Ανδρέας, εφόσον ολοκλήρωσε τις εργασίες που είχε να επιτελέσει στην εφαρμογή vacDM, πλέον είναι έτοιμος για να αποσυνδεθεί από αυτή. Για να συμβεί αυτό, πατά στο πάνω δεξί μέρος του παραθύρου, το κουμπί το οποίο φέρει την ετικέτα "Αποσύνδεση" ("Logout").



Username	Role	Email	Last Session
aguter	USER	alex.guter@com.ch	
apalmer	ADMIN	andre.rocha@com.ch	2017-06-27 14:33:50
christosantoniou	USER	christos.antoniou@com.ch	
crepiano	ADMIN USER	claudio.sofia.crepiano.diaz@com.ch	2017-06-27 11:55:45
crosal	ADMIN USER	chris.ima@com.ch	2017-06-23 11:05:24
fdalgau	USER	Fredric.Dalgau@com.ch	2017-06-27 14:28:16
gkokika	ADMIN USER	georgia.gkokika@com.ch	2017-06-30 15:30:32
griuzzo	USER	giordano.griuzzo@com.ch	2017-06-12 15:30:11
gonces	USER	Fausto.Gonces@com.ch	
gregori	USER	gregory.gregori@com.ch	
grievos	USER	rodolfo.grievos@com.ch	2017-03-24 00:00:00
joikei	USER	jose-pierre.joikei@com.ch	2017-06-25 11:46:47
joelagan	USER	jose.delagana@com.ch	2017-02-01 00:00:00
jozouza	ADMIN	luis.jozouza@com.ch	2017-06-27 11:29:44
stevens	ADMIN USER	stevie.thomas@com.ch	2017-02-07 10:04:54

Εικόνα 120: Σελίδα χρηστών και αποσύνδεση χρήστη

8. Επίλογος

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί σύνοψη του συστήματος που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας και των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από την δοκιμαστική χρήση αυτού. Ακόμη, παρουσιάζονται πιθανές επεκτάσεις που είναι δυνατό να υλοποιηθούν στο μέλλον.

8.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Ο κύριος στόχος αυτής της εργασίας ήταν η ανάπτυξη μιας πλατφόρμας που θα συνέβαλλε στη βελτίωση της διαχείρισης του εξοπλισμού ενός μεγάλου Ευρωπαϊκού οργανισμού, του CERN, μέσω της ολοκλήρωσης διαφορετικών συστημάτων, από τη μια, του συστήματος Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων και από την άλλη, του συστήματος ελέγχου SCADA καθώς και του καταλόγου του επίσημου εξοπλισμού για όλον τον οργανισμό. Μέσω της πλατφόρμας αυτής, που ονομάστηκε vacDM, το οποίο προέρχεται από το **vacuum Data Management**, οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα, μεταξύ άλλων, να περιηγηθούν στους διαφορετικούς κωδικούς εξοπλισμού, να δουν τις πληροφορίες τους, να ζητήσουν επικέτες για αυτούς, και επιπρόσθετα, να συγχρονίσουν τις λειτουργικές θέσεις αλλά και τα περιουσιακά στοιχεία με το InforEAM, το επίσημο σύστημα Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων για το CERN.

Για την ανάπτυξη του vacDM, χρησιμοποιήθηκαν τα frameworks Spring MVC και Bootstrap, μαζί με HTML και CSS. Για την λειτουργία του συστήματος ενσωματώθηκε μια Oracle DB βάση δεδομένων, όπου αποθηκεύτηκαν όλες οι συλλογές.

Στο στάδιο της αξιολόγησης, το vacDM έλαβε ιδιαίτερα θετικές κριτικές και φάνηκε να συναντά την αποδοχή του κοινού. Το γεγονός αυτό αποτελεί κίνητρο για επιπλέον βελτίωση του συστήματος στο μέλλον, ενσωμάτωση επιπρόσθετων δυνατοτήτων, αλλά και αξιοποίηση του συστήματος σε άλλες ακόμα μεγαλύτερες εργασίες σχετικά με την ολοκλήρωση συστημάτων, τόσο για το CERN όσο και για άλλους οργανισμούς γενικότερα.

8.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Αυτή η εργασία μπορεί να θεωρηθεί ως το πρώτο βήμα για την ένταξη των ιδεών και των προτάσεων που αυτή πραγματεύεται, σε έργα μεγαλύτερης κλίμακας που αφορούν την ολοκλήρωση συστημάτων για το CERN, σε αρχική φάση, αλλά και άλλους οργανισμούς. Η θετική ανταπόκριση των χρηστών αποτελεί κίνητρο για την περαιτέρω εξέλιξη του vacDM με την βελτίωση των υπάρχοντων δυνατοτήτων αλλά και με την ενσωμάτωση πολλών νέων.

