



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

## **Τεχνικές και Μοντέλα Συλλογής και Ανάλυσης Δυναμικών Δεδομένων για τη Βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων**

Διπλωματική Εργασία

Του

Πέτρου Α. Μέγα

**Επιβλέπων Καθηγητής:** Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2015





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

## Τεχνικές και Μοντέλα Συλλογής και Ανάλυσης Δυναμικών Δεδομένων για τη Βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων

Διπλωματική Εργασία

Του

Πέτρου Α. Μέγα

Επιβλέπων Καθηγητής: **Ιωάννης Ψαρράς**

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή τον Μάρτιο του 2015.

.....

Δούκας Χάρης  
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

.....

Ψαρράς Ιωάννης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Ασκούνης Δημήτριος  
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2015

.....

Πέτρος Α. Μέγας

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

Copyright © Πέτρος Α. Μέγας, 2015

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 το συγγραφέα.

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

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ, στα πλαίσια ευρωπαϊκού προγράμματος που έχει αναλάβει το Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης.

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση του σχεδιασμού ενός Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων το οποίο θα προτείνει βραχυπρόθεσμες δράσεις ενεργειακής διαχείρισης με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Βασικό κομμάτι της παρούσας διπλωματικής είναι η υλοποίηση μιας μονάδας καταγραφής δεδομένων από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης η οποία θα λαμβάνει δημοσιεύσεις από το Facebook και το Twitter των χρηστών των κτηρίων που σχετίζονται με το φωτισμό και τη θέρμανσή τους και μέσω μιας ανάλυσης συναισθήματος θα καθορίζει εάν οι εφαρμοζόμενες δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας έχουν θετικό ή αρνητικό αντίκτυπο στα επίπεδα άνεσης των ατόμων.

Υπεύθυνος κατά την εκπόνηση της διπλωματικής ήταν ο Καθηγητής κ. Ι. Ψαρράς, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεση αυτή και τη δυνατότητα που μου δόθηκε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της διπλωματικής και Λέκτορα κ. Χ. Δούκα για την υποστήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχε κατά τη συγγραφή της εργασίας.

Τέλος δε θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του Εργαστηρίου για τη φιλοξενία στο χώρο εργασίας τους, τη συμπαράσταση και την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχαν σε όλα τα στάδια της διπλωματικής.

Πέτρος Α. Μέγας

Μάρτιος 2015



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σήμερα, τα κτήρια ευθύνονται για το 40% της κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ο κτηριακός τομέας διευρύνεται συνεχώς, πράγμα που μετά βεβαιότητας θα αυξήσει την ενεργειακή κατανάλωση. Για το σκοπό αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε ως δεσμευτικό στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 30% έως το 2030. Παράλληλα, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελούν σημαντικά μέτρα για την επίτευξη του στόχου της μείωσης κατά 20% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2020. Οι νέες συνθήκες επιτάσσουν, λοιπόν, την ύπαρξη πληροφοριακών συστημάτων που θα έχουν τη δυνατότητα να προτείνουν συγκεκριμένες δράσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στον κτηριακό τομέα έχοντας ως βασικούς άξονες τη βέλτιστη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κτηρίων και τη διατήρηση ικανοποιητικών επιπέδων άνεσης για τους χρήστες τους.

Το πρώτο βήμα στην προσπάθεια αυτή είναι η παρουσίαση του θεσμικού πλαισίου που διέπει την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης στην Ελλάδα, το πλαίσιο λειτουργίας των Επιχειρήσεων Ενεργειακών Υπηρεσιών και των όρων των Συμβάσεων Ενεργειακής Απόδοσης, προκειμένου να θεμελιωθεί η ανάγκη άμεσης εφαρμογής δράσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Στη συνέχεια, στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος “Optimus”, υλοποιήθηκε ένα Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων, με την ονομασία Optimus, το οποίο θα εφαρμοστεί πιλοτικά σε δημοτικά κτήρια τριών Ευρωπαϊκών πόλεων. Στόχος του είναι να βοηθά τις Τοπικές Αρχές στους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης να εξασφαλίσουν τις καλύτερες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας έτσι ώστε να επιτευχθεί βέλτιστη κατανάλωση ενέργειας και μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα των δημόσιων κτηρίων.

Το Σύστημα συλλέγει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από πέντε μονάδες καταγραφής δεδομένων: τη μονάδα καταγραφής δεδομένων πρόβλεψης καιρού, τη μονάδα καταγραφής αποκεντρωμένων δεδομένων, τη μονάδα καταγραφής των τιμών της ενέργειας, τη μονάδα καταγραφής δεδομένων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και τη μονάδα καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Συνδυάζοντας, επομένως, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, το Optimus θα αξιολογεί την απόδοση των δημοσίων κτηρίων μέσω δεικτών ενεργειακής απόδοσης και θα προτείνει βραχυπρόθεσμες δράσεις ενεργειακής διαχείρισης.

Ιδιαίτερα σημαντική ήταν η συμβολή της παρούσας διπλωματικής στο σχεδιασμό της μονάδας καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Η συγκεκριμένη μονάδα, η οποία υλοποιήθηκε σε γλώσσα Python, θα λαμβάνει δημοσιεύσεις των χρηστών των κτηρίων από το Facebook και το Twitter σχετικά με την ικανοποίησή τους σε ό,τι αφορά το φωτισμό και τη θέρμανση των κτηρίων και μέσω μιας ανάλυσης συναισθήματος θα προσδιορίζει αν τα εφαρμοζόμενα μέτρα είχαν θετικό ή αρνητικό αντίκτυπο στα επίπεδα άνεσης των χρηστών τους. Με αυτόν τον τρόπο, θα διασφαλίζεται ότι, εκτός από την επίτευξη της εξοικονόμησης ενέργειας, τα επίπεδα άνεσης των χρηστών δεν θα μεταβληθούν.

Λέξεις – Κλειδιά:

Σύστημα υποστήριξης αποφάσεων, ενεργειακή απόδοση, κτηριακός τομέας, εξοικονόμηση ενέργειας, μέσα κοινωνικής δικτύωσης



## ABSTRACT

Nowadays, buildings are responsible for 40% of energy consumption in the European Union. The building sector is continuously extending, which will certainly increase its energy consumption. To this end, the European Union adopted a binding target to improve energy efficiency by 30% by 2030. At the same time, reducing energy consumption and the use of renewable energy sources are important steps to achieve the goal of reducing by 20% carbon dioxide emissions by 2020. The new conditions require, therefore, the existence of information systems which will have the opportunity to propose specific actions to improve energy efficiency in the building sector having as main axes meeting the energy needs of buildings optimally and maintaining adequate levels of comfort for its users.

The first step in this effort is the presentation of the institutional framework of the evaluation of energy efficiency in Greece, the operating framework of Energy Services Enterprises and the terms of energy performance contracts, in order to establish the need for immediate implementation of energy efficiency improvement actions.

Next, within the framework of the European program “Optimus”, a Decision Support System was implemented, called Optimus, which will be piloted in municipal buildings in three European cities. The aim is to help the local authorities to ensure the best energy saving opportunities in order to achieve optimal energy consumption and reduction of carbon dioxide emissions of public buildings.

The system collects real-time data from five data capturing modules: the weather forecasting data capturing module, the de-centralized data capturing module, the energy prices capturing module, the renewable energy production data capturing module and the social media data capturing module. Combining therefore the data collected, the Optimus will evaluate the performance of public buildings through energy efficiency indicators and propose short-term energy management actions.

Particularly important was the contribution of this thesis in the design of the social media data capturing module. The specific module, which was implemented in programming language Python, receives posts of building users from Facebook and Twitter concerning their satisfaction in terms of lighting and heating of buildings and, through a sentiment analysis, the module will determine whether the implemented measures had a positive or negative impact on their user comfort levels. In this way, we ensure that, in addition to achieving energy saving, user’s comfort levels will not change.

Key Words:

Decision support system, energy efficiency, building sector, energy saving, social media



## Περιεχόμενα

|  |    |
|--|----|
| 1 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Εισαγωγή .....  | 15 |
| 1.1. Σκοπός.....   | 16 |
| 1.2. Φάσεις.....   | 16 |
| 1.3. Δομή .....  | 17 |
| 2 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Θεσμικό Πλαίσιο που διέπει την Αξιολόγηση της Ενεργειακής Απόδοσης .....          | 19 |
| 2.1. Εισαγωγή.....   | 20 |
| 2.2. Αξιολόγηση των Υποδομών .....   | 21 |
| 2.2.1. Θεσμικό Πλαίσιο στην Ελλάδα .....   | 21 |
| 2.2.2. Ν. 3661/2008 και Κ.Υ.Α. Δ6/Β/οικ. 5825/2010 .....   | 21 |
| 2.2.3. Ν. 3851/2010 .....  | 25 |
| 2.2.4. Προεδρικό Διάταγμα 72/2010.....   | 25 |
| 2.2.5. Προεδρικό Διάταγμα 100/2010.....  | 26 |
| 2.2.6. Υπουργική Απόφαση οικ. 17178/2010 .....   | 27 |
| 2.2.7. Ν. 4122/2013 .....  | 27 |
| 2.3. Αξιολόγηση κατά την Τελική Χρήση .....  | 29 |
| 2.3.1. Θεσμικό Πλαίσιο στην Ελλάδα .....   | 29 |
| 2.3.2. Ν. 1526/1999 .....  | 29 |
| 2.3.3. Ν. 1122/2008 .....  | 31 |
| 2.3.4. Ν. 3855/2010 και Υπουργική Απόφαση Δ6 / 13280 / 14.06.2011 .....                                    | 32 |
| 2.3.5. Προεδρικό Διάταγμα 3889/2010.....   | 35 |
| 2.3.6. Επίπεδο Αναφοράς – ISO 50006.....   | 35 |
| 2.3.7. Πρότυπο ISO 50001:2011 .....  | 37 |
| 2.3.8. Ευρωπαϊκή Οδηγία 2012/27/ΕΕ .....   | 38 |
| 2.3.9. Έκθεση Υ.Π.Ε.Κ.Α. – Δεκέμβριος 2013 .....   | 39 |
| 2.4. Αξιολόγηση Εφαρμογής του Θεσμικού Πλαισίου .....  | 40 |
| 2.5. Συμβάσεις Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΕΑ) .....  | 41 |
| 2.6. Βιβλιογραφικές Αναφορές.....  | 45 |
| 3 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Σχεδιασμός και Αρχιτεκτονική του Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων “Optimus” ..... | 47 |
| 3.1. Στόχος του Συστήματος.....  | 48 |
| 3.2. Γενική Αρχιτεκτονική του Συστήματος .....   | 49 |
| 3.2.1. Εισαγωγή.....   | 49 |
| 3.2.2. Γενικό Πλαίσιο του Συστήματος .....   | 49 |

|  |    |
|--|----|
| 3.3. Αναπαράσταση των Δεδομένων.....   | 52 |
| 3.3.1. Βασικές Αρχές και Απαιτήσεις.....   | 52 |
| 3.3.2. Αναπαράσταση RDF-ΣύνταξηTurtle.....   | 53 |
| 3.3.3. Οντολογία SSN.....  | 58 |
| 3.4. Μηχανισμός Ανταλλαγής Δεδομένων.....  | 60 |
| 3.4.1. Βασικές Αρχές και Απαιτήσεις.....   | 60 |
| 3.4.2. Αρχιτεκτονικό Πρότυπο “Publish & Subscribe”.....                                    | 61 |
| 3.4.3. Ztreamy.....  | 62 |
| 3.5. Ανάπτυξη των Μονάδων.....   | 65 |
| 3.6. Εσωτερική Αρχιτεκτονική του ΣΥΑ.....  | 66 |
| 3.6.1. Γενική Περιγραφή.....   | 66 |
| 3.6.2. Μηχανή του ΣΥΑ.....   | 67 |
| 3.6.3. Εμπρόσθια Περιβάλλοντα.....   | 68 |
| 3.7. Βιβλιογραφικές Αναφορές.....  | 69 |
| 4 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Μονάδες Καταγραφής Ενεργειακών και Περιβαλλοντικών Δεδομένων..... | 71 |
| 4.1. Εισαγωγή.....   | 72 |
| 4.2. Μονάδα Καταγραφής Δεδομένων Πρόβλεψης Καιρού.....                                     | 73 |
| 4.2.1. Σκοπός της Μονάδας.....   | 73 |
| 4.2.2. Αρχιτεκτονική της Μονάδας.....  | 73 |
| 4.2.3. Παράμετροι της Μονάδας και Απαιτήσεις του Συστήματος.....                           | 73 |
| 4.2.4. Δεδομένα Εισόδου.....   | 77 |
| 4.2.5. Δεδομένα Εξόδου.....  | 77 |
| 4.3. Μονάδα Καταγραφής Αποκεντρωμένων Δεδομένων.....                                       | 78 |
| 4.3.1. Στόχος της Μονάδας.....   | 78 |
| 4.3.2. Σχεδιασμός και Αρχιτεκτονική της Μονάδας.....                                       | 78 |
| 4.3.3. Απαιτήσεις της Μονάδας.....   | 80 |
| 4.3.4. Δεδομένα Εισόδου.....   | 81 |
| 4.3.5. Δεδομένα Εξόδου.....  | 83 |
| 4.4. Μονάδα Καταγραφής των Τιμών της Ενέργειας.....  | 83 |
| 4.4.1. Στόχος της Μονάδας.....   | 83 |
| 4.4.2. Σχεδιασμός της Μονάδας.....   | 83 |
| 4.4.3. Δεδομένα Εισόδου.....   | 84 |
| 4.4.4. Δεδομένα Εξόδου.....  | 85 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.4.5. Αρχιτεκτονική της Μονάδας .....  | 87  |
| 4.5. Μονάδα Καταγραφής Δεδομένων Παραγωγής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές .....        | 88  |
| 4.5.1. Σκοπός της Μονάδας .....   | 88  |
| 4.5.2. Σχεδιασμός και Απαιτήσεις της Μονάδας .....                                      | 89  |
| 4.5.3. Δεδομένα Εισόδου .....   | 90  |
| 4.5.4. Δεδομένα Εξόδου .....  | 91  |
| 4.5.5. Αρχιτεκτονική της Μονάδας .....  | 91  |
| 4.6. Βιβλιογραφικές Αναφορές.....   | 93  |
| 5 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Μονάδα Καταγραφής Δεδομένων από Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης..... | 95  |
| 5.1. Στόχος της Μονάδας .....   | 96  |
| 5.2. Σχεδιασμός της Μονάδας .....   | 96  |
| 5.3. Δεδομένα Εισόδου .....   | 98  |
| 5.3.1. Δομή JSON.....   | 98  |
| 5.3.2. Δομή JSON μιας Δημοσίευσης ή ενός Σχολίου στο Facebook.....                      | 100 |
| 5.3.3. Δομή JSON ενός Μηνύματος στο Twitter .....                                       | 102 |
| 5.4. Δεδομένα Εξόδου .....  | 103 |
| 5.5. Αρχιτεκτονική της Μονάδας .....  | 105 |
| 5.5.1. Γενική Αρχιτεκτονική της Μονάδας.....  | 105 |
| 5.5.2. Πρόγραμμα Ανάλυσης των Ρυθμίσεων των Παραμέτρων (Configuration parser) ....      | 106 |
| 5.5.3. Προσαρμογέας του Facebook.....   | 108 |
| 5.5.4. Προσαρμογέας του Twitter .....   | 109 |
| 5.5.5. Προσαρμογέας Ztreamy των RDF .....   | 110 |
| 5.5.6. Καταγραφέας Δεδομένων (Event Logger) .....                                       | 111 |
| 5.6. Τεχνολογίες .....  | 112 |
| 5.7. Διακριτικά Πρόσβασης του Facebook (Facebook access tokens) .....                   | 112 |
| 5.7.1. Εγγραφή ως Προγραμματιστής (Registration as a developer) .....                   | 112 |
| 5.7.2. Δημιουργία Εφαρμογής (Create an App) .....                                       | 114 |
| 5.7.3. Δημιουργία ενός User Access Token .....  | 116 |
| 5.7.4. Ανανέωση του User Access Token .....   | 118 |
| 5.7.5. Δημιουργία ενός App Access Token .....   | 119 |
| 5.7.6. Δημιουργία ενός Page Access Token .....  | 119 |
| 5.8. Διακριτικά Πρόσβασης του Twitter (Twitter access tokens) .....                     | 121 |
| 5.9 Βιβλιογραφικές Αναφορές.....  | 124 |

|   |     |
|---|-----|
| 6 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Συμπεράσματα και Προοπτικές..... | 125 |
| 6.1. Συμπεράσματα.....                                    | 126 |
| 6.2. Προοπτικές.....                                      | 127 |
| Παράρτημα .....   | 129 |
| Π.1. Σύμβαση Εγγυημένης Απόδοσης .....                    | 130 |
| Π.2. Σύμβαση Διαμοιραζόμενου Οφέλους.....                 | 138 |
| Π.3. Κώδικας Υλοποίησης Προσαρμογέα Facebook.....         | 146 |
| Π.4. Κώδικας Υλοποίησης Προσαρμογέα Twitter .....         | 149 |
| Π.5. Βιβλιογραφικές Αναφορές .....                        | 154 |

---

# 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Εισαγωγή

---

## 1.1. Σκοπός

Κύριος στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι ο σχεδιασμός ενός Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων, στα πλαίσια ευρωπαϊκού προγράμματος, το οποίο αφορά τον κτηριακό τομέα. Το Σύστημα αυτό θα λαμβάνει, με τη βοήθεια μονάδων καταγραφής, ενεργειακά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά δεδομένα και θα προτείνει βραχυπρόθεσμες δράσεις ενεργειακής διαχείρισης με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

Ειδικότερα, η παρούσα διπλωματική αναλύει το θεσμικό πλαίσιο που διέπει την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης στην Ελλάδα επεξηγώντας με αυτόν τον τρόπο την ανάγκη άμεσης προώθησης των μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στον κτηριακό τομέα και δημιουργίας μιας πλατφόρμας που θα βοηθά τις Επιχειρήσεις Ενεργειακών Υπηρεσιών να λαμβάνουν τις βέλτιστες αποφάσεις για την επίτευξη του στόχου αυτού.

Για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος, αναπτύσσεται το Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων Optimus το οποίο θα μπορεί να βοηθήσει στη λήψη των βέλτιστων μέτρων για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια στα οποία θα εφαρμοστεί. Στην παρούσα διπλωματική αναλύεται διεξοδικά η αρχιτεκτονική και ο σχεδιασμός του Optimus συνολικά καθώς και των επιμέρους μονάδων καταγραφής δεδομένων που περιλαμβάνει. Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στην ανάλυση του σχεδιασμού και της λειτουργίας της μονάδας καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης λόγω της ενεργής συμμετοχής της παρούσας διπλωματικής στο σχεδιασμό της συγκεκριμένης μονάδας. Η μονάδα αυτή θα λαμβάνει δημοσιεύσεις των χρηστών των κτηρίων στο Facebook και στο Twitter σχετικά με την ικανοποίησή τους σε ό,τι αφορά το φωτισμό και τη θέρμανση των κτηρίων και μέσω μιας ανάλυσης συναισθήματος θα προσδιορίζει αν τα εφαρμοζόμενα μέτρα είχαν θετικό ή αρνητικό αντίκτυπο στα επίπεδα άνεσης των χρηστών τους.

## 1.2. Φάσεις

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου 2014 - Ιανουαρίου 2015 σύμφωνα με την παρακάτω διαδικασία που αποτελείται από πέντε φάσεις:

### 1<sup>η</sup> Φάση

Κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης, έγινε μια διεξοδική μελέτη των νόμων, των προεδρικών διαταγμάτων και των υπουργικών αποφάσεων που αποτελούν το θεσμικό πλαίσιο που διέπει την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης και το πλαίσιο λειτουργίας των Επιχειρήσεων Ενεργειακών Υπηρεσιών προκειμένου να διαπιστωθεί η αναγκαιότητα άμεσης εφαρμογής δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στον κτηριακό τομέα.

### 2<sup>η</sup> Φάση

Κατά τη δεύτερη φάση, πραγματοποιήθηκε η συλλογή των απαραίτητων εγγράφων σχετικά με το



Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων Optimus τα οποία συντάχθηκαν από τις ομάδες εργασίας των συνεργαζόμενων πανεπιστημίων και οργανισμών στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος “OPTIMising the energy USe in cities with smart decision support system (OPTIMUS)”. Αφού συλλέχθηκαν, μελετήθηκαν διεξοδικά με σκοπό την περιγραφή της γενικής αρχιτεκτονικής του Συστήματος και του σχεδιασμού των τεσσάρων εκ των πέντε μονάδων καταγραφής δεδομένων.

### 3<sup>η</sup> Φάση

Στην τρίτη φάση, προκειμένου να υλοποιηθεί η μονάδα καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης, χρειάστηκε να υπάρξει εξοικείωση με τη γλώσσα προγραμματισμού Python. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας κομμάτια έτοιμου κώδικα και κάνοντας τις απαραίτητες παραμετροποιήσεις υλοποιήθηκε η διαδικασία συλλογής δεδομένων από το Twitter και το Facebook και η κατάλληλη μορφοποίησή τους.

### 4<sup>η</sup> Φάση

Στην τέταρτη φάση, προκειμένου να επιβεβαιωθεί η ορθή λειτουργία της μονάδας καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης, δημιουργήθηκε, αρχικά, μία πιλοτική σελίδα στο Facebook και ένας λογαριασμός στο Twitter. Στη συνέχεια, ανατρέχοντας σε έγγραφα του Facebook και του Twitter και χρησιμοποιώντας και υλικό μέσα από το Διαδίκτυο, αναζητήθηκε η διαδικασία απόκτησης και ανανέωσης των κωδικών πιστοποίησης που επιτρέπουν στις εφαρμογές να αντλούν δεδομένα από τα συγκεκριμένα κοινωνικά δίκτυα. Τέλος, τροφοδοτώντας τη μονάδα με ενδεικτικά δεδομένα έγινε έλεγχος της εξόδου της προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχει συμφωνία ανάμεσα στα προσδοκώμενα και τα εξαγόμενα αποτελέσματα. Όπως διαπιστώθηκε, η μονάδα λειτουργεί με βάση τον προβλεπόμενο σχεδιασμό.

### 5<sup>η</sup> Φάση

Στην πέμπτη φάση, έγινε η εξαγωγή των βασικών συμπερασμάτων που προέκυψαν από τη συγκεκριμένη μελέτη καθώς και η διαπίστωση των πιθανών προοπτικών που διαφαίνονται από την εφαρμογή του Συστήματος Optimus.

## **1.3. Δομή**

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει την παρακάτω δομή:

Αρχικά, υπάρχει μια σύντομη περίληψη της διπλωματικής εργασίας, στην οποία παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια σημεία της. Η περίληψη αυτή υπάρχει και στην αγγλική γλώσσα. Στη συνέχεια, επισυνάπτεται ο πίνακας περιεχομένων. Τέλος, ακολουθεί η διπλωματική εργασία, που αποτελείται από έξι κεφάλαια και ένα παράρτημα. Παρακάτω περιγράφεται συνοπτικά το περιεχόμενο κάθε κεφαλαίου.

### 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Εισαγωγή

Πρόκειται για το παρόν κεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά το αντικείμενο της

διπλωματικής εργασίας και οι φάσεις εκπόνησης της.

## 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Θεσμικό Πλαίσιο που διέπει την Αξιολόγηση της Ενεργειακής Απόδοσης

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται όλοι οι νόμοι, τα προεδρικά διατάγματα και οι υπουργικές αποφάσεις που διέπουν τις δύο μεθόδους αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης (την asset rating και την operational rating) έτσι ώστε να γίνει κατανοητή η αναγκαιότητα εφαρμογής των μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στα κτήρια. Παράλληλα, επεξηγείται το πλαίσιο λειτουργίας των Επιχειρήσεων Ενεργειακών Υπηρεσιών, οι όροι των Συμβάσεων Ενεργειακής Απόδοσης καθώς και οι τρόποι επιβεβαίωσης της επίτευξης εξοικονόμησης ενέργειας.

## 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Σχεδιασμός και Αρχιτεκτονική του Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων Optimus

Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναλύεται τόσο η γενική όσο και η εσωτερική αρχιτεκτονική του Συστήματος, οι απαιτήσεις του, η μορφή των δεδομένων εισόδου που προέρχονται από τις μονάδες καταγραφής δεδομένων καθώς και ο μηχανισμός ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ των μονάδων του Συστήματος και της μηχανής του.

## 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Μονάδες Καταγραφής Ενεργειακών και Περιβαλλοντικών Δεδομένων

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται ο σκοπός, οι απαιτήσεις, η αρχιτεκτονική και τα δεδομένα εισόδου και εξόδου των τεσσάρων από τις πέντε μονάδες καταγραφής δεδομένων που διαθέτει το Optimus. Οι μονάδες αυτές είναι η μονάδα καταγραφής δεδομένων πρόβλεψης καιρού, η μονάδα καταγραφής αποκεντρωμένων δεδομένων, η μονάδα καταγραφής των τιμών της ενέργειας και η μονάδα καταγραφής δεδομένων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

## 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Μονάδα Καταγραφής Δεδομένων από Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης

Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά η μονάδα καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης, η οποία αποτελεί και το βασικό κομμάτι της παρούσας διπλωματικής. Η μονάδα θα λαμβάνει δεδομένα από το Facebook και το Twitter και θα τα στέλνει σε κατάλληλη μορφή στη μηχανή του ΣΥΑ. Συγκεκριμένα, περιγράφεται ο σκοπός, η λειτουργία της, η αρχιτεκτονική της, η μορφή των δεδομένων εισόδου και εξόδου της καθώς και ο τρόπος απόκτησης των κωδικών πιστοποίησης για τα δύο αυτά κοινωνικά μέσα ώστε να μπορεί η μονάδα να λαμβάνει δεδομένα από αυτά.

## 6<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Συμπεράσματα και Προοπτικές

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα κυριότερα συμπεράσματα κι οι προοπτικές που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη.

## Παράρτημα

Στο παράρτημα αναλύονται οι όροι των Συμβάσεων Ενεργειακής Απόδοσης και επισυνάπτεται μέρος του κώδικα υλοποίησης της μονάδας καταγραφής δεδομένων από κοινωνικά δίκτυα.

---

## **2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Θεσμικό Πλαίσιο που διέπει την Αξιολόγηση της Ενεργειακής Απόδοσης**

---

## 2.1. Εισαγωγή

Σήμερα, τα κτήρια ευθύνονται για το 40% της κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ο κτηριακός τομέας διευρύνεται συνεχώς, πράγμα που μετά βεβαιότητας θα αυξήσει την ενεργειακή κατανάλωση. Για το σκοπό αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε ως δεσμευτικό στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 30% έως το 2030. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, ο σχεδιασμός συστημάτων αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων έχει εγείρει τον τελευταίο καιρό το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας.

Ως ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου ορίζεται η υπολογισθείσα ή μετρούμενη ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για να ικανοποιηθεί η ενεργειακή ζήτηση που συνδέεται με την τυπική χρήση του κτηρίου, η οποία περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την ενέργεια που χρησιμοποιείται για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, παραγωγή ζεστού νερού και φωτισμό.

Κάθε σύστημα αξιολόγησής της συνοδεύεται από αναλυτικά γραφήματα και διεξοδικές επεξηγήσεις ώστε να μπορέσει να γίνει κατανοητή η σημασία της ενεργειακής διαχείρισης των κτηρίων ακόμα και στους μη ειδικούς σε ενεργειακά θέματα.

Παρόλα τα μοντέλα που έχουν παρουσιαστεί για το σκοπό αυτό, η αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων μπορεί να γίνει πρακτικά με δύο μεθόδους, είτε με αξιολόγηση των υποδομών (asset rating) είτε με αξιολόγηση κατά την τελική χρήση (operational rating). Αυτές οι δύο προσεγγίσεις στο ζήτημα της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων είναι θεμελιώδεις αλλά διαφέρουν σημαντικά η μία από την άλλη.

Η αξιολόγηση των υποδομών εξετάζει πόσο αποδοτικά έχει σχεδιαστεί ένα κτήριο, όχι πόσο αποδοτικά λειτουργεί κατά τη χρήση του. Αντί να επικεντρώνεται στην κατανάλωση της ενέργειας που γίνεται από τους ενοίκους ή τους υπαλλήλους του κτηρίου, αξιολογεί το ίδιο το κτήριο με βάση τα φυσικά του χαρακτηριστικά, όπως το κέλυφος του κτηρίου και τα μηχανικά και ηλεκτρικά του συστήματα. Με βάση αυτά τα στοιχεία, αξιολογεί την εγγενή ενεργειακή απόδοση του κτηρίου ανεξάρτητα από τον τρόπο που αυτό λειτουργεί στην πράξη. Κρίνει, με λίγα λόγια, με βάση τη θεωρητική ενεργειακή απόδοση του κτηρίου και όχι με βάση το πώς το κτήριο αποδίδει στην πράξη.

Αντίθετα, η αξιολόγηση κατά την τελική χρήση εξετάζει την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου με βάση την πραγματική κατανάλωση ενέργειας που γίνεται κατά τη χρήση του. Επιπλέον, η συγκεκριμένη μέθοδος κανονικοποιεί την ενεργειακή κατανάλωση με βάση συγκεκριμένους παράγοντες, όπως το μέγεθος του κτηρίου, τον καιρό και τον τύπο του κτιρίου, έτσι ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση διαφορετικών μεταξύ τους κτηρίων με ακρίβεια.

Βέβαια, η μέθοδος αυτή δεν κανονικοποιεί με βάση τη συμπεριφορά των καταναλωτών. Με άλλα λόγια, δε λαμβάνει υπόψη της εάν αφήνουν οι ένοικοι ενός κτιρίου τα φώτα ανοιχτά για πολύ ώρα, ή αν χρησιμοποιούν για μεγάλο διάστημα τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Αυτό συμβαίνει διότι αυτός ο παράγοντας είναι το κλειδί για να καθοριστεί πόσο αποδοτικά λειτουργεί

ένα κτήριο. Έτσι, εάν οι ένοικοι ενός κτηρίου καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια σε σχέση με τους ενοίκους ενός άλλου κτηρίου, τότε η αξιολόγηση κατά την τελική χρήση του πρώτου κτηρίου θα είναι χειρότερη.

Επειδή η έμφαση της operational rating είναι η πραγματική ενέργεια που χρησιμοποιείται από ένα κτήριο, αυτό το είδος της αξιολόγησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείξει την επίδραση των επενδύσεων ενεργειακής απόδοσης. Και επειδή η operational rating ενδιαφέρεται λιγότερο για το πώς ένα κτήριο θα πρέπει να αποδίδει και περισσότερο για το πώς ένα κτήριο πραγματικά λειτουργεί σε σύγκριση με άλλα αντίστοιχα κτήρια, μπορεί να βοηθήσει να προσδιοριστούν ποια κτήρια μέσα σε ένα κτηριακό χαρτοφυλάκιο έχουν περιθώρια για πραγματική βελτίωση.

## 2.2. Αξιολόγηση των Υποδομών

### 2.2.1. Θεσμικό Πλαίσιο στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, η Αξιολόγηση των Υποδομών διέπεται από το παρακάτω νομοθετικό πλαίσιο:

- Ν. 3661/2008: “Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίων και άλλες διατάξεις”.
- Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ. 5825/2010: “Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων”.
- Ν. 3851/2010: “Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του ΥΠΕΚΑ”.
- Προεδρικό Διάταγμα 72/2010: “Συγκρότηση, διοικητική - οργανωτική δομή και στελέχωση της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ”.
- Προεδρικό Διάταγμα 100/2010: “Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού”.
- Υπουργική Απόφαση οικ. 17178/2010: “Έγκριση και εφαρμογή των τεχνικών οδηγιών ΤΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων”.
- Ν. 4122/2013: “Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις”.

### 2.2.2. Ν. 3661/2008 και Κ.Υ.Α. Δ6/Β/οικ. 5825/2010

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ) περιγράφεται από το Ν. 3661/2008 και εξειδικεύεται από την Κ.Υ.Α. Δ6/Β/οικ.5825/2010.

Συγκεκριμένα, μέσω του Κ.ΕΝ.Α.Κ. ορίζεται η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοσή τους, ο τύπος και το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, τα αρμόδια για την εκπόνησή της πρόσωπα, η διαδικασία και η συχνότητα διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτηρίων,

των λεβήτων, των εγκαταστάσεων θέρμανσης και των συστημάτων κλιματισμού. Παράλληλα, καθορίζεται ο τύπος και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, η διαδικασία έκδοσής του, το ύψος της δαπάνης έκδοσής του, ενώ τέλος προβλέπει και τη θέσπιση κινήτρων για την εφαρμογή πρόσθετων μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

Σε ότι αφορά τα νέα κτήρια, αυτά πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κανονισμού. Αν η επιφάνεια τους ξεπερνάει τα 1000 τ.μ., τότε πριν αρχίσει η ανέγερσή τους, απαιτείται να εκπονηθεί μελέτη η οποία να περιλαμβάνει την τεχνική, περιβαλλοντική και οικονομική σκοπιμότητα για την εγκατάσταση τουλάχιστον ενός από τα εναλλακτικά συστήματα παροχής ενέργειας, για παράδειγμα συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας ή αντλίας θερμότητας.

Για τα υφιστάμενα κτήρια, ο Κ.ΕΝ.Α.Κ προβλέπει πως όσα κτήρια υφίστανται ριζική ανακαίνιση και η επιφάνειά τους ξεπερνά τα 1000 τ.μ., πρέπει να αναβαθμίζονται ενεργειακά στο βαθμό που αυτό είναι ενεργειακά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό.

Παράλληλα, ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. διευκρινίζει πως εξαιρούνται από τις διατάξεις του κτήρια και μνημεία που προστατεύονται από το νόμο ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής αξίας τους πρέπει να παραμείνουν αναλλοίωτα, χώροι λατρείας ή θρησκευτικών δραστηριοτήτων, μη μόνιμα κτήρια, υφιστάμενα κτήρια κατοικιών τα οποία προορίζονται για χρήση που δεν υπερβαίνει τους τέσσερις μήνες κάθε έτος καθώς και αυτοτελή κτήρια, με συνολική επιφάνεια κάτω των 50 τ.μ.

Οι ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν τα κτήρια που εμπίπτουν στον Κανονισμό αφορούν το σχεδιασμό του κτηρίου, το κέλυφος του κτηρίου και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Σε ότι αφορά το σχεδιασμό του κτηρίου, οι απαιτήσεις αυτές περιλαμβάνουν:

- Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμό του κτηρίου.
- Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου.
- Κατάλληλο σχεδιασμό και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό.
- Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
- Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (ΠΗΣ), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (νότια ανοίγματα), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο) κ.α.
- Ηλιοπροστασία.
- Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.
- Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.

Για το κτηριακό κέλυφος προβλέπονται:

- Θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους.

- Κατάλληλη θερμομόνωση των εξωτερικών επιφανειών, των δαπέδων, των ανοιγμάτων και των γυάλινων προσόψεων.
- Κατάλληλη τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας.

Για τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις ορίζονται τα εξής:

- Ελάχιστη απόδοση των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων. Πρέπει να επιτυγχάνουν ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον κατά 50%.
- Κατάλληλη θερμομόνωση των δικτύων διανομής (νερού ή αλλού μέσου) της κεντρικής θέρμανσης, ή της εγκατάστασης ψύξης, ή του συστήματος ZNX
- Κατάλληλα χαρακτηριστικά των αεραγωγών.
- Κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα σε ποσοστό τουλάχιστον 60%.
- Κατάλληλη απόδοση του συστήματος γενικού φωτισμού. Η ενεργειακή του απόδοση θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 55 lumen/W.
- Εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων για αύξηση του συντελεστή ισχύος στο 0,95.
- Αυτονομία θέρμανσης και ψύξης και χρήση θερμοδομετρητή.
- Θερμοστατικός έλεγχος ανά θερμική ζώνη κτηρίου.