Σε επίπεδο χρηστικότητας και αλληλεπίδρασης μεταξύ των χρηστών οι βελτιώσεις και οι προσθήκες που θα ενσωματωθούν στο άμεσο μέλλον αφορούν:

- Μετάφραση της εφαρμογής και στα Γαλλικά, μιας και είναι η δεύτερη επίσημη γλώσσα του οργανισμού μέσα στον οποίο υλοποιήθηκε, του CERN. Μάλιστα, το ποσοστό των Γάλλων και γαλλόφωνων που υπάρχουν στο CERN είναι πολύ μεγάλο και αυξάνεται διαρκώς.
- Βελτιώσεις στον τρόπο εμφάνισης των περιουσιακών στοιχείων αλλά και του ιστορικού των αιτημάτων, αναλόγως με την ομάδα του ατόμου, το οποίο τα δημιούργησε κατά την υποβολή αιτήματος ετικετών για κάποιο κωδικό εξοπλισμού. Αυτό θα είναι σημαντικό διότι θα διευκολύνει ιδιαίτερα τους χρήστες να βρίσκουν μόνο τις πληροφορίες που τους ενδιαφέρουν ιδίως όταν οι χρήστες θα προέρχονται από όλο το group και συνεπώς θα αυξηθούν πολύ σε αριθμό, και μαζί με αυτούς θα αυξηθούν εκθετικά τα περιουσιακά στοιχεία στη βάση του vacDM.

Σε επίπεδο βελτίωσης της επίδοσης του συστήματος, υπό την έννοια να γίνει περισσότερο εύρωστο και να μπορεί να διαχειρίζεται μεγαλύτερο αριθμό χρηστών και περισσότερα δεδομένα το ίδιο γρήγορα, η ανάπτυξη του vacDM θα εστιάσει στα ακόλουθα:

- Χρήση εργαλείου για τον έλεγχο της επίδοσης, όπως για παράδειγμα του Apache Jmeter. Πρόκειται για εργαλείο ελέγχου φορτίων για την ανάλυση και τη μέτρηση της απόδοσης διαφόρων υπηρεσιών, με έμφαση στις εφαρμογές ιστού.
- Ενσωμάτωση ενός framework για το frontend, συγκεκριμένα το AngularJS framework. Πρόκειται για ένα framework ανοιχτού κώδικα γραμμένο σε JavaScript για την ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών. Στοχεύει στην επίλυση προβλημάτων που προκύπτουν κατά την ανάπτυξη single-page εφαρμογών καθώς και στη διευκόλυνση της ανάπτυξης και του ελέγχου τέτοιων εφαρμογών. [98] Η βιβλιοθήκη του AngularJS δουλεύει πρώτα διαβάζοντας την HTML σελίδα στην οποία έχουν ενσωματωθεί επιπλέον ετικέτες γνωρισμάτων και στη συνέχεια "δένει" τα σημεία εισαγωγής και εξαγωγής δεδομένων της σελίδας πάνω σε ένα μοντέλο που αναπαρίσταται από μεταβλητές JavaScript. Οι τιμές αυτών των μεταβλητών μπορούν να οριστούν χειροκίνητα ή να ανακτηθούν από στατικά ή δυναμικά αρχεία JSON.
- Υλοποίηση και ενσωμάτωση διαφορετικών ειδών δοκιμών εκτός από τα Unit Tests. Τέτοιες δοκιμές περιλαμβάνουν Integration Testing, η οποία ορίζεται ως η φάση της δοκιμής λογισμικού στην οποία μεμονωμένες ενότητες λογισμικού συνδυάζονται και δοκιμάζονται ως ομάδα και συμβαίνει μετά από το Unit Testing, System Integration Testing, το οποίο αποτελεί τη συνολική δοκιμή ενός πλήρους συστήματος πολλών στοιχείων υποσυστήματος και τέλος Acceptance Testing, το οποίο συνιστά ένα επίπεδο δοκιμών του λογισμικού όπου ένα σύστημα δοκιμάζεται για αποδοχή, κι ο σκοπός είναι να αξιολογηθεί η συμμόρφωση του συστήματος με τις επιχειρηματικές απαιτήσεις και έτσι να αποφασισθεί εάν είναι αποδεκτή για παράδοση.