Επιπλέον, θεσπίζονται 9 κατηγορίες ενεργειακών ορίων με βάση την ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό, οι οποίες φαίνονται στον πίνακα 2.1.

| Κατηγορία | Όρια κατηγορίας             | Όρια κατηγορίας      |
|-----------|-----------------------------|----------------------|
| A+        | $EP \leq 0,33R_R$           | $T \leq 0,33$        |
| A         | $0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$ | $0,33 < T \leq 0,50$ |
| B+        | $0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$ | $0,50 < T \leq 0,75$ |
| B         | $0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$ | $0,75 < T \leq 1,00$ |
| Γ         | $1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$ | $1,00 < T \leq 1,41$ |
| Δ         | $1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$ | $1,41 < T \leq 1,82$ |
| E         | $1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$ | $1,82 < T \leq 2,73$ |
| Z         | $2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$ | $1,82 < T \leq 2,74$ |
| H         | $2,73R_R < EP$              | $2,73 < T$           |

Πίνακας 2.1 Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων [2.1]

Το πηλίκο T της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς και αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης.

Ως κτήριο αναφοράς ορίζεται κτήριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση,

προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο.

Ο Κ.ΕΝ.Α.Κ ορίζει πως όλα τα νέα κτήρια και όσα υφίστανται ριζική ανακαίνιση άνω των 1000τ.μ. πρέπει να είναι τουλάχιστον ενεργειακής κατάταξης Β.

Μετά την περάτωση της κατασκευής ή της ριζικής ανακαίνισης του κτηρίου, ο ιδιοκτήτης του υποχρεούται να εκδώσει πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ). Το ΠΕΑ εκδίδεται από ειδικούς ενεργειακούς επιθεωρητές και ισχύει το πολύ για 10 χρόνια. Εάν μέσα σε αυτό το διάστημα γίνουν αλλαγές ή προσθήκες στο κτήριο που επηρεάζουν την ενεργειακή του απόδοση τότε το πιστοποιητικό λήγει κατά το χρόνο ολοκλήρωσης της αλλαγών αυτών. Κατά την πώληση ή μίσθωση κτηρίων, διατίθεται το ΠΕΑ από τον ιδιοκτήτη στον αγοραστή ή μισθωτή.

Το ΠΕΑ απεικονίζει την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου και περιλαμβάνει τα γενικά στοιχεία του και την υπολογισμένη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας τόσο του κτηρίου αναφοράς όσο και του εξεταζόμενου κτηρίου ώστε να μπορούν οι καταναλωτές να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου. Επιπλέον, σε αυτό αναγράφεται η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση καθώς και οι υπολογισμένες ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Προαιρετικά, αναγράφονται η πραγματική ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας καθώς και οι πραγματικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Τέλος, σημειώνονται από τους επιθεωρητές συστάσεις για την περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Σε κτήρια τα οποία χρησιμοποιούνται από δημόσιες υπηρεσίες και φορείς του ευρύτερου δημόσιου τομέα, είναι υποχρεωτικό να τοποθετείται, σε ευδιάκριτη θέση, πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτηρίου.

Στον Κ.ΕΝ.Α.Κ. περιλαμβάνεται, ακόμη, η επιθεώρηση τόσο των λεβήτων και των εγκαταστάσεων θέρμανσης όσο και των εγκαταστάσεων κλιματισμού. Η συχνότητα επιθεώρησης των λεβήτων καθορίζεται ανάλογα με το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιούν, την παλαιότητά τους και την ωφέλιμη ονομαστική τους ισχύ. Οι επιθεωρητές συντάσσουν έκθεση, στην οποία αξιολογείται η αποτελεσματικότητα του λέβητα και διατυπώνονται οδηγίες και συστάσεις για τη ρύθμιση, συντήρηση, επισκευή ή αντικατάστασή του, εφόσον κάτι τέτοιο χρειάζεται. Η επιθεώρηση των εγκαταστάσεων κλιματισμού είναι απαραίτητη όταν αυτές έχουν ισχύ μεγαλύτερη των 12 KW.

Και σε αυτή την επιθεώρηση, οι επιθεωρητές συντάσσουν έκθεση, στην οποία αξιολογείται η αποτελεσματικότητα και οι διαστάσεις της εγκατάστασης κλιματισμού σε σχέση με τις ενεργειακές ανάγκες του κτηρίου και διατυπώνονται κατάλληλες οδηγίες και συστάσεις για βελτίωση ή αντικατάσταση της εγκατάστασης του κλιματισμού.

Η πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων και η επιθεώρηση των λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού διεξάγονται από ειδικευμένους και για το σκοπό αυτόν διαπιστευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές.

Από την αρμόδια διεύθυνση του Υπουργείου Ανάπτυξης πρέπει να τηρείται Αρχείο Επιθεωρήσεως



Κτηρίων, στο οποίο καταχωρίζονται, σε ξεχωριστές μερίδες: α) τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, β) οι εκθέσεις επιθεώρησης λεβήτων κτηρίων και γ) οι εκθέσεις επιθεώρησης εγκαταστάσεων κλιματισμού κτηρίων [2.2].

### **2.2.3. Ν. 3851/2010**

Ο Ν. 3851/2010 ενσωματώνει στην ελληνική νομοθεσία την ευρωπαϊκή οδηγία 2010/31/ΕΚ. Μέσα από τις διατάξεις του:

- Παρέχεται, για πρώτη φορά, πρόβλεψη για κτήρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Ως κτήριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας ορίζεται ένα κτήριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση. Η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτηρίου, πρέπει να καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, περιλαμβανομένης της ενέργειας που παράγεται επιτόπου ή πλησίον του κτηρίου.
- Θεσπίζονται προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας σε οικίες.
- Καθορίζεται επ' ακριβώς η συχνότητα και ο τρόπος διενέργειας των ενεργειακών επιθεωρήσεων.

Επιπλέον, με τροποποίηση του Ν. 3661/2008 από το Ν. 3851/2010 ορίζεται πως στα κτήρια για τα οποία κατατίθεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία αίτηση χορήγησης οικοδομικής άδειας μετά την 1.1.2011 είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει όταν οι ανάγκες σε ζεστό νερό καλύπτονται από εναλλακτικά συστήματα παροχής ενέργειας.

Τέλος, ο Ν. 3851/2010 ορίζει πως το αργότερο έως τις 31.12.2019, όλα τα νέα κτήρια θα πρέπει να καλύπτουν το σύνολο της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσής τους με συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και σε αντλίες θερμότητας. Για τα νέα κτήρια που στεγάζουν υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, η υποχρέωση αυτή θα πρέπει να τεθεί σε ισχύ το αργότερο έως τις 31.12.2014 [2.3].

### **2.2.4. Προεδρικό Διάταγμα 72/2010**

Το προεδρικό διάταγμα 72/2010 ορίζει τη συγκρότηση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ). Μέσα από τις διατάξεις του, καθορίζεται πως η Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ θα υπάγεται στην Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας του Υ.Π.Ε.Κ.Α. και συγκροτείται από τη Γενική Επιθεώρηση και γεωγραφικά κατανεμημένους διοικητικούς Τομείς.

Η Γενική Επιθεώρηση ελέγχει, παρακολουθεί και συντονίζει το έργο των Τομών της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ., διατηρεί, ελέγχει και διαχειρίζεται το Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών και το Αρχείο

Επιθεώρησης Κτηρίων και επεξεργάζεται τα αποτελέσματα από τον έλεγχο των εκδοθέντων Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίων, των εκθέσεων των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Παράλληλα, έχει τη δυνατότητα να αναθέτει μελέτες, έρευνες, ελέγχους και λοιπές ειδικές εργασίες για την υποστήριξη του έργου της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ. στο Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σε Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα και σε λοιπούς ερευνητικούς φορείς και οργανισμούς του Δημόσιου και ευρύτερου Δημόσιου τομέα.

Οι Τομείς παρακολουθούν και ελέγχουν το έργο των επιθεωρητών κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού, τη διαδικασία έκδοσης και την ποιότητα των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων, καθώς και των επιθεωρήσεων λεβήτων/εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Οι Τομείς συγκροτούν τα Κλιμάκια Επιθεωρητών Ενέργειας και τηρούν το αρχείο Εκθέσεων Ελέγχου, ασκούν δε τα καθήκοντά τους εντός της εδαφικής περιοχής αρμοδιότητάς τους.

Οι έλεγχοι της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ διενεργούνται αυτεπάγγελα, δειγματοληπτικά και τυχαία ή κατόπιν καταγγελιών που υποβάλλονται στην Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ. σχετικά με την ποιότητα διενεργηθεισών ενεργειακών επιθεωρήσεων ή για την αξιοπιστία και ορθότητα εκδοθέντων Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης.

Μετά από κάθε έλεγχο συντάσσεται από το Κλιμάκιο Επιθεωρητών, που διενήργησαν τον έλεγχο, Έκθεση Ελέγχου. Σε περίπτωση όπου διαπιστώνονται τυχόν αποκλίσεις από τα αποτελέσματα που αναγράφονται στο εκδοθέν Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης του Κτηρίου ή στην έκθεση επιθεώρησης του λέβητα ή της εγκατάστασης θέρμανσης ή κλιματισμού, συντάσσεται αιτιολογημένη Πράξη Βεβαίωσης ή μη της Παράβασης, την οποία υπογράφει ο Γενικός Επιθεωρητής [2.4].

## **2.2.5. Προεδρικό Διάταγμα 100/2010**

Το προεδρικό διάταγμα 100/2010 καθορίζει θέματα σχετικά με τα προσόντα των ενεργειακών επιθεωρητών τη διαδικασία εγγραφής στα μητρώα, τις αμοιβές τους αλλά και τις κυρώσεις που προβλέπονται σε περιπτώσεις παραβάσεων.

Πιο συγκεκριμένα, ο ενεργειακός επιθεωρητής θα πρέπει να διαθέτει τα παρακάτω προσόντα:

- Να είναι Διπλωματούχος Μηχανικός, μέλος του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΕΕ) ή Πτυχιούχος Μηχανικός Τεχνολογικής Εκπαίδευσης ή μηχανικός που έχει αποκτήσει αναγνώριση επαγγελματικών προσόντων στην Ελλάδα.
- Να παρακολουθήσει εξειδικευμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια, ελέγχων ενεργειακών εγκαταστάσεων, καθώς και ενεργειακών επιθεωρήσεων και να το ολοκληρώσουν επιτυχώς, κατόπιν εξετάσεων.
- Να διαθέτει τουλάχιστον τετραετή αποδεδειγμένη επαγγελματική ή επιστημονική εμπειρία σε θέματα μελέτης, επίβλεψης και κατασκευής κτηρίων και συστημάτων ηλεκτρομηχανολογικών

εγκαταστάσεων κτηρίων ή ενεργειακού σχεδιασμού κτηρίων και ελέγχων ενεργειακών εγκαταστάσεων και ενεργειακών επιθεωρήσεων.

Όσοι διαθέτουν τα παραπάνω προσόντα, εγγράφονται στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών και τους χορηγείται Άδεια Ενεργειακού Επιθεωρητή, η οποία διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες: κτηρίου, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού.

Ο έλεγχος και η παρακολούθηση της διαδικασίας και της ποιότητας των ενεργειακών επιθεωρήσεων διεξάγεται από την Ε.Υ. ΕΠ.ΕΝ., η οποία, σε περίπτωση διαπίστωσης παραβάσεων, εισηγείται την επιβολή διοικητικών ή χρηματικών προστίμων [2.5].

## **2.2.6. Υπουργική Απόφαση οικ. 17178/2010**

Για την πλήρη εφαρμογή του Κ.ΕΝ.Α.Κ., μέσω της υπουργικής Απόφασης οικ. 17178/2010, εγκρίνονται και ορίζονται ως υποχρεωτικές οι παρακάτω Τεχνικές Οδηγίες [2.6]:

- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010: “Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης”.
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010: “Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων”.
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010: “Κλιματικά δεδομένα ελληνικών Περιοχών”.
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010: “Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού”.

## **2.2.7. Ν. 4122/2013**

Ο Ν. 4122/2013 θεσπίστηκε για την εναρμόνιση της Ελλάδας με την ευρωπαϊκή οδηγία 2010/31/ΕΕ. Ορίζει, μεταξύ άλλων:

- Υπολογισμό των βέλτιστων από πλευράς κόστους επιπέδων των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης.
- Χρηματοδοτικά κίνητρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης νέων και υφιστάμενων κτηρίων.
- Το θεσμικό πλαίσιο που διέπει τα κτήρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας.
- Την δημιουργία εθνικού σχεδίου αύξησης του αριθμού των κτηρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

Πιο συγκεκριμένα, με βάση την ευρωπαϊκή οδηγία 2010/31/ΕΕ, πρέπει να υπολογίζεται το επίπεδο βέλτιστου κόστους των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Το βέλτιστο από πλευράς κόστους επίπεδο πρέπει να ευρίσκεται εντός των επιπέδων απόδοσης που

ορίζονται από τις ισχύουσες ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης. Για τον τελικό υπολογισμό του βέλτιστου από πλευράς κόστους επιπέδου συνεκτιμώνται το κόστος και το όφελος που έχουν για το κοινωνικό σύνολο οι επενδύσεις σε ενεργειακή απόδοση.

Οι αρμόδιες υπηρεσίες του Υ.Π.Ε.Κ.Α. υποβάλλουν στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή έκθεση, με την οποία κοινοποιούν όλα τα δεδομένα και τις παραδοχές των υπολογισμών, καθώς και τα αποτελέσματα αυτών. Στην έκθεση, επίσης, περιλαμβάνεται το αποτέλεσμα της παραπάνω σύγκρισης. Σε περίπτωση που σύμφωνα με το αποτέλεσμα αυτό, οι ισχύουσες ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης είναι σημαντικά λιγότερο αποδοτικές από πλευράς ενεργειακής απόδοσης σε σχέση με τα βέλτιστα από πλευράς κόστους επίπεδα ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης, στην έκθεση περιλαμβάνεται σχετική αιτιολόγηση της διαφοράς ή αναφέρονται τα κατάλληλα μέτρα για τη μείωσή της.

Για τα κτήρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας ορίζεται πως από την 1.1.2021, όλα τα νέα κτήρια πρέπει να είναι κτήρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας ενώ για τα νέα κτήρια που στεγάζουν υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, η υποχρέωση αυτή τίθεται σε ισχύ από την 1.1.2019.

Για τον σκοπό αυτό, εγκρίνεται εθνικό σχέδιο αύξησης του αριθμού των κτηρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, το οποίο δύναται να περιλαμβάνει διαφορετικούς στόχους ανάλογα με την κατηγορία χρήσης του κτηρίου. Το εθνικό σχέδιο περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τα εξής στοιχεία:

- Τον καθορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών των κτηρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τις εθνικές, περιφερειακές ή τοπικές συνθήκες, περιλαμβανομένου αριθμητικού δείκτη της χρήσης πρωτογενούς ενέργειας σε κιλοβατώρες ανά τετραγωνικό μέτρο κατ' έτος.
- Τους ενδιάμεσους στόχους για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των νέων κτηρίων έως το 2015.
- Πληροφορίες σχετικά με τις πολιτικές και τα οικονομικά ή άλλα μέτρα για την προώθηση των κτηρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, περιλαμβανομένων λεπτομερειών όσον αφορά τις εθνικές απαιτήσεις και μέτρα για τη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στα νέα κτήρια και τα υφιστάμενα κτήρια που υφίστανται ριζική ανακαίνιση.

Σε ότι αφορά τα χρηματοδοτικά κίνητρα, προκειμένου να επιτευχθεί η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, και ιδίως για να εξασφαλιστεί η σταδιακή μετάβαση σε κτήρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, προβλέπονται επιπρόσθετα θεσμικά, διοικητικά και οικονομικά κίνητρα. Κάποια από αυτά τα κίνητρα είναι η χρηματοδότηση από το Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων για εργασίες που στόχο έχουν την ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων και την χρήση ΑΠΕ στα κτήρια [2.7].

## 2.3. Αξιολόγηση κατά την Τελική Χρήση

### 2.3.1. Θεσμικό Πλαίσιο στην Ελλάδα

Η αξιολόγηση κατά την τελική χρήση εξετάζει την ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου κατά την τελική του χρήση. Διέπεται από το εξής νομοθετικό πλαίσιο:

- Ν. 1526/1999: “Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για την διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων”.
- Ν. 1122/2008: “Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα”.
- Ν. 3855/2010: “Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις”.
- Προεδρικό Διάταγμα 3889/2010: “Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων, Πράσινο Ταμείο, Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις”.
- Υπουργική Απόφαση Δ6/13280/14.06.2011: “Επιχειρήσεις Ενεργειακών Υπηρεσιών, Λειτουργία, Μητρώο, Κώδικας Δεοντολογίας και συναφείς διατάξεις”.
- Πρότυπο ISO 50006
- Πρότυπο ISO 50001
- Ευρωπαϊκή Οδηγία 2012/27/ΕΕ
- Έκθεση ΥΠΕΚΑ - Δεκέμβριος 2013

### 2.3.2. Ν. 1526/1999

Τα προγράμματα ενεργειακής διαχείρισης στους φορείς και τις επιχειρήσεις του ιδιωτικού και δημοσίου τομέα απαιτούν τόσο στην έναρξη όσο και στην λήξη τους ενεργειακή επιθεώρηση οι οποίες διενεργούνται από ειδικούς ενεργειακούς υπευθύνους.

Ο Ν. 1526/1999 ορίζει πως υπάρχουν δύο είδη ενεργειακής επιθεώρησης:

- A) Συνοπτική Ενεργειακή Επιθεώρηση.
- B) Εκτενής Ενεργειακή Επιθεώρηση.

Η Συνοπτική Ενεργειακή Επιθεώρηση περιλαμβάνει την εκτίμηση των εξόδων και την απόδοση της ενέργειας με βάση τα τιμολόγια ενέργειας και τα αποτελέσματα μιας σύντομης αυτοψίας. Προσδιορίζονται τα μέτρα ΕΞΕ που είναι άμεσης οικονομικής απόδοσης και απαιτούν ελάχιστα κεφάλαια. Επιπλέον, δίνεται μια σειρά δυνατών επεμβάσεων μαζί με τις αντίστοιχες εκτιμώμενες δαπάνες και το όφελος που αυτές θα προσφέρουν.

Κύριος σκοπός της συνοπτικής ενεργειακής επιθεώρησης είναι η τεκμηριωμένη οριοθέτηση ενός διαχειριστικού προγράμματος ΕΞΕ για να πεισθεί η διοίκηση του υπό εξέταση συγκροτήματος να κάνει τις παραπάνω επεμβάσεις.

Επιπρόσθετα, στοχεύει στην αναβάθμιση του τομέα λειτουργίας και συντήρησης των εγκαταστάσεων. Τέλος, δρα υποβοηθητικά στην εκτενή ενεργειακή επιθεώρηση προσανατολίζοντάς την σωστά προς τις δράσεις εκείνες που ικανοποιούν τις απαιτήσεις της διοίκησης του κτηριακού συγκροτήματος για την υλοποίηση επεμβάσεων ΕΞΕ.

Η συνοπτική επιθεώρηση είναι απαραίτητη στην αρχή κάθε ενεργειακού ελέγχου. Διαρκεί μία έως δύο μέρες για μικρά κτηριακά συγκροτήματα ενώ για μεγάλες βιομηχανικές μονάδες μπορεί να χρειαστούν έως και 10 μέρες. Στηρίζεται κυρίως στα ήδη διαθέσιμα στοιχεία και δεν απαιτεί πολύπλοκες μετρήσεις. Αντιθέτως, εξαρτάται από την εμπειρία και την ικανότητα του επιθεωρητή να εντοπίζει δράσεις άμεσης εξοικονόμησης ενέργειας και τεχνολογικού εκσυγχρονισμού που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στο συγκρότημα.

Τα βήματα που περιλαμβάνει μια συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση είναι τα εξής:

- 1) Συνεντεύξεις και συλλογή πληροφοριών τόσο από τα τηρούμενα αρχεία του συγκροτήματος όσο και από τη διοίκηση και τους εργαζόμενους σε αυτό.
- 2) Σύντομη αυτοψία στο χώρο, όπου ο επιθεωρητής αντιμετωπίζει τις περιπτώσεις σπατάλης ενέργειας ή περιπτώσεις πλημμελούς συντήρησης ή λειτουργίας.
- 3) Ανάλυση των ενεργειακών μεγεθών, κατά την οποία αναλύονται οι ανάγκες της επιχείρησης ανά τελική μορφή ενέργειας, όπως η ηλεκτρική ενέργεια, το πετρέλαιο, το υγραέριο κλπ ενώ παράλληλα γίνεται ένας επιμερισμός των παραπάνω καταναλώσεων ανά τομέα τελικής χρήσης όπως για παράδειγμα την θέρμανση, τον αερισμό, τις αντλίες κλπ.
- 4) Αξιολόγηση επεμβάσεων και συγγραφή έκθεσης, όπου γίνεται μια πρώτη αξιολόγηση των επεμβάσεων ανάλογα με το ύψος της δαπάνης και την προσδοκώμενη εξοικονόμηση και οριοθετείται το αντικείμενο της εκτενούς ενεργειακής επιθεώρησης.

Η εκτενή ενεργειακή επιθεώρηση περιλαμβάνει λεπτομερέστερη καταγραφή και ανάλυση των δεδομένων. Η καταναλισκόμενη ενέργεια επιμερίζεται στους διάφορους τομείς τελικής χρήσης ενώ αναλύονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας όπως για παράδειγμα οι καιρικές συνθήκες ή ο όγκος παραγωγής. Επίσης, καθορίζεται τόσο το όφελος των επεμβάσεων όσο και το κόστος τους με βάση τα οικονομικά κριτήρια που έχει θέσει η διοίκηση. Τέλος, παρέχεται κατάλογος κεφαλαιουχικών επενδύσεων για τις οποίες έχει προσδιοριστεί τόσο το κόστος δαπάνης όσο και το ανάλογο όφελος που προσδίδουν.

Η εκτενή ενεργειακή επιθεώρηση συνήθως έπεται της συνοπτικής αλλά μπορεί να εκτελεστεί και χωρίς να έχει προηγηθεί η τελευταία. Η ολοκλήρωση της απαιτεί συνήθως μερικές εβδομάδες.

Σε αυτή καταγράφονται επιπρόσθετες μετρήσεις της ενέργειας τελικής χρήσης προκειμένου να προσδιοριστούν τα ενεργειακά ισοζύγια στις ενεργοβόρες μονάδες ενώ καταγράφεται παράλληλα και ο βαθμός απόδοσής τους.

Ο πρώτος αντικειμενικός στόχος της εκτενούς ενεργειακής επιθεώρησης είναι η ακριβής εκτίμηση των μηνιαίων ή ετήσιων καταναλώσεων ενέργειας σε κάθε ενεργοβόρα εγκατάσταση και η

συσχέτιση αυτών με τα αντίστοιχα μεγέθη παραγωγής ή την παραγόμενη ωφέλιμη ενέργεια ή με άλλους παράγοντες που επηρεάζουν τις εν λόγω καταναλώσεις όπως η ποιότητα των υλικών, οι κλιματικές συνθήκες ή η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων ή υπηρεσιών.

Ο δεύτερος αντικειμενικός στόχος της εκτενούς ενεργειακής επιθεώρησης είναι να εντοπίσει, να ιεραρχήσει και να τεκμηριώσει όλες τις επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίες ικανοποιούν τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων του φορέα και μπορούν να υλοποιηθούν άμεσα [2.8].

Τα βήματα που περιλαμβάνει είναι τα εξής:

- 1) Σχεδιασμός της επιθεώρησης.
- 2) Συλλογή των διαθέσιμων στοιχείων παραγωγής και ενεργειακών καταναλώσεων.
- 3) Αυτοψία συγκροτήματος.
- 4) Διεξαγωγή μετρήσεων για τη συλλογή πρόσθετων στοιχείων.
- 5) Υπολογισμός ισοζυγίων μάζας και ενέργειας.
- 6) Εντοπισμός επεμβάσεων διαχειριστικού εκσυγχρονισμού.
- 7) Εντοπισμός επεμβάσεων βραχυπρόθεσμης απόδοσης.
- 8) Εντοπισμός επεμβάσεων μεσοπρόθεσμης απόδοσης.
- 9) Εντοπισμός επεμβάσεων μακροπρόθεσμης απόδοσης.
- 10) Συγγραφή έκθεσης.

### **2.3.3. Ν. 1122/2008**

Για τα κτήρια που χρησιμοποιούνται από το δημόσιο και τον ευρύτερο δημόσιο τομέα, ορίζεται τουλάχιστον ένας ενεργειακός υπεύθυνος. Το άρθρο 9 του Ν. 1122/2008 ορίζει πως ο ενεργειακός υπεύθυνος μπορεί να είναι αρμόδιος για ένα ή περισσότερα του ενός κτήρια κάθε φορέα, ανάλογα με τις λειτουργικές ανάγκες, το συνολικό υπαλληλικό δυναμικό, την ωφέλιμη επιφάνεια και όγκο των κτηρίων του φορέα. Ο ενεργειακός υπεύθυνος δύναται να είναι μηχανικός κατηγορίας ΠΕ, σχετικής με το αντικείμενο ειδικότητας ή κατηγορίας ΤΕ εφόσον δεν υπάρχει αντίστοιχος της κατηγορίας ΠΕ και ορίζεται από το Γενικό Γραμματέα του αρμόδιου Υπουργείου ή Περιφέρειας ή το όργανο διοίκησης του οικείου φορέα.

Οι αρμοδιότητες του ενεργειακού υπευθύνου είναι οι παρακάτω [2.9]:

- Η συλλογή στοιχείων για την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος (καταγραφή τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας σε KWh και Ευρώ) και την κατανάλωση πετρελαίου, φυσικού αερίου ή άλλου καυσίμου.
- Η υποχρεωτική τήρηση αρχείου ή βάσης δεδομένων για τις ενεργειακές καταναλώσεις του κτηρίου ή των κτηρίων του φορέα.
- Η σύνταξη ετήσιας συνοπτικής έκθεσης ενεργειακής καταγραφής και ελέγχου σύμφωνα με τις διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων. Η ετήσια έκθεση θα υποβάλλεται προς αξιολόγηση στη Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και

Εξοικονόμησης Ενέργειας του Υπουργείου Ανάπτυξης έως τις 31 Μαρτίου κάθε έτους και θα αφορά το αμέσως προηγούμενο έτος.

- Ο έλεγχος της ορθής λειτουργίας των κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης – ψύξης και η ευθύνη διενέργειας της περιοδικής συντήρησης των λεβήτων – καυστήρων και μονάδων κλιματισμού.
- Η παρακολούθηση έργων συντήρησης ή επισκευών για την εξοικονόμηση ενέργειας.

### **2.3.4. Ν. 3855/2010 και Υπουργική Απόφαση Δ6 / 13280 / 14.06.2011**

Με το Ν. 3855/2010 ορίζεται η σταδιακή εφαρμογή συστήματος ενεργειακής διαχείρισης σε όλους τους οργανισμούς του Δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, ώστε να επιτυγχάνεται συστηματική και συνεχής βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Οι αρχές, απαιτήσεις και κατευθυντήριες οδηγίες του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης καθορίζονται βάσει αντίστοιχου Διεθνούς ή Ευρωπαϊκού Προτύπου (EN 16001). Ακόμα, θεσπίζονται μέτρα βελτίωσης και τίθενται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τις προμήθειες του Δημοσίου και των φορέων του ευρύτερου δημόσιου τομέα. Οι απαιτήσεις αυτές αφορούν τουλάχιστον:

- Στην αγορά νέου εξοπλισμού με αποδοτική κατανάλωση ενέργειας σε όλες τις καταστάσεις λειτουργίας, καθώς και στην κατάσταση αναμονής.
- Στην αντικατάσταση ή αναβάθμιση υφιστάμενου εξοπλισμού ώστε να έχει αποδοτική κατανάλωση ενέργειας.

Μέσω της Υπουργικής Απόφασης υπ' αριθ. Δ6/13280/14.06.2011 (ΦΕΚ Β', 1228) και του Ν. 3855/2010 εξειδικεύεται το πλαίσιο λειτουργίας των Επιχειρήσεων Ενεργειακών Υπηρεσιών και ο Κώδικας Αρχών και Δεοντολογίας που τις διέπει.

Οι ενεργειακές υπηρεσίες παρέχονται με τη σύναψη Σύμβασης Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΕΑ) και περιέχουν επιλογή και εκτέλεση έργων εξοικονόμησης ενέργειας ή εφαρμογή συστημάτων ΑΠΕ/ΣΗΘΥΑ με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, καθώς και μεθοδολογία υπολογισμού του ενεργειακού και οικονομικού οφέλους.

Στη ΣΕΑ ρυθμίζονται ιδίως τα ακόλουθα:

- Ο σχεδιασμός και η διαχείριση της παρεχόμενης ενεργειακής υπηρεσίας και του ενεργειακού έργου.
- Η μεθοδολογία εκτίμησης της εξοικονομούμενης ενέργειας και αποτίμησης του προκύπτοντος συνολικού οικονομικού οφέλους.
- Η αγορά, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία του απαραίτητου ενεργειακού εξοπλισμού, όπως ηλεκτρομηχανολογικά και ηλεκτρονικά συστήματα, καθώς και τα υλικά κτηριακού κελύφους, σταθερά ή μη, που βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση.
- Η διαχείριση, ο τρόπος λειτουργίας του εξοπλισμού και η συντήρησή του.



- Το συνολικό κόστος του έργου, το οποίο αποτελείται από το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης του απαραίτητου εξοπλισμού, το κόστος λειτουργίας και συντήρησής του, το κόστος χρηματοδότησης και την αμοιβή της ΕΕΥ.
- Η διαδικασία αποτίμησης του ενεργειακού οφέλους.
- Ο τρόπος και χρόνος αποπληρωμής.

Στη ΣΕΑ μπορεί να συμμετέχει και τρίτος, ιδίως τράπεζες ή άλλοι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί προκειμένου να χρηματοδοτήσουν την παρεχόμενη ενεργειακή υπηρεσία.

Ο τελικός καταναλωτής αναλαμβάνει την υποχρέωση να καταβάλει στην ΕΕΥ οικονομικό αντάλλαγμα της παρεχόμενης ενεργειακής υπηρεσίας το οποίο συνίσταται σε ποσοστό επί του οικονομικού οφέλους που προκύπτει από την εξοικονόμηση ενέργειας του τελικού καταναλωτή.

Σε περίπτωση που το οικονομικό όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας είναι μικρότερο από το συμβατικά καθορισμένο, η ΕΕΥ είναι υποχρεωμένη να καταβάλει στον τελικό καταναλωτή τη διαφορά ή αυτός να καταβάλει οικονομικό αντάλλαγμα μικρότερο από το συμφωνηθέν, υπό τον όρο ότι ο τελευταίος λειτουργεί τον ενεργειακό εξοπλισμό σύμφωνα με τους όρους της μεταξύ τους σύμβασης. Σε περίπτωση που το οικονομικό όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας υπερβαίνει το συμφωνηθέν, ο τελικός καταναλωτής καρπώνεται το υπερβάλλον.

Οι ενεργειακές υπηρεσίες περιέχουν ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω είδη επεμβάσεων:

- Τοποθέτηση, αντικατάσταση, ρύθμιση συνθηκών λειτουργίας ενεργειακού εξοπλισμού.
- Εγκατάσταση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων παραγωγής ενέργειας και συστημάτων ΑΠΕ.
- Ενεργειακή αναβάθμιση, μερική ή ολική, κτηριακού κελύφους.
- Εγκατάσταση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων φωτισμού.
- Εγκατάσταση και λειτουργία ολοκληρωμένου συστήματος ενεργειακής διαχείρισης.

Οι Επιχειρήσεις Ενεργειακών Υπηρεσιών (ΕΕΥ) μπορούν επίσης να παρέχουν με τις ΣΕΑ:

- Εκτενή ενεργειακή επιθεώρηση και έλεγχο.
- Παροχή συμβουλών για μέτρα βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης.
- Συντήρηση του εξοπλισμού.
- Εφαρμογή συστήματος ενεργειακής διαχείρισης στους πελάτες ΣΕΑ (π.χ. κατά EN16001).
- Κατάρτιση και εκπαίδευση των τελικών χρηστών σε θέματα ορθολογικής χρήσης ενέργειας και ενεργειακής διαχείρισης.

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης πιστοποιείται μέσω των ακόλουθων σταδίων:

- Καθορισμός του επιπέδου αναφοράς για τη μέτρηση και ανάλυση της ενεργειακής κατανάλωσης.
- Ανάλυση και διάγνωση των προτεινόμενων παρεμβάσεων και του επιμέρους τεχνικοοικονομικού οφέλους.
- Εφαρμογή σχεδίου μέτρησης και επαλήθευσης της πραγματικής βελτίωσης της ενεργειακής

απόδοσης που έχει προέλθει από την παροχή ενεργειακών υπηρεσιών.

- Παρακολούθηση της πορείας εφαρμογής των προτεινομένων παρεμβάσεων και των αποτελεσμάτων που επιτυγχάνουν στο πλαίσιο της ΣΕΑ.
- Σύνταξη εκθέσεων προόδου σε συμφωνημένα διαστήματα. Οι εκθέσεις προόδου πρέπει να περιλαμβάνουν λεπτομερή στοιχεία σχετικά με το επίπεδο βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και το οικονομικό όφελος που έχει επιτευχθεί σε σύγκριση με τα οριζόμενα στη ΣΕΑ.

Σημειώνεται επιπλέον ότι οι ΕΕΥ μπορούν να παρέχουν τις ενεργειακές υπηρεσίες τους, άμεσα ή έμμεσα, αναθέτοντας τμήμα εκτέλεσης αυτών σε τρίτους [2.10].

Τέλος, με βάση το Ν. 3855/2010, συνιστάται Μητρώο ΕΕΥ, στο οποίο καταχωρούνται οι ΕΕΥ που παρέχουν ενεργειακές υπηρεσίες και άλλα μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, το οποίο τηρείται από τη Διεύθυνση Αποδοτικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας της Γενικής Γραμματείας Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Για κάθε επιχείρηση καταχωρούνται τα στοιχεία της (Στοιχεία ΕΕΥ), καθώς και τα στοιχεία των παρεχόμενων από αυτήν ενεργειακών υπηρεσιών μέσω συμβάσεων ΣΕΑ (Στοιχεία ΣΕΑ).

Με σκοπό την εύρυθμη λειτουργία της αγοράς και τη διασφάλιση της αξιοπιστίας των εγγεγραμμένων στο Μητρώο ΕΕΥ, οι ΕΕΥ οφείλουν [2.11]:

- Να χρησιμοποιούν μηχανικούς με επαρκή εμπειρία σε Ενεργειακά Έργα για τη μελέτη, σχεδιασμό, εφαρμογή, παρακολούθηση αυτών και να μεριμνούν για τη συνεχή κατάρτιση τους, μέσω σεμιναρίων επιμόρφωσης των έργων που αναλαμβάνουν.
- Να χρησιμοποιούν σαφείς και κατανοητούς όρους στις προσφορές ανάληψης έργου και τις προτεινόμενες ΣΕΑ.
- Να ακολουθούν τα υποδείγματα προτύπων συμβάσεων (ενότητα 2.5).
- Να τηρούν τις αναληφθείσες στην προσφορά τους δεσμεύσεις σχετικά με την τεχνολογία που θα εφαρμόσουν και την εκτέλεση και διαχείριση του έργου που έχουν αναλάβει.
- Να προτείνουν τις βέλτιστες τεχνικοοικονομικά παρεμβάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.
- Να αναφέρουν ρητά το είδος των παρεμβάσεων που θα υλοποιήσουν οι ίδιες, καθώς και αυτές που θα αναθέσουν σε τρίτους.
- Να αναφέρουν, σε περίπτωση υπεργολάβων, τα πλήρη στοιχεία, την τεχνογνωσία και την εμπειρία αυτών στον Πελάτη ΣΕΑ.
- Να γνωρίζουν και να συμμορφώνονται με το ισχύον νομικό καθεστώς, καθώς και με τους αναγνωρισμένους κανόνες και πρότυπα της τέχνης και της επιστήμης.
- Να τηρούν τις αρχές της διαφάνειας στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε σχέση με την επιτευχθείσα εξοικονόμηση ενέργειας.
- Να παρουσιάζουν με ακρίβεια τις ανάγκες για τη σωστή λειτουργία και τη συντήρηση του ενεργειακού εξοπλισμού, τόσο κατά τη διάρκεια, όσο και μετά τη λήξη της ΣΕΑ.