Αναφορικά με προσθήκες που αφορούν νέες λειτουργικότητες στο άμεσο μέλλον έμφαση θα δοθεί στα εξής:

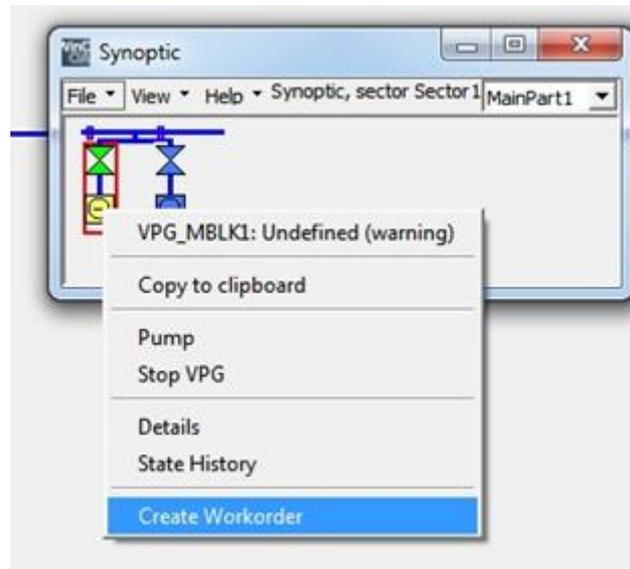
- Δυνατότητα σύνδεσης και με single-sign-on (SSO). Η υπηρεσία Single Sign-On παρέχει μια λύση που επιτρέπει στις εφαρμογές που βασίζονται στο Web να πιστοποιούν τους χρήστες και να ανακτούν τις πληροφορίες τους, συμπεριλαμβανομένης της ιδιότητας μέλους της ομάδας τους, για τη διαχείριση

των εξουσιοδοτήσεων. Αυτός ο τρόπος σύνδεσης είναι ταχύτερος, καθώς δεν χρειάζεται ο χρήστης ο οποίος βρίσκεται ήδη συνδεδεμένος στον υπολογιστή του, να επαναπληκτρολογήσει τα συνθηματικά του.

- Άλλο ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που θα προστεθεί στο άμεσο μέλλον είναι η δυνατότητα της διαγραφής περιουσιακών στοιχείων απευθείας από το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής, και συνεπώς διαγραφής των εγγραφών τους από το InforEAM, σε περίπτωση που οι ετικέτες δεν χρησιμοποιήθηκαν από τον αιτούντα. Φυσικά, θα είναι αναγκαίο να κρατάται το ιστορικό των αιτημάτων διαγραφής.
- Μια βελτίωση η οποία έχει προγραμματιστεί να υλοποιηθεί είναι η προσθήκη κάποιου Bootstrap theme το οποίο να έχει τη δυνατότητα να σπικιοποιεί και να παρουσιάζει στο χρήστη διάφορα στατιστικά στοιχεία, analytics και διαγράμματα σχετικά με τη χρήση του vacDM, τον εξοπλισμό που διαχειρίζεται ανά το χρόνο και λοιπά.
- Επιπρόσθετη λειτουργία θα μπορούσε να αποτελεί η δημιουργία ανά τακτά διαστήματα μιας αναφοράς σχετικά με τις λειτουργικές θέσεις οι οποίες δεν έχουν κάποιο περιουσιακό στοιχείο εγκατεστημένο σε αυτές. Αυτό θα βοηθούσε ιδιαίτερα τους χρήστες της εφαρμογής, μιας και θα γνώριζαν εκ των προτέρων, πριν μεταβούν στη σήραγγα, τις θέσεις αυτές και θα ακολουθούσαν τις προκαθορισμένες ενέργειες που επιβάλλει η κατάσταση.
- Προκειμένου η εφαρμογή να γίνει πιο ευχάριστη στο χρήστη αλλά και να τον ωθήσει να συνεχίσει να χρησιμοποιεί στο μέλλον το vacDM, πρόκειται να ενσωματωθούν τεχνικές gamification όπως σύστημα επιβράβευσης χρηστών αναλόγως των αριθμό των αιτημάτων για ετικέτες, τις φορές που συνδέονται στο σύστημα, καθώς και το πόσο συχνά συμβαίνει αυτό κ.λπ..
- Ενίσχυση των λειτουργιών του προφίλ του χρήστη, όπως για παράδειγμα με μια καρτέλα στην οποία θα παρουσιάζονται οι κωδικοί εξοπλισμού τους οποίους έχει αναζητήσει συχνότερα ή έχει αιτηθεί ετικέτες για αυτούς τις περισσότερες φορές. Ακόμα, μια ιδέα είναι να παρουσιάζονται στον κάθε χρήστη οι χρήστες της εφαρμογής που ανήκουν στον ίδιο τομέα, καθώς και οι υπεύθυνοι για την εκτύπωση των ετικετών, προκειμένου να ενισχυθεί η άμεση επικοινωνία μεταξύ τους. Τέλος, μια επιπλέον λειτουργικότητα θα μπορούσε να είναι ο αιτών να μπορεί να γνωρίζει ακριβώς μετά την υποβολή του αιτήματός του ποιος είναι αυτός ο οποίος το έχει αναλάβει, και να δίνεται η δυνατότητα μέσω του γραφικού περιβάλλοντος να του αποστείλει ηλεκτρονικό μήνυμα, για να επιστευχθεί η διαδικασία σε περίπτωση ανάγκης.
- Τέλος, είναι εφικτό η εφαρμογή αυτή να επεκταθεί και σε όλο το CERN, σε όλα τα τμήματα τα οποία χρησιμοποιούν το InforEAM για τη διαχείριση του εξοπλισμού τους, καθώς και συστήματα SCADA για την παρακολούθηση και τον έλεγχο αυτών, όπως για παράδειγμα το TS (Technical Support), και το EN (Engineering). Φυσικά, αυτό προϋποθέτει την βαθιά γνώση όλων των διαφορετικών συστημάτων και την λεπτομερή ανάλυση προκαταβολικώς για τις απαιτήσεις του νέου συστήματος, σαφώς όμως είναι εφικτό, μιας και το σύστημα έχει εξαρχής χτιστεί ώστε να είναι επεκτάσιμο.

Τέλος, μια επιπλέον λειτουργικότητα η οποία δεν αφορά αμιγώς την εφαρμογή, αλλά απορρέει άμεσα από αυτή είναι η δυνατότητα ανάπτυξης ενός νέου χαρακτηριστικού στο σύστημα SCADA για την δημιουργία εντολής εργασίας στο InforEAM απευθείας από τον εξοπλισμό για τον οποίο θέλουμε να την εκδώσουμε. Μιας και το vacDM εξασφαλίζει πως όλος ο εξοπλισμός ο οποίος είναι ορισμένος στο σύστημα SCADA είναι άμεσα διαθέσιμος στο InforEAM, είναι εφικτό για τον χειριστή του SCADA να

εκδώσει εντολή εργασίας για μια λειτουργική θέση απευθείας, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 121).



Εικόνα 121: Λειτουργία δημιουργίας εντολής εργασίας απευθείας από το σύστημα SCADA

Επομένως, με την αξιοποίηση της ολοκλήρωσης διαφορετικών συστημάτων από διαφορετικές εφαρμογές του συστήματος SCADA ή του InforEAM, το vacDM έχει επιτύχει τον σκοπό για τον οποίο εξαρχής αναπτύχθηκε.

8.3 Καταληκτικές παρατηρήσεις

Μετά τον εμπλουτισμό της εργασίας με τα παραπάνω στοιχεία, σίγουρα το vacDM θα αποτελέσει ένα αρκετά γενικό πλαίσιο για την ολοκλήρωση διαφορετικών συστημάτων στο πλαίσιο ενός μεγάλου οργανισμού, ο οποίος διαχειρίζεται σχεδόν 2 εκατομμύρια στοιχεία εξοπλισμού.

Σε αυτό το σημείο που βρισκόμαστε, ήδη το vacDM είναι ένα πλήρες σύστημα, το οποίο από τη στιγμή που τέθηκε σε λειτουργία εξελίσσεται και βελτιώνεται συνεχώς. Πλέον έχει πετύχει τον αρχικό του στόχο και όχι μόνο για το ICM section, αλλά για πολύ περισσότερους πιθανούς χρήστες, περίπου 150, σε όλο το VSC group, οι οποίοι εμφανίζονται ιδιαίτερα ικανοποιημένοι από την εφαρμογή. Σε αυτό το πλαίσιο, λοιπόν, θεωρούμε ότι στην παρούσα κατάσταση, το σύστημα είναι ολοκληρωμένο.