- Να εμφανίζουν τα οικονομικά στοιχεία της ΣΕΑ και τις αναπροσαρμογές των τιμών με σαφή και διαφανή τρόπο.
- Να παρέχουν ολοκληρωμένη πληροφόρηση στους Πελάτες ΣΕΑ, τόσο κατά την εγκατάσταση του εξοπλισμού, όσο και καθ' όλη τη διάρκεια της σύμβασης.

### **2.3.5. Προεδρικό Διάταγμα 3889/2010**

Μέσω του ΠΔ 3889/2010 προβλέπεται η σύσταση Πράσινου Ταμείου που θα έχει τη μορφή νομικού προσώπου δημοσίου δικαίου για την επιδότηση προγραμμάτων και άλλων μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, καθώς και για την ανάπτυξη αγοράς παροχής ενεργειακών υπηρεσιών ή μέτρων βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης. Το Ταμείο επιδοτεί το ίδιο ή εξασφαλίζει δυνατότητες χρηματοδότησης επιχειρηματικών σχεδίων, επενδύσεων και προγραμμάτων που συνδέονται με τη βιώσιμη χρήση της ενέργειας και την αειφόρο ανάπτυξη. Οι πόροι του Ταμείου προέρχονται κυρίως από εισφορές των διανομένων ενέργειας, των διαχειριστών δικτύων διανομής και των επιχειρήσεων λιανικής πώλησης ενέργειας, από κέρδη, τόκους ή άλλα έσοδα που προέρχονται από τη συμμετοχή του Πράσινου Ταμείου σε άλλα νομικά πρόσωπα ιδιωτικού δικαίου, από έσοδα που προέρχονται από τη διαχείριση και εκμετάλλευση της κινητής και ακίνητης περιουσίας του. Το Ταμείο μπορεί να συγχρηματοδοτείται επιπλέον, και από κοινοτικά προγράμματα. Οι πόροι του Ταμείου είναι διαθέσιμοι σε όλους τους παρόχους μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, όπως Επιχειρήσεις Ενεργειακών Υπηρεσιών (ΕΕΥ), ανεξάρτητους ενεργειακούς συμβούλους, διανομείς ενέργειας, διαχειριστές δικτύων διανομής, επιχειρήσεις λιανικής πώλησης ενέργειας και εγκαταστάτες, καθώς και στους τελικούς καταναλωτές [2.12].

### **2.3.6. Επίπεδο Αναφοράς – ISO 50006**

Ένα επίπεδο αναφοράς ορίζει ένα επίπεδο κατανάλωσης ενέργειας πριν την εφαρμογή κάποιας επέμβασης ή τροποποίησης. Κάθε διαδικασία ή στοιχείο που καταναλώνει ενέργεια έχει ένα επίπεδο αναφοράς χρήσης της ενέργειας. Όλα αυτά αθροίζονται σε ένα συνολικό επίπεδο αναφοράς (baseline) για τον εξεταζόμενο χώρο ή κτηριακό συγκρότημα.

Για να εκτιμηθεί με ακρίβεια η εξοικονόμηση ενέργειας, για κάθε επέμβαση-αλλαγή θα πρέπει να αντιστοιχεί ένα ενεργειακό επίπεδο αναφοράς. Το επίπεδο αυτό θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τόσο τις μετρήσεις σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας όσο και μεταβλητές που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας, όπως ο ρυθμός παραγωγής και οι εποχιακές επιδράσεις. Κατά την ανάπτυξη του επιπέδου αναφοράς είναι πολύ σημαντικό να συμπεριλάβουμε τόσο τη σταθερή όσο και τη μεταβλητή κατανάλωση ενέργειας, καθώς οι μελέτες εξοικονόμησης ενέργειας μπορούν να μειώσουν ένα ή και τα δύο είδη κατανάλωσης.

Το πρώτο βήμα για τον καθορισμό του επιπέδου αναφοράς για μία συγκεκριμένη επέμβαση είναι να προσδιοριστεί το όριο κατά μήκος του οποίου η ενέργεια και η μάζα ρέουν. Το όριο μπορεί να ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος και την πολυπλοκότητα της επέμβασης ενώ μπορεί να αναφέρεται τόσο στο σύνολο του χώρου όσο και σε μία επιμέρους διαδικασία ή σε ένα

συγκεκριμένο επίπεδο εξοπλισμού. Για παράδειγμα, σε ένα χώρο ορυχείου το όριο μπορεί να αναφέρεται σε ολόκληρο το ορυχείο ή συγκεκριμένα στο μηχάνημα θραύσης και λείανσης των βράχων. Το όριο θα πρέπει να τεθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι αρκετά μεγάλο για να συμπεριλάβει όλο την έκταση των ενεργειακών μεταβολών που προκλήθηκαν από αυτή την επέμβαση αλλά ταυτόχρονα επαρκώς στενό ώστε να απομονώσει τυχόν επιδράσεις άλλων επεμβάσεων.

Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι για να καθοριστεί το επίπεδο αναφοράς για μία επέμβαση. Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενοι είναι η προσέγγιση μέσω μοντελοποίησης ή αυτή της βραχυπρόθεσμης μέτρησης. Φυσικά, υπάρχουν και άλλες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση.

Σύμφωνα με το πρότυπο ISO50006 υπάρχουν οι εξής μέθοδοι [2.13]:

- Καθορισμός επιπέδου αναφοράς χρησιμοποιώντας ανάλυση παλινδρόμησης. Στην παλινδρόμηση προσδιορίζεται μια σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών. Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η κατανάλωση ενέργειας ενώ ανεξάρτητες μεταβλητές μπορεί να είναι το επίπεδο παραγωγής, το φάσμα προϊόντων, οι πρώτες ύλες, και οι συνθήκες του περιβάλλοντος. Όλα τα δεδομένα που συλλέγονται πρέπει να αναφέρονται στην ίδια χρονική περίοδο και να έχουν συλλεχθεί με την ίδια συχνότητα. Στη συνέχεια, τα δεδομένα αυτά αναλύονται ώστε να προκύψει μια εξίσωση (γραμμική ή μη) που περιγράφει τη σχέση των παραπάνω μεταβλητών.
- Καθορισμός επιπέδου αναφοράς χρησιμοποιώντας μοντελοποίηση ή προσομοίωση. Η προσέγγιση αυτή χρησιμοποιεί τα δεδομένα της διαδικασίας και τους τεχνικούς υπολογισμούς για να μοντελοποιήσει μια διαδικασία. Ένας αποτελεσματικός τρόπος για να το κάνει είναι να πραγματοποιήσει ένα ισοζύγιο μάζας ενέργειας. Απλά μοντέλα μπορούν να δημιουργηθούν σε ένα απλό υπολογιστικό φύλλο ενώ πιο προχωρημένα μοντέλα μπορεί να χρησιμοποιούν εξελιγμένο λογισμικό ή να εκτελούνται ως πλήρως ανεπτυγμένες εφαρμογές. Στα μοντέλα αυτά εισάγονται ως είσοδοι οι διάφορες μεταβλητές όπως ορίστηκαν παραπάνω ενώ η κατανάλωση ενέργειας, που είναι η έξοδος, αποτελεί το επίπεδο αναφοράς. Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων με αυτή τη μέθοδο θα είναι όμοια με την ακρίβεια των δεδομένων που εισήχθησαν ως είσοδοι στο μοντέλο.
- Καθορισμός του επιπέδου αναφοράς χρησιμοποιώντας μετρήσεις. Για διαδικασίες που έχουν ένα σταθερό ή εύκολα καθορίσιμο μοτίβο χρήσης της ενέργειας, οι βραχυπρόθεσμες μετρήσεις μπορεί να είναι αρκετές για τον καθορισμό του τρόπου χρήσης της ενέργειας. Για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτή η μέθοδος θα πρέπει η διαδικασία να είναι επαρκώς σταθερή ώστε να μπορεί να αναπαρασταθεί από μια σταθερή κατανάλωση ενέργειας. Σε περίπτωση απουσίας μετρήσεων, η τεχνική γνώση και η γνώση σχετικά με τη διαδικασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθοριστεί εάν το μοτίβο χρήσης της ενέργειας παραμένει σταθερό και μπορεί, επομένως, να χρησιμοποιηθεί ως επίπεδο αναφοράς.

### 2.3.7. Πρότυπο ISO 50001:2011

Αυτό το Διεθνές Πρότυπο καθορίζει τις απαιτήσεις για τον καθορισμό, την εφαρμογή, τη διατήρηση και βελτίωση ενός συστήματος διαχείρισης της ενέργειας, του οποίου σκοπός είναι να μπορεί ένας φορέας να ακολουθήσει μια συστηματική προσέγγιση για την επίτευξη συνεχούς βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, συμπεριλαμβανομένης της ενεργειακής απόδοσης, της χρήσης ενέργειας και της κατανάλωσης.

Το ISO 50001 καθορίζει τις απαιτήσεις που εφαρμόζονται για τη χρήση και την κατανάλωση ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της μέτρησης, της τεκμηρίωσης και της υποβολής εκθέσεων, του σχεδιασμού και των πρακτικών για την προμήθεια εξοπλισμού, των συστημάτων καθώς και των διαδικασιών που συμβάλλουν στην ενεργειακή απόδοση.

Το πρότυπο αυτό εφαρμόζεται σε όλες τις μεταβλητές που επηρεάζουν την ενεργειακή απόδοση οι οποίες μπορεί να παρακολουθούνται και να επηρεάζονται από τον οργανισμό. Δεν περιγράφει, όμως, συγκεκριμένα κριτήρια απόδοσης σε σχέση με την ενέργεια.

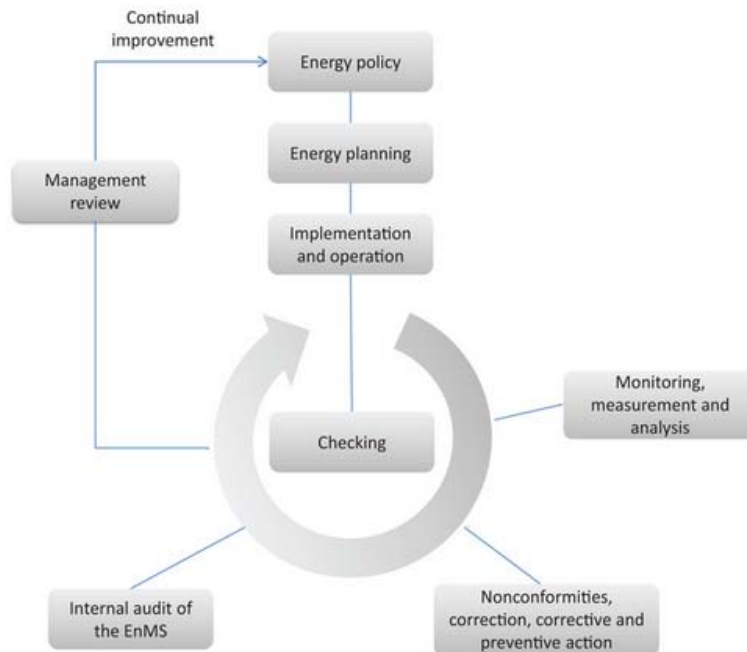
Έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιείται ανεξάρτητα, αλλά μπορεί να ευθυγραμμιστεί ή να ενσωματωθεί με άλλα συστήματα διαχείρισης.

Εφαρμόζεται σε κάθε οργανισμό που επιθυμεί να εξασφαλίσει ότι συμμορφώνεται με τη ενεργειακή πολιτική του προτύπου και επιθυμεί να το αποδείξει αυτό σε τρίτους. Η συμμόρφωση επιβεβαιώνεται είτε μέσω της αυτοαξιολόγησης και δήλωσης συμμόρφωσης, είτε μέσω πιστοποίησης του συστήματος διαχείρισης ενέργειας από έναν εξωτερικό οργανισμό.

Το ISO 50001 βασίζεται στην αρχή Σχεδιασμός - Εφαρμογή - Έλεγχος - Δράση (Plan – Do – Check – Act). Αποτελεί ένα συνεχές πλαίσιο βελτίωσης και ενσωματώνει τη διαχείριση της ενέργειας μέσα στις καθημερινές πρακτικές. Πιο συγκεκριμένα:

- Σχεδιασμός: Η διενέργεια της ενεργειακής έκθεσης και ο καθορισμός του επιπέδου αναφοράς, των δεικτών ενεργειακής απόδοσης (EnPIs), των στόχων, των σχεδίων δράσης που απαιτούνται για να παραδοθούν οι ενέργειες που θα βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση, σύμφωνα με την ενεργειακή πολιτική του οργανισμού.
- Εφαρμογή: Εφαρμογή των σχεδίων δράσης για τη διαχείριση της ενέργειας.
- Έλεγχος: Οι διαδικασίες επίβλεψης και μετρήσεων καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά των δράσεων που καθορίζουν την ενεργειακή απόδοση σε σχέση με την ενεργειακή πολιτική και τους στόχους με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων.
- Δράση: Η λήψη μέτρων για τη διαρκή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και των συστημάτων διαχείρισης της ενέργειας.

Η παραπάνω μέθοδος παριστάνεται στο σχήμα 2.1.



Σχήμα 2.1 Σχηματική αναπαράσταση της μεθόδου του προτύπου ISO 5001:2011 [2.14]

### 2.3.8. Ευρωπαϊκή Οδηγία 2012/27/ΕΕ

Σύμφωνα με το άρθρο 5 της ευρωπαϊκής οδηγίας 2012/27/ΕΕ, από την 1η Ιανουαρίου 2014, ανακαινίζεται κάθε χρόνο το τρία τοις εκατό (3%) του συνολικού εμβαδού δαπέδου θερμαινόμενων ή ψυχόμενων κτηρίων που είναι ιδιόκτητα και καταλαμβανόμενα από την κεντρική δημόσια διοίκηση. Το ποσοστό του τρία τοις εκατό (3%) υπολογίζεται επί του συνολικού εμβαδού δαπέδου των κτιρίων με συνολικό ωφέλιμο εμβαδόν δαπέδου μεγαλύτερο από πεντακόσια τετραγωνικά μέτρα (500τ.μ.) τα οποία την 1η Ιανουαρίου κάθε έτους δεν πληρούν τις εθνικές απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης. Το όριο αυτό μειώνεται σε διακόσια πενήντα τετραγωνικά μέτρα (250τ.μ.) από τις 9 Ιουλίου 2015.

Το ίδιο άρθρο ορίζει πως μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2013 πρέπει τα κράτη μέλη να καταρτίσουν κατάλογο όλων των κτηρίων που εμπίπτουν στην παραπάνω κατηγορία καθώς και να αποστείλουν στην Κομισιόν τα εναλλακτικά μέτρα που προτίθενται να πάρουν ώστε να επιτευχθεί ισοδύναμη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων της κεντρικής κυβέρνησης.

Επιπλέον, το άρθρο 6 της ίδιας οδηγίας ορίζει πως τα Υπουργεία και οι Ανεξάρτητες Αρχές αγοράζουν προϊόντα, υπηρεσίες και κτήρια υψηλής ενεργειακής απόδοσης, εφόσον αυτό συνάδει προς την οικονομική αποδοτικότητα, την οικονομική σκοπιμότητα, τη γενικότερη βιωσιμότητα, την τεχνική καταλληλότητα, καθώς και τον επαρκή ανταγωνισμό.

Τέλος, στο άρθρο 7 ορίζεται πως η Διεύθυνση Ενεργειακών Πολιτικών και Ενεργειακής Αποδοτικότητας της Γενικής Γραμματείας Ενέργειας και Ορυκτών Πρώτων Υλών του Υ.Π.Ε.Κ.Α.

εκπονεί έκθεση, που υποβάλλεται από τη Γενική Γραμματεία Ενέργειας και Ορυκτών Πρώτων Υλών του Υ.Π.Ε.Κ.Α. στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή και η οποία καθορίζει καθεστώςτα επιβολής υποχρέωσης ενεργειακής απόδοσης και άλλα μέτρα πολιτικής για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας στους τελικούς καταναλωτές και παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο επιτυγχάνουν την απαιτούμενη ποσότητα εξοικονόμησης [2.15].

### **2.3.9. Έκθεση Υ.Π.Ε.Κ.Α. – Δεκέμβριος 2013**

Βάσει του άρθρου 7 της 2012/27/ΕΕ, το Υ.Π.Ε.Κ.Α. εκπόνησε έκθεση τον Δεκέμβριο του 2013, την οποία και κοινοποίησε στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στην οποία αναφέρονται τα μέτρα πολιτικής που προτίθεται να υιοθετήσει η Ελλάδα για τη θέσπιση του καθεστώτος επιβολής της υποχρέωσης ενεργειακής απόδοσης.

Σε ό,τι αφορά τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.), θεσπίζεται το Πρόγραμμα «Εξοικονομώ» και «Εξοικονομώ II».

Το πρώτο σχετίζεται με την εφαρμογή δράσεων και αποδεδειγμένων καλών πρακτικών για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στο αστικό περιβάλλον, με έμφαση στον κτηριακό τομέα (δημοτικά κτήρια) και την αναβάθμιση των κοινόχρηστων χώρων και δευτερευόντως στον τομέα των δημοτικών και ιδιωτικών μεταφορών και στις ενεργοβόρες δημοτικές εγκαταστάσεις, μέσω της υλοποίησης τεχνικών παρεμβάσεων και δράσεων ευαισθητοποίησης και κινητοποίησης πολιτών, τοπικής αυτοδιοίκησης και φορέων.

Μεταξύ άλλων δράσεων, στα πλαίσια του προγράμματος, ορίζονται για τα δημοτικά κτήρια:

- Ενεργειακή αναβάθμιση του κτηριακού κελύφους με ενέργειες όπως εξωτερική θερμομόνωση, αντικατάσταση υαλοπινάκων και κουφωμάτων, φύτευση οροφών, σκίαστρα και ειδικά επιχρίσματα για ηλιοπροστασία.
- Ενεργειακή αναβάθμιση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων θέρμανσης και ψύξης.
- Αναβάθμιση του συστήματος φυσικού/τεχνητού φωτισμού.
- Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης σε κτήρια (BEMS).

Το σύνολο των νέων εξοικονομήσεων ενέργειας από το «Εξοικονομώ» κατά την περίοδο 2014-2020 εκτιμάται σε 3,7 ktoe.

Το δεύτερο πρόγραμμα αφορά στην εφαρμογή δράσεων και αποδεδειγμένων καλών πρακτικών για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης σε υφιστάμενα κτήρια και υποδομές. Οι επιλέξιμες κατηγορίες παρεμβάσεων είναι:

- Ενεργειακή αναβάθμιση του κτηριακού κελύφους με ενέργειες όπως εξωτερική θερμομόνωση, αντικατάσταση υαλοπινάκων και κουφωμάτων, φύτευση οροφών, σκίαστρα και ειδικά επιχρίσματα για ηλιοπροστασία.
- Ενεργειακή αναβάθμιση των Η/Μ εγκαταστάσεων.
- Αναβάθμιση του συστήματος φυσικού/τεχνητού φωτισμού.

- Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BEMS).
- Παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης τεχνικών υποδομών/λοιπών εγκαταστάσεων των ΟΤΑ.

Η διάρκεια υλοποίησης του συγκεκριμένου μέτρου είναι 2011-2015 και το σύνολο των νέων εξοικονομήσεων ενέργειας κατά την περίοδο 2014-2020 εκτιμάται σε 8,3 ktoe.

Επιπρόσθετα, στην έκθεση προβλέπεται η ενεργειακή αναβάθμιση κτηρίων του Δημόσιου και του ευρύτερου δημόσιου τομέα. Το μέτρο παρέχει κίνητρα με επιχορήγηση δράσεων και αποδεδειγμένων καλών πρακτικών για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης σε υφιστάμενα κτήρια επαγγελματικής χρήσης, με την υλοποίηση των πιο σημαντικών παρεμβάσεων που βελτιώνουν την ενεργειακή τους απόδοση. Οι επιλέξιμες κατηγορίες παρεμβάσεων θα περιλαμβάνουν:

- Ενεργειακή αναβάθμιση του κτηριακού κελύφους.
- Ενεργειακή αναβάθμιση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.
- Αναβάθμιση του συστήματος φυσικού/τεχνητού φωτισμού.
- Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης.
- Εγκατάσταση συστημάτων Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας.
- Εγκατάσταση συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Η διάρκεια υλοποίησης του μέτρου θα είναι 2014-2020 και το σύνολο των νέων εξοικονομήσεων ενέργειας κατά την περίοδο 2014-2020 εκτιμάται σε 33,9 ktoe.

Η έκθεση, τέλος, προβλέπει την εφαρμογή συστήματος ενεργειακής διαχείρισης με βάση το πρότυπο ISO 50001 σε φορείς του Δημόσιου και του ευρύτερου δημόσιου τομέα, με στόχο τη διαχείριση, μέτρηση και συνεχή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτήρια και τις εγκαταστάσεις τους [2.16].

## 2.4. Αξιολόγηση Εφαρμογής του Θεσμικού Πλαισίου

Μετά από έρευνα που διεξήχθη σχετικά με το κατά πόσο τα μέτρα που περιγράφηκαν στις προηγούμενες ενότητες εφαρμόζονται στην πράξη, παρατηρήθηκαν τα εξής:

- Παρ ότι είναι υποχρεωτική η έκδοση και τοποθέτηση σε ευδιάκριτη θέση ΠΕΑ για όλα τα δημόσια κτήρια, μόνο ένας μικρός αριθμός δημοσίων κτηρίων έχει εφαρμόσει τη συγκεκριμένη οδηγία [2.17].
- Παρ ότι υπάρχει πρόβλεψη στο νομοθετικό πλαίσιο για κτήρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης, μέχρι στιγμής, δεν έχει εφαρμοστεί η συγκεκριμένη οδηγία στην πράξη παρ' όλα τα χρονοδιαγράμματα που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση. [2.17].
- Σε ό,τι αφορά την εναρμόνιση της Ελλάδας με την οδηγία 2012/27/ΕΕ, επισημαίνεται η ανάγκη θέσπισης μιας Δημόσιας Αρχής – συγκεκριμένης υπηρεσίας που θα ασχολείται κατεξοχήν με αυτό το αντικείμενο και δημοπράτηση των έργων που θα προκύψουν με



δημόσιους διαγωνισμούς. Επιπλέον, οι οργανώσεις εργοληπτών (ΣΑΤΕ και ΠΕΔΜΕΔΕ) επισημαίνουν πως τα υποδείγματα ΣΕΑ που έχουν αναρτηθεί από το ΥΠ.Ε.Κ.Α είναι ελλιπή καθώς μεταξύ άλλων δεν ορίζονται τα κριτήρια ανάθεσης, οι τεχνικές προδιαγραφές και πως προϋπολογίζεται η σχετική δαπάνη, δε συνοδεύονται από αντίστοιχα υποδείγματα διακηρύξεων και δεν καθορίζεται τι στοιχεία παρέχονται από τον κύριο του έργου, μαζί με τα τεύχη δημοπράτησης [2.18].

- Επιπλέον, παρότι η καταγραφή της ακίνητης περιουσίας του Δημοσίου ολοκληρώθηκε το Δεκέμβριο του 2013, δεν έχει γίνει ακόμη έλεγχος για την εγκυρότητα των στοιχείων που εστάλησαν στη Γενική Γραμματεία Δημόσιας Περιουσίας (ΓΓ ΔΠ) καθώς σε αρκετές περιπτώσεις οι πληροφορίες δεν είναι σαφείς τόσο για το εμβαδόν του ακινήτου, τη χρήση του ή ακόμη και την νομική του κατάσταση και φυσικά την ενεργειακή του απόδοση.
- Σύμφωνα με εκτιμήσεις της ΓΓ ΔΠ, τουλάχιστον 645 δημόσια κτήρια εμπίπτουν στην κατηγορία των κτηρίων που πρέπει να αναβαθμιστούν. Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠ.Ε.Κ.Α, μέχρι στιγμής, όμως, μόνο 82 κτήρια έχουν αναβαθμιστεί ενεργειακά [2.19].

## 2.5. Συμβάσεις Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΕΑ)

Με βάση τα σχετικά έγγραφα του Υ.Π.Ε.Κ.Α., υπάρχουν δύο είδη ΣΕΑ: Οι συμβάσεις εγγυημένης απόδοσης και οι συμβάσεις διαμοιραζόμενου οφέλους.

Οι Συμβάσεις αυτές συνάπτονται μεταξύ του ιδιοκτήτη του κτηρίου στο οποίο θα υλοποιηθούν οι δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας και της ΕΕΥ. Σε αυτές, ορίζονται, μεταξύ άλλων, η χρονική διάρκεια της Σύμβασης, οι χρονικές περίοδοι στις οποίες θα γίνονται οι απαραίτητες μετρήσεις για τον προσδιορισμό της εξοικονόμησης ενέργειας και κατ' επέκταση του οικονομικού οφέλους, η ενεργειακή κατανάλωση της περιόδου αναφοράς, οι τιμές της ενέργειας ανά ενεργειακό προϊόν, τα μέτρα που υλοποιούνται από την ΕΕΥ καθώς και ο εξοπλισμός που εγκαθίσταται ή εκσυγχρονίζεται στο πλαίσιο της Σύμβασης, οι όροι καταβολής του οικονομικού ανταλλάγματος προς την ΕΕΥ και το πρόγραμμα υλοποίησης.

### Συλλογή Δεδομένων Μέτρησης και Αποτίμησης της Εξοικονόμησης Ενέργειας

Για τη συλλογή δεδομένων μέτρησης και αποτίμησης της εξοικονόμησης ενέργειας υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι. Η αξιολόγηση δεδομένης ενεργειακής υπηρεσίας ή δεδομένου μέτρου βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, δεν είναι πάντοτε δυνατόν να βασίζεται αποκλειστικά σε μετρήσεις. Επομένως, γίνεται διάκριση μεταξύ των μεθόδων μέτρησης της εξοικονόμησης ενέργειας και των μεθόδων υπολογισμού της εξοικονόμησης ενέργειας κατ' εκτίμηση.

Οι μέθοδοι μέτρησης της εξοικονόμησης ενέργειας είναι [2.20]:

- Οι λογαριασμοί της ΔΕΗ. Οι λογαριασμοί κατανάλωσης ενέργειας που αντιστοιχούν σε ένα χρονικό διάστημα πριν και ένα χρονικό διάστημα μετά την εφαρμογή του μέτρου βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης ενέργειας. Τα συμπεράσματα που θα προκύψουν θα πρέπει να

κανονικοποιηθούν κατάλληλα ώστε να συμπεριληφθούν τυχόν εξωτερικές συνθήκες που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας ( π.χ. καιρικές συνθήκες, ωράριο χρήσης του κτηρίου).

- Δεδομένα πωλήσεων ενέργειας. Η κατανάλωση διαφόρων μορφών ενέργειας (π.χ. ηλεκτρική ενέργεια , αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης κλπ.) είναι δυνατόν να μετράται με τη σύγκριση των δεδομένων πωλήσεων της εταιρείας λιανικής πώλησης ή του διανομέα πριν από την εφαρμογή των μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης με τα δεδομένα πωλήσεων μετά την εφαρμογή των μέτρων. Τα δεδομένα θα πρέπει στο τέλος να εξομαλύνονται.
- Δεδομένα φορτίου κατά την τελική χρήση. Η χρήση ενέργειας σε κτηριο ή εγκατάσταση μπορεί να είναι αντικείμενο πλήρους παρακολούθησης, προκειμένου να καταγράφεται η ενεργειακή ζήτηση πριν από και μετά την εφαρμογή μέτρου βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Σημαντικοί σχετικοί παράγοντες (π.χ. διαδικασία παραγωγής, ειδικός εξοπλισμός, εγκαταστάσεις θέρμανσης) είναι δυνατόν να μετρούνται ακριβέστερα.

Οι μέθοδοι υπολογισμού της εξοικονόμησης ενέργειας κατ' εκτίμηση είναι [2.20]:

- Υπολογισμός δεδομένων με βάση απλές μεθόδους μηχανικής (χωρίς επιθεώρηση). Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι η συνηθέστερη για την απόκτηση δεδομένων για τη μέτρηση της κατ' εκτίμηση εξοικονόμησης ενέργειας. Τα δεδομένα μπορούν να υπολογίζονται με τη χρήση θεμελιωδών αρχών μηχανικής, χωρίς να χρησιμοποιούνται δεδομένα από επιτόπιες επιθεωρήσεις, αλλά με παραδοχές βασιζόμενες στις προδιαγραφές εξοπλισμού, στα χαρακτηριστικά μεγέθη επιδόσεων, στην κατατομή λειτουργίας των μέτρων που έχουν εφαρμοσθεί, στις στατιστικές κ.λπ.
- Υπολογισμός δεδομένων με βάση βελτιωμένες μεθόδους μηχανικής (με επιθεώρηση). Τα ενεργειακά δεδομένα μπορούν να υπολογίζονται με βάση πληροφορίες που συλλέγει εξωτερικός εμπειρογνώμονας κατά τον έλεγχο ή άλλου είδους επίσκεψη σε έναν ή περισσότερους κατάλληλα επιλεγμένους χώρους. Στη βάση αυτή, είναι δυνατόν να καταρτίζονται και να εφαρμόζονται πιο εξελιγμένοι αλγόριθμοι/ πρότυπα προσομοίωσης σε μεγαλύτερο πλήθος χώρων (π.χ. κτηρίων, εγκαταστάσεων, οχημάτων). Αυτό το είδος μέτρησης μπορεί συχνά να χρησιμοποιείται συμπληρωματικά και να επαληθεύει δεδομένα που υπολογίζονται με βάση απλές μεθόδους μηχανικής.

Ακολουθώντας μία ή περισσότερες από τις παραπάνω μεθόδους, η εξοικονόμηση ενέργειας προσδιορίζεται, εν τέλει, από τον τύπο:

|  |
|--|
| <b>Εξοικονόμηση = Βασική ενεργειακή κατανάλωση – Ενεργειακή Κατανάλωση κατά την περίοδο παρακολούθησης ± Ρυθμίσεις</b> |
|--|

**Βασική ενεργειακή κατανάλωση:** Η κατανάλωση ενέργειας στη συμβατική εγκατάσταση κατά την περίοδο αναφοράς.

**Περίοδος αναφοράς:** Η χρονική περίοδος της οποίας οι καταναλώσεις ενέργειας κρίνονται αντιπροσωπευτικές από τα συμβαλλόμενα μέρη.

**Προβλεπόμενη Βασική Ενεργειακή Κατανάλωση Περιόδου Παρακολούθησης:** Η κατανάλωση ενέργειας στη Συμβατική Εγκατάσταση εντός της Περιόδου Παρακολούθησης, η οποία υπολογίζεται με το σενάριο εξέλιξης της Βασικής Ενεργειακής Κατανάλωσης που περιγράφεται στο Πρόγραμμα Μέτρησης και Επαλήθευσης.

Ο όρος **Ρυθμίσεις** στην γενική εξίσωση χρησιμοποιείται προκειμένου να επαναδιατυπωθεί η χρήση της ενέργειας κατά την περίοδο παρακολούθησης και την περίοδο αναφοράς κάτω από ένα κοινό σύνολο συνθηκών. Απλές συγκρίσεις του ενεργειακού κόστους χωρίς αυτές τις ρυθμίσεις δείχνουν μόνο τις αλλαγές σε κόστος και αποτυγχάνουν να παρουσιάσουν την πραγματική επίδοση ενός μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας.

#### Περίοδος Αναφοράς

Η περίοδος αναφοράς πρέπει να είναι αντιπροσωπευτική όλων των τρόπων λειτουργίας του κτηρίου. Για παράδειγμα η περίοδος αναφοράς για ένα κτήριο θα μπορούσε να είναι ένας χρόνος ώστε να συμπεριληφθούν όλες οι καιρικές συνθήκες. Στην περίπτωση που λείπουν δεδομένα ενός μηνός από το επιλεγέν έτος τότε πρέπει να χρησιμοποιηθούν συγκρίσιμα δεδομένα του ίδιου μηνός από άλλο έτος. Τέλος, να σημειωθεί πως η περίοδος αναφοράς συμπίπτει με την περίοδο αμέσως πριν από την δέσμευση για την πραγματοποίηση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

#### Περίοδος Παρακολούθησης

Η περίοδος παρακολούθησης είναι κάθε χρονική περίοδος εντός της Συμβατικής Περιόδου, μετά την πάροδο της οποίας υπολογίζεται η Πραγματική Ενεργειακή Κατανάλωση, το Πραγματικό Οικονομικό Όφελος και το Πραγματικό Οικονομικό Αντάλλαγμα. Πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον μία κανονική περίοδο λειτουργίας του εξοπλισμού ή της εγκατάστασης ώστε να εξετασθεί η αποτελεσματικότητα της εξοικονόμησης σε όλες τις κανονικούς τρόπους λειτουργίας. Η διάρκεια της περιόδου παρακολούθησης πρέπει να προσδιοριστεί σε συνδυασμό με τη διάρκεια ζωής της σύμβασης και την πιθανότητα της μείωσης της αρχικώς επιτευχθείσας εξοικονόμησης ενέργειας κατά τη διάρκεια του χρόνου.

#### Τιμές Ενέργειας

Για τον υπολογισμό του οικονομικού οφέλους που απορρέει από την υπολογισθείσα εξοικονόμηση ενέργειας για κάθε περίοδο παρακολούθησης, θα πρέπει να οριστεί η τιμή ενέργειας για κάθε ενεργειακό προϊόν. Η Τιμή Ενέργειας Περιόδου Παρακολούθησης ανά ενεργειακό προϊόν αποτελεί τη μέση τιμή των τιμών ενέργειας του συγκεκριμένου ενεργειακού προϊόντος κατά την Περίοδο Παρακολούθησης.

Πρέπει να σημειωθεί πως το συμβόλαιο παρουσιάζει ανοχή στη λεγόμενη αναθεώρηση τιμών: ο εργολάβος πληρώνεται, μόνο εφόσον παρουσιάσει αποδείξεις της πραγματοποιημένης μείωσης σε kWh. Ο ίδιος δεν έχει καμία επίδραση στα συμβόλαια με τους παρόχους ενέργειας ή γενικότερα στις ενεργειακές τιμές. Ο ιδιοκτήτης του κτηρίου συνεχίζει να επωφελείται από τυχόν μειώσεις στις τιμές ενέργειας, καθώς επίσης οφείλει να πληρώσει παραπάνω σε περίπτωση που οι

τιμές ανέβουν, όπως ακριβώς θα γινόταν αν δεν είχε κάνει το συμβόλαιο. Η διαφορά τώρα είναι ότι έχει χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση.

### Οικονομικό Αντάλλαγμα της ΕΕΥ

Το οικονομικό αντάλλαγμα της ΕΕΥ διαφέρει μεταξύ των δύο ειδών συμβάσεων.

Στις συμβάσεις εγγυημένης απόδοσης, ορίζεται το Συμβατικό Οικονομικό Αντάλλαγμα της ΕΕΥ ανά Περίοδο Παρακολούθησης για τις παρεχόμενες υπηρεσίες της. Αυτό αποτελεί και το Πραγματικό Οικονομικό Αντάλλαγμα που καταβάλλεται στην ΕΕΥ, υπό την προϋπόθεση ότι το Πραγματικό Οικονομικό Όφελος της Περιόδου Παρακολούθησης δεν είναι μικρότερο από το Εγγυημένο Οικονομικό Όφελος αυτής.

Σε περίπτωση που σε κάποια Περίοδο Παρακολούθησης το Πραγματικό Οικονομικό Όφελος υπολείπεται του Εγγυημένου Οικονομικού Οφέλους, το Πραγματικό Οικονομικό Αντάλλαγμα καταβάλλεται μειωμένο κατά το ποσό της διαφοράς. Εάν το Πραγματικό Οικονομικό Αντάλλαγμα είναι αρνητικό, τότε καταβάλλεται από την ΕΕΥ στον πελάτη ως αποζημίωση.

Σε περίπτωση αυτοδίκαιης λύσης της Σύμβασης, καταβάλλεται στην ΕΕΥ η εναπομείνασα διαφορά του συνολικού Συμβατικού Οικονομικού Ανταλλάγματος.

Από την άλλη πλευρά, στις συμβάσεις διαμοιραζόμενου οφέλους, ορίζεται πως το Οικονομικό Αντάλλαγμα της ΕΕΥ για τις παρεχόμενες υπηρεσίες στο πλαίσιο της Σύμβασης συμφωνείται ότι θα υπολογίζεται ως ποσοστό % επί του Πραγματικού Οικονομικού Οφέλους για κάθε Περίοδο Παρακολούθησης.

### Διαφορές Σύμβασης Εγγυημένης Απόδοσης και Σύμβασης Διαμοιραζόμενου οφέλους

Μελετώντας τους όρους των δύο συμβάσεων, διαπιστώθηκαν τα εξής βασικά χαρακτηριστικά για την καθεμία, τα οποία και καταγράφονται στον πίνακα 2.2.

| <b>Σύμβαση Εγγυημένης Απόδοσης</b>  | <b>Σύμβαση Διαμοιραζόμενου Οφέλους</b>  |
|---|---|
| Τη χρηματοδότηση του έργου αναλαμβάνει ο πελάτης.   | Τη χρηματοδότηση του έργου αναλαμβάνει η ΕΕΥ.   |
| Η κυριότητα του εξοπλισμού ανήκει εξ αρχής στον πελάτη.   | Η κυριότητα του εξοπλισμού περιέχεται στον πελάτη με τη λήξη της σύμβασης.                        |
| Η ΕΕΥ παρέχει εγγυήσεις για ελάχιστα επίπεδα εξοικονόμησης ενέργειας και οικονομικού οφέλους.             | Η ΕΕΥ δεν παρέχει εγγυήσεις για ελάχιστα επίπεδα εξοικονόμησης ενέργειας και οικονομικού οφέλους. |
| Η αμοιβή της ΕΕΥ είναι σταθερή, αλλά σε περίπτωση απόκλισης από τις εγγυήσεις μειώνεται.                  | Η αμοιβή της ΕΕΥ είναι ποσοστό του οικονομικού οφέλους από την εκτέλεση του έργου.                |
| Η σύμβαση μπορεί να λυθεί πριν από την προβλεπόμενη διάρκεια σε περίπτωση επίτευξης του συνολικού στόχου. | Η σύμβαση λύεται στο τέλος της διάρκειας ισχύος της.  |

Πίνακας 2.2 Βασικά χαρακτηριστικά των δύο ειδών ΣΕΑ

Για λόγους πληρότητας, οι όροι των δύο ειδών συμβάσεων ενεργειακής απόδοσης περιγράφονται αναλυτικά στο Παράρτημα της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

## 2.6. Βιβλιογραφικές Αναφορές

[2.1]: Νόμος Υπ' Αριθ. 3661, “Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίων και άλλες διατάξεις”, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Πρώτο, Αρ. Φύλλου 89, 19 Μαΐου 2008.

[2.2]: Αποφάσεις Αριθ. Δ6/Β/οικ. 5825, “Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων”, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Δεύτερο, Αρ. Φύλλου 407, 9 Απριλίου 2010.

[2.3]: Νόμος Υπ' Αριθ. 3851, “Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του ΥΠΕΚΑ”, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Πρώτο, Αρ. Φύλλου 85, 4 Ιουνίου 2010.

[2.4]: Προεδρικό Διάταγμα Υπ' Αριθ. 72, “Συγκρότηση, διοικητική - οργανωτική δομή και στελέχωση της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ”, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Πρώτο, Αρ. Φύλλου 132, 5 Αυγούστου 2010.

[2.5]: Προεδρικό Διάταγμα Υπ' Αριθ. 100, “Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού”, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Πρώτο, Αρ. Φύλλου 177, 6 Οκτωβρίου 2010.

[2.6]: Αποφάσεις Αριθ. οικ. 17178, “Έγκριση και εφαρμογή των τεχνικών οδηγιών ΤΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων”, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Δεύτερο, Αρ. Φύλλου 1387, 2 Σεπτεμβρίου 2010.

[2.7]: Νόμος Υπ' Αριθ. 4122, “Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις”, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Πρώτο, Αρ. Φύλλου 42, 19 Φεβρουαρίου 2013.

[2.8]: Αποφάσεις Αριθ. Δ6/Β/οικ. 11038, “Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων”, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Δεύτερο, Αρ. Φύλλου 1526, 27 Ιουλίου 1999.

[2.9]: Αποφάσεις Αριθμ. Δ6/Β/14826, “Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα”, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Δεύτερο, Αρ. Φύλλου 1122, 17 Ιουνίου 2008.

[2.10]: Νόμος Υπ' Αριθ. 3855, “Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική

χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις”, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Πρώτο, Αρ. Φύλλου 95, 23 Ιουνίου 2010

[2.11]: Αποφάσεις Αριθ. Δ6/13280, “Επιχειρήσεις Ενεργειακών Υπηρεσιών, Λειτουργία, Μητρώο, Κώδικας Δεοντολογίας και συναφείς διατάξεις”, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Δεύτερο, Αρ. Φύλλου 1228, 14 Ιουνίου 2011.

[2.12]: Προεδρικό Διάταγμα Υπ’ Αριθ 3889, “Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων, Πράσινο Ταμείο, Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις”, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Πρώτο, Αρ. Φύλλου 182, 14 Οκτωβρίου 2010.

[2.13]: Project Committee ISO/PC 242, “ISO 50006 - Energy management systems — Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) — General principles and guidance”. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <https://www.iso.org/>

[2.14]: Project Committee ISO/PC 242, “ISO 50001:2011”, International Organization for Standardization. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <https://www.iso.org/>

[2.15]: Legislative acts, “DIRECTIVE 2012/27/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC”, Official Journal of the European Union, L315, 14 November 2012.

[2.16]: Διεύθυνση Αποδοτικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας, “Έκθεση βάσει του άρθρου 7, παράγραφος 9 της οδηγίας 2012/27/ΕΕ, του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου, για την ενεργειακή απόδοση, την τροποποίηση των οδηγιών 2009/125/ΕΚ ΚΑΙ 2010/30/ΕΕ και την κατάργηση των οδηγιών 2004/8/ΕΚ ΚΑΙ 2006/32/ΕΚ”, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Αθήνα, Δεκέμβριος 2013.

[2.17]: G. Markogiannakis, G. Giannakidis, L. Lampropoulou, “Implementing the Energy Performance of Buildings Directives (EPBD)”, ISBN 978-972-8646-27-1, pages 201-208, ADENE 2013.

[2.18]: “Ενεργειακή αναβάθμιση δημοσίων κτηρίων με κανόνες και διαφάνεια”, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Νοέμβριος 2013. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: [web.tee.gr](http://web.tee.gr)

[2.19]: Διεύθυνση Αποδοτικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας, “Κατάλογος θερμαινόμενων ή/και ψυχόμενων κτηρίων της κεντρικής δημόσιας διοίκησης σύμφωνα με το άρθρο 5 της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ”, Υ.Π.Ε.Κ.Α. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)

[2.20]: EUROCONTRACT Guaranteed Energy Performance, “Δυνατότητες Μέτρησης Ενεργειακών Υπηρεσιών”. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: [www.cres.gr](http://www.cres.gr)

---

## **3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Σχεδιασμός και Αρχιτεκτονική του Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων “Optimus”**

---

### 3.1. Στόχος του Συστήματος

Στα πλαίσια ευρωπαϊκού προγράμματος, αναπτύχθηκε ένα έξυπνο Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων (Decision Support System, ή DSS) με την ονομασία Optimus, το οποίο αποτελεί μία ενσωματωμένη διαδικτυακή πλατφόρμα, η οποία σκοπό έχει να βοηθά τις τοπικές αρχές στους οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης να εξασφαλίσουν τις καλύτερες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας έτσι ώστε να επιτευχθεί βέλτιστη κατανάλωση ενέργειας και μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα των δημόσιων κτηρίων.

Ως μόνιμοι φορείς που ασχολούνται με το μακροπρόθεσμο σχεδιασμό, οι Τοπικές Αρχές έχουν τη δυνατότητα να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην επίτευξη των στόχων που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση μέχρι το 2020, οι οποίοι είναι, μεταξύ άλλων, η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 20% σε σχέση με το 1990 και η αύξηση κατά 20% στην ενεργειακή απόδοση.

Το ΣΥΑ λειτουργεί συλλέγοντας σύνολα δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και μετατρέποντάς τα σε κατάλληλες δομές. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από 5 τομείς: τις καιρικές συνθήκες, την εξόρυξη δεδομένων από τα κοινωνικά δίκτυα, το ενεργειακό προφίλ του κτηρίου, τις τιμές της ενέργειας και την ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου. Ταυτόχρονα, το σύστημα θα λαμβάνει υπόψη την αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, τη σύνδεση με το έξυπνο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, με έξυπνα δίκτυα τηλεθέρμανσης και ψύξης και με άλλες εναλλακτικές μορφές ενέργειας.

Συνδυάζοντας, επομένως, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν σε πραγματικό χρόνο με την παραπάνω πληροφόρηση, το “Optimus” θα αξιολογεί την απόδοση των δημοσίων κτηρίων μέσω δεικτών ενεργειακής απόδοσης και θα προτείνει βραχυπρόθεσμες δράσεις ενεργειακής διαχείρισης. Με αυτό τον τρόπο, θα δίνεται η δυνατότητα στις Τοπικές Αρχές να εφαρμόσουν ένα συνολικό βιώσιμο σχέδιο δράσης για την ενεργειακή κατανάλωση των κτηρίων, των εγκαταστάσεων και των γηπέδων τους.

Το “Optimus” μπορεί να απευθύνεται σε δύο είδη χρηστών: στο διαχειριστή του κτηρίου και στους ενοίκους-εργαζομένους του κτηρίου. Οι υποχρεώσεις του διαχειριστή του κτηρίου μπορούν να είναι οι εξής:

- Να παρέχει υπηρεσίες στα κτήρια σε σχέση με το κόστος τους.
- Να διαχειρίζεται τη συντήρηση των κτηριακών κατασκευών.
- Να επιβλέπει τον έλεγχο και τη διαχείριση της ρύθμισης των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης/αερισμού.
- Να καθορίζει το επίπεδο άνεσης των κατοίκων.

Οι ένοικοι ή εργαζόμενοι μπορούν να συμμετέχουν στην παρακολούθηση των δραστηριοτήτων που εποπτεύονται από το διαχειριστή του κτηρίου, και συγκεκριμένα:



- Να συμμετέχουν ενεργά στη διαχείριση του κτηρίου, ενημερώνοντας το διαχειριστή του κτηρίου σχετικά με τις δυσλειτουργίες ή τις βλάβες.
- Να βελτιστοποιήσουν τη συμπεριφοράς τους από την υιοθέτηση των διαφόρων δράσεων για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, αφενός, και να διατηρήσουν το επίπεδο άνεσης αφετέρου.

Αρχικά, το πρόγραμμα θα εφαρμοστεί πιλοτικά σε 3 ευρωπαϊκές πόλεις: στη Savona της Ιταλίας, στο Zaanstad της Ολλανδίας και στο Sant Cugat del Vallès της Ισπανίας.

## 3.2. Γενική Αρχιτεκτονική του Συστήματος

### 3.2.1. Εισαγωγή

Η αρχιτεκτονική περιγραφή του πληροφοριακού συστήματος, στο οποίο βασίζεται το “Optimus”, περιλαμβάνει τα κύρια λειτουργικά τμήματα τόσο του λειτουργικού (software) όσο και του υλικού (hardware), τις επικοινωνίες τις συνδέσεις και τα πρότυπα αλληλεπίδρασής τους, καθώς και τα κριτήρια για την αναπαράσταση των δεδομένων και την κωδικοποίηση των πληροφοριών κατά την ανταλλαγή δεδομένων.

Ο γενικός στόχος είναι η επίτευξη μιας ευέλικτης, διαλειτουργικής και επεκτάσιμης αρχιτεκτονικής η οποία δε θα είναι σχεδιασμένη για ένα συγκεκριμένο προϊόν ούτε θα εξαρτάται από αποκλειστικές λύσεις. Παράλληλα, όλες οι επικοινωνίες μεταξύ των στοιχείων του συστήματος θα πρέπει να βασίζονται σε τυποποιημένες αναπαραστάσεις.

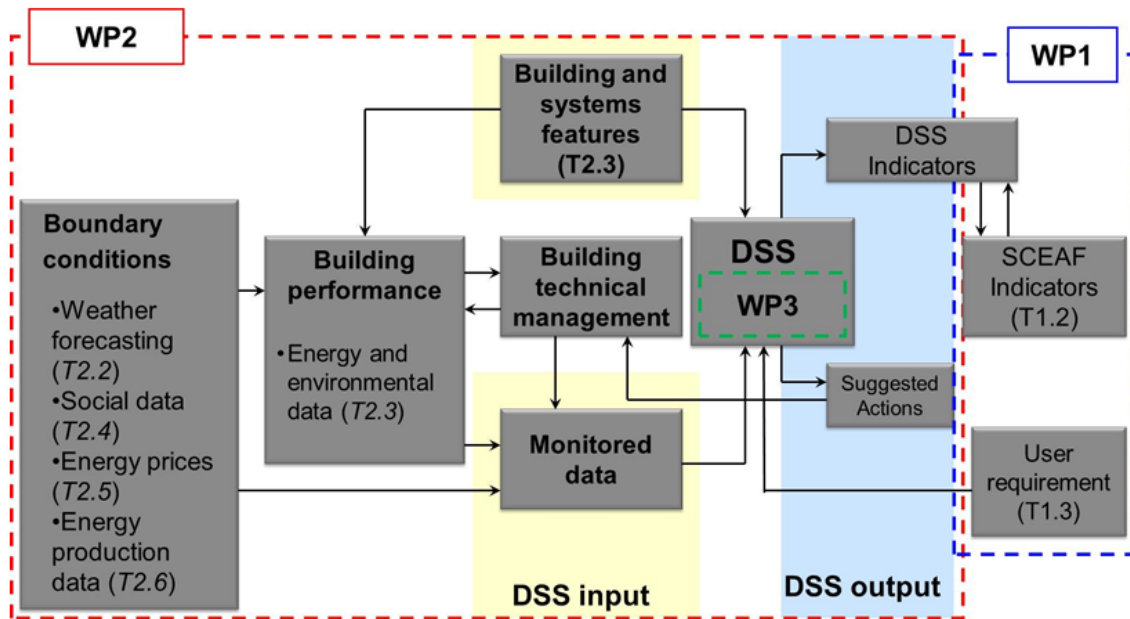
Στις παρακάτω ενότητες αυτού του κεφαλαίου θα αναλυθεί η γενική αρχιτεκτονική του συστήματος, τα τρία βασικά θέματα σχεδιασμού (κωδικοποίηση δεδομένων, πρωτόκολλο επικοινωνίας, ανάπτυξη μονάδας) καθώς και η εσωτερική δομή της μηχανής του ΣΥΑ.

### 3.2.2. Γενικό Πλαίσιο του Συστήματος

Το γενικό πλαίσιο και η αρχιτεκτονική του συστήματος συνοψίζεται στο σχήμα 3.1, όπου απεικονίζονται οι λογικές σχέσεις και οι ανταλλαγές δεδομένων μεταξύ των διάφορων μονάδων.

Το ΣΥΑ τροφοδοτείται τόσο από δυναμικά δεδομένα όσο και από στατικά δεδομένα (κτηριακά και τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων). Τα δυναμικά στοιχεία περιλαμβάνουν οριακές συνθήκες (μετεωρολογικά δεδομένα, κοινωνικά δεδομένα, δεδομένα σχετικά με τις τιμές της ενέργειας και της παραγωγής ενέργειας), ενεργειακά και περιβαλλοντικά δεδομένα και την τεχνική διαχείριση των κτηρίων. Η λειτουργία του ΣΥΑ επηρεάζεται επίσης από τις απαιτήσεις των χρηστών.

Όσον αφορά τα δεδομένα εξόδου, το ΣΥΑ οπτικοποιεί τους σχετικούς δείκτες απόδοσης και προτείνει τις κατάλληλες ενέργειες. Τέλος, οι δείκτες απόδοσης του ΣΥΑ τροφοδοτούν τους Δείκτες του Πλαισίου εκ των προτέρων και εκ των υστέρων Ενεργειακής Αξιολόγησης των Έξυπνων Πόλεων (Smart City ex-post and ex-ante Energy Assessment Framework indicators, SCEAF).



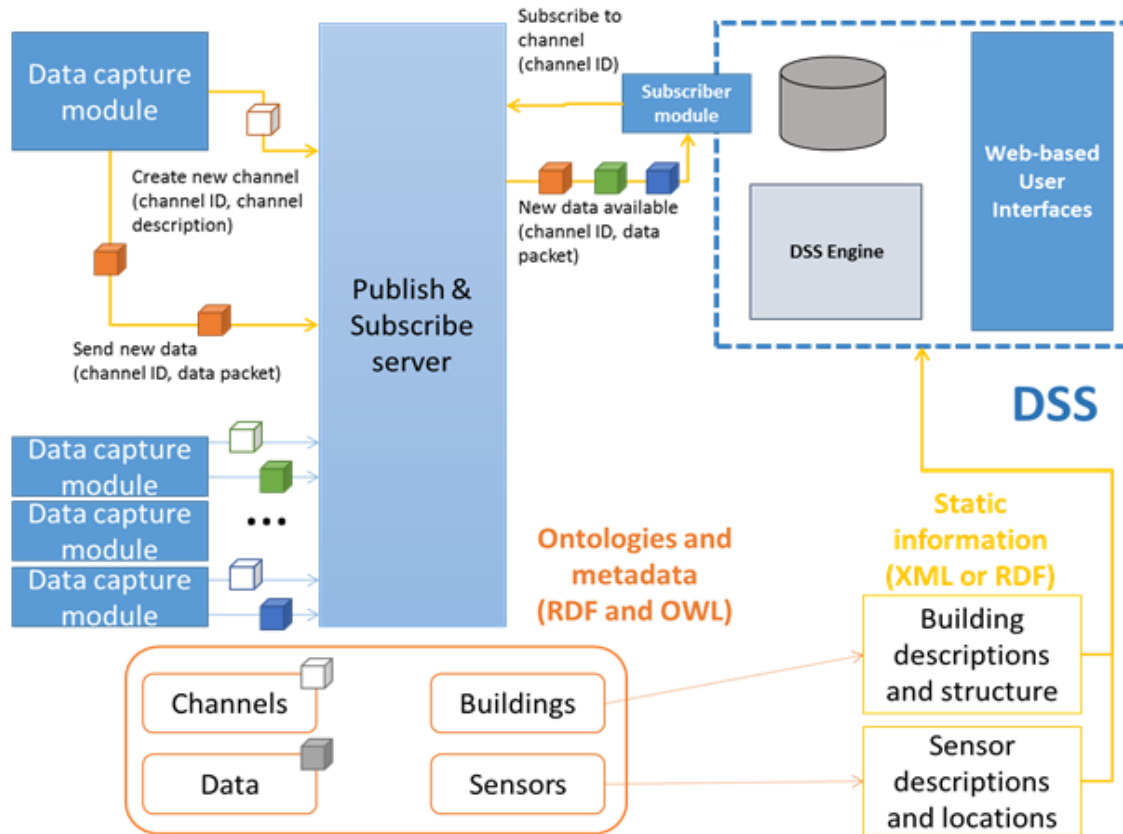
Σχήμα 3.1 Γενική αρχιτεκτονική του ΣΥΑ [3.1]

Από πλευράς πληροφορικής, καθορίζουμε κάποιες κοινές αρχιτεκτονικές επιλογές, όπως:

- Πώς να κωδικοποιηθούν τα δεδομένα που ανταλλάσσονται από τις μονάδες. Αυτό αφορά τόσο τα δεδομένα από τους αισθητήρες όσο και τα περιγραφικά δεδομένα. Η μορφή αυτή των δεδομένων θα επιτρέψει την ασφαλή και σημασιολογικά ορθή μεταφορά τους προς την μηχανή του ΣΥΑ.
- Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που θα χρησιμοποιούνται από τις διάφορες μονάδες για να ανταλλάξουν τα προαναφερθέντα στοιχεία. Ορίζεται ένας μηχανισμός ανταλλαγής γενικών πληροφοριών που επιτρέπει την αποστολή και λήψη δεδομένων διαφορετικών τύπων.
- Πού να αναπτυχθούν οι διάφορες μονάδες, ανάλογα με τη λειτουργία τους και τους επιχειρησιακούς περιορισμούς. Ορισμένες μονάδες μπορούν να φιλοξενηθούν από την κεντρική πλατφόρμα του ΣΥΑ, ενώ άλλες θα πρέπει να “διαμένουν”, είτε στις εγκαταστάσεις της πιλοτικής περιοχής είτε στο δίκτυο κάποιου επιστημονικού συνεργάτη.

Αξίζει να σημειωθεί πως η αρχιτεκτονική του συστήματος είναι ανεξάρτητη τόσο από τους ειδικούς κανόνες που εφαρμόζονται στο ΣΥΑ όσο και από τους ειδικούς αισθητήρες, τα πρωτόκολλα έξυπνων κτηρίων και τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των πιλοτικών κτηρίων.

Πιο λεπτομερώς, η αρχιτεκτονική του πληροφοριακού συστήματος φαίνεται στο σχήμα 3.2. που φαίνεται στην επόμενη σελίδα.



Σχήμα 3.2 Λεπτομερής αναπαράσταση της αρχιτεκτονικής του πληροφοριακού συστήματος [3.1]

Στην επάνω δεξιά γωνία της εικόνας 3.2, απεικονίζεται η κεντρική μονάδα του ΣΥΑ (αναλυτική περιγραφή της γίνεται στην ενότητα 3.6), η οποία παίρνει δεδομένα από τις μονάδες συλλογής δεδομένων (αριστερή πλευρά της εικόνας 3.2, οι οποίες περιγράφονται πιο αναλυτικά στο 4<sup>ο</sup> και 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο) μέσω του μοντέλου Publish & Subscribe (P & S). Περισσότερες λεπτομέρειες για το συγκεκριμένο μοντέλο θα δοθούν στην υποενότητα 3.4.2.

Κάθε μονάδα δημιουργεί και δημοσιεύει ένα ή περισσότερα “κανάλια” στην P & S, δηλώνοντας ένα μοναδικό αναγνωριστικό (ID) και καθορίζοντας τον τύπο των μηνυμάτων δεδομένων (επίσης γνωστά και ως “γεγονότα”). Κάθε κανάλι αντιστοιχεί σε ένα καθορισμένο δεδομένο. Σε κάθε κανάλι, η μονάδα μπορεί αργότερα να στείλει μια σειρά από γεγονότα δεδομένων.

Από την άλλη πλευρά, το ΣΥΑ εγγράφεται σε όλα τα κανάλια και παίρνει έγκαιρη ενημέρωση για όλα τα γεγονότα που παράγονται από κάθε μονάδα. Τα κανάλια και τα γεγονότα περιγράφονται χάρη στις κατηγορίες και στις ιδιότητες που ορίζονται στις Οντολογίες (Ontologies), στο κάτω αριστερό μέρος της εικόνας.

Επιπλέον, το ΣΥΑ, πέρα από τα δυναμικά δεδομένα, ενδιαφέρεται και για ορισμένα στατικά δεδομένα που σχετίζονται, μεταξύ άλλων, με τα χαρακτηριστικά των πιλοτικών κτηρίων και με τους εγκατεστημένους αισθητήρες. Τα δεδομένα αυτά περιγράφονται σε στατικά αρχεία που διαβάζονται και επεξεργάζονται από το ΣΥΑ.

Ο ορισμός της στατικής πληροφόρησης συνίσταται στην δημιουργία XML αρχείων και τριπλέτων RDF που περιγράφουν το σύνολο των διαθέσιμων αισθητήρων. Κάθε αισθητήρας μπορεί στη συνέχεια να συνδεθεί με ένα ή περισσότερα κανάλια και να δημοσιευθεί.

### 3.3. Αναπαράσταση των Δεδομένων

#### 3.3.1. Βασικές Αρχές και Απαιτήσεις

Η πλατφόρμα του ΣΥΑ θα συλλέγει, θα μοιράζεται, θα αποθηκεύει και θα δημοσιεύει διαφορετικά είδη δεδομένων. Το πρόγραμμα πρέπει να καθορίσει μια κοινή κωδικοποίηση για αυτά τα δεδομένα η οποία να χρησιμοποιείται κάθε φορά που τα δεδομένα θα πρέπει να διασχίσουν τα όρια της κάθε μονάδας. Οι μονάδες είναι ελεύθερες να χρησιμοποιούν τη δική τους κωδικοποίηση δεδομένων εσωτερικά, αλλά για την αποστολή και λήψη δεδομένων πρέπει να χρησιμοποιούν την κοινή μορφή που έχει οριστεί.

Οι βασικές απαιτήσεις που πρέπει να πληροί η κοινή αυτή μορφή των δεδομένων είναι [3.1]:

- **Τα δεδομένα πρέπει να έχουν νόημα από φυσικής πλευράς. Όλες οι τιμές πρέπει να έχουν μια σχετική μονάδα μέτρησης, και θα πρέπει να αναφέρεται η φυσική ποσότητα που αντιπροσωπεύεται.** Κάθε δεδομένο θα πρέπει να αποτελείται από μία φυσική-ποσοτική απεικόνιση, δηλαδή από την τιμή και τη μονάδα μέτρησής της για παράδειγμα “3,1 Wh” και όχι “3,1”, και από μία επεξηγηματική ετικέτα, για παράδειγμα “καταναλισκόμενη ενέργεια”, η οποία λαμβάνεται από ένα σύνολο προκαθορισμένων επιλογών.
- **Τα δεδομένα θα πρέπει να πλαισιώνονται από κάποιες απαραίτητες πληροφορίες.** Πιο αναλυτικά, θα πρέπει να συμπληρώνονται από μεταδεδομένα (metadata) ώστε να γίνει κατανοητό με τι αυτά σχετίζονται. Παραδείγματα τέτοιων πληροφοριών είναι ο χρόνος λήψης μιας μέτρησης και η τοποθεσία στην οποία αναφέρεται η μέτρηση (όλο το κτήριο, ένας όροφος, ένα επιμέρους δωμάτιο).
- **Τα δεδομένα ενδέχεται να περιέχουν μη-αριθμητικές πληροφορίες.** Ορισμένες από τις πληροφορίες που συλλέγονται από τις μονάδες μπορεί να είναι σε μορφή κειμένου. Σε αυτές τις περιπτώσεις, στο μέτρο του δυνατού, οι πληροφορίες αυτές θα πρέπει να επιλεγούν πέρα από “κλειστές” λίστες εναλλακτικών λύσεων.
- **Τα δεδομένα θα πρέπει να είναι συμβατά με πλατφόρμες ανοιχτού κώδικα.** Στα πλαίσια του συγκεκριμένου project, προτείνεται η δημοσίευση και η διανομή των δεδομένων των αισθητήρων σε μορφές ανοιχτών δεδομένων (open data formats) σύμφωνα με τις πρότυπες δομές W3C.
- **Τα δεδομένα πρέπει να είναι έτοιμα για περαιτέρω επεξεργασία και αξιολόγηση.** Για το λόγο αυτό, κατά την επιλογή των μορφών κωδικοποίησης, θα πρέπει να ελεγχθεί η συμβατότητα των εργαλείων (κυρίως του ΣΥΑ) που θα λάβουν τα εν λόγω δεδομένα.
- **Η κωδικοποίηση δεδομένων θα πρέπει να είναι ανεξάρτητη από τις συγκεκριμένες μονάδες που χρησιμοποιούνται.** Για μέγιστη ευελιξία και δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης, θα

πρέπει να αποφευχθεί ο σχεδιασμός να γίνει δίνοντας την έμφαση στις ανάγκες των διαφόρων μονάδων. Με άλλα λόγια, κάθε μονάδα θα πρέπει να είναι αγνωστικιστική σε σχέση με το είδος των επεξεργασιών που θα γίνουν σε επόμενα στάδια στα δεδομένα που παράγει.

Προκειμένου να καλυφθούν οι παραπάνω απαιτήσεις, τα σημεία των δεδομένων θα πρέπει να μοντελοποιηθούν σε RDF (resource description framework), όπου κάθε σημείο δεδομένων αναπαρίσταται από ένα μικρό σύνολο από τριπλέτες RDF οι οποίες θα κωδικοποιούν τόσο τα πραγματικά δεδομένα όσο και τα μεταδεδομένα που σχετίζονται με αυτά. Μία κατάλληλη σειριοποίηση της RDF θα οριστεί με βάση την ευκολία χρήσης της. Οι κειμενοστραφείς αναπαραστάσεις (όπως η Turtle) είναι προτιμότερες σε σχέση με τις πιο φλύαρες αναπαραστάσεις που βασίζονται σε XML.

### 3.3.2. Αναπαράσταση RDF-Σύνταξη Turtle

Η Resource Description Framework (RDF) είναι μία γλώσσα για την αναπαράσταση πληροφοριών σχετικά με πηγές του Παγκόσμιου Ιστού. Προορίζεται, ιδιαίτερα, για την αναπαράσταση μεταδεδομένων σχετικά με πηγές Web, όπως ο τίτλος, ο συγγραφέας, και η ημερομηνία τροποποίησης μιας ιστοσελίδας, τα πνευματικά δικαιώματα και οι πληροφορίες αδειοδότησης σχετικά με ένα έγγραφο Web, ή το χρονοδιάγραμμα της διαθεσιμότητας για κάποια κοινόχρηστη πηγή. Ωστόσο, γενικεύοντας την έννοια της "πηγής Web", η RDF μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να αναπαρασταθούν πληροφορίες σχετικά με στοιχεία ή πράγματα που μπορούν να εντοπιστούν στο Διαδίκτυο, ακόμη και όταν δεν μπορούν να ανακτηθούν απευθείας μέσα από αυτό. Για παράδειγμα, πληροφορίες σχετικά με προϊόντα που διατίθενται από on-line καταστήματα (πληροφορίες σχετικά με τις προδιαγραφές, τις τιμές και την διαθεσιμότητα).

Η RDF προορίζεται για περιπτώσεις στις οποίες αυτές οι πληροφορίες χρειάζεται να επεξεργαστούν από εφαρμογές, αντί να εμφανίζονται, απλώς, στα ενδιαφερόμενα άτομα. Έτσι, η RDF παρέχει ένα κοινό πλαίσιο για την έκφραση αυτών των πληροφοριών, ώστε να μπορούν να ανταλλάσσονται μεταξύ των εφαρμογών χωρίς απώλεια του νοήματος.

Η RDF βασίζεται στην ιδέα του προσδιορισμού πραγμάτων χρησιμοποιώντας αναγνωριστικά Web (που ονομάζονται Uniform Resource Identifiers, ή URIs), καθώς και στην περιγραφή των πηγών σε όρους απλών ιδιοτήτων και τιμών ιδιοτήτων. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στην RDF να αναπαριστά απλές δηλώσεις σχετικά με τις πηγές ως ένα γράφημα κόμβων και τόξων το οποίο αναπαριστά τόσο τις πηγές, όσο και τις ιδιότητες και τις τιμές τους. Πιο συγκεκριμένα, η ομάδα των δηλώσεων

"there is a **person** identified by <http://www.w3.org/People/EM/contact#me>, whose name is **Eric Miller**, whose email address is **em@w3.org**, and whose title is **Dr.**"

θα μπορούσε να αναπαρασταθεί ως γράφημα RDF όπως φαίνεται στο σχήμα 3.3.



Σχήμα 3.3 Παράδειγμα αναπαράστασης μιας δήλωσης σε γράφημα RDF [3.2]

Το διάγραμμα αυτό δείχνει ότι το RDF χρησιμοποιεί URIs για να εντοπίσει [3.2]:

- Άτομα, π.χ. Eric Miller, που προσδιορίζονται από το URI <http://www.w3.org/People/EM/contact#me>.
- Τύπους πραγμάτων, π.χ. Πρόσωπο, που προσδιορίζονται από το URI <http://www.w3.org/2000/10/swap/pim/contact#Person>.
- Ιδιότητες αυτών των πραγμάτων, π.χ. mailbox, που προσδιορίζονται από το URI <http://www.w3.org/2000/10/swap/pim/contact#mailbox>.
- Τιμές αυτών των ιδιοτήτων, π.χ. [mailto: em@w3.org](mailto:em@w3.org) ως τιμή του mailbox (η RDF χρησιμοποιεί, επίσης, συμβολοσειρές χαρακτήρων, όπως "Eric Miller", καθώς και τιμές από άλλους τύπους δεδομένων, όπως ακέραιους αριθμούς, ως τιμές των ιδιοτήτων).

Στην RDF, η αγγλική δήλωση:

***<http://www.example.org/index.html> has a creator whose value is John Smith***

θα μπορούσε να αναπαρασταθεί με μία δήλωση RDF η οποία θα περιέχει:

- Ένα υποκείμενο: <http://www.example.org/index.html>
- Ένα κατηγορημα: <http://purl.org/dc/elements/1.1/creator>
- Ένα αντικείμενο: <http://www.example.org/staffid/85740>

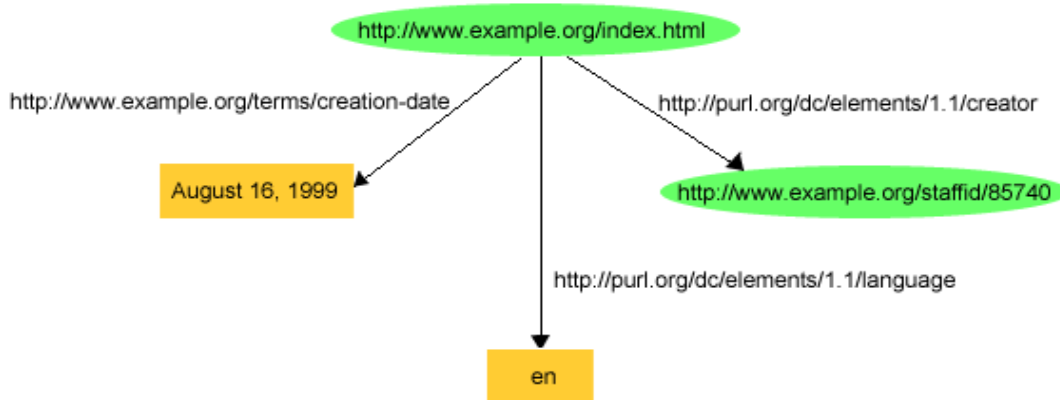
Όπως φαίνεται, λοιπόν, τα URIs χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν όχι μόνο το υποκείμενο της δήλωσης αλλά και το κατηγορημα και το αντικείμενο, αντί της χρησιμοποίησης των λέξεων "creator" και "John Smith" αντίστοιχα.