9. Βιβλιογραφία

- [1] M. Regalado, «AER Worldwide - The electronics Lifecycle Resource,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.aerworldwide.com/top-ten-reasons-why-asset-management-is-important/>. [Πρόσβαση 23 Φεβρουαρίου 2017].
- [2] D. Bailey, «Practical SCADA,» Newnes, Oxford, 2003.
- [3] European Organization for Nuclear Research, CERN, «CERN,» 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://home.web.cern.ch/about/accelerators>. [Πρόσβαση 30 Οκτωβρίου 2016].
- [4] The British Standards Institution, «Asset management. Overview, principles and terminology,» BSI Standards Limited, 2014.
- [5] Wikipedia, The Free Encyclopedia, «Asset management,» Απρίλιος 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Asset_management. [Πρόσβαση 5 Νοεμβρίου 2016].
- [6] LGAM, «Asset Management - The Local Government & Municipal Knowledge Base,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.lgam.info/asset-management>. [Πρόσβαση 31 Οκτωβρίου 2016].
- [7] D. Vanier, «Why Industry Needs Asset Management Tools,» *ASCE Journal of Computing in Civil Engineering*, τόμ. 15, αρ. 1, 2001.
- [8] J. G. A. K. Shien Lin, «Key data quality issues for Enterprise Asset Management in Engineering Organisations,» *International Journal of Electronic Business Management*, τόμ. 4, αρ. 1, pp. 96-110, 2006.
- [9] L. T. C. Anand Subramaniam, «SlideShare,» 2 Ιουνίου 2009. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.slideshare.net/anandsubramaniam/enterprise-asset-management>. [Πρόσβαση 10 Νοεμβρίου 2016].
- [10] Wikipedia, The Free Encyclopedia, «Business value,» 26 Μαρτίου 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Business_value. [Πρόσβαση 5 Ιουνίου 2017].
- [11] Techopedia, «Enterprise Asset Management - EAM,» 2014. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.techopedia.com/definition/13883/enterprise-asset-management-eam>. [Πρόσβαση 3 Δεκεμβρίου 2016].
- [12] Wikipedia, The Free Encyclopedia, «Enterprise asset management,» 16 Ιουνίου 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available:

- https://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_asset_management. [Πρόσβαση 20 Ιουνίου 2017].
- [13] R. MacArthur, «The Real Meaning of Enterprise Asset Maintenance,» 2009. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.genesisolutions.com/wp-content/uploads/2009/10/GenesisSolutions-The-Real-Meaning-of-EAM.pdf>. [Πρόσβαση 4 Δεκεμβρίου 2016].
- [14] N. Clark, A. Davidson και A. Ram, «Strategy&, Strategy, people and processes: Fulfilling the promise of enterprise asset management,» 24 Ιουλίου 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.strategyand.pwc.com/reports/strategy-people-processes>. [Πρόσβαση 15 Νοεμβρίου 2016].
- [15] M. Isreal, «Challenges in Asset Management and ways that you can deal with them,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.actenum.com/sites/default/files/downloads/actenum_white_paper-challenges_in_asset_management.pdf. [Πρόσβαση 4 Δεκεμβρίου 2016].
- [16] Infor, «InforEAM,» 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.infor.com/solutions/eam/>. [Πρόσβαση 10 Δεκεμβρίου 2016].
- [17] Aspect Systems, «InforEAM – Asset Management System,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://aspect-systems.ru/index.php/products/infor-products/infor-eam/?lang=en>. [Πρόσβαση 10 Δεκεμβρίου 2016].
- [18] IBM, «IBM Maximo,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.ibm.com/bs-en/marketplace/maximo>. [Πρόσβαση 12 Δεκεμβρίου 2016].
- [19] W. Cato και K. Mobley, «Computer-managed Maintenance Systems: A Step-by-step Guide to Effective Management of Maintenance, Labor, and Inventory,» ISBN 0-7506-7473-3., Butterworth-Heinemann, 2002, p. 33.
- [20] Wikipedia, The Free Encyclopedia, «Computerized maintenance management system,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Computerized_maintenance_management_system. [Πρόσβαση 10 Ιανουαρίου 2017].
- [21] D. Bertolini και A. Lif, «Process Online, CMMS vs EAM,» 5 Μαΐου 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.processonline.com.au/content/software-it/article/cmms-vs-eam-what-is-the-difference-part-1--512902522#ixzz4iSOL7E9a>. [Πρόσβαση 12 Ιανουαρίου 2017].