Επιπλέον, ομάδες δηλώσεων εκπροσωπούνται από αντίστοιχες ομάδες κόμβων και τόξων. Έτσι, για να αναπαρασταθούν, επιπρόσθετα της παραπάνω δήλωσης, και οι δηλώσεις:

***http://www.example.org/index.html has a creation-date whose value is August 16, 1999***

***http://www.example.org/index.html has a language whose value is English***

σε γράφημα RDF, δημιουργείται το γράφημα του σχήματος 3.4 (χρησιμοποιώντας κατάλληλα URIs για να ονομαστούν οι ιδιότητες creation-date και language):



Σχήμα 3.4 Αναπαράσταση πολλαπλών δηλώσεων σχετικά με την ίδια πηγή σε γράφημα RDF [3.2]

Γίνεται φανερό, λοιπόν, ότι τα αντικείμενα σε δηλώσεις RDF μπορεί να είναι είτε URIs είτε σταθερές τιμές (literals), που αναπαρίστανται από συμβολοσειρές χαρακτήρων, έτσι ώστε να αναπαρασταθούν ορισμένα είδη τιμών ιδιοτήτων (Στην περίπτωση του κατηγορήματος `http://purl.org/dc/elements/1.1/language`, η literal είναι ένα διεθνής πρότυπος κωδικός δύο γραμμάτων για τα αγγλικά).

Κάποιες φορές, δεν είναι βολικό να σχεδιαστούν γραφήματα. Έτσι, ένας εναλλακτικός τρόπος για να καταγραφούν οι δηλώσεις είναι μέσω τριπλετών (triples). Με αυτόν τον συμβολισμό, κάθε δήλωση του γραφήματος γράφεται ως μια απλή τριπλέτα με υποκείμενο, κατηγορημα και αντικείμενο με την συγκεκριμένη σειρά. Για παράδειγμα, οι παραπάνω τρεις δηλώσεις γράφονται με τον συμβολισμό μέσω τριπλετών όπως φαίνεται στην εικόνα 3.1.

```

<http://www.example.org/index.html> <http://purl.org/dc/elements/1.1/creator> <http://www.example.org/staffid/85740> .

<http://www.example.org/index.html> <http://www.example.org/terms/creation-date> "August 16, 1999" .

<http://www.example.org/index.html> <http://purl.org/dc/elements/1.1/language> "en" .
  
```

Εικόνα 3.1 Παράδειγμα αναπαράστασης πολλαπλών δηλώσεων μέσω τριπλετών

Κάθε τριπλέτα αντιστοιχεί σε ένα τόξο στο γράφημα, το οποίο συμπληρώνεται από τους κόμβους αρχής και τέλους του τόξου (το υποκείμενο και το αντικείμενο της δήλωσης).

Όμως, ο παραπάνω συμβολισμός, που απαιτεί να γράφονται οι αναφορές σε URI πλήρως, οδηγεί σε μακροσκελείς γραμμές στη σελίδα. Για διευκόλυνση, χρησιμοποιείται ένας πιο σύντομος τρόπος γραφής των τριπλετών. Αυτή η συντομογραφία αντικαθιστά μια πλήρη αναφορά URI από ένα προσδιορισμένο όνομα (ή QName) χωρίς παρενθέσεις. Ένα QName περιέχει ένα πρόθεμα (prefix) που έχει ανατεθεί σε ένα χώρο ονομάτων URI (namespace URI), ακολουθούμενο από μια άνω και κάτω τελεία, και στη συνέχεια ένα τοπικό όνομα (local name). Η πλήρης αναφορά URI σχηματίζεται από την QName προσαρτώντας το τοπικό όνομα στο χώρο ονομάτων URI που έχει εκχωρηθεί το πρόθεμα. Έτσι, για παράδειγμα, αν το πρόθεμα foo του QName έχει εκχωρηθεί στο namespace URI `http://example.org/somewhere/`, τότε το QName `foo:bar` είναι συντομογραφία για το URI `http://example.org/somewhere/bar`. Άλλα "γνωστά" προθέματα QName (χωρίς αυτά να προσδιορίζονται ρητά κάθε φορά), ορίζεται ως εξής [3.2]:

- prefix `rdf:`, namespace URI: `http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#`
- prefix `rdfs:`, namespace URI: `http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#`
- prefix `dc:`, namespace URI: `http://purl.org/dc/elements/1.1/`
- prefix `owl:`, namespace URI: `http://www.w3.org/2002/07/owl#`
- prefix `ex:`, namespace URI: `http://www.example.org/`
- prefix `xsd:`, namespace URI: `http://www.w3.org/2001/XMLSchema#`

Χρησιμοποιώντας τη συντομογραφία αυτή, το προηγούμενο σύνολο τριπλετών γράφεται στη μορφή της εικόνας 3.2.

```
x:index.html dc:creator      exstaff:85740 .
ex:index.html exterms:creation-date "August 16, 1999" .
ex:index.html dc:language    "en" .
```

*Εικόνα 3.2 Παράδειγμα γραφής τριπλετών με χρήση συντομογραφίας*

Η RDF παρέχει, επίσης, μια σύνταξη που βασίζεται σε κείμενο, με την ονομασία Turtle, για την καταγραφή και την ανταλλαγή γραφημάτων. Η σύνταξη Turtle επιτρέπει την καταγραφή του γραφήματος RDF με μία συμπαγή μορφή κειμένου. Η σύνταξη Turtle είναι μηχανικά επεξεργάσιμη και, χρησιμοποιώντας URIs, μπορεί να συνδέσει κομμάτια των πληροφοριών μέσω του Web. Ωστόσο, σε αντίθεση με ένα συμβατικό υπερκείμενο, τα RDF URIs μπορεί να αναφέρονται σε οποιοδήποτε αναγνωρίσιμο στοιχείο, ακόμα και για αυτά που μπορεί να μην είναι άμεσα ανακτήσιμα από το Web (όπως το πρόσωπο Eric Miller). Το αποτέλεσμα είναι ότι πέραν της περιγραφής πραγμάτων όπως οι ιστοσελίδες, η RDF μπορεί επίσης να περιγράψει αυτοκίνητα, επιχειρήσεις, ανθρώπους, γεγονότα, ειδήσεις, κ.λπ. Επιπλέον, οι ίδιες οι ιδιότητες της RDF έχουν URIs ώστε να προσδιορίζουν επακριβώς τις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των συνδεδεμένων στοιχείων [3.3].

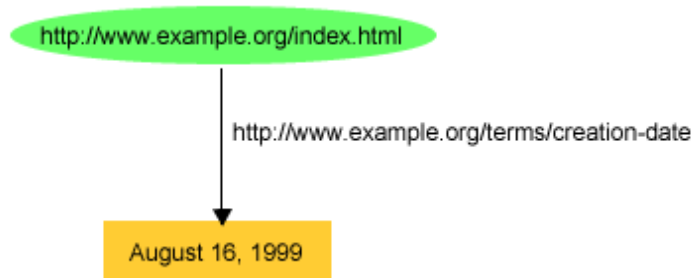


Οι βασικές ιδέες της σύνταξης Turtle απεικονίζονται στο παρακάτω παράδειγμα:

Έχουμε την δήλωση:

**http://www.example.org/index.html** has a **creation-date** whose value is **August 16, 1999**

Το γράφημα RDF της παραπάνω δήλωσης, αφού θέσουμε ένα URI στην ιδιότητα creation-date, φαίνεται στο σχήμα 3.5 [3.3]:



Σχήμα 3.5 Παράδειγμα αναπαράστασης μια δήλωσης σε γράφημα RDF

Η σύνταξη Turtle που αντιστοιχεί στο παραπάνω γράφημα είναι η αυτή που φαίνεται στην εικόνα 3.3:

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix extermns: <http://www.example.org/terms/>.

<http://www.example.org/index.html> extermns:creation-date "August 16, 1999".
```

Εικόνα 3.3 Παράδειγμα σύνταξης Turtle του γραφήματος του σχήματος 3.5

Το μόνο πρόσθετο στοιχείο που υπάρχει είναι η λέξη-κλειδί @prefix στις πρώτες δύο γραμμές. Αυτές είναι οι δηλώσεις namespace, δηλαδή, η ένωση ενός προθέματος που χρησιμοποιείται στο έγγραφο με ένα URI.

Στην εικόνα 3.4 φαίνεται είναι ένα μικρό κομμάτι της RDF σε σύνταξη Turtle που αντιστοιχεί στο γράφημα του σχήματος 3.3.

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix contact: <http://www.w3.org/2000/10/swap/pim/contact#>.

<http://www.w3.org/People/EM/contact#me>
rdf:type contact:Person;
contact:fullName "Eric Miller";
contact:mailbox <mailto:em@w3.org>;
contact:personalTitle "Dr.".
```

Εικόνα 3.4 Παράδειγμα σύνταξης Turtle του γραφήματος του σχήματος 3.3 [3.3]

Αξίζει να σημειωθεί πως και η συγκεκριμένη σύνταξη περιέχει URIs, καθώς και ιδιότητες, όπως mailbox και fullname, μαζί με τις αντίστοιχες τιμές τους, em@w3.org, και Eric Miller.

Εντελώς ανάλογα, χρησιμοποιώντας την σύνταξη Turtle, το γράφημα του σχήματος 3.4 μπορεί να γραφεί όπως φαίνεται στην εικόνα 3.5.

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/#>.
@prefix exterms: <http://www.example.org/terms/>.

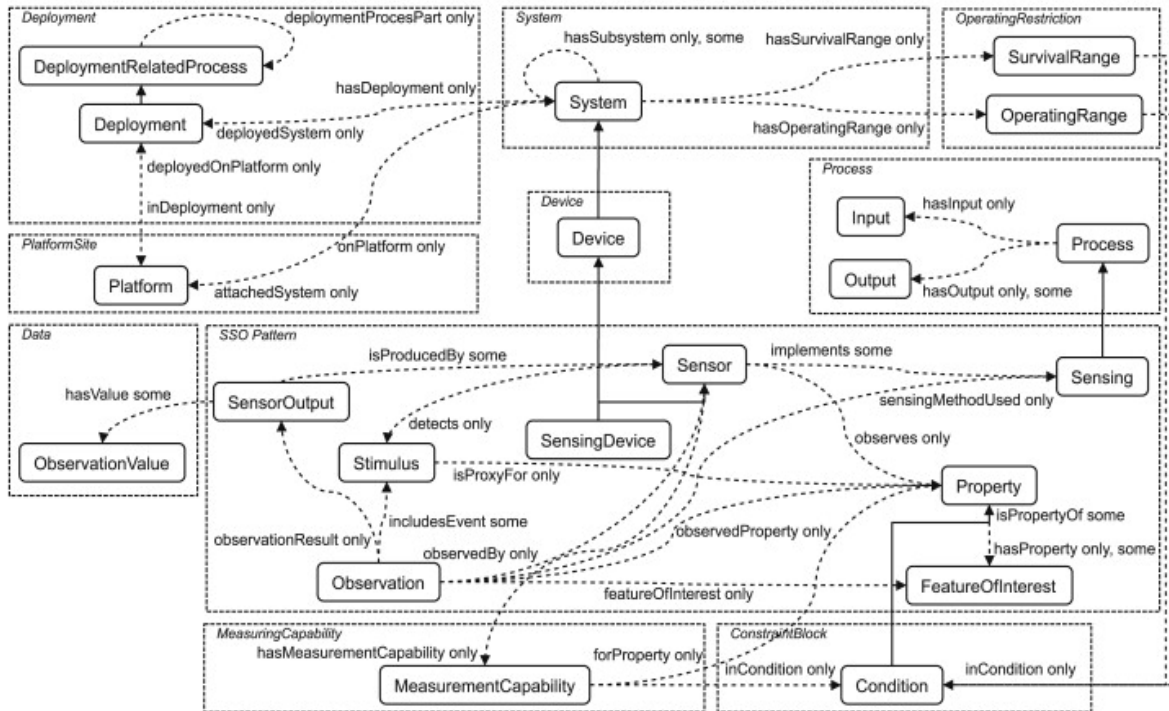
<http://www.example.org/index.html> exterms:creation-date "August 16, 1999".
<http://www.example.org/index.html> dc:language "en".
<http://www.example.org/index.html> dc:creator <http://www.example.org/staffid/85740>.
```

Εικόνα 3.5 Παράδειγμα σύνταξης Turtle του γραφήματος του σχήματος 3.4 [3.3]

### 3.3.3. Οντολογία SSN

Η κωδικοποίηση RDF εξαρτάται από τον ορισμό κατάλληλων οντολογιών. Πρόσφατα, η Κοινοπραξία του Παγκόσμιου Ιστού (World Wide Web Consortium, ή W3C) ανέπτυξε μία Οντολογία Σημασιολογικού Δικτύου Αισθητήρα (Semantic Sensor Network Ontology, ή SSN Ontology). Η αναπαράσταση των δεδομένων στο Optimus θα υιοθετήσει την SSN Ontology η οποία θα τροποποιηθεί ανάλογα με τις απαιτήσεις του συστήματος. Όλα τα ενεργειακά δεδομένα, λοιπόν, θα σχηματίσουν μία προσαρμοσμένη οντολογία, η οποία θα συνδέεται με τις ήδη υπάρχουσες.

Η SSN οντολογία οργανώνεται εννοιολογικά, όμως όχι φυσικά, σε 10 μονάδες. Στο σχήμα 3.6 φαίνεται η οντολογία SNN, οι βασικές έννοιες και οι σχέσεις μεταξύ τους, χωρισμένες σε εννοιολογικές μονάδες.



Σχήμα 3.6 Βασικές έννοιες της οντολογίας SSN και οι σχέσεις μεταξύ τους [3.4]

Η οντολογία μπορεί να περιγράψει αισθητήρες, την ακρίβεια και τις δυνατότητές τους, καθώς και τις παρατηρήσεις και μεθόδους που χρησιμοποιούνται για ανίχνευση. Επίσης, περιλαμβάνονται έννοιες για τα εύρη λειτουργίας και αντοχών, καθώς αυτά αποτελούν, συχνά, μέρος μιας δεδομένης προδιαγραφής για έναν αισθητήρα, μαζί με την απόδοσή του σε αυτά τα εύρη.

Πρέπει να σημειωθεί πως σχετικό υλικό, όπως μονάδες μέτρησης, τοποθεσίες, ιεραρχίες των τύπων των αισθητήρων, και ιεραρχίες των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων, έμειναν στην άκρη. Κατά περίπτωση, κάποιες από αυτές συμπεριλήφθηκαν για να επιτραπεί η σύνδεση με εξωτερικές οντολογίες. Αυτό γίνεται διότι για την οικοδόμηση μιας οντολογίας με βάση την οντολογία SSN, οι μηχανικοί θα πρέπει να συμπεριλάβουν στην οντολογία SSN κατάλληλες μονάδες και οντολογίες σχετικές με τη θέση και τα χαρακτηριστικά, οι οποίες θα συνδεθούν μέσω υποκλάσεων ή σχέσεων ισοδυναμίας. Αυτός ο συνδυασμός μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει μια ιεραρχία αισθητήρων που σχετίζεται με μια συγκεκριμένη εφαρμογή [3.4].

Στην εικόνα 3.6 φαίνεται η αναπαράσταση σε RDF μιας παρατήρησης θερμοκρασίας ακολουθώντας την SSN οντολογία.

```

@prefix aemet: <http://aemet.linkeddata.es/ontology/>
@prefix ssn: <http://purl.oclc.org/NET/ssnx/ssn#>
@prefix w3ctime: <http://www.w3.org/2006/time#>
@prefix aemet_res: <http://aemet.linkeddata.es/resource/>

aemet_res:WeatherStation/id08001 rdf:type aemet:WeatherStation.
?observation ssn:observedBy aemet_res:WeatherStation/id08001;
  ssn:observedProperty aemet_res:TemperatureAmbientProperty/TAMIN10m;
  aemet:valueOfObservedData "19.3" ;
  aemet:observedInInterval aemet_res:Interval/tenMinutes_since_1315882200000.
aemet_res:Interval/tenMinutes_since_1315882200000 w3ctime:hasBeginning aemet_res:Instant/t1315882200000.
aemet_res:Instant/t1315882200000 w3ctime:inDateTime aemet_res:DateTimeDescription/dtd1315882200000.
aemet_res:DateTimeDescription/dtd1315882200000 w3ctime:inXSDDateTime "2011-09-13T05:10:00Z".

```

Εικόνα 3.6 Παράδειγμα αναπαράστασης σε RDF με χρήση SSN οντολογίας [3.5]

## 3.4. Μηχανισμός Ανταλλαγής Δεδομένων

### 3.4.1. Βασικές Αρχές και Απαιτήσεις

Όλες οι μονάδες στην αρχιτεκτονική Optimus DSS θα πρέπει να ανταλλάσσουν δεδομένα (τιμές αισθητήρων και άλλες πληροφορίες) τα οποία κωδικοποιούνται όπως ορίζεται στην ενότητα 3.3. Τέτοια μηνύματα θα παραδίδονται σε έναν ανοιχτό και τυποποιημένο μηχανισμό ανταλλαγής. Η γενική ιδέα της ροής δεδομένων Optimus βασίζεται σε πολλές διαφορετικές μονάδες που θα στέλνουν πληροφορίες στην κεντρική μονάδα του ΣΥΑ: σε αυτή την περίπτωση οι πληροφορίες θα ρέουν σχεδόν προς μία κατεύθυνση. Ωστόσο, ορισμένες εξαιρέσεις και επεκτάσεις είναι δυνατές, ενώ ο επιλεγμένος μηχανισμός είναι σε θέση να υποστηρίξει περισσότερο πολύπλοκες ρυθμίσεις, όπως ελλιπείς ή πειραματικές εφαρμογές των μονάδων ή των λειτουργιών του ΣΥΑ.

Για ευκολία εγκατάστασης, καθώς και λόγω της ανάγκης στοιχειώδους ανάπτυξης, ο μηχανισμός επικοινωνίας θα πρέπει να διαχωρίζεται σε σχέση με τις υλοποιήσεις κάθε μονάδας. Σε μια τέτοια περίπτωση, κάθε μονάδα χρειάζεται, απλά, να προσαρμόζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις επικοινωνίας του κοινού μηχανισμού, ανεξάρτητα από τη διαθεσιμότητα ή την κατάσταση προόδου των άλλων μονάδων ανάγνωσης των εξόδων της ή παραγωγής των εισόδων της.

Επιπλέον, δεδομένου ότι οι συγκεκριμένες απαιτήσεις των μονάδων θα καθοριστούν σε μεταγενέστερο στάδιο, οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ τους δεν πρέπει να ενσωματωθούν στον κώδικα, δηλαδή, κάθε μονάδα δεν θα πρέπει να γνωρίζει σχετικά με το ποιες άλλες μονάδες χρησιμοποιούν δεδομένα της και, αντιστρόφως, δεν θα πρέπει να απαιτείται να γνωρίζει η κάθε μονάδα τις μονάδες που παράγουν τις εισόδους της. Με τον τρόπο αυτό, οι δοκιμές διαφορετικών εκδόσεων των μονάδων ή διαφορετικών κανόνων DSS, θα είναι ένα απλό έργο αναδιαμόρφωσης.

Οι απαιτήσεις, λοιπόν, που πρέπει να πληρούνται είναι οι εξής [3.6]:

- Τα επιλεγμένα πρωτόκολλα μεταφοράς δεδομένων πρέπει να εγγυώνται μία υψηλή απόδοση (ένα μεγάλο αριθμό εκδηλώσεων / δευτερόλεπτο και έναν ελάχιστο λανθάνοντα χρόνο για παράδοση) και διαθεσιμότητα.
- Το πρωτόκολλο μεταφοράς δεδομένων θα πρέπει να επιτρέπει μία κατανεμημένη

αρχιτεκτονική μέσα στο Διαδίκτυο, δεδομένου ότι ορισμένες μονάδες (παραγωγοί δεδομένων, ειδικότερα) είναι πιθανό να μη βρίσκονται στα κύρια κέντρα δεδομένων. Θα πρέπει, επίσης, να είναι σε θέση να ενσωματώσει δεδομένα από υφιστάμενες πηγές που είναι διαθέσιμες στο Διαδίκτυο, εάν οι πληροφορίες τους είναι χρήσιμες για το ΣΥΑ.

- Το πρωτόκολλο επικοινωνίας θα πρέπει να είναι αρκετά εύκολο να εφαρμοστεί, έτσι ώστε ακόμη και απλές εφαρμογές (π.χ., διεπαφή χρήστη, κινητές εφαρμογές, κόμβοι με περιορισμένους υπολογιστικούς πόρους κ.λ.π.) να είναι σε θέση να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα.

### 3.4.2. Αρχιτεκτονικό Πρότυπο “Publish & Subscribe”

Με βάση τις παραπάνω απαιτήσεις, η επιλεχθείσα λύση περιγράφεται ως εξής [3.6]:

Θα υιοθετηθεί μια αρχιτεκτονική κοινής χρήσης δεδομένων με βάση το αρχιτεκτονικό πρότυπο “Publish & Subscribe”. Στο πρότυπο P & S, υπάρχει ένα κοινό δίκτυο επικοινωνιών, όπου κάθε μονάδα μπορεί να δημιουργήσει και να “δημοσιεύσει” ένα ή περισσότερα “κανάλια”, ενώ κάθε κανάλι περιέχει μία ροή γεγονότων (data points). Οποιαδήποτε άλλη μονάδα ή εφαρμογή μπορεί να “εγγραφεί” σε ένα ή περισσότερα κανάλια, και σε αυτή την περίπτωση λαμβάνει από ένα αντίγραφο όλων των γεγονότων που έχουν δημοσιευθεί.

Στην αρχιτεκτονική του Optimus, οι μονάδες καταγραφής δεδομένων πρόβλεψης καιρού, δεδομένων από τα κοινωνικά δίκτυα, αποκεντρωμένων δεδομένων, δεδομένων σχετικά με τις τιμές της ενέργειας και την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, οι οποίες αναλύονται στα κεφάλαια 4 και 5, είναι αυτές που θα “δημοσιεύουν” δεδομένα στο πρότυπο. Δηλαδή, η καθεμία από αυτές θα “δημοσιεύει” τα στοιχεία της σε μια σειρά από κανάλια (ένα κανάλι ανά ροή δεδομένων, δηλαδή, ξεχωριστό κανάλι για κάθε αισθητήρα μιας φυσικής ποσότητας ή για κάθε είδος πληροφοριών).

Σε αυτή την αρχιτεκτονική, δεν υπάρχει καμία ανάγκη να καθοριστούν συγκεκριμένες Διεπαφές Προγραμματισμού Εφαρμογών (Application Programming Interface, ή APIs) για συγκεκριμένες υπηρεσίες, ειδικά για τις μονάδες που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Για παράδειγμα, εάν μια μονάδα πρέπει να στείλει κάποια νέα δεδομένα στο ΣΥΑ, πρέπει απλώς να “δημοσιεύσει” τα δεδομένα (που κωδικοποιούνται σε RDF) στο διακομιστή P & S. Το ΣΥΑ, που “εγγράφεται” σε όλα τα κανάλια, θα πάρει επίσης αυτά τα δεδομένα και θα αρχίσει την επεξεργασία τους. Δεν υπάρχει, λοιπόν, άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ της μονάδας και του ΣΥΑ.

Ο συνδρομητής των διαφόρων καναλιών θα είναι κυρίως η μηχανή του ΣΥΑ, η οποία θα λαμβάνει συνεχείς ενημερώσεις σχετικά με τις νέες τιμές, και θα εφαρμόζει ένα σύνολο κανόνων στην ενημερωμένη κατάσταση του περιβάλλοντος. Η μηχανή θα δημοσιεύει τα αποτελέσματά της σε μια σειρά από άλλα κανάλια, τα οποία μπορούν να διαβάσουν, αφού πρώτα εγγραφούν σε αυτά, οι εφαρμογές των τελικών χρηστών.

Πρέπει να σημειωθεί πως παρ’ ότι τίποτα δεν εμποδίζει οποιαδήποτε μονάδα από την εγγραφή σε

κανάλια κάποιας άλλης μονάδας ή του ιδίου του ΣΥΑ, εάν ορισμένα από τα παραγόμενα δεδομένα τους είναι χρήσιμα για αυτήν, ωστόσο, επί του παρόντος, η δυνατότητα αυτή δεν θα αξιοποιηθεί στο πλαίσιο του project.

Τέλος, δεδομένου ότι υπάρχουν πολλά προϊόντα και προτεινόμενα πρότυπα που υιοθετούν την αρχιτεκτονική “Publish & Subscribe”, έγιναν δύο στρατηγικές επιλογές:

- Το Optimus project θα έχει το δικό του server “Publish & Subscribe”, ενώ θα υιοθετήσει λογισμικό ανοιχτού κώδικα για την υλοποίηση της αρχιτεκτονικής.
- Μεταξύ των πιθανών εναλλακτικών λύσεων σε ό,τι αφορά την υλοποίηση της πλατφόρμας “Publish & Subscribe”, η πλέον υποσχόμενη φαίνεται να είναι το Ztreamy, που είναι ένα πλαίσιο ανοιχτού κώδικα που αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο Carlos III της Μαδρίτης.

### 3.4.3. Ztreamy

Το Ztreamy είναι μια πρωτότυπη εφαρμογή ενός πλαισίου για να δημοσιεύει κανείς ροές δεδομένων, ορισμένων σημασιολογικά (π.χ. αναγνώσεις από αισθητήρες), μέσα στο Web. Το πλαίσιο αυτό παρέχει υπηρεσίες που είναι ειδικά σχεδιασμένες για γεγονότα που περιγράφονται με RDF, αν και κάθε άλλου είδους γεγονότα μπορούν επίσης να μεταφέρονται. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα δίνει, επιπλέον, τη δυνατότητα να επαναληφθούν οι ροές αυτές από περισσότερους του ενός servers, καθώς και να μπορούν τόσο να αθροίζονται όσο και να φιλτράρονται.

Η Ztreamy χρησιμοποιεί εσωτερικά τη βιβλιοθήκη rdflib για να δουλέψει με δεδομένα RDF. Τα γεγονότα των οποίων το σώμα παριστάνεται ως RDF αναπαρίστανται ως αντικείμενα της κλάσης RDFEvent.

Η εικόνα 3.6 δείχνει ένα παράδειγμα ενός γεγονότος RDF, στο οποίο ένα γράφημα RDF χρησιμοποιείται για το σώμα του γεγονότος:

```
import ztreamy
from rdflib import Graph, Namespace, Literal
source_id = ztreamy.random_id()
graph = Graph()
ns_example = Namespace('http://example.com/ns/')
graph.add((ns_example['dog'], ns_example['eats'], Literal('10')))
event = ztreamy.RDFEvent(source_id, 'text/n3', graph)
```

Εικόνα 3.7 Παράδειγμα γεγονότος RDF [3.7]

#### Δημιουργία προσαρμοσμένων κλάσεων γεγονότος

Για να δημιουργηθεί ένας προσαρμοσμένος τύπος γεγονότος, θα πρέπει να δημιουργηθεί μια κλάση που “κληρονομεί” τις ιδιότητες από την κλάση Event. Θα πρέπει να έχει ένα “κατασκευαστή” (constructor) και τον κώδικα για σειριοποίηση και αποσειριοποίηση του σώματος των γεγονότων. Ο κατασκευαστής πρέπει να λάβει τις παραμέτρους source\_id, σύνταξη (syntax), σώμα (body), \*\* kwargs και να καλέσει τον “κατασκευαστή” της υπερκλάσης της. Στη συνέχεια, θα

πρέπει να εγγραφούν στο σύστημα οι τύποι MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) που χειρίζεται.

Με αυτό τον τρόπο, όταν η πλατφόρμα εντοπίζει κάποιον από αυτούς τους τύπους, δημιουργεί αυτόματα το γεγονός χρησιμοποιώντας την προσαρμοσμένη κλάση.

Για παράδειγμα, στην εικόνα 3.8 παρουσιάζεται ο πηγαίος κώδικας της υλοποίησης του RDFEvent με Ztreamy:

```
import ztreamy
import tornado.ioloop

# Create a publisher object
stream = 'http://localhost:9000/stream1'
publisher = ztreamy.EventPublisher(stream)
source_id = ztreamy.random_id()

# Publish events periodically
def publish():
    print 'Publishing'
    event = ztreamy.Event(source_id, 'text/plain', 'This is a new event')
    publisher.publish(event)

tornado.ioloop.PeriodicCallback(publish, 10000).start()

try:
    # Block on the ioloop
    tornado.ioloop.IOLoop.instance().start()
except KeyboardInterrupt:
    # Allow ctrl-c to finish the program
    pass
finally:
    publisher.close()
```

Εικόνα 3.8 Υλοποίηση του RDFEvent χρησιμοποιώντας Ztreamy [3.7]

Το παραπάνω πρόγραμμα δημιουργεί ένα αντικείμενο *EventPublisher* και δημοσιεύει ένα νέο γεγονός κάθε δέκα δευτερόλεπτα, χρησιμοποιώντας τη δική του μέθοδο δημοσίευσης [3.7].

### Επιλογή Ειδικών Γεγονότων (Φιλτράρισμα)

Η μονάδα *ztreamy.filters* παρέχει μια βασική κλάση για το φιλτράρισμα των γεγονότων, που ονομάζεται *Filter*, και πολλές υποκλάσεις που εφαρμόζουν κάποιο ενσωματωμένο φίλτρο. Εάν πρέπει να επιλεγεί μόνο ένα υποσύνολο των γεγονότων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα από αυτά τα ενσωματωμένα φίλτρα ή να προγραμματίσει κανείς το δικό του φίλτρο δημιουργώντας υποκλάσεις της κλάσης *Filter*.

Τα ενσωματωμένα φίλτρα τα οποία είναι, μέχρι στιγμής, διαθέσιμα στο Ztreamey είναι [3.7]:

- **SourceFilter:** επιλέγει τα γεγονότα που ταιριάζουν σε ένα από τα δοσμένα πηγαία αναγνωριστικά.
- **ApplicationFilter:** επιλέγει τα γεγονότα που ταιριάζουν σε ένα από τα δοσμένα αναγνωριστικά εφαρμογής.
- **VocabularyFilter:** επιλέγει τα γεγονότα RDF που περιέχουν URIs τα οποία ταιριάζουν σε ένα από τα δοσμένα URI prefixes.
- **SimpleTripleFilter:** επιλέγει τα γεγονότα RDF των οποίων το σώμα περιέχει τριπλέτες που ταιριάζουν στο δοσμένο πρότυπο τριπλετών.
- **SPARQLFilter:** επιλέγει τα γεγονότα RDF που ταιριάζουν σε μια δοσμένη αναζήτηση σε γλώσσα SPARQL.
- **TripleFilter:** επιλέγει τα γεγονότα που περιέχουν συγκεκριμένα πρότυπα τριπλετών, συμπεριλαμβανομένων εκφράσεων Boolean που συνδυάζουν μεταξύ τους αυτά τα πρότυπα. Αυτό το φίλτρο χρησιμοποιεί εσωτερικά το SPARQLFilter, αλλά λαμβάνει τα πρότυπα με διαφορετική σύνταξη.

Για να υλοποιηθεί ένα προσαρμοσμένο φιλτράρισμα μίας κλάσης, απλά δημιουργείται μία κλάση που κληρονομεί την κλάση Filter και εφαρμόζει τη μέθοδο `filter_event(self, event)`. Θα πρέπει, επιπλέον, να κληθεί στον κατασκευαστή της κλάσης μία συνάρτηση επανάκλησης (callback function), και να κληθεί ο κατασκευαστής της κλάσης Filter με αυτή την συνάρτηση callback.

Για παράδειγμα, στην εικόνα 3.9 παρατίθεται η υλοποίηση του ενσωματωμένου φίλτρου SourceFilter:

```
class SourceFilter(Filter):
    def __init__(self, callback, source_id=None, source_ids=[]):
        """Creates a filter for source ids.

        'source_id' must be only one id, whereas 'source_ids' must be
        a list of ids. If both are present, 'source_id' is appended to
        the list of ids.

        """
        super(SourceFilter, self).__init__(callback)
        self.source_ids = set()
        if source_id is not None:
            self.source_ids.add(source_id)
        for source in source_ids:
            self.source_ids.add(source)

    def filter_event(self, event):
        if event.source_id in self.source_ids:
            self.callback(event)
```

Εικόνα 3.9 Υλοποίηση του ενσωματωμένου φίλτρου SourceFilter [3.7]



### 3.5. Ανάπτυξη των Μονάδων

Το θέμα της ανάπτυξης των υποδομών του πληροφοριακού συστήματος σχετίζεται με τη φυσική τοποθεσία των servers και των άλλων υπολογιστικών κόμβων, με τις συνδέσεις δικτύου τους, καθώς και με τη χαρτογράφηση τόσο των διαφόρων λογικών λειτουργιών σε συγκεκριμένες μονάδες λογισμικού, όσο και των μονάδων λογισμικού πάνω στο συγκεκριμένους servers υλικού που τις τρέχουν.

Στα πλαίσια του project, ο κύριος server θα βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ). Οι προγραμματιστές, λοιπόν, των μονάδων λογισμικού καθώς και του ΣΥΑ θα πρέπει να συμφωνήσουν με τους συνεργάτες του ΕΜΠ ως προς τις τεχνικές απαιτήσεις, το μέγεθος και την επεκτασιμότητα των υποδομών.

Ωστόσο, μία συγκεντρωτική προσέγγιση δεν είναι εφικτή σε ό,τι αφορά την αρχιτεκτονική του συστήματος. Για παράδειγμα, η μονάδα καταγραφής αποκεντρωμένων δεδομένων (ενότητα 4.3) πρέπει να έχει πρόσβαση στα συστήματα διαχείρισης του κτηρίου και σε τοπικά δίκτυα αισθητήρων και των συστημάτων αυτοματισμού. Αυτό συνεπάγεται ότι κάποια τοπική ανίχνευση και κάποιοι υπολογιστικοί κόμβοι θα πρέπει να βρίσκονται στις εγκαταστάσεις των πιλοτικών πόλεων, και να έχουν κατάλληλη σύνδεση στο Internet για να ενσωματωθούν με τους servers του ΕΜΠ. Σε άλλες περιπτώσεις, όπως στην περίπτωση της μονάδας καταγραφής δεδομένων πρόβλεψης καιρού (ενότητα 4.2), η μονάδα μπορεί να χρειάζεται πρόσβαση σε αποκλειστικές πληροφορίες, που είναι διαθέσιμες μόνο στην ιστοσελίδα του οργανισμού κάποιου συνεργάτη. Στην περίπτωση αυτή, η μονάδα μπορεί να βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του συνεργάτη, αντί του ΕΜΠ.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί πως το Optimus θα υλοποιείται για διάφορα πιλοτικά προγράμματα παράλληλα. Πρέπει, επομένως, να καθοριστεί ποιοι πόροι τόσο σε λογισμικό όσο και σε υλικό θα μοιράζονται μεταξύ των προγραμμάτων αυτών και ποιοι θα πρέπει να αναπαράγονται ξεχωριστά για κάθε πιλοτικό πρόγραμμα.

Κρίθηκε σκόπιμο, λοιπόν, η ανάπτυξη της αρχιτεκτονικής του Optimus να γίνει κατά κύριο λόγο στους servers του ΕΜΠ. Παράλληλα, όμως, ορισμένες ειδικές συσκευές πρέπει να εγκατασταθούν στις πιλοτικές πόλεις προκειμένου, για παράδειγμα, να γίνει η σύνδεση με το σύστημα αισθητήρων του κτηρίου ή η σύνδεση με τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ο πίνακας 3.1 της επόμενης σελίδας περιγράφει τις περιοχές ανάπτυξης όλων των μονάδων κατά την τελική μορφή του συστήματος Optimus.

| Μονάδα                            | Server ΕΜΠ                 | Εγκαταστάσεις πιλοτικών περιοχών | Εγκαταστάσεις συνεργατών   |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Πρόβλεψης καιρού                  | X                          | Εάν χρειαστεί <sup>3</sup>       | Εάν χρειαστεί <sup>1</sup> |
| Κτηριακής απόδοσης                | Εάν χρειαστεί <sup>2</sup> | X                                | -                          |
| Δεδομένων από τα κοινωνικά δίκτυα | X                          | -                                | -                          |
| Τιμών της ενέργειας               | X                          | -                                | -                          |
| Παραγωγής ενέργειας               | X                          | Εάν χρειαστεί <sup>3</sup>       | -                          |
| Μηχανής DSS και RapidMiner        | X                          | -                                | -                          |
| Διαδικτυακών Διεπαφών χρηστών     | X                          | -                                | -                          |
| Αποθήκευσης τριπλετών             | X                          | -                                | -                          |
| Server P&S                        | X                          | -                                | -                          |

Πίνακας 3.1 Περιοχές ανάπτυξης των μονάδων [3.8]

| Σύμβολο       | Επεξήγηση  |
|---------------|--|
| X             | Η μονάδα θα αναπτυχθεί στο συγκεκριμένο server.  |
| -             | Η μονάδα δεν θα αναπτυχθεί στο συγκεκριμένο server.  |
| Εάν χρειαστεί | Ανάλογα με τις απαιτήσεις που θα εξαχθούν από μια λεπτομερέστερη ανάλυση. Η μονάδα πιθανόν να αναπτυχθεί εν μέρει στο συγκεκριμένο server. |
| <sup>1</sup>  | Σε περίπτωση που ορισμένα δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα δημοσίως και πρέπει να τρέξουν στον server των συνεργατών.                          |
| <sup>2</sup>  | Σε περίπτωση που βοηθητικές υπηρεσίες χρειάζονται για να υποστηρίξουν τους εγκατεστημένους αισθητήρες και τις διεπαφές BMS.                |
| <sup>3</sup>  | Εάν πρόσθετοι αισθητήρες ή διεπαφές BMS απαιτούνται.   |

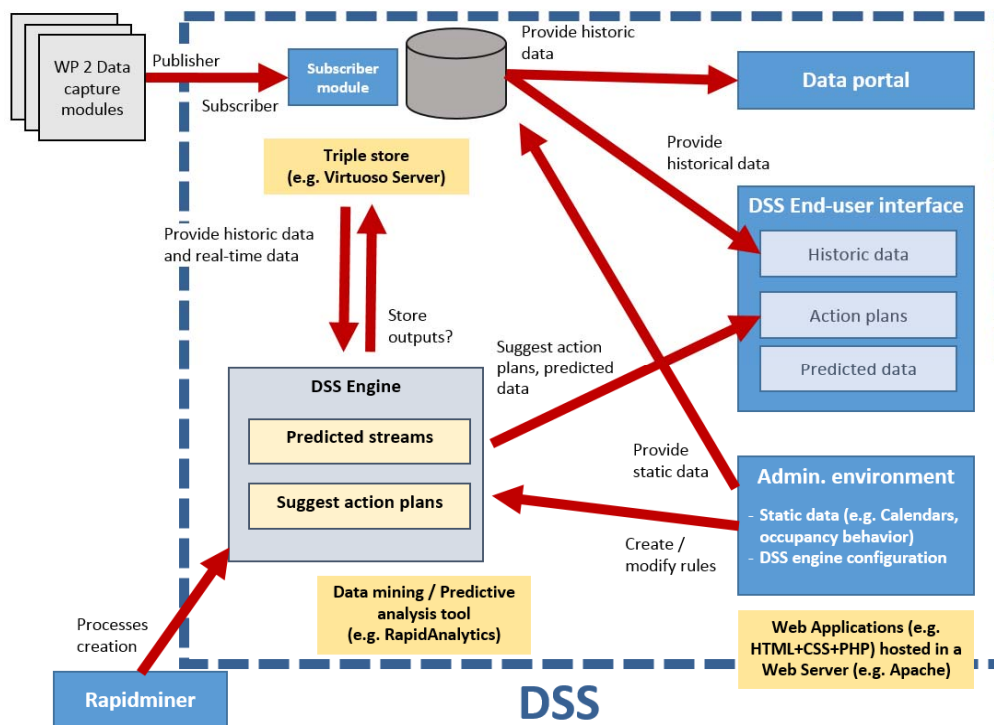
Πίνακας 3.2 Υπόμνημα του πίνακα 3.1 [3.8]

## 3.6. Εσωτερική Αρχιτεκτονική του ΣΥΑ

### 3.6.1. Γενική Περιγραφή

Η εσωτερική αρχιτεκτονική του ΣΥΑ αποτελείται από διαφορετικά μέρη, όπως απεικονίζεται στο σχήμα 3.7. Τα μέρη αυτά αναπαρίστανται σαν κουτιά, και για καθένα περιλαμβάνεται μία πιθανή υπάρχουσα τεχνολογία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υλοποίησή του. Οι γραμμές που

υπάρχουν στο σχήμα αναπαριστούν τις σχέσεις μεταξύ των μερών.



Σχήμα 3.7 Βασικά μέρη του ΣΥΑ [3.8]

Τα δεδομένα από τις διάφορες μονάδες καταγραφής, οι οποίες περιγράφονται αναλυτικά στο 4<sup>ο</sup> και 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο, θα αποθηκεύονται σε μία “αποθήκη τριπλετών”, που είναι μία βάση δεδομένων η οποία χειρίζεται τριπλέτες RDF, για παράδειγμα ο server OpenLink Virtuoso. Οι εγγεγραμμένοι (subscribers) θα λαμβάνουν τα δεδομένα από τις μονάδες καταγραφής σε μορφή RDF για να τα ενσωματώσουν στην “αποθήκη” αυτή. Εκεί, εκτός από τα δυναμικά και τα στατικά δεδομένα, θα αποθηκεύονται και τα αποτελέσματα της υπολογιστικής μηχανής. Έτσι, θα αποθηκεύονται τα ιστορικά δεδομένα ώστε να δημιουργηθούν, στη συνέχεια, τα μοντέλα πρόβλεψης.

### 3.6.2. Μηχανή του ΣΥΑ

Η μηχανή του ΣΥΑ είναι ένα από τα βασικά μέρη του συστήματος. Ο στόχος της είναι διπλός: να προβλέψει τις ροές δεδομένων (για παράδειγμα θερμοκρασία, καιρικές συνθήκες, κατανάλωση ενέργειας) και να προτείνει σχέδια δράσης βάσει των προβλεπόμενων δεδομένων. Οι τελικοί χρήστες στο εμπρόσθιο τμήμα διασύνδεσης (front-end interface) οπτικοποιούν και τα δύο, τα προβλεπόμενα δεδομένα και το σχέδιο δράσης.

Μόλις τα δεδομένα εισόδου συλλεχθούν και αποθηκευτούν, η μηχανή του ΣΥΑ υποβάλλει κάθε δεδομένο εισόδου σε δύο διαδικασίες: τη διαδικασία προ-επεξεργασίας των δεδομένων μέσω των μονάδων προ-επεξεργασίας και την εξαγωγή των προβλεπόμενων δεδομένων μέσω των αντίστοιχων μοντέλων πρόβλεψης. Κάθε μονάδα καταγραφής δεδομένων συνδέεται με μία μονάδα προ-επεξεργασίας.

Προκειμένου να επιταχυνθεί η δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης και τη μελλοντική διατήρησή τους, θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό Rapidminer, το οποίο περιέχει μία μεγάλη λίστα από μοντέλα, μεθόδους εκμάθησης μηχανής, ενώ περιλαμβάνει και το προγραμματιστικό περιβάλλον WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis). Το RapidMiner μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκπαιδεύσει τα μοντέλα πρόβλεψης μέσω ιστορικών δεδομένων που είναι αποθηκευμένα στην “αποθήκη τριπλετών”, αντί να υλοποιείται μια μέθοδο εκμάθησης μηχανής από την αρχή. Διαφορετικά μοντέλα πρόβλεψης μπορούν να δημιουργηθούν σύμφωνα με τον κάθε τύπο πρόβλεψης. Το Rapidminer παρέχει ευελιξία σε ότι αφορά την δημιουργία των μοντέλων. Για παράδειγμα, κάθε πιλοτικό πρόγραμμα μπορεί να χρησιμοποιεί το ίδιο μοντέλο πρόβλεψης για τα μετρούμενα δεδομένα του.

Στα πλαίσια του project, η μηχανή του ΣΥΑ θα υλοποιηθεί με το RapidAnalytics, η οποία είναι η έκδοση του RapidMiner σε server. Αποτελεί ουσιαστικά ένα server ανοιχτού κώδικα για την εξόρυξη δεδομένων και την επιχειρησιακή ανάλυση [3.8].

### 3.6.3. Εμπρόσθια Περιβάλλοντα

Ο στόχος των εμπρόσθιων περιβάλλοντων (front-end environments) είναι να δώσουν τη δυνατότητα στους χρήστες να επικοινωνούν με το ΣΥΑ. Τα περιβάλλοντα που θα αναπτυχθούν περιλαμβάνουν:

- Κόμβο δεδομένων

Ο στόχος του συγκεκριμένου περιβάλλοντος είναι να δημοσιεύει τα κτηριακά δεδομένα (μετρούμενα και στατικά). Τα δεδομένα θα δημοσιεύονται ακολουθώντας αρχές Συνδεδεμένων Δεδομένων (Linked Data principles). Μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα θα προσαρμοστεί κατάλληλα για να υλοποιήσει τον κόμβο δεδομένων . Οι χρήστες του περιβάλλοντος θα είναι οι πολίτες και τρίτα πρόσωπα.

- Διασύνδεση τελικού χρήστη και ΣΥΑ

Ο στόχος αυτού του περιβάλλοντος είναι να παρέχει στους τελικούς χρήστες τις προβλέψεις απόδοσης χρησιμοποιώντας τις μονάδες καταγραφής δεδομένων και τα σχέδια δράσης που υπολογίστηκαν.

- Περιβάλλον διαχειριστή

Ο στόχος του περιβάλλοντος είναι να συντονίσει τις διαφορετικές μεθόδους πρόβλεψης που έχουν αναπτυχθεί. Οι χρήστες του είναι οι διαχειριστές των πόλεων που διαθέτουν τεχνικές ικανότητες.

### 3.7. Βιβλιογραφικές Αναφορές

[3.1]: A. Capozzoli , F. Corno, V. Corrado, Gonçal Costa, L. De Russis, C. Doukas, A. Gorrino, L. Madrazo, A. Podestà, Á. Sicilia, B. Tellado, A. Venturin, “Overall Architecture of OPTIMUS DSS”, European project “OPTIMising the energy USe in cities with smart decision support system (OPTIMUS)”, Deliverable number D2.1, FP7/608703, October 2014.

[3.2]: F. Manola, E. Miller, “RDF Primer”, W3C Recommendation, 10 February 2004 [online]. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/>

[3.3]: F. Manola, E. Miller, D. Beckett, I. Herman, “RDF Primer-Turtle version”, W3C, February 2007 [online]. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση:

<http://www.w3.org/2007/02/turtle/primer/#L1995>

[3.4]: M. Compton, P. Barnaghi, Luis Bermudez, R. García-Castro, O. Corcho, S. Cox, J. Graybeal, M. Hauswirth, C. Henson, A. Herzog, V. Huang, K. Janowicz, W. D. Kelsey, D. Le Phuoc, L. Lefort, M. Leggieri, H. Neuhaus, A. Nikolov, K. Page, A. Passant, A. Sheth, K. Taylor, “The SSN ontology of the W3C semantic sensor network incubator group”, W3C, 9 August 2011.

[3.5]: L. Lefort, “Ontology for Meteorological sensors”, W3C, February 2005.

[3.6]: A. Capozzoli , F. Corno, V. Corrado, Gonçal Costa, L. De Russis, C. Doukas, A. Gorrino, L. Madrazo, A. Podestà, Á. Sicilia, B. Tellado, A. Venturin, “Overall Architecture of OPTIMUS DSS”, European project “OPTIMising the energy USe in cities with smart decision support system (OPTIMUS)”, Deliverable number D2.1, FP7/608703, October 2014.

[3.7]: J. A. Fisteus, “Programming applications in Ztreamy”, Ztreamy Documentation [online]. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://www.ztreamy.org/>

[3.8]: A. Capozzoli , F. Corno, V. Corrado, Gonçal Costa, L. De Russis, C. Doukas, A. Gorrino, L. Madrazo, A. Podestà, Á. Sicilia, B. Tellado, A. Venturin, “Overall Architecture of OPTIMUS DSS”, European project “OPTIMising the energy USe in cities with smart decision support system (OPTIMUS)”, Deliverable number D2.1, FP7/608703, October 2014.



---

## **4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Μονάδες Καταγραφής Ενεργειακών και Περιβαλλοντικών Δεδομένων**

---

## 4.1. Εισαγωγή

Όπως αναλύθηκε και στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο, σε ό,τι αφορά τις κύριες μονάδες, το ΣΥΑ υποδιαιρείται σε δύο τμήματα: στις μονάδες καταγραφής δεδομένων (data capturing modules) και τη μηχανή του ΣΥΑ.

Η μηχανή του ΣΥΑ τροφοδοτείται από τις ακόλουθες μονάδες καταγραφής δεδομένων, καθεμιά από τις οποίες παρέχει διαφορετικά είδη δεδομένων:

- Μονάδα καταγραφής δεδομένων πρόβλεψης καιρού (weather forecasting data capturing module), για δεδομένα που αφορούν τις προσεχείς καιρικές συνθήκες καθώς και καιρικά δεδομένα από τη μονάδα κλιματικού ελέγχου.
- Μονάδα καταγραφής αποκεντρωμένων δεδομένων (de-centralized data capturing module), για αξιολόγηση της ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης του κτηρίου μέσω αισθητήρων που είναι εγκαταστημένοι στο κτήριο.
- Μονάδα καταγραφής των τιμών της ενέργειας (energy prices capturing module), η οποία αφορά τις τιμές της ενέργειας από τους παραγωγούς ενέργειας.
- Μονάδα καταγραφής δεδομένων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (renewable energy production data capturing module), που αφορά την παραγωγή ενέργειας από κάθε ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.
- Μονάδα καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης (social media data capturing module), η οποία τροφοδοτείται από τους τελικούς χρήστες μέσω των κοινωνικών δικτύων και αφορά τη γνώμη των εργαζομένων σχετικά με τη θέρμανση και το φωτισμό.

Κάθε μονάδα καταγραφής δεδομένων συλλέγει τα δεδομένα από διαφορετικές πηγές και τα αποθηκεύει αυτόματα στη μηχανή του ΣΥΑ, η οποία, στη συνέχεια, τα επεξεργάζεται μέσω διαφόρων μονάδων προ-επεξεργασίας.

Στις παρακάτω ενότητες αυτού του κεφαλαίου, αναλύονται λεπτομερώς καθεμιά από τις τέσσερις πρώτες μονάδες σε ό,τι αφορά τα δεδομένα εισόδου και εξόδου τους αλλά και την αρχιτεκτονική δομή τους. Οι μονάδες αυτές σχετίζονται με δεδομένα που αποτυπώνουν την ενεργειακή κατάσταση του πιλοτικού κτηρίου, τις τιμές της ενέργειας και τις περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής.

Στη μονάδα καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης, λόγω της συμμετοχής της παρούσας διπλωματικής στο σχεδιασμό της συγκεκριμένης μονάδας, θα δοθεί ιδιαίτερη έμφαση. Γι' αυτό, η συγκεκριμένη μονάδα θα αναλυθεί διεξοδικά στο 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο.



## 4.2. Μονάδα Καταγραφής Δεδομένων Πρόβλεψης Καιρού

### 4.2.1. Σκοπός της Μονάδας

Ο κύριος σκοπός της μονάδας είναι να παρέχει στο ΣΥΑ αξιόπιστα και προτυποποιημένα δεδομένα σχετικά με την εξέλιξη της καιρικής πρόβλεψης.

Οι πληροφορίες προσφέρονται στους διαχειριστές των εγκαταστάσεων, οι οποίοι θα έχουν τη δυνατότητα να πάρουν αποφάσεις για τη βέλτιστη χρήση των συστημάτων του κτηρίου.

Οι διαχειριστές των εγκαταστάσεων μέσω της ανάλυσης των πληροφοριών των καιρικών συνθηκών που θα εκτελεστεί από το ΣΥΑ θα λάβουν χρήσιμες συμβουλές σχετικά με τη βέλτιστη χρήση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, με τα πιθανά προφίλ παραγωγής των συστημάτων που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και με πιθανές ενδείξεις κακής λειτουργίας ορισμένων συσκευών.

### 4.2.2. Αρχιτεκτονική της Μονάδας

Η μονάδα καταγραφής δεδομένων πρόβλεψης καιρού έχει σχεδιαστεί για να παρέχει μετεωρολογικές πληροφορίες στο ΣΥΑ βάσει τόσο των καιρικών προβλέψεων όσο και των τοπικών μετρήσεων. Γι' αυτό θα μπορεί να δεχτεί δύο είδη πληροφοριών, βασισμένα σε δεδομένα εισόδου που θα προέρχονται από:

- Μία εξωτερική μετεωρολογική υπηρεσία, η οποία είναι και η κύρια είσοδος της μονάδας.
- Μετατροπείς καιρικών παραμέτρων, οι οποίοι θα είναι εγκατεστημένοι στην πιλοτική πόλη (για παράδειγμα ανεμόμετρα, αισθητήρας φυσικής ακτινοβολίας, θερμομέτρα, αισθητήρες υγρασίας κ.α.) όπου είναι εφικτό.

### 4.2.3. Παράμετροι της Μονάδας και Απαιτήσεις του Συστήματος

Μία εξωτερική μετεωρολογική υπηρεσία θα παρέχει δεδομένα μία φορά την ημέρα μέσω ενός αρχείου που θα περιλαμβάνει την πρόβλεψη των απαιτούμενων παραμέτρων για μία καθορισμένη περίοδο και με καθορισμένο χρονικό βήμα. Η υπηρεσία αυτή θα πρέπει να βασίζεται στα αποτελέσματά της σε ένα υψηλής ανάλυσης μοντέλο πρόβλεψης μέσης κλίμακας (Mesoscale Weather Prediction model).

Η αριθμητική μετεωρολογική πρόβλεψη (numerical weather prediction, ή NWP) είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για να κάνει πρόγνωση καιρού επιλύοντας ένα σύνολο εξισώσεων που διέπουν την εξέλιξη της γήινης ατμόσφαιρας. Ένα μοντέλο NWP μπορεί να παρέχει πρόβλεψη των περισσότερων ατμοσφαιρικών φυσικών ποσοτήτων σε κανονικό χωρικό πλέγμα 3D και με

συγκεκριμένο χρονικό βήμα, καλύπτοντας μια τεράστια περιοχή.

Τα μοντέλα μέσης κλίμακας περιορισμένης περιοχής (Mesoscale limited area models, ή LAM) είναι μια οικογένεια μοντέλων NWP με πεδίο προσομοίωσης που περιορίζεται από μία καθορισμένη περιοχή. Η χωρική έκταση του πεδίου προσομοίωσης σχετίζεται με την ανάλυση του χωρικού πλέγματος, με το χρονικό ορίζοντα των προβλέψεων και τους υπολογιστικούς πόρους της εγκατάστασης πληροφορικής. Κάθε μοντέλο LAM πρέπει να λάβει αρχικές συνθήκες και οριακές συνθήκες από ένα μοντέλο γενικής κυκλοφορίας μεγαλύτερης κλίμακας (General Circulation Model, ή GCM).

Συνήθως, τα δεδομένα εξόδου από ένα μοντέλο NWP αποθηκεύονται και είναι διαθέσιμα στην πρότυπη αυτο-περιγραφική δυαδική πλεγματική μορφή που ονομάζεται “GRIB” ή “GRIB2”. Οι περισσότεροι πάροχοι μπορούν να διανέμουν τα δεδομένα προβλέψεων για μία συγκεκριμένη περιοχή, αφού επεξεργαστούν περαιτέρω, σε XML ή CSV μορφή.

Για τις ανάγκες του project, το μοντέλο NWP είναι η ιδανική πηγή αξιόπιστων και ομογενών προβλέψεων. Επιπλέον, παρόλο που τα δεδομένα μπορούν να ζητηθούν από τον πάροχο είτε στη φυσική πλεγματοποιημένη δυαδική μορφή GRIB είτε σε επεξεργασμένη μορφή XML ή CSV, είναι προτιμότερη η δεύτερη επιλογή.

Εφόσον οι ζητούμενες προβλέψεις για το ΣΥΑ θα πρέπει να έχουν χρονικό ορίζοντα 7 ημερών, το σύνολο των δεδομένων πρέπει να “πακετάρεται” από τον πάροχο συνδυάζοντας τις προβλέψεις μιας υψηλής ανάλυσης LAM για τις πρώτες 72 ώρες, μιας μεσαίας ανάλυσης LAM για τις επόμενες 48 ώρες και μιας GSM για τις τελευταίες 48 ώρες.

Οι ελάχιστες απαιτήσεις της μετεωρολογικής υπηρεσίας, συνεπώς, ορίζονται ως εξής:

- Χωρική κάλυψη όλου του ευρωπαϊκού χώρου, για να καλύψει όλες τις θέσεις δοκιμής του project με το ίδιο μοντέλο προσομοίωσης.
- Ελάχιστη οριζόντια ανάλυση, για τα φυσικά μοντέλα NWP, 12 χιλιομέτρων για το παράθυρο πρόβλεψης 00-120 ωρών και 50 χιλιομέτρων για το παράθυρο πρόβλεψης 120-168 ωρών.
- Ελάχιστο χρονικό βήμα 1 ώρας για το παράθυρο πρόβλεψης 00-72 ωρών και 3 ώρες για το παράθυρο πρόβλεψης 72-168 ωρών.
- Προβλεπόμενες μεταβλητές: θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου, πίεση αέρα, εισερχόμενη ολική ηλιακή ακτινοβολία, νέφωση, βροχόπτωση, χιονόπτωση.

Οι παράμετροι πρόβλεψης που ζητούνται από τη μονάδα λόγω των επιπτώσεών τους στους ενεργειακούς δείκτες είναι:

- Η θερμοκρασία.
- Η υγρασία.
- Η ταχύτητα του αέρα.
- Η κατεύθυνση του αέρα.

- Η πίεση.
- Η συνολική ηλιακή ακτινοβολία.
- Η νεφοκάλυψη.
- Οι αναμενόμενες συνθήκες (ηλιοφάνεια, συννεφιά κλπ).
- Η αναμενόμενη βροχόπτωση ή χιονόπτωση.
- Η αυτο-αξιολόγηση της αξιοπιστίας της πρόβλεψης.

Σε ό,τι αφορά τις προβλέψεις, η μονάδα θα παρεμβάλει δεδομένα ώστε να παρέχει μια πρόβλεψη δεδομένων κάθε 15 λεπτά κατά τη διάρκεια του χρονικού ορίζοντα πρόβλεψης (για παράδειγμα 7 ημέρες).

Πέρα, όμως, από τις προβλεπόμενες παραμέτρους, η μονάδα θα χρησιμοποιεί και παραμέτρους που θα μετρούνται στις πιλοτικές πόλεις. Σε ό,τι αφορά τις χρήσιμες για το project μετρήσεις, οι πληροφορίες θα συλλέγονται και θα καταγράφονται συγχρονισμένα με τις προβλέψεις ώστε να είναι δυνατή η σύγκρισή τους με τις αντίστοιχες προβλεπόμενες τιμές.

Σε περίπτωση απώλειας δεδομένων στην είσοδο, λόγω διακοπής της μετεωρολογικής υπηρεσίας ή κάποιου σφάλματος κατά τη μετάδοση των δεδομένων, η μονάδα θα στείλει μια ειδοποίηση σφάλματος και θα χρησιμοποιήσει, σαν προεπιλεγμένη διαδικασία, τα τελευταία διαθέσιμα δεδομένα που υπάρχουν για τη συγκεκριμένη είσοδο, και, συγκεκριμένα, την τελευταία ολοκληρωμένη πρόβλεψη, αν πρόκειται για παράμετρο πρόβλεψης, ή τα μετρούμενα δεδομένα που ελήφθησαν την τελευταία διαθέσιμη ημέρα κατά την ίδια ώρα, αν πρόκειται για μετρούμενη παράμετρο.

Ο πίνακας 4.1 της επόμενης σελίδας συνοψίζει τα δεδομένα που θα σταλούν από τη μονάδα στη μηχανή του ΣΥΑ.

| Όνομα           | Περιγραφή                                    | Τύπος δεδομένων | Πηγή δεδομένων | Μονάδα μέτρησης                         | Ακρίβεια            | Χρονικό βήμα | Εύρος κλίμακας                                    | Διάρκεια περιόδου καταγραφής |
|-----------------|--|-----------------|----------------|---|---------------------|--------------|---|------------------------------|
| <b>T_ext,f</b>  | Εξωτερική θερμοκρασία αέρα                   | Πραγματικός     | Υπηρεσία Web   | °C                                      | Μεταβλητή (3 ψηφία) | 15΄          | Επίπεδο πόλης                                     | 3 χρόνια                     |
| <b>RH_ext,f</b> | Εξωτερική σχετική υγρασία                    | Πραγματικός     | Υπηρεσία Web   | %                                       | Μεταβλητή (3 ψηφία) | 15΄          | Επίπεδο πόλης                                     | 3 χρόνια                     |
| <b>Ws,f</b>     | Ταχύτητα ανέμου                              | Πραγματικός     | Υπηρεσία Web   | m/s                                     | Μεταβλητή (2 ψηφία) | 15΄          | Επίπεδο πόλης                                     | 3 χρόνια                     |
| <b>Wd,f</b>     | Κατεύθυνση ανέμου                            | Πραγματικός     | Υπηρεσία Web   | degs                                    | Μεταβλητή (2 ψηφία) | 15΄          | Επίπεδο πόλης                                     | 3 χρόνια                     |
| <b>H,f</b>      | Συνολική ηλιακή ακτινοβολία                  | Πραγματικός     | Υπηρεσία Web   | W/m <sup>2</sup> σε οριζόντια επιφάνεια | Μεταβλητή (3 ψηφία) | 15΄          | Επίπεδο πόλης                                     | 3 χρόνια                     |
| <b>CC,f</b>     | Νεφοκάλυψη                                   | Πραγματικός     | Υπηρεσία Web   | %                                       | Μεταβλητή (2 ψηφία) | 15΄          | Επίπεδο πόλης                                     | 3 χρόνια                     |
| <b>Q,f</b>      | Αυτοαξιολόγηση της αξιοπιστίας της πρόβλεψης | Ακέραιος (1-5)  | Υπηρεσία Web   | -                                       | Μεταβλητή (1 ψηφίο) | 15΄          | Επίπεδο πόλης                                     | 3 χρόνια                     |
| <b>T_ext,m</b>  | Εξωτερική θερμοκρασία αέρα                   | Πραγματικός     | Μέτρηση        | °C                                      | Μεταβλητή (3 ψηφία) | 15΄          | Περιφερειακό επίπεδο                              | 3 χρόνια                     |
| <b>RH_ext,m</b> | Εξωτερική σχετική υγρασία                    | Πραγματικός     | Μέτρηση        | %                                       | Μεταβλητή (3 ψηφία) | 15΄          | Περιφερειακό επίπεδο                              | 3 χρόνια                     |
| <b>Ws,m</b>     | Ταχύτητα ανέμου                              | Πραγματικός     | Μέτρηση        | m/s                                     | Μεταβλητή (2 ψηφία) | 15΄          | Τοπικό επίπεδο                                    | 3 χρόνια                     |
| <b>Wd,m</b>     | Κατεύθυνση ανέμου                            | Πραγματικός     | Μέτρηση        | degs                                    | Μεταβλητή (2 ψηφία) | 15΄          | Τοπικό επίπεδο                                    | 3 χρόνια                     |
| <b>P_ext,m</b>  | Εξωτερική πίεση αέρα                         | Πραγματικός     | Μέτρηση        | hPa                                     | Μεταβλητή (3 ψηφία) | 15΄          | Περιφερειακό επίπεδο                              | 3 χρόνια                     |
| <b>H,m</b>      | Συνολική ηλιακή ακτινοβολία                  | Πραγματικός     | Μέτρηση        | W/m <sup>2</sup> σε οριζόντια επιφάνεια | Μεταβλητή (3 ψηφία) | 15΄          | Τοπικό επίπεδο, πιθανώς, και περιφερειακό επίπεδο | 3 χρόνια                     |
| <b>CC,m</b>     | Νεφοκάλυψη                                   | Πραγματικός     | Μέτρηση        | %                                       | Μεταβλητή (2 ψηφία) | 15΄          | Περιφερειακό επίπεδο                              | 3 χρόνια                     |

Πίνακας 4.1 Δεδομένα που θα σταλούν από τη μονάδα καταγραφής δεδομένων πρόβλεψης καιρού στο ΣΥΑ [4.1]

#### 4.2.4. Δεδομένα Εισόδου

Τα δεδομένα εισόδου για τις προβλέψεις θα είναι ένα αρχείο .CSV file που θα λαμβάνεται από τη μονάδα και θα επεξεργάζεται περαιτέρω, όπως περιγράφηκε στις προηγούμενες ενότητες.

Το αρχείο CSV θα πρέπει να είναι διαμορφωμένο από τον πάροχο όπως φαίνεται στον πίνακα 4.2:

| Χρονική σήμανση ημέρας | Χρονική σήμανση ώρας | Μεταβλητή 1 (μονάδα μέτρησης 1) | ... | Μεταβλητή N (μονάδα μέτρησης n) |
|------------------------|----------------------|---------------------------------|-----|---------------------------------|
| DD/MM/YYYY             | HH:MM                | Xxx,xx                          | ... | Xxx,xx                          |
| DD/MM/YYYY             | HH+1:MM              | Xxx,xx                          | ... | Xxx,xx                          |
| DD/MM/YYYY             | HH+2:MM              | Xxx,xx                          | ... | Xxx,xx                          |
| ...                    | ...                  | ...                             | ... | ...                             |
| ...                    | ...                  | ...                             | ... | ...                             |

Πίνακας 4.2 Δομή αρχείου CSV [4.1]

Το αρχείο CSV θα ανανεώνεται καθημερινά από τον πάροχο πριν από τις 9 το πρωί.

Τα δεδομένα εισόδου από τις μετρήσεις θα προέρχονται από τους εγκατεστημένους αισθητήρες και είτε θα ανακτώνται από το ΣΥΑ και θα αποστέλλονται προς τη μονάδα είτε θα συνδέονται κατ' ευθείαν με την ίδια τη μονάδα.

#### 4.2.5. Δεδομένα Εξόδου

Η μονάδα θα σχεδιαστεί ώστε να εκπληρώνει δύο διαφορετικές εργασίες σε διαφορετικά χρονοδιαγράμματα.

1<sup>η</sup> εργασία

Μία φορά την ημέρα το αρχείο CSV με την ολοκληρωμένη εβδομαδιαία πρόβλεψη θα αποστέλλεται στο ΣΥΑ, μόλις το αρχείο με τα δεδομένα πρόβλεψης είναι διαθέσιμο από τον πάροχο. Η μονάδα θα ελέγχει κάθε δέκα λεπτά για τη διαθεσιμότητα του αρχείου αυτού.

2<sup>η</sup> εργασία

Η μονάδα θα ελέγχει κάθε πέντε λεπτά για τυχόν διαθεσιμότητα ενός νέου πακέτου μετρήσεων από μία πιλοτική περιοχή. Μόλις σταλεί ένα νέο πακέτο μετρήσεων, η αντίστοιχη πρόβλεψη θα εξαχθεί από τον τοπικό φάκελο και το ζεύγος τιμών μετρούμενων-προβλεπόμενων θα συγκρίνεται υπολογίζοντας τη διαφορά τους.

Η τριπλέτα τιμών (μετρούμενη τιμή, προβλεπόμενη τιμή, διαφορά) θα αποστέλλεται, στη συνέχεια στο ΣΥΑ για αποθήκευση [4.1].

## 4.3. Μονάδα Καταγραφής Αποκεντρωμένων Δεδομένων

### 4.3.1. Στόχος της Μονάδας

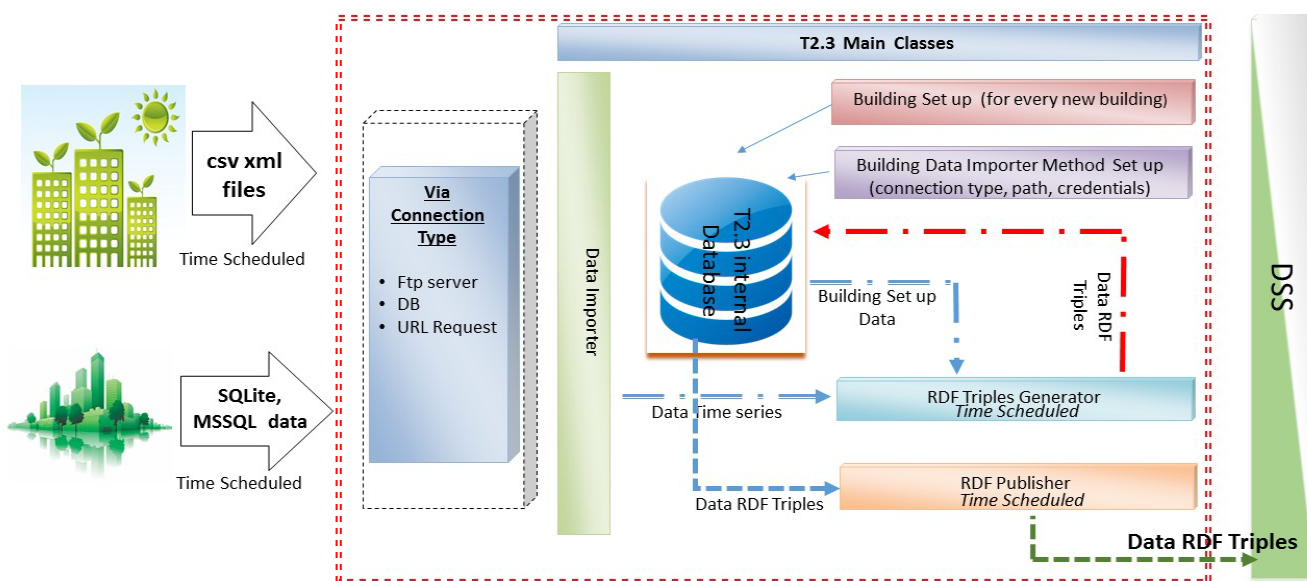
Ο βασικός στόχος της συγκεκριμένης μονάδας είναι να σχεδιάσει και να αναπτύξει ένα κατάλληλο σύστημα καταγραφής δεδομένων ώστε να παρέχει μια κοινή χρήση των δεδομένων που προέρχονται από τους αισθητήρες του κτηρίου και κατευθύνονται στη βάση δεδομένων του ΣΥΑ. Μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις της μονάδας είναι να μετατρέψει, με εύκολο τρόπο, διαφορετικές τεχνολογίες και διαφορετικές δομές δεδομένων, όπως CSV, XML, ακόμα και αρχεία βάσεων δεδομένων, ώστε να παρέχει μία κοινή μορφή δεδομένων για τη βάση δεδομένων του ΣΥΑ.

### 4.3.2. Σχεδιασμός και Αρχιτεκτονική της Μονάδας

Ο σχεδιασμός της μονάδας καταγραφής αποκεντρωμένων δεδομένων αποτελείται, κυρίως, από:

- Μια εσωτερική βάση δεδομένων MySQL, όπου είναι αποθηκευμένες τόσο οι τριπλέτες RDF όσο και η ρύθμιση και εγκατάσταση των κτηρίων και των αισθητήρων.
- Ένα σύνολο από κλάσεις PHP οι οποίες υλοποιούν μια αντικειμενοστραφή προσέγγιση η οποία παρέχει τα εξής πλεονεκτήματα:
  - Επαναχρησιμοποίηση κώδικα. Η συγκεκριμένη προσέγγιση μπορεί εύκολα να επαναχρησιμοποιηθεί και επεκταθεί και σε άλλα προγράμματα.
  - Ενθυλάκωση. Τα αντικείμενα έχουν την ικανότητα να κρύβουν ορισμένα μέση του εαυτού τους από τους προγραμματιστές. Αυτό αποτρέπει τους προγραμματιστές από το να επέμβουν σε τιμές που δεν πρέπει. Επιπρόσθετα, το αντικείμενο ελέγχει πώς κάποιος αλληλεπιδρά με αυτό αποτρέποντας άλλα είδη σφαλμάτων.