- [22] M. Kans, «The advancement of maintenance information technology: A literature review.» *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, τόμ. 15, αρ. 1, pp. 5-16., 2009.
- [23] Better Buys, «The Definitive Guide to CMMS,» 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.betterbuys.com/cmms/definitive-guide-cmms/>. [Πρόσβαση 2 Φεβρουαρίου 2017].
- [24] D. Davis και J. Mikes, *Reaping the Benefits of CMMS*, Maintenance World, 2003.
- [25] eMaint, «Maintenance Software,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.emaint.com/>. [Πρόσβαση 10 Φεβρουαρίου 2017].
- [26] Software Advice, «eMaint CMMS Software,» 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.softwareadvice.com/cafm/emaint-x3-profile/>. [Πρόσβαση 10 Φεβρουαρίου 2017].
- [27] Fiix Software, «Fiix: The fastest path to better maintenance,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.fiixsoftware.com/>. [Πρόσβαση 10 Φεβρουαρίου 2017].
- [28] Software Advice, «Fiix Software,» 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.softwareadvice.com/cmms/fiix-profile/>. [Πρόσβαση 10 Φεβρουαρίου 2017].
- [29] J. T. Farinha και al., «CMMS—An integrated view from maintenance management to on-line condition monitoring.» σε *Proceedings of Maintenance Performance Measurement and Management (MPMM) Conference*, 2014.
- [30] A. Daneels και W. Salter, *What is SCADA?*, 1999.
- [31] Scada Systems, «Scada Systems,» 2013. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.scadasystems.net/>. [Πρόσβαση 2 Μαρτίου 2017].
- [32] S. C. Sciacca και W. R. Block, «Advanced SCADA concepts,» *IEEE Computer Applications in Power*, τόμ. 8, αρ. 1, pp. 23-28, 1995.
- [33] DPS Telecom, «SCADA Human Machine Interface (HMI),» 2014. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.dpstele.com/scada/hmi.php>. [Πρόσβαση 3 Μαρτίου 2017].
- [34] Victorian Government as part of the Management Improvement Initiative, «Asset Management Series: Principles, Policies and Practices,» Νοέμβριος 1995. [Ηλεκτρονικό]. Available:

<http://trove.nla.gov.au/work/21211261?selectedversion=NBD12091923>.
[Πρόσβαση 10 Μαρτίου 2017].

- [35] T. Werner και C. Vetter, «Optimizing asset usage through integrated maintenance software systems,» *Power Engineering Society General Meeting, 2003, IEEE*, τόμ. 1, pp. 430-435, 2003.
- [36] T. Werner, C. Vetter, T. Kostic και V. Lohmann, «Data exchange in asset management applications for electric utilities using XML,» σε *EE Hong Kong International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management (APSCOM2000)*, Hong Cong, 2000.
- [37] D. L. J. L. Yanquan, «Control-decision and integrated information system of power plant,» *Proceedings. POWERCON '98, Beijing, China*, τόμ. 2, pp. 1241-1245, 1998.
- [38] J. Canton, D. Ruiz, C. Benqilou, J. Nougues και L. Puigjaner, «Integrate Information system for monitoring, scheduling and control applied to batch chemical processes,» *IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, τόμ. 1, αρ. 7, pp. 211-217, 1999.
- [39] U. Herzog, R. Hantikainen και M. Buysse, «A real world innovative concept for plant information integration,» *Cement Industry Technical Conference*, αρ. IEEE-IAS/PCA 44th, pp. 323-334, 2002.
- [40] R. B. L. v. d. Geest, H. Hofmann, E. Jellum, Z. Korendo, R. Martinez, M. Orkisz, C. Zeidler και J. Anderson, «Integrating Hundred's of Products through One Architecture - The Industrial IT architecture,» σε *International Conference on Software Engineering, ICSE*, 2002.
- [41] Canal de Isabel II, «Canal de Isabel II - LinkedIn,» 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.linkedin.com/company-beta/89632/>. [Πρόσβαση 22 Μαρτίου 2017].
- [42] F. J. Fernandez και E. Manrique, «Automated Event Management And Integration Of SCADA With GIS And CMMS: Project Insygnia.,» 2014.
- [43] Santa Clara Valley Water District, «Santa Clara Valley Water District,» 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.valleywater.org/>. [Πρόσβαση 26 Μαρτίου 2017].
- [44] D. Sen και al, «Management of Natural and Constructed Point, Linear and Spatial Assets in Waterways, Water Supply and Plants through the integration of GIS, CMMS and SCADA in an Intelligent Platform.,» *Proceedings of the Water Environment Federation*, αρ. 14, pp. 5670-5683, 2014.

- [45] A. Rajabifard και I. P. Williamson, «Spatial data infrastructures: concept, SDI hierarchy and future directions.,» *Proceedings of GEOMATICS'80 Conference*, τόμ. 10, 2001.
- [46] Sciences, Stillwater, «Stevens Creek Limiting Factors Analysis,» 10 Οκτωβρίου 2004. [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.scvurppp-w2k.com/pdfs/0304/Stevens_Creek_LFA_Final_Report.pdf. [Πρόσβαση 28 Μαρτίου 2017].
- [47] CERN, «CERN Document Server,» 2014. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://cds.cern.ch..> [Πρόσβαση 3 Απριλίου 2017].
- [48] P. Gomes, F. Antoniotti, S. Blanchard, M. Boccioli, G. Girardot, H. Vestergard, L. Kopylov και M. Mikheev, «The Control System of CERN Accelerators vacuum [Current Status & Recent Improvements]» CERN, Geneva, Switzerland, 2011.
- [49] The NIST Reference on Constants, Units and Uncertainty, «Fundamental Physical Constants - unified atomic mass unit,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?tukg>. [Πρόσβαση 3 Νοεμβρίου 2016].
- [50] IUPAC Gold Book, «Electronvolt,» 7 Οκτωβρίου 2008. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://goldbook.iupac.org/html/E/E02014.html>. [Πρόσβαση 6 Νοεμβρίου 2016].
- [51] CERN, «Technology Department - Mandate,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://te-dep.web.cern.ch/content/mandate>. [Πρόσβαση 5 Οκτωβρίου 2016].
- [52] CERN, «Vacuum, Surfaces and Coatings Group,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://te-dep.web.cern.ch/content/vacuum-surfaces-and-coatings>. [Πρόσβαση 5 Οκτωβρίου 2016].
- [53] CERN, «TE-VSC-ICM Workspace,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://espace.cern.ch/VacuumControls>. [Πρόσβαση 5 Οκτωβρίου 2016].
- [54] M. Felser, «PROFIBUS Manual,» Ιανουάριος 2003. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://profibus.felser.ch/en/>.
- [55] I. Acromag, «Introduction to PROFIBUS DP,» 2002. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.diit.unict.it/users/scava/dispense/II/Profibus.pdf>.

- [56] Digital data communications for measurement and control - fieldbus for use in industrial control systems - part 5: Application layer service definition, communication model type 3 specification, 2000.
- [57] CERN, «Asset & Maintenance Management at CERN with InforEAM,» 29 Σεπτεμβρίου 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://indico.cern.ch/event/571554/attachments/1345714/2028831/InforEAM-ATS-v2.pdf>. [Πρόσβαση 9 Οκτωβρίου 2016].
- [58] D. Widgren, «An Overview of Infor EAM at CERN for IA,» 23 Μαΐου 2014. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://edms.cern.ch/document/1385846/1>. [Πρόσβαση 11 Οκτωβρίου 2016].
- [59] L. Chung, B. Nixon, E. Yu και J. Mylopoulos, Non-functional requirements in software engineering (Vol. 5), Springer Science & Business Media, 2012.
- [60] Woodger Computing Inc., «Multi-Tier Architectures,» 1997, [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.woodger.ca/archmult.htm#Pure_3-Tier. [Πρόσβαση 27 Νοεμβρίου 2016].
- [61] Wikipedia, The Free Encyclopedia, «Spring Framework,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Spring_Framework. [Πρόσβαση 27 Οκτωβρίου 2016].
- [62] C. Walls, Spring in Action, Manning, 2010.
- [63] Tutorialspoint, «Spring - MVC Framework,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.tutorialspoint.com/spring/spring_web_mvc_framework.htm. [Πρόσβαση 27 Οκτωβρίου 2016].
- [64] Wikipedia, The Free Encyclopedia, «Bootstrap (front-end framework),» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Bootstrap_\(front-end_framework\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Bootstrap_(front-end_framework)). [Πρόσβαση 30 Οκτωβρίου 2016].
- [65] C. J. Date και H. Darwen, Foundation for Object / Relational Databases: The Third Manifesto, Addison-Wesley Professional, 1998.
- [66] Oracle, «Oracle Database,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.oracle.com/database/index.html>. [Πρόσβαση 2 Νοεμβρίου 2016].
- [67] Editorial Team Geek Interview, «Advantages of Using Oracle,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.learn.geekinterview.com/database/oracle/advantages-of-using-oracle.html>. [Πρόσβαση 2 Νοεμβρίου 2016].

- [68] Maven, «Apache Maven Project,» 25 06 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://maven.apache.org/what-is-maven.html>. [Πρόσβαση 25 Ιουνίου 2017].
- [69] Wikipedia, The Free Encyclopedia, «Apache Tomcat,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Apache_Tomcat. [Πρόσβαση 6 Νοεμβρίου 2016].
- [70] FUTURE HOSTING, «Five Reasons You Should Use Tomcat,» 17 Ιουνίου 2014. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.futurehosting.com/blog/five-reasons-you-should-use-tomcat/>. [Πρόσβαση 6 Νοεμβρίου 2016].
- [71] Docker, «Docker,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.docker.com/>. [Πρόσβαση 23 Δεκεμβρίου 2016].
- [72] DataTables, «DataTables Table plug-in for jQuery,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://datatables.net/>. [Πρόσβαση 24 Δεκεμβρίου 2016].
- [73] jsTree, «jsTree - jQuery tree plugin,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.jstree.com/>. [Πρόσβαση 20 Δεκεμβρίου 2016].
- [74] C. Larman, *Agile and Iterative Development: A Manager's Guide*, Addison-Wesley, 2004.
- [75] Ambysoft, «The Agile System Development Life Cycle (SDLC),» 2012. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.ambysoft.com/essays/agileLifecycle.html>. [Πρόσβαση 19 Σεπτεμβρίου 2016].
- [76] Scrum Alliance, «What is Scrum? An Agile Framework for Completing Complex Projects,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.scrumalliance.org/why-scrum>. [Πρόσβαση 23 Σεπτεμβρίου 2016].
- [77] H. Takeuchi και I. Nonaka, «The New New Product Development Game,» Ιανουάριος 1986. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://cb.hbsp.harvard.edu/cbmp/product/86116-PDF-ENG>. [Πρόσβαση 23 Σεπτεμβρίου 2016].
- [78] Wikipedia, The Free Encyclopedia, «Scrum (software development),» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Scrum_\(software_development\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Scrum_(software_development)). [Πρόσβαση 23 Σεπτεμβρίου 2016].