  - Οφέλη σχεδιασμού. Τα αντικειμενοστραφή προγράμματα αναγκάζουν τους σχεδιαστές να περάσουν από μια εκτεταμένη φάση σχεδιασμού, το οποίο οδηγεί σε καλύτερο σχεδιασμό με λιγότερες ατέλειες. Επιπλέον, μόλις το πρόγραμμα φτάσει ένα ορισμένο μέγεθος, τα αντικειμενοστραφή προγράμματα είναι πιο εύκολο να τα χειριστεί κανείς σε σύγκριση με τα μη αντικειμενοστραφή.

Η αρχιτεκτονική της μονάδας καταγραφής αποκεντρωμένων δεδομένων αναπαρίσταται στο σχήμα 4.1 της επόμενης σελίδας.



Σχήμα 4.1 Αρχιτεκτονική της μονάδας καταγραφής αποκεντρωμένων δεδομένων [4.2]

Βασικές κλάσεις της εφαρμογής PHP:

- **Ρύθμιση κλάσεων:** Οι κλάσεις αυτές χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της αρχικής ρύθμισης του κτηρίου. Υπάρχουν δύο κύριες κλάσεις για το σύστημα, η κλάση Building και η κλάση Sensor.
  - **Κλάση Building.** Αυτή η κλάση περιγράφει όλες τις πληροφορίες που σχετίζονται με το εξεταζόμενο κτήριο, όπως το όνομα της πόλης, την τοποθεσία, τη ζώνη ώρας και ένα σύνολο μεταδεδομένων που μπορεί να διαφέρουν σε κάθε τύπο κτηρίου. Περιέχει, επίσης, το ID αναφοράς των αισθητήρων που έχουν εγκατασταθεί σε κάθε κτήριο.
  - **Κλάση Sensor:** Η κλάση αυτή κατέχει τις ιδιότητες για κάθε αισθητήρα. Οι βασικές ιδιότητες του αισθητήρα είναι ο τύπος σύνδεσης (π.χ. FTP, βάση δεδομένων, URL), οι πληροφορίες σύνδεσης βάσει του τύπου του (π.χ. FTP server, όνομα χρήστη, κωδικός πρόσβασης και αρχείο), η ροή που απαιτείται για τη δημοσίευση των δεδομένων RDF, και, τέλος, η χαρτογράφηση των πηγών δεδομένων, που χρησιμοποιείται προκειμένου να αποφευχθούν τα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν από την ονομασία διάφορων πηγών δεδομένων.
- **Περιοδικές, προγραμματισμένες χρονικά, κλάσεις:** Το σύνολο των κλάσεων, που περιγράφονται παρακάτω, χρησιμοποιούνται από προγραμματισμένες διαδικασίες που τρέχουν στο υπόβαθρο ενός προγράμματος για τη διαδικασία εισαγωγής και δημοσίευσης πραγματικών δεδομένων.
  - **Κλάση DataImporter:** Η κλάση αυτή καθορίζει αρχικά τη σύνδεση δεδομένων σε κάθε κτήριο. Η διαδικασία επεξεργασίας των δεδομένων εξαρτάται από τον τύπο σύνδεσης. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του FTP τύπου σύνδεσης, μια λίστα αρχείων δημιουργείται. Το σύνολο των αρχείων αναλύονται και μετακινούνται σε ένα αρχείο "read", εάν η ανάλυση είναι επιτυχής. Με αυτόν τον τρόπο, αποφεύγεται η επεξεργασία των ήδη επεξεργασμένων αρχείων. Για τον τύπο σύνδεσης DB επιτυγχάνεται το ίδιο

αποτέλεσμα με την αποθήκευση της τελευταίας χρονικής σήμανσης (timestamp) ανάγνωσης για κάθε μέτρηση (Η χρονική σήμανση είναι μια αλληλουχία χαρακτήρων ή κωδικοποιημένης πληροφορίας που δηλώνει πότε ένα συγκεκριμένο γεγονός συνέβη, προσδιορίζοντας την ημερομηνία και την ώρα). Τέλος, η παραγωγή των RDF πραγματοποιείται με τη χρήση της κλάσης RDF Generator και το σύνολο των τριπλετών σώζονται στην εσωτερική βάση δεδομένων.

- **Κλάση RDF Generator:** Αυτή η κλάση περιέχει τις συναρτήσεις που χρησιμοποιούνται για να δημιουργηθούν οι τριπλέτες RDF και να αποθηκευτούν στη βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας πληροφορίες που ανακτήθηκαν από τις κλάσεις Building and Sensor. Εδώ αποθηκεύεται, ακόμα, και το πρότυπο προδιαγραφών των RDF.
- **Κλάση RDF Publisher:** Αυτή η κλάση χειρίζεται τη δημοσίευση των τριπλετών RDF. Εκτελεί επαναλήψεις μέσω της βάσης δεδομένων RDF και επιχειρεί μια σύνδεση με το server δημοσίευσης του Ztreamy. Αν η σύνδεση και η δημοσίευση είναι επιτυχείς, το σύνολο των τριπλετών διαγράφεται από την εσωτερική βάση δεδομένων και η επεξεργασία συνεχίζεται με την ουρά των τριπλετών. Σε αντίθετη περίπτωση, η επεξεργασία συνεχίζεται και το συγκεκριμένο σύνολο τριπλετών παραμένει αποθηκευμένο στη βάση δεδομένων ώστε να επαναληφθεί η προσπάθεια δημοσίευσής τους.

Η επιλεγμένη αρχιτεκτονική της μονάδας δίνει την ευελιξία στους προγραμματιστές του project να αναπτύξουν μελλοντικά περισσότερους μηχανισμούς για να ανακτούν δεδομένα από κάθε σύστημα κτηριακής διαχείρισης (Building Management System, BMS). Επιπλέον, είναι σε θέση να επεκτείνει τη μεταβλητή εισόδου του υφιστάμενου μηχανισμού εισαγωγής, ανά πάσα στιγμή, αν, για παράδειγμα, νέοι αισθητήρες εγκατασταθούν στα κτήρια [4.2].

### 4.3.3. Απαιτήσεις της Μονάδας

Οι βασικές απαιτήσεις σε ό,τι αφορά την είσοδο εξαρτώνται από τα υπάρχοντα συστήματα κτηριακού ελέγχου. Η ποιότητα των δεδομένων εισόδου είναι σημαντική για την έξοδο του ΣΥΑ, έτσι, θα πρέπει να υπάρχει μια επιβεβαίωση από τον επόπτη κάθε συστήματος σχετικά με την ακρίβεια και την ακεραιότητα των δεδομένων για το συγκεκριμένο πιλοτικό κτήριο. Από κάθε πιλοτικό κτήριο και σύστημα, θα πρέπει να υπάρχει ένας σαφής καθορισμός της εισόδου. Για παράδειγμα, ένα αρχείο CSV από ένα πιλοτικό κτήριο μπορεί να περιλαμβάνει όλα τα δεδομένα από τους αισθητήρες του κτηρίου, ενώ σε ένα άλλο πιλοτικό κτήριο μπορεί να υπάρχει ένα ξεχωριστό αρχείο CSV για κάθε αισθητήρα. Η μονάδα θα πρέπει, επομένως, να είναι ένα ασφαλές και αξιόπιστο σύστημα καταγραφής δεδομένων που θα καλύπτει όλες τις εναλλακτικές λύσεις επικοινωνίας.

Τα αρχεία δεδομένων πρέπει να διαχειρίζονται από τη μονάδα αποκεντρωμένων δεδομένων, διότι η ροή της πληροφορίας μπορεί να διακοπεί, να αλλοιωθεί ή να τεθεί σε κατάσταση αναμονής, σε οποιοδήποτε στάδιο, καθώς τα δεδομένα είτε ανακτώνται από τον αισθητήρα των πιλοτικών κτηρίων είτε μεταδίδονται στη βάση δεδομένων του ΣΥΑ.



Η μονάδα καταγραφής αποκεντρωμένων δεδομένων θα πρέπει να ενεργεί ως η ενοποίηση μεταξύ των δεδομένων των αισθητήρων, των συλλογών δεδομένων και του ΣΥΑ. Οι κυριότερες απαιτήσεις του συστήματος είναι:

- Τα δεδομένα θα πρέπει να έχουν νόημα από φυσικής πλευράς. Όλες οι τιμές θα πρέπει να ακολουθούν ένα συγκεκριμένο μοτίβο, το οποίο περιγράφεται από ένα ζεύγος τιμών “τιμή +μονάδα μέτρησης”, για παράδειγμα “3 kWh” και μία ετικέτα που δηλώνει την πηγή δεδομένων, όπως “Δεδομένα Ενεργειακής Κατανάλωσης”.
- Τα δεδομένα θα πρέπει να ορίζονται κατάλληλα και δε θα πρέπει να περιέχουν μη αριθμητικές τιμές. Κάθε δεδομένο θα πρέπει να συμπληρώνεται από ένα σύνολο μεταδεδομένων που επιτρέπουν να γίνει κατανοητό με τι ακριβώς σχετίζεται. Για αυτό το λόγο, δημιουργείται μια αναλυτική φόρμα, όπου ο χρήστης αρχικά προσδιορίζει το κτήριο και το όνομα του αισθητήρα. Σε δεύτερο στάδιο, προσδιορίζεται ο χρόνος μέτρησης, ο τύπος σύνδεσης και τα αντίστοιχα πιστοποιητικά.
- Τα δεδομένα θα πρέπει να μετατραπούν σε τριπλέτες RDF. Όλες οι μετρήσεις από τους τοπικούς καταγραφείς δεδομένων σε κάθε κτήριο θα συλλεχθούν και χρησιμοποιώντας υπομνήματα και κατάλληλες οντολογίες θα δομηθούν οι τριπλέτες RDF.
- Η πλατφόρμα Ztreamy Publish & Subscribe θα χρησιμοποιηθεί από τη μονάδα για τη δημοσίευση των δεδομένων στο ΣΥΑ.
- Κοινή χρήση δεδομένων με υψηλή απόδοση. Η μονάδα θα πρέπει να έχει υψηλή απόδοση χρησιμοποιώντας τις ελάχιστες δυνατές πηγές. Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας διαδικασίες χρονικά προγραμματισμένες όπου ο χρόνος έναρξης και ο χρόνος εκτέλεσης κάθε διαδικασίας είναι καθορισμένος.

#### 4.3.4. Δεδομένα Εισόδου

Κάθε πιλοτικό κτήριο έχει διαφορετικά συστήματα συλλογής δεδομένων από τους τοπικούς αισθητήρες. Αυτή είναι από τις μεγαλύτερες προκλήσεις σε αυτό το project, γι αυτό το Optimus αποτελεί μια καθολική λύση για όλους τους τύπους κτηρίων και πόλεων. Πιο συγκεκριμένα, ο πίνακας 4.3 δείχνει τα εγκατεστημένα συστήματα των πιλοτικών κτηρίων. Κάθε πιλοτική περιοχή διαχειρίζεται διάφορα σύνολα μεταβλητών, από τα οποία μόνο ένα μικρό υποσύνολο είναι χρήσιμο για την υλοποίηση του Optimus. Για παράδειγμα, ο πίνακας 4.4 δείχνει τις μεταβλητές εισόδου που συγκεντρώθηκαν για την πιλοτική περιοχή Sant Cugat και, ειδικότερα, για το κτήριο του Δημαρχείου.

| Πιλοτική πόλη | Κτήριο          | Διαθέσιμα συστήματα BMS  | Έξοδος συστήματος             |
|---------------|-----------------|--|-------------------------------|
| Sant Cugat    | Θέατρο          | DALKIA new BMS   | Δυνατότητες:<br>CSV, XML, SQL |
|               | Δημαρχείο       | DESIGO INSIGHT-Siemens: για φωτισμό και έλεγχο της υψηλής AC τάσης | SQL                           |
|               |                 | ENERGEA: για παρακολούθηση του συστήματος ενέργειας                | XML                           |
| Zaanstad      | Δημοτικό κτήριο | Sauter BMS   | Αρχείο εξαγωγής CSV           |
|               |                 | Erbis: για παρακολούθηση του συστήματος ενέργειας                  | Αρχείο εξαγωγής CSV           |
|               |                 | FlexWhere: για παρακολούθηση της απασχόλησης του χώρου             | SQLite                        |
| Savona        | Λύκειο          | Siemens BMS  | Αρχείο εξαγωγής CSV           |

Πίνακας 4.3 Υπάρχοντα και υπό κατασκευή συστήματα BMS στις πιλοτικές περιοχές [4.2]

| Περιγραφή   | Μονάδα μέτρησης |
|---|-----------------|
| Μέτρηση ενέργειας κλιματισμού                     | kWh             |
| Μέτρηση συνολικής ενέργειας                       | kWh             |
| Μέτρηση ενέργειας από την Uniflair 1              | kWh             |
| Μέτρηση ενέργειας από την Uniflair 2              | kWh             |
| Μέτρηση ενέργειας φωτισμού 2 <sup>ου</sup> ορόφου | kWh             |
| Μέτρηση ενέργειας φωτισμού 3 <sup>ου</sup> ορόφου | kWh             |
| Μέτρηση ενέργειας 2 <sup>ου</sup> ορόφου          | kWh             |
| Μέτρηση ενέργειας 3 <sup>ου</sup> ορόφου          | kWh             |
| Μέτρηση θερμοκρασίας 1                            | °C              |
| Μέτρηση θερμοκρασίας 2                            | °C              |
| Μέτρηση σχετικής υγρασίας                         | %               |
| Μέτρηση CO2                                       | ppm             |

Πίνακας 4.4 Δεδομένα εισόδου για το δημαρχείο της Sant Cugat [4.2]

### 4.3.5. Δεδομένα Εξόδου

Η έξοδος της μονάδας είναι το σύνολο των τριπλετών RDF που παράγονται σύμφωνα με τις οντολογίες που έχουν οριστεί από το ΣΥΑ. Η κατασκευή και δημοσίευση των τριπλετών RDF βασίζονται σε προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα.

## 4.4. Μονάδα Καταγραφής των Τιμών της Ενέργειας

### 4.4.1. Στόχος της Μονάδας

Η μονάδα καταγραφής των τιμών της ενέργειας θα τροφοδοτήσει το ΣΥΑ προκειμένου να:

- Αξιολογείται η οικονομική αποτελεσματικότητα των εφαρμοζόμενων πολιτικών διαχείρισης της ενέργειας.
- Εντοπίζονται ευκαιρίες συμμετοχής στις ενεργειακές αγορές της “επόμενης μέρας” (day-ahead energy markets). Η αγορά της “επόμενης μέρας” είναι μια προθεσμιακή αγορά στην οποία υπολογίζονται οι ωριαίες οριακές τιμές κάθε περιοχής για την επόμενη ημέρα λειτουργίας με βάση τις προσφορές παραγωγής και ζήτησης καθώς και τις προγραμματισμένες διμερείς συναλλαγές. Εδώ, οι συμβάσεις που συνάπτονται μεταξύ πωλητή και αγοραστή για την παροχή ενέργειας αφορούν την επόμενη ημέρα.

Η οικονομική αποτελεσματικότητα ή, με άλλα λόγια, η εξοικονόμηση, που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή των πολιτικών διαχείρισης της ενέργειας, συνήθως, αξιολογείται σε μηνιαία ή εποχική βάση. Η τρέχουσα τάση για τις αγορές ενέργειας, όπου οι δυναμικές τιμές της ενέργειας θα αποτελέσουν βασικό παράγοντα, απαιτεί εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων με τη δυνατότητα να επικυρώνουν νωρίς τις πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας.

### 4.4.2. Σχεδιασμός της Μονάδας

Η μονάδα θα παραδίδει τις τιμές των πρωτογενών πηγών ενέργειας καθώς και άλλες πληροφορίες σχετικά με τις αγορές που αφορούν το επόμενο 24ωρο. Τα δεδομένα εξόδου θα χωριστούν σε ωριαίες περιόδους.

Σε ό,τι αφορά τις πρωτογενείς πηγές ενέργειας, τέσσερις μορφές θα ληφθούν υπόψη, ο ηλεκτρισμός, το φυσικό αέριο, τα καύσιμα και η βιομάζα. Η μονάδα θα παραδίδει κανονικοποιημένες πληροφορίες για καθεμία πηγή ενέργειας. Για πρωτογενείς πηγές ενέργειας που δε διαθέτουν δυναμικές τιμές ή για τις οποίες οι πληροφορίες τιμών δε χωρίζονται σε περιόδους μιας ώρας, ένας επιπρόσθετος μηχανισμός κανονικοποίησης θα σχεδιαστεί. Η διαδικασία κανονικοποίησης δεν καλύπτει μόνο το περιεχόμενο των δεδομένων που στέλνονται στο ΣΥΑ αλλά και τη μορφή στην οποία στέλνονται. Η μορφή που επιλέχτηκε, όπως και στις προηγούμενες μονάδες, είναι αυτή της RDF.

Η μονάδα χωρίζεται σε τέσσερις υπομονάδες:

- Μονάδα καταγραφής δεδομένων: Ο στόχος της μονάδας είναι να κατεβάσει, εάν είναι διαθέσιμες, τις ενεργειακές τιμές από τις ιστοσελίδες των παρόχων της αγοράς ή, εναλλακτικά, να διαβάσει τις τιμές ενέργειας από αρχεία κειμένου (text files).
- Μονάδα κανονικοποίησης δεδομένων: Στόχος της συγκεκριμένης μονάδας είναι να μετατρέψει τα δεδομένα σε δομές δεδομένων που έχουν νόημα για το ΣΥΑ. Η κανονικοποίηση θα συνίσταται σε κανονικοποίηση των μονάδων μέτρησης, των περιόδων των δεδομένων, του αθροίσματος των δεδομένων κ.λ.π.
- Μορφοποιητής RDF (RDF formatter): Μόλις τα “ακατέργαστα” δεδομένα κανονικοποιηθούν, ο μορφοποιητής RDF τα μετατρέπει σε μία δομή που είναι κατανοητή από το ΣΥΑ.
- Εκδότης δεδομένων (Data Publisher): Η μονάδα αυτή ελευθερώνει τα μορφοποιημένα δεδομένα δρώντας σαν μια πύλη εξόδου της συνολικής μονάδας.

### 4.4.3. Δεδομένα Εισόδου

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, η μονάδα θα εξετάζει τις τιμές των εξής μορφών ενέργειας: ηλεκτρισμού, καυσίμου, βιομάζας και φυσικού αερίου.

Η ανάλυση που διεξήχθη για καθεμιά από αυτές τις αγορές έδειξε πως δεν υπάρχουν τυποποιημένες δομές αγορών για όλες τις μορφές ενέργειας. Για παράδειγμα, ενώ ο ηλεκτρισμός έχει ανεπτυγμένες αγορές άμεσης παράδοσης (spot markets), η βιομάζα εξαρτάται από τους τοπικούς προμηθευτές. Έτσι, η μονάδα θα πρέπει να ενσωματώσει όλα τα διαφορετικά “σενάρια αγοράς” ώστε να παρέχει στο ΣΥΑ μια κανονικοποιημένη είσοδο δεδομένων για καθένα από αυτά.

Τα χαρακτηριστικά των αγορών καθεμιάς από τις παραπάνω μορφές ενέργειας περιγράφονται παρακάτω:

- Αγορά ηλεκτρισμού: Καλά εδραιωμένη αγορά της “επόμενης μέρας” σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες. Το πιο κοινό σχήμα χρέωσης βασίζεται σε σταθερά τιμολόγια για τις καταναλισκόμενες KWh. Οι παράγοντες της αγοράς είναι προμηθευτές σε εθνική κλίμακα.
- Τιμές φυσικού αερίου: Δεν υπάρχει αγορά της “επόμενης μέρας”. Το σχήμα χρέωσης βασίζεται σε σταθερά τιμολόγια για τις καταναλισκόμενες KWh. Οι παράγοντες της αγοράς είναι προμηθευτές σε εθνική κλίμακα.
- Τιμές βιομάζας: Οι τιμές βιομάζας βασίζονται σε αγορασμένα kg/s. Οι παράγοντες της αγοράς είναι, συνήθως, τοπικοί πάροχοι και καταναλωτές.
- Τιμές καυσίμου: Οι τιμές καυσίμου βασίζονται σε αγορασμένα κυβικά μέτρα. Οι παράγοντες της αγοράς είναι, συνήθως, τοπικοί πάροχοι και καταναλωτές.

Για τις μορφές ενέργειας που έχουν μια κανονική αγορά άμεσης παράδοσης, προϋπόθεση που καλύπτει μόνο ο ηλεκτρισμός, η μονάδα θα περιλαμβάνει μεθόδους για να κατεβάσουν δυναμικά πληροφορίες της αγοράς. Από την άλλη πλευρά, για τις πηγές ενέργειας που δεν έχουν αγορά

άμεσης παράδοσης, θα πρέπει να αναπτυχθούν εναλλακτικές μέθοδοι εισαγωγής δεδομένων βάσει αρχείων.

Στο πλαίσιο αυτό, σε ό,τι αφορά τις εισόδους της μονάδας, προσδιορίστηκαν οι ακόλουθες απαιτήσεις:

- Η μονάδα θα πρέπει να μπορεί να κατεβάζει πληροφορίες από απομακρυσμένες ιστοσελίδες (FTP server, web sites κ.λ.π.).
- Η μονάδα θα πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτη ώστε να προσθέτει νέες πηγές τιμών ενέργειας.
- Η μονάδα θα πρέπει να είναι σε θέση να διαβάζει πληροφορίες από τοπικά αρχεία.
- Για κάθε μορφή ενέργειας, η μονάδα θα πρέπει να είναι σε θέση να χειριστεί τα στοιχεία δεδομένων του πίνακα 4.5.
- Η μονάδα θα πρέπει να είναι σε θέση να εντοπίζει σφάλματα κατά το κατέβασμα των πληροφοριών της κάθε αγοράς και να ενημερώνει το ΣΥΑ.
- Οι εισοδοί θα πρέπει να ανανεώνονται τουλάχιστον μία φορά την ημέρα.

| Πηγή ενέργειας      | Στοιχεία δεδομένων  |
|---------------------|---|
| <b>Ηλεκτρισμός</b>  | Η τιμή της kWh μέσα στο 24ωρο σε ωριαίες περιόδους.   |
| <b>Ηλεκτρισμός</b>  | Οι τιμές της αγοράς ΑΠΕ μέσα στο 24ωρο σε ωριαίες περιόδους.  |
| <b>Ηλεκτρισμός</b>  | Η συνολική ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια που διαχειρίζεται η spot market μέσα στο 24ωρο σε ωριαίες περιόδους.  |
| <b>Ηλεκτρισμός</b>  | Η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που διαχειρίζεται η spot market μέσα στο 24ωρο σε ωριαίες περιόδους. |
| <b>Φυσικό αέριο</b> | Η τιμή της kWh μέσα στο 24ωρο σε ωριαίες περιόδους.   |
| <b>Βιομάζα</b>      | Η τιμή του kg μέσα στο 24ωρο σε ωριαίες περιόδους.  |
| <b>Καύσιμο</b>      | Η τιμή του m <sup>3</sup> καυσίμου μέσα στο 24ωρο σε ωριαίες περιόδους.                                       |

Πίνακας 4.5 Στοιχεία δεδομένων ανά μορφή ενέργειας [4.3]

#### 4.4.4. Δεδομένα Εξόδου

Η μονάδα καταγραφής των τιμών της ενέργειας δεν κάνει κάποια ιδιαίτερη επεξεργασία στα δεδομένα εισόδου πέρα από το να τα μετατρέπει στη κατάλληλη δομή ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το υπόλοιπο σύστημα.

Οι πληροφορίες που αντλούνται από τις spot markets είναι ήδη οργανωμένες στην επιθυμητή μορφή, δηλαδή κατηγοριοποιούνται ανά ημέρα και σε ωριαίες περιόδους. Αντίθετα, τα δεδομένα που προέρχονται από τους κλασσικούς λογαριαμούς, όπου η χρέωση ακολουθεί το μοτίβο “κατανάλωση x τιμή μονάδας”, θα πρέπει να μετατραπούν στην μορφή που βρίσκονται και οι

πληροφορίες από τις spot markets.

Το τελικό μήνυμα εξόδου, όπως και στις προηγούμενες μονάδες, θα έχει τη μορφή τριπλέτων RDF. Θα αποτελείται τόσο από στατικά όσο και από δυναμικά δεδομένα. Στον πίνακα 4.6 παρουσιάζονται τα στατικά δεδομένα κάθε στοιχείου δεδομένων που αφορά την Sant Cugat και την Savona.

| Στοιχείο Δεδομένων                         | Πιλοτική πόλη | Ροή δεδομένων                       | Αισθητήρας                         |
|--|---------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας                  | Sant Cugat    | santcugat_electricity_energycost    | electricity_hourly_prices          |
| Τιμή φυσικού αερίου                        | Sant Cugat    | santcugat_gas_energycost            | gas_hourly_prices                  |
| Τιμή βιομάζας                              | Sant Cugat    | santcugat_biomass_energycost        | biomass_hourly_prices              |
| Τιμή καυσίμου                              | Sant Cugat    | santcugat_fuel_energycost           | fuel_hourly_prices                 |
| Παραγωγή ΑΠΕ στην Ισπανία                  | Sant Cugat    | spanish_marketstotals_renewableprod | spanish_hourly_renewableproduction |
| Συνολική ζήτηση σε ηλεκτρισμό στην Ισπανία | Sant Cugat    | spanish_marketstotals_totaldemand   | spanish_hourly_totaldemand         |
| Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας                  | Savona        | savona_electricity_energycost       | electricity_hourly_prices          |
| Τιμή φυσικού αερίου                        | Savona        | savona_gas_energycost               | gas_hourly_prices                  |
| Τιμή βιομάζας                              | Savona        | savona_biomass_energycost           | biomass_hourly_prices              |
| Τιμή καυσίμου                              | Savona        | savona_fuel_energycost              | savona_hourly_prices               |

Πίνακας 4.6 Στατικά δεδομένα για κάθε στοιχείο δεδομένων [4.3]

Τα δυναμικά δεδομένα του κάθε μηνύματος εξόδου είναι:

- Η τιμή: Η τιμή του στοιχείου δεδομένων που θα δημοσιευτεί.
- Η ημερομηνία: Η ημερομηνία ισχύος της δημοσιευμένης τιμής.
- Η χρονική σήμανση: Η ημερομηνία δημοσίευσης της τιμής του στοιχείου δεδομένων.

## 4.4.5. Αρχιτεκτονική της Μονάδας

Η μονάδα καταγραφής των τιμών της ενέργειας αποτελείται από τέσσερις κύριες υπομονάδες, καθεμιά από τις οποίες υλοποιεί τις βασικές λειτουργίες, οι οποίες εξειδικεύονται στη συνέχεια, με τη βοήθεια κατάλληλων υπομονάδων, ανάλογα με την πιλοτική περιοχή.

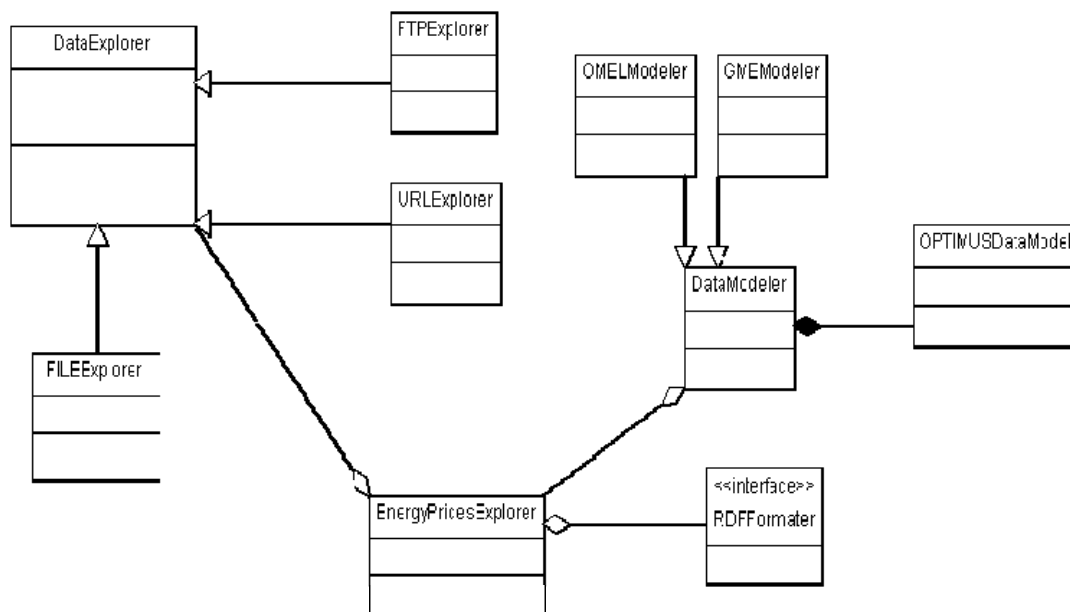
Οι κύριες υπομονάδες είναι οι παρακάτω [4.3]:

- *EnergyPricesExplorer*: Η συγκεκριμένη υπομονάδα χειρίζεται τη συνολική ροή δεδομένων στη μονάδα καταγραφής τιμών της ενέργειας. Είναι η μονάδα που ενεργοποιεί τις υπόλοιπες τρεις υπομονάδες.
- *DataExplorer*: Η υπομονάδα αυτή υλοποιεί τη βασική λειτουργία, να φέρει δηλαδή τα δεδομένα από απομακρυσμένες πηγές δεδομένων, για παράδειγμα από FTP servers ή από απομακρυσμένα URLs.
- *DataModeler*: Αυτή η υπομονάδα μετατρέπει τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την προηγούμενη μονάδα σε μια εσωτερική μορφή δεδομένων ώστε να μπορούν να επεξεργαστούν από την υπόλοιπη μονάδα καταγραφής.
- *RDFFormatter*: Αυτή η υπομονάδα αλληλεπιδρά με το ΣΥΑ και μετατρέπει τα δεδομένα σε τριπλέτες RDF, έτοιμες να δημοσιευτούν.

Οι εξειδικευμένες υπομονάδες είναι οι εξής:

- *FTPExplorer*: Εξειδίκευση της υπομονάδας *DataExplorer* ώστε να μπορεί να διαβάζει δεδομένα από απομακρυσμένους FTP servers.
- *URLExplorer*: Εξειδίκευση της υπομονάδας *DataExplorer* ώστε να μπορεί να διαβάζει δεδομένα από απομακρυσμένες ιστοσελίδες.
- *FILEExplorer*: Εξειδίκευση της υπομονάδας *DataExplorer* ώστε να μπορεί να διαβάζει δεδομένα από τοπικά αρχεία κειμένου.
- *OMELModeler*: Εξειδίκευση της υπομονάδας *DataModeler*. Η λειτουργία της συνίσταται στη μετατροπή δεδομένων από ισπανικές spot markets σε μορφή δεδομένων η οποία είναι επεξεργάσιμη από την υπόλοιπη μονάδα καταγραφής.
- *GMEModeler*: Εξειδίκευση της υπομονάδας *DataModeler*. Η λειτουργία της συνίσταται στη μετατροπή δεδομένων από ιταλικές spot markets σε μορφή δεδομένων η οποία είναι επεξεργάσιμη από την υπόλοιπη μονάδα καταγραφής.

Το σχήμα 4.2 της επόμενης σελίδας δείχνει απλοποιημένα την αρχιτεκτονική της μονάδας καταγραφής των τιμών της ενέργειας.



Σχήμα 4.2 Αρχιτεκτονική της μονάδας καταγραφής των τιμών της ενέργειας [4.3]

## 4.5. Μονάδα Καταγραφής Δεδομένων Παραγωγής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές

### 4.5.1. Σκοπός της Μονάδας

Ο κύριος στόχος της μονάδας είναι να συλλέγει δεδομένα που αφορούν την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε κάθε πιλοτική πόλη. Κατά τον σχεδιασμό, λαμβάνεται υπόψη πιθανή σύνδεση νέων εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας με το Optimus στο μέλλον. Επιπλέον, η μονάδα πρέπει να είναι αρκετά γενική ώστε να περιλαμβάνει ακόμη και πηγές ενέργειας που δεν είναι διαθέσιμες στις τρεις πιλοτικές πόλεις.

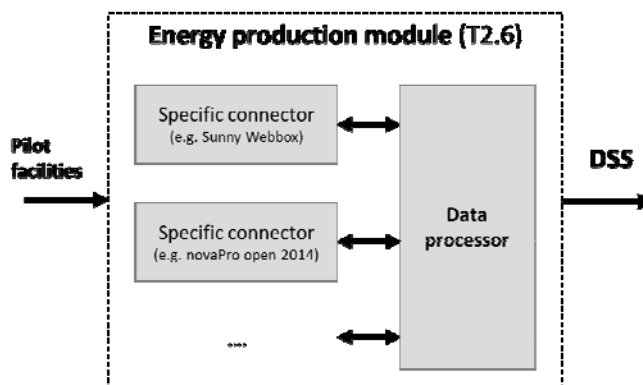
Το τελικό αποτέλεσμα της ανάλυσης των δεδομένων που συλλέγει η μονάδα θα είναι η ισχύς ενέργειας που παράγεται από τις εγκαταστάσεις παραγωγής που είναι εγκατεστημένες σε κάθε πιλοτική περιοχή. Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται στο ΣΥΑ ώστε να χρησιμοποιούνται ως ιστορικό αρχείο μαζί με άλλα είδη δεδομένων, όπως τα κλιματικά δεδομένα. Η συνδυασμένη χρήση των αποθηκευμένων δεδομένων θα επιτρέπει την πρόβλεψη της βραχυπρόθεσμης παραγωγής ενέργειας σε κάθε πιλοτική πόλη. Για παράδειγμα, η μετρούμενη και η προβλεπόμενη παραγωγή ενέργειας, που βασίζεται στα δεδομένα που συλλέγονται από τη μονάδα καταγραφής δεδομένων πρόβλεψης καιρού, θα χρησιμοποιηθούν ως εισροές στο Optimus, το οποίο θα εκτελεί μια αντιστοίχιση των δεδομένων παραγωγής ενέργειας με τα προφίλ της ενεργειακής ζήτησης και τις τιμές της ενέργειας. Ομοίως, η παρατηρούμενη και η προβλεπόμενη παραγωγή ενέργειας θα χρησιμοποιηθεί για τη ρύθμιση εξ αποστάσεως της



ενέργειας που διοχετεύεται στο δίκτυο ή για την παροχή ενέργειας στα δημόσια κτήρια και στις δημόσιες εγκαταστάσεις.

#### 4.5.2. Σχεδιασμός και Απαιτήσεις της Μονάδας

Η μονάδα καταγραφής δεδομένων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές αποτελείται από δύο μέρη: ένα σύνδεσμο (connector), που συλλέγει δεδομένα μιας εγκατάστασης παραγωγής απευθείας μέσω ενός συστήματος IT, και έναν επεξεργαστή δεδομένων, ο οποίος στέλνει τα δεδομένα που παρέχονται από τον σύνδεσμο στο ΣΥΑ. Σχηματικά, τα παραπάνω τμήματα φαίνονται στο σχήμα 4.3.



Σχήμα 4.3 Βασικά μέρη της μονάδας καταγραφής δεδομένων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές [4.4]

Οι σύνδεσμοι συγκεντρώνουν τα παρατηρούμενα δεδομένα απευθείας από τις εγκαταστάσεις των πιλοτικών πόλεων ή τις υπηρεσίες IT που αυτές διαθέτουν. Οι σύνδεσμοι αυτοί συνδέονται ισχυρά με τις εγκαταστάσεις οι οποίες παρακολουθούνται στα πλαίσια του project. Πρέπει να σημειωθεί πως ένας σύνδεσμος μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για την παρατήρηση του ίδιου συστήματος χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες ρυθμίσεις, όμως διαφορετικοί σύνδεσμοι απαιτούνται για την παρακολούθηση διαφορετικών συστημάτων.

Κάθε σύνδεσμος ρυθμίζεται βάσει των παραμέτρων που υπάρχουν στο αρχείο διαμόρφωσης. Το όνομα του αρχείου διαμόρφωσης προσδιορίζεται σαν μια παράμετρο εισόδου στη γραμμή εντολών κατά την εκτέλεση της υπηρεσίας. Οι παράμετροι που περιλαμβάνει το αρχείο διαμόρφωσης είναι οι παρακάτω:

- Publish and subscribe server URL: Καθορίζει τη διεύθυνση του server “publish and subscribe”.
- Connector name: Καθορίζει τον τύπο του συνδέσμου. Για παράδειγμα, FTP ή Web address.
- Data Source URL: Καθορίζει τη διεύθυνση της πηγής δεδομένων βάσει του τύπου του συνδέσμου.
- User Name και Password: Καθορίζουν τους κωδικούς εισόδου του λογαριασμού που θα χρησιμοποιηθεί για πρόσβαση στην πηγή δεδομένων.
- Days offset: Καθορίζει τον αριθμό των ημερών σε σχέση με την τωρινή ημερομηνία. Για

παράδειγμα, θέτοντας την παράμετρο αυτή ίση με 2 σημαίνει ότι τα δεδομένα που θα ανακτηθούν αντιστοιχούν σε 2 μέρες πριν.

- Range of dates: Καθορίζει τις ημερομηνίες μεταξύ των οποίων θα συλλεχθούν τα δεδομένα. Εάν έχει προσδιοριστεί αυτή η παράμετρος, τότε αγνοείται η παράμετρος Days offset.
- Names: Καθορίζει τα ονόματα των καναλιών ροής τα οποία θα πρέπει να ταιριάζουν με τα ονόματα που προσδιορίζονται στον Ztreamy server ώστε να συγχρονιστούν τα δεδομένα. Κάθε μονάδα δημοσιεύει τα δεδομένα της μέσω συγκεκριμένων ροών.

Ο επεξεργαστής δεδομένων υλοποιεί μια προεπεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν από κάθε σύνδεσμο. Τα δεδομένα μορφοποιούνται κατάλληλα βάσει καθορισμένης οντολογίας. Όπως αναλύθηκε και στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο, η αρχιτεκτονική του Optimus χρησιμοποιεί το μοτίβο “Publish and Subscribe” σαν κοινή δομή επικοινωνίας. Έτσι, ο επεξεργαστής δεδομένων αλληλεπιδρά με το ΣΥΑ μέσω ενός ενδιάμεσου λογισμικού για τη δημοσίευση σημασιολογικά ορισμένων δεδομένων στις ροές δεδομένων του ΣΥΑ.

### 4.5.3. Δεδομένα Εισόδου

Οι είσοδοι της μονάδας είναι δεδομένα που αποκτήθηκαν από τα συστήματα που είναι υπεύθυνα για την παρακολούθηση των δεδομένων παραγωγής ενέργειας στις διαθέσιμες εγκαταστάσεις. Εφόσον κάθε σύστημα παρακολούθησης παρέχει δεδομένα με διαφορετικές μεθόδους, ένας ειδικός σύνδεσμος για κάθε εγκατάσταση απαιτείται να αναπτυχθεί για να υλοποιεί τη συλλογή δεδομένων. Επιπλέον, δεν υπάρχει προτυποποίηση στη διαδικασία πρόσβασης στα δεδομένα αυτά. Έτσι, είναι εξαιρετικά δύσκολο να χρησιμοποιηθεί ο ίδιος σύνδεσμος σε διαφορετικές πιλοτικές πόλεις, εκτός αν αυτές χρησιμοποιούν το ίδιο πληροφοριακό σύστημα για να ανακτούν τα δεδομένα. Ακόμα, όμως, και αν χρησιμοποιείται η ίδια μορφή για τα δεδομένα, όπως τα αρχεία CSV, η δομή παρουσίασης των δεδομένων μπορεί να διαφέρει. Για παράδειγμα, οι πληροφορίες που παρέχονται από τις εγκαταστάσεις παραγωγής μπορεί να περιγράφονται βάσει των χαρακτηριστικών των αισθητήρων, αλλά να έχουν τοποθετηθεί σε διαφορετική σειρά.

Ως αποτέλεσμα των ποικίλων περιγραφών των παρατηρούμενων δεδομένων, δύο διαφορετικοί σύνδεσμοι έχουν υλοποιηθεί: ένας για το διαδίκτυο και ένας για servers FTP.

Ένα παράδειγμα εισόδου δεδομένων αποτελούν οι μετρήσεις από το σύστημα Sunny Portal, το οποίο παρακολουθεί τα δεδομένα των αισθητήρων που είναι εγκατεστημένοι στα κτήρια της Sant Cugat. Οι μετρήσεις αποτελούνται από τέσσερις τιμές οι οποίες προέρχονται από τρεις αισθητήρες παραγωγής ισχύος (μονάδα μέτρησης 1Watt) και έναν αισθητήρα ηλιακής ακτινοβολίας (μονάδα μέτρησης 1Watts/m<sup>2</sup>). Οι τιμές παρέχονται ανά ώρα κατά τη διάρκεια του 24ωρου.

Ένα άλλο παράδειγμα είναι οι μετρήσεις από το σχολείο στη Savona, οι οποίες παρέχονται μέσω ενός FTP server. Ο server περιλαμβάνει ένα σύνολο αρχείων σε μορφή CSV τα οποία παράγονται

κάθε μέρα. Αυτά αποτελούνται από τιμές για την ημερομηνία, την ώρα, την ακτινοβολία και την παραγόμενη ισχύ από τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, όπως φαίνεται στον εικόνα 4.1.