- [79] Scrum.org, «The Scrum Framework Poster,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.scrum.org/resources/scrum-framework-poster>. [Πρόσβαση 23 Σεπτεμβρίου 2016].
- [80] A. Gangji και B. Hartman, «Agile SCRUM For Web Development,» Neon Rain Interactive, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.neonrain.com/agile-scrum-web-development/>. [Πρόσβαση 23 Σεπτεμβρίου 2016].
- [81] Wikipedia, The Free Encyclopedia, «Jira (software),» 2002. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Jira_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Jira_(software)). [Πρόσβαση 24 Σεπτεμβρίου 2016].
- [82] JIRA Software, «The #1 software development tool used by agile teams,» Atlassian, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.atlassian.com/software/jira>. [Πρόσβαση 25 Σεπτεμβρίου 2016].
- [83] ThoughtWorks, «Continuous Integration,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.thoughtworks.com/continuous-integration>. [Πρόσβαση 1 Οκτωβρίου 2016].
- [84] J. Humble και D. Farley, Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation (Adobe Reader), Pearson Education, 2010.
- [85] M. Fowler, «Practices of Continuous Integration,» 1 Μαΐου 2006. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html#PracticesOfContinuousIntegration>. [Πρόσβαση 2 Οκτωβρίου 2016].
- [86] P. M. Duvall, S. Matyas και A. Glover, Continuous integration: improving software quality and reducing risk., Pearson Education, 2007.
- [87] Git, «Git - About,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://git-scm.com/>. [Πρόσβαση 27 Μαρτίου 2017].
- [88] Atlassian Tutorials, «What is Git,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.atlassian.com/git/tutorials/what-is-git>. [Πρόσβαση 27 Μαρτίου 2017].
- [89] Git, «Git - About - Staging Area,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://git-scm.com/about/staging-area>. [Πρόσβαση 27 Μαρτίου 2017].
- [90] Open Source Projects, «Introducing GitFlow,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://datasift.github.io/gitflow/IntroducingGitFlow.html>. [Πρόσβαση 29 Μαρτίου 2017].

- [91] V. Driessen, «A successful Git branching model,» 2010. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://nvie.com/posts/a-successful-git-branching-model/>. [Πρόσβαση 29 Μαρτίου 2017].
- [92] CERN Service Portal, «Getting started with GitLab,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://cern.service-now.com/service-portal/article.do?n=KB0003137>. [Πρόσβαση Μαρτίου 30 2017].
- [93] A. Kumar, «Web Application Folder Structure for Spring MVC Web Projects,» 6 Μαΐου 2014. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://vitalflux.com/web-application-folder-structure-spring-mvc-web-projects/>. [Πρόσβαση 5 Ιουνίου 2017].
- [94] Apache Maven Project , «Introduction to the Standard Directory Layout,» 25 Ιουνίου 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://maven.apache.org/guides/introduction/introduction-to-the-standard-directory-layout.html>. [Πρόσβαση 30 Ιουνίου 2017].
- [95] Docker docs, «Dockerfile reference,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://docs.docker.com/engine/reference/builder/>. [Πρόσβαση 10 Μαΐου 2017].
- [96] Software Testing Fundamentals, «Unit Testing Fundamentals,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://softwaretestingfundamentals.com/unit-testing/>. [Πρόσβαση 29 Μάρτιος 2017].
- [97] Wikipedia, The Free Encyclopedia, «Unit testing - Description,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Unit_testing#Description. [Πρόσβαση 30 Μαρτίου 2016].
- [98] P. B. Darwin και P. Kozlowski, AngularJS web application development, Packt Publ., 2013.
- [99] A. M. Davis, Software requirements: analysis and specification, Prentice Hall Press, 1990.