```
DATE;TIME;PV RADIANCE;PV ACTIVE POWER;
06-10-2014;00:00:00;2,85;0,00
06-10-2014;00:15:00;2,70;0,00
06-10-2014;00:30:00;2,85;0,00
06-10-2014;00:45:00;2,55;0,00
06-10-2014;01:00:00;2,85;0,00
06-10-2014;01:15:00;2,85;0,00
```

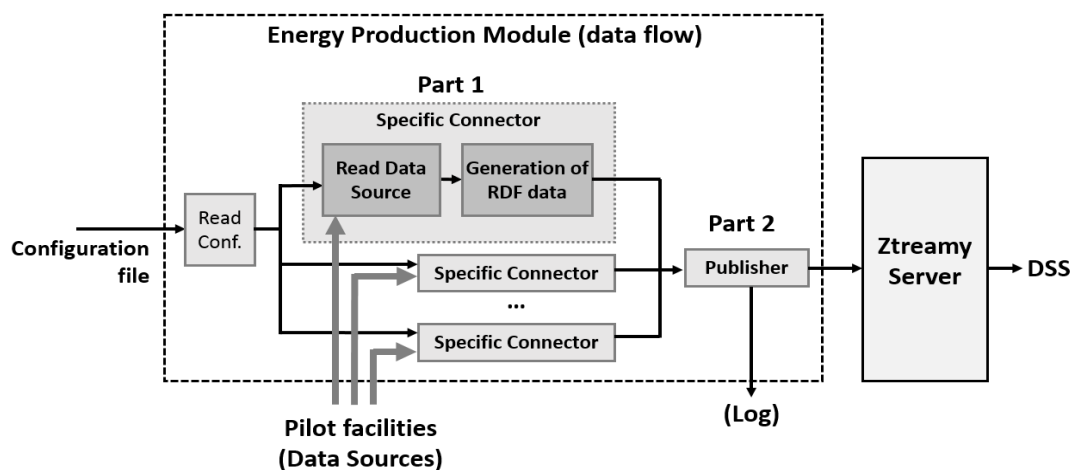
Εικόνα 4.1 Παράδειγμα δεδομένων σε αρχείο CSV [4.4]

#### 4.5.4. Δεδομένα Εξόδου

Η μονάδα στέλνει τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στο ΣΥΑ χρησιμοποιώντας το μοντέλο “Publish and Subscribe”. Ανάλογα με τις ρυθμίσεις της μονάδας, τα δεδομένα αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με την ηλιακή ακτινοβολία και την παραγωγή ενέργειας για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

#### 4.5.5. Αρχιτεκτονική της Μονάδας

Η αρχιτεκτονική της μονάδας αποτελείται από δύο μέρη: το σύνδεσμο και τον εκδότη (publisher). Στο σχήμα 4.4 αναπαρίσταται αναλυτικά η αρχιτεκτονική της μονάδας [4.4].



Σχήμα 4.4 Αρχιτεκτονική της μονάδας καταγραφής δεδομένων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές [4.4]

1<sup>ο</sup> μέρος: Σύνδεσμος

Ο σύνδεσμος παίρνει τα δεδομένα από μια καθορισμένη πηγή δεδομένων και τα μορφοποιεί σε τριπλέτες FDF. Η διαδικασία αυτή γίνεται σε δύο βήματα.

Το πρώτο βήμα είναι η δημιουργία ενός αναγνωριστικού για κάθε τύπο αισθητήρα. Το

αναγνωριστικό αυτό αποτελείται από δύο κομμάτια. Το πρώτο κομμάτι είναι κοινό και περιλαμβάνει το όνομα της πόλης και τον τύπο συνδέσμου. Το δεύτερο κομμάτι είναι διαφορετικό για κάθε μέτρηση. Περιλαμβάνει την ημερομηνία και την ώρα της μέτρησης. Ένα τυπικό παράδειγμα ενός αναγνωριστικού είναι το εξής:

*“savonaftp\_solar\_radiation20141004000000”*.

Μόλις το αναγνωριστικό δημιουργηθεί, το επόμενο βήμα είναι να δημιουργήσουμε τις τριπλές αναπαράστασης των μετρούμενων δεδομένων. Για τον σκοπό αυτό, δημιουργείται ένα γράφημα RDF των δεδομένων σε μορφή τριπλετών.

2<sup>ο</sup> μέρος: Εκδότης

Ενώ οι σύνδεσμοι χρειάζεται να αναπτυχθούν ξεχωριστά για κάθε περίπτωση, ο εκδότης είναι κοινός για κάθε εφαρμογή. Ο εκδότης διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ της μονάδας και του ΣΥΑ. Έτσι, τα μετρούμενα δεδομένα, μορφοποιημένα σε τριπλές RDF, στέλνονται στο ΣΥΑ.

Κάθε μέτρηση στέλνεται από μία μοναδική ροή δεδομένων. Αυτές οι ροές αναγνωρίζονται με τη βοήθεια ενός ονόματος που καθορίζεται στον server και το οποίο θα πρέπει να είναι γνωστό τόσο στη μονάδα όσο και στο ΣΥΑ. Τα ονόματα των ροών προσδιορίζονται ακολουθώντας το εξής μοτίβο: πόλη, πιλοτικό κτήριο, μονάδα, αισθητήρας και τύπος δεδομένων. Για παράδειγμα, ονόματα ροών θα μπορούσαν να είναι τα παρακάτω:

- *santcugat\_townhall\_pv\_power*
- *santcugat\_townhall\_pv\_irradiation*

Επειδή τα γεγονότα στέλνονται στον server “publish and subscribe” χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο URL, θα πρέπει να γίνει επισύναψή τους στο URL της ροής. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να γίνει επισύναψη στη ροή “*santcugat\_townhall\_pv\_power*”, ως εξής:

*http://arcdev.housing.salle.url.edu/optimus/ztreamy/santcugat\_townhall\_pv\_power/publish*

Ακολουθώντας το μηχανισμό γεγονότων που παρέχεται από τον server *ztreamy*, κάθε μέτρηση στέλνεται ως ένα ξεχωριστό γεγονός. Η εικόνα 4.2 αναπαριστά τις μετρήσεις της παραγωγής ισχύος από ένα φωτοβολταϊκό πάνελ, ενώ η εικόνα 4.3 αναπαριστά τη μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης. Οι τριπλές RDF θα στέλνονται η μία μετά την άλλη σε κάθε περίπτωση.

```

<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/observation/sunnyportal_energy_production2014104300>
ssn:observedBy
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/sensingdevice/sunnyportal_energy_production> .

<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/observation/sunnyportal_energy_production2014104300>
ssn:observationResult
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/sensoroutput/sunnyportal_energy_production2014104300>
.

<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/observation/sunnyportal_energy_production2014104300>
ssn:observationResultTime
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/instant/2014104300> .

<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/sensoroutput/sunnyportal_energy_production2014104300>
ssn:hasValue
"6979.434"^^xsd:decimal .
    
```

Εικόνα 4.2 Τριπλέτες RDF για τη μοντελοποίηση της ισχύος που παράγεται από ένα φωτοβολταϊκό πάνελ [4.4]

```

<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/observation/sunnyportal_solar_radiation2014104100>
ssn:observedBy
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/sensingdevice/sunnyportal_energy_production> .
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/observation/sunnyportal_solar_radiation2014104100>
ssn:observationResult
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/sensoroutput/sunnyportal_solar_radiation2014104100> .

<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/observation/sunnyportal_solar_radiation2014104100>
ssn:observationResultTime
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/instant/2014104100> .

<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/sant_cugat/sensoroutput/sunnyportal_solar_radiation2014104100>
ssn:hasValue
"0.283"^^xsd:decimal .
    
```

Εικόνα 4.3 Τριπλέτες RDF για την μοντελοποίηση της μέτρησης της ηλιακής ακτινοβολίας [4.4]

## 4.6. Βιβλιογραφικές Αναφορές

[4.1]: D'Appolonia, "Weather Forecasting Data Capturing Module", European project "OPTIMising the energy USE in cities with smart decision support system (OPTIMUS)", Deliverable number D2.2, FP7/608703, October 2014.

[4.2]: G. Fakidiris, F. Corno, A. Makri, A. Gorrino, "De-centralized sensor based data capturing module", European project "OPTIMising the energy USE in cities with smart decision support system (OPTIMUS)", Deliverable number D2.3, FP7/608703, October 2014.

[4.3]: B. Tellado, “Energy Prices Capturing Module”, European project “OPTIMising the energy USe in cities with smart decision support system (OPTIMUS)”, Deliverable number D2.5, FP7/608703, October 2014.

[4.4]: Á. Sicilia, G. Costa, L. Madrazo, “Design and development of energy production data capturing module”, European project “OPTIMising the energy USe in cities with smart decision support system (OPTIMUS)”, Deliverable number D2.6, FP7/608703, October 2014.

---

## **5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Μονάδα Καταγραφής Δεδομένων από Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης**

---

## 5.1. Στόχος της Μονάδας

Στόχος της μονάδας είναι η καταγραφή δεδομένων που προέρχονται από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Τα κοινωνικά μέσα είναι από τους ισχυρότερους τρόπους επικοινωνίας. Επιπρόσθετα, αποτελούν την ιδανική πηγή πληροφόρησης χάρη στη διαθεσιμότητά τους, στο γεγονός ότι είναι προσβάσιμα από όλους και, τέλος, στο γεγονός ότι παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, το εργαλείο των μέσων κοινωνικής δικτύωσης θα καταγράφει πληροφορίες από τους εργαζόμενους του πιλοτικού κτηρίου, οι οποίες σχετίζονται με το επίπεδο άνεσης και τις εσωτερικές συνθήκες του κτηρίου. Με αυτό τον τρόπο, οι τοπικές Αρχές θα μπορούν να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα των εφαρμοζόμενων δράσεων, καθώς και το βαθμό αποδοχής τους από την πλευρά των εργαζομένων και να προβούν σε διορθωτικές αλλαγές στην ακολουθούμενη στρατηγική, εάν κάτι τέτοιο κριθεί ότι απαιτείται.

## 5.2. Σχεδιασμός της Μονάδας

Η μονάδα καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης έχει σχεδιαστεί με τρόπο τέτοιο ώστε να διασφαλίζεται η συνοχή με τις προδιαγραφές του ΣΥΑ. Η σχεδίαση διεξήχθη με μια προσέγγιση τριών βημάτων [5.1]:

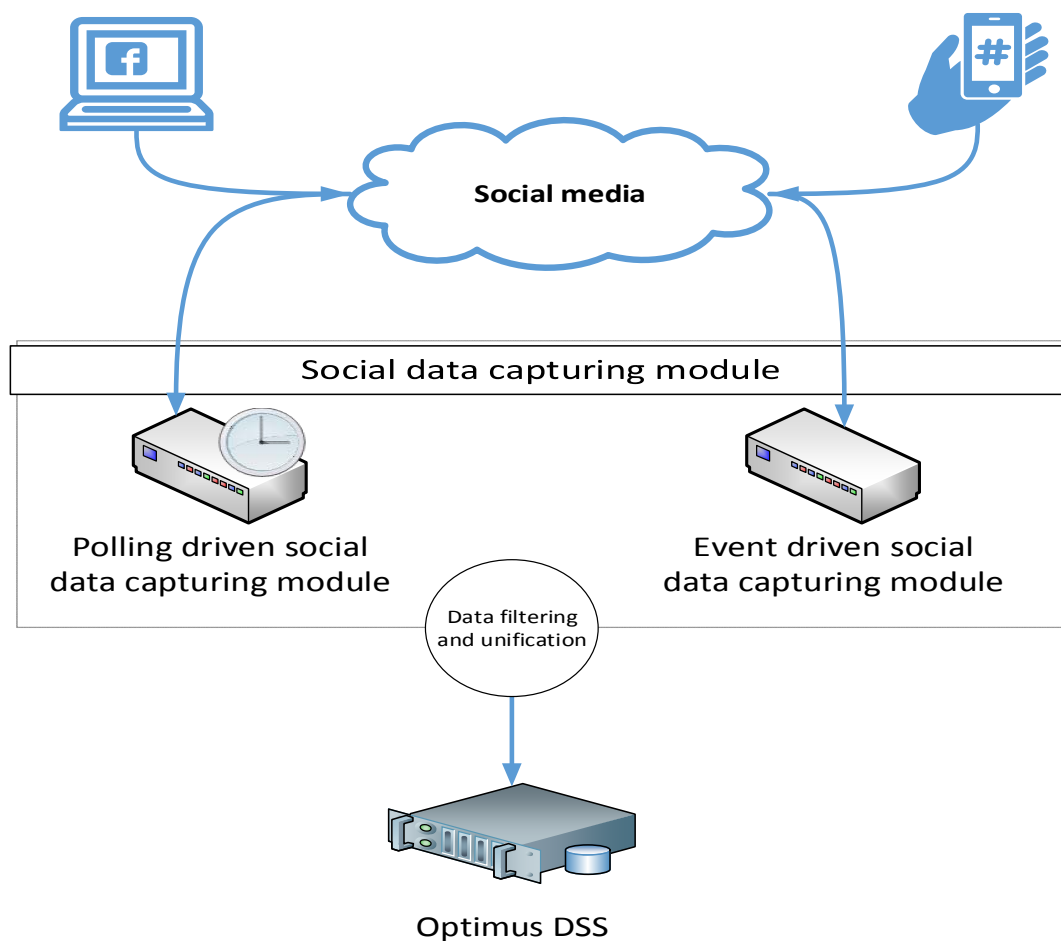
- **1<sup>ο</sup> βήμα: Ανάλυση και αξιολόγηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης.** Το βήμα αυτό περιλαμβάνει την ταξινόμηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης σε κατηγορίες, ανάλογα με το πλαίσιο πιστοποίησης που έχουν, την τοπολογία του κοινωνικού δικτύου και την εξέλιξή τους. Μετά από κατάλληλη αξιολόγηση, τα πιο δημοφιλή κοινωνικά δίκτυα μέσων μαζικής ενημέρωσης επελέγησαν για την πιλοτική μονάδα: το Twitter και το Facebook.
- **2<sup>ο</sup> βήμα: Ενοποίηση πληροφορίας.** Ορίστηκε ένα γενικό, αγνωστικιστικό μοντέλο για το περιεχόμενο των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, με σκοπό να επιτευχθεί μία υψηλού επιπέδου άντληση πληροφοριών που κοινοποιούνται σε αυτά. Για το σκοπό αυτό, τα απαραίτητα μεταδεδομένα (για παράδειγμα η ώρα), δεδομένα, καθώς και άλλες οντότητες των κοινωνικών δικτύων (για παράδειγμα re-tweets, hashtags, συνδέσεις δικτύου) ορίστηκαν στις δομές δεδομένων που στέλνονται στο ΣΥΑ.
- **3<sup>ο</sup> βήμα: Παρακολούθηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης.** Βάσει του μοντέλου του 2<sup>ου</sup> βήματος, αναπτύχθηκε ένα σύνολο παρόχων πληροφορίας προερχόμενης από τα επιλεγμένα κοινωνικά δίκτυα. Τα δεδομένα από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης θα αποκτώνται βάσει λέξεων-κλειδιών και επιλεγμένων λογαριασμών. Σε ό,τι αφορά το Twitter, υποστηρίζεται η “ζωντανή τροφοδότηση”, που σημαίνει ότι συνεχώς συλλέγει δεδομένα από τους λογαριασμούς που ακολουθούνται (προγραμματιστικό μοντέλο οδηγούμενο από γεγονότα, ή event driven programming model). Αντιθέτως, στο Facebook, οι παρακολουθούμενες σελίδες διαβάζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα (προγραμματιστικό μοντέλο οδηγούμενο από μια μέθοδο περιοδικής εξέτασης, ή polling driven programming model), βάσει ενός προκαθορισμένου προγράμματος. Τα τελευταία σχόλια και δημοσιεύσεις αναλύονται, επεξεργάζονται και στέλνονται στο ΣΥΑ.



Αυτά τα δύο προγραμματιστικά μοντέλα, του Twitter και του Facebook, επαρκούν για να μοντελοποιήσουν κάθε μονάδα καταγραφής δεδομένων, επιτρέποντας, παράλληλα, την ενσωμάτωση περισσότερων “καναλιών” κοινωνικής δικτύωσης.

Η μονάδα μπορεί να δημιουργεί και να δημοσιεύει σε ένα ή περισσότερα “κανάλια”. Έτσι, ο επεξεργαστής δεδομένων αλληλεπιδρά με το ΣΥΑ μέσω ενός ενδιάμεσου λογισμικού για τη δημοσίευση δεδομένων, σημασιολογικά ορισμένων, στις ροές δεδομένων του ΣΥΑ.

Η συνολική φυσική αρχιτεκτονική της μονάδας απεικονίζεται στο σχήμα 5.1.



Σχήμα 5.1 Φυσική αρχιτεκτονική της μονάδας [5.1]

Μετά την αποστολή των δεδομένων στο ΣΥΑ, απαιτείται να γίνει ανάλυση συναισθήματος (sentiment analysis), που θα κατηγοριοποιήσει τα μηνύματα σε θετικά, αρνητικά και ουδέτερα και θα ορίσει συγκεκριμένα κριτήρια στο περιεχόμενό τους, έτσι ώστε να δημιουργηθούν τα απαραίτητα μεταδεδομένα που θα τροφοδοτήσουν το ΣΥΑ. Χρησιμοποιώντας αυτά τα μεταδεδομένα, το σύστημα θα είναι σε θέση να αντλήσει τις τάσεις τυπικής συμπεριφοράς των εργαζομένων του εξεταζόμενου κτηρίου, προκειμένου να ελεγχθούν και να τροποποιηθούν τα σχέδια δράσης.

## 5.3. Δεδομένα Εισόδου

### 5.3.1. Δομή JSON

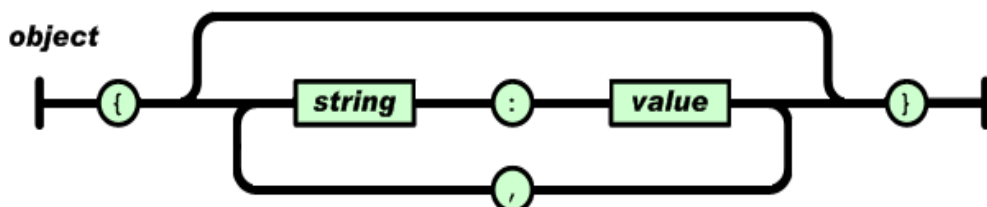
Η JSON (JavaScript Object Notation) είναι ένα ελαφρύ πρότυπο ανταλλαγής δεδομένων. Είναι εύκολο για τους ανθρώπους να το διαβάσουν και να γράψουν. Είναι εύκολο για τις μηχανές να το αναλύσουν (parse) και να το παράγουν (generate). Είναι βασισμένο πάνω σε ένα υποσύνολο της γλώσσας προγραμματισμού JavaScript, Standard ECMA-262 Έκδοση 3η - Δεκέμβριος 1999. Το JSON είναι ένα πρότυπο κειμένου το οποίο είναι τελείως ανεξάρτητο από γλώσσες προγραμματισμού αλλά χρησιμοποιεί πρακτικές (conventions) οι οποίες είναι γνωστές στους προγραμματιστές της οικογένειας προγραμματισμού C, συμπεριλαμβανομένων των C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python, και πολλών άλλων. Αυτές οι ιδιότητες κάνουν το πρότυπο JSON μια ιδανική γλώσσα προγραμματισμού ανταλλαγής δεδομένων. Κυρίως, βρίσκει εφαρμογή στη μετάδοση δεδομένων μεταξύ ενός server και μίας διαδικτυακής εφαρμογής και αποτελεί μια εναλλακτική της XML.

Η JSON είναι χτισμένη πάνω σε δύο δομές:

- Μια συλλογή από ζεύγη ονομάτων-τιμών. Σε διάφορες γλώσσες, αυτό γίνεται αντιληπτό ως αντικείμενο (object), καταχώριση (record), δομή (struct), λεξικό (dictionary), πίνακα (array) ή λίστα (list).
- Μια ταξινομημένη λίστα τιμών. Στις περισσότερες γλώσσες, αυτό υλοποιείται ως πίνακας, διάνυσμα, λίστα, ή ακολουθία.

Οι βασικοί τύποι της JSON είναι οι εξής [5.2]:

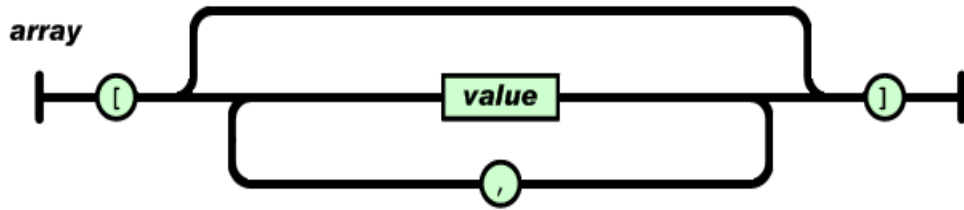
- Object. Ένα αντικείμενο (object) είναι ένα μη διατεταγμένο σύνολο από ζεύγη ονόματος-τιμής. Ένα αντικείμενο ξεκινά με { (αριστερό άγκιστρο) και τελειώνει με } (δεξιό άγκιστρο). Κάθε όνομα ακολουθείται από : (άνω και κάτω τελεία) και τα ζεύγη ονόματος - τιμής διαχωρισμένα μεταξύ τους με , (κόμμα). Σχηματικά, αναπαρίσταται η δομή στο σχήμα 5.2.



Σχήμα 5.2 Δομή Object

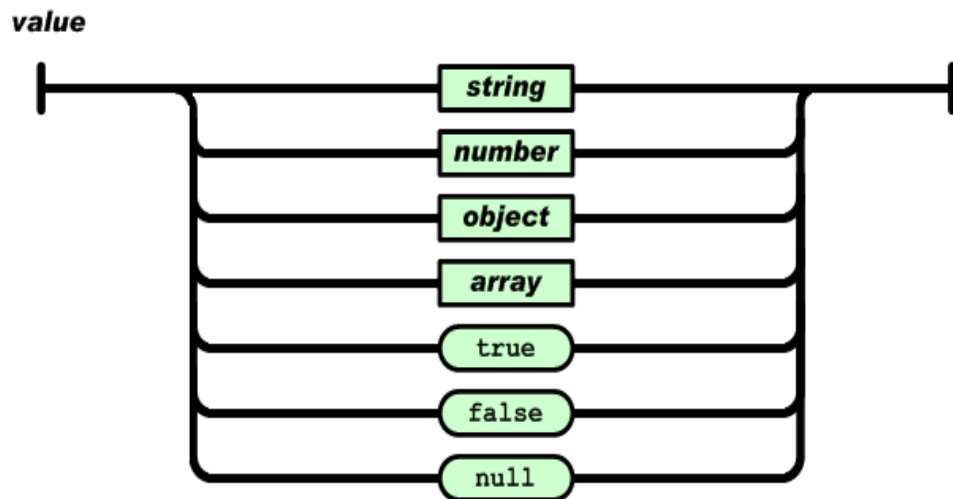
- Array. Ένας πίνακας (array) είναι μια διατεταγμένη συλλογή τιμών. Ένας πίνακας ξεκινάει με [ (αριστερή αγκύλη) και τελειώνει με ] (δεξιά αγκύλη). Οι τιμές χωρίζονται με ,(κόμμα).

Σχηματικά, αναπαρίσταται η δομή στο σχήμα 5.3.



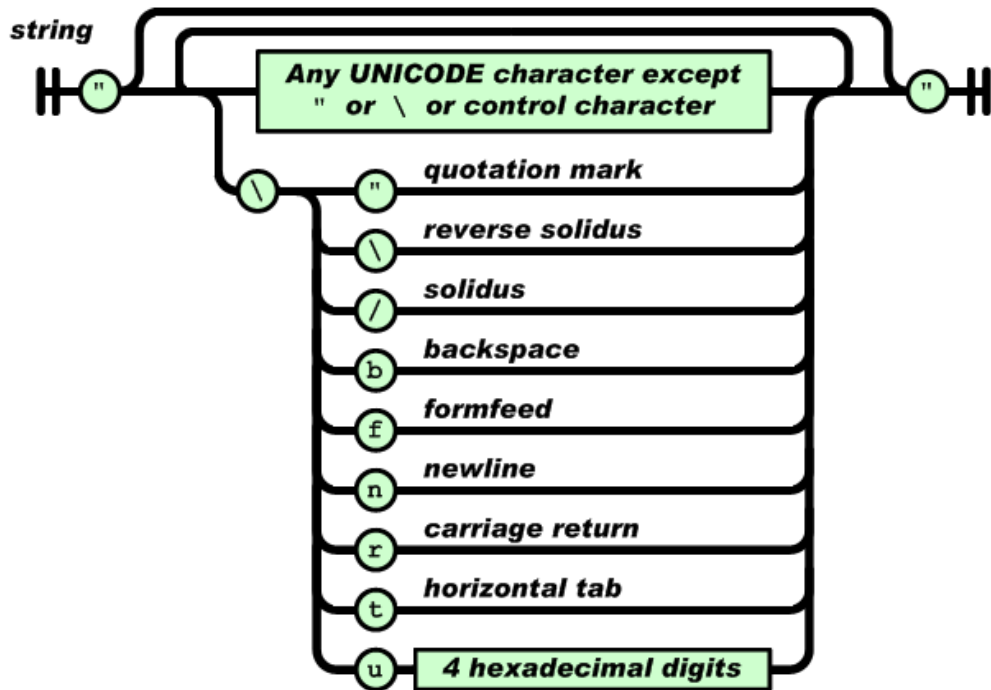
Σχήμα 5.3 Δομή Array

- Value. Η τιμή (value) μπορεί να είναι ένα string σε διπλά εισαγωγικά, ένας αριθμός, true, false ή null (κενή τιμή), ένα αντικείμενο ή μια σειρά. Αυτές οι δομές μπορούν να είναι ένθετες. Σχηματικά, αναπαρίσταται η δομή στο σχήμα 5.4.



Σχήμα 5.4 Δομή Value

- String. Μια συμβολοσειρά (string) είναι μια ακολουθία από κανένα, ένα ή περισσότερους χαρακτήρες Unicode, η οποία βρίσκεται μέσα σε διπλά εισαγωγικά και χρησιμοποιεί τον χαρακτήρα διαφυγής \ (backslash). Κάθε χαρακτήρας αντιπροσωπεύεται ως μία μεμονωμένη συμβολοσειρά χαρακτήρων. Σχηματικά, αναπαρίσταται στο σχήμα 5.5.



Σχήμα 5.5 Δομή String

- Number. Είναι ένας προσημασμένος δεκαδικός αριθμός που μπορεί να περιέχει ένα κλασματικό μέρος και μπορεί να χρησιμοποιήσει τον εκθετικό συμβολισμό. Η JSON δεν επιτρέπει μη-αριθμούς, όπως NaN, ούτε κάνει καμία διάκριση μεταξύ ακεραίων και αριθμών κινητής υποδιαστολής.
- Boolean. Παίρνει τιμές true ή false.

Σε γενικές γραμμές, η JSON αγνοεί τα κενά (whitespaces) μεταξύ ή γύρω από τα στοιχεία της σύνταξης, όχι όμως και τα κενά μέσα στην τιμή ενός string.

### 5.3.2. Δομή JSON μιας Δημοσίευσης ή ενός Σχολίου στο Facebook

Κάθε μέσο κοινωνικής δικτύωσης έχει διαφορετικές δομές για να αναπαραστήσει τις εισόδους των χρηστών. Όλα, όμως, παρέχουν ένα API για να ανακτήσουν τις εισόδους των χρηστών σε δομή JSON.

Το Facebook έχει δύο τύπους εισόδων χρηστών: τη δημοσίευση και το σχόλιο. Η δομή JSON για τη δημοσίευση φαίνεται στην εικόνα 5.6, ενώ η δομή για το σχόλιο φαίνεται στην εικόνα 5.7.

```
{
  "created_time": "2014-09-10T10:37:31+0000",
  "message": "Project Meeting",
  "from": {
    "category": "Community",
    "name": "OPTIMUS",
    "id": "937887652895038"
  },
  "id": "937887652895038_937932219557248",
  "comments": {
    "paging": {
      "cursors": {
        "after": "MQ==",
        "before": "MQ=="
      }
    },
    "data": [
      {
        "created_time": "2014-09-10T16:50:47+0000",
        "message": "Felicidades!!",
        "from": {
          "name": "Mauge Mart\u00edednez",
          "id": "10152716599205210"
        },
        "id": "937932219557248_938076106209526"
      }
    ]
  }
}
```

Εικόνα 5.6 Δομή JSON μιας δημοσίευσης στο Facebook [5.3]

```
{
  "created_time": "2014-09-10T16:50:47+0000",
  "message": "Felicidades!!",
  "from": {
    "name": "Mauge Mart\u00edednez",
    "id": "10152716599205210"
  },
  "id": "937932219557248_938076106209526"
}
```

Εικόνα 5.7 Δομή JSON ενός σχολίου στο Facebook [5.3]

### 5.3.3. Δομή JSON ενός Μηνύματος στο Twitter

Από την άλλη πλευρά, το Twitter έχει μία μοναδική ενοποιημένη δομή για τα εισερχόμενα μηνύματα. Ένα τυπικό παράδειγμα της δομής αυτής φαίνεται στην εικόνα 5.8.

```
{
  "created_at": "Wed Oct 22 12:16:16 +0000 2014",
  "id": 524897021589614593,
  "id_str": "524897021589614593",
  "text": "@OptimusSmartCities: This is a great project",
  "source": "",
  "truncated": false,
  "in_reply_to_status_id": null,
  "in_reply_to_status_id_str": null,
  "in_reply_to_user_id": null,
  "in_reply_to_user_id_str": null,
  "in_reply_to_screen_name": null,
  "user": {
    "id": 2840773183,
    "id_str": "2840773183",
    "name": "rjnograles",
    "screen_name": "firehorse1130",
    "location": "",
    "url": null,
    "description": null,
    "protected": false,
    "verified": false,
    "followers_count": 7,
    "friends_count": 83,
    "listed_count": 0,
    "favourites_count": 5,
    "statuses_count": 32,
    "created_at": "Sun Oct 05 03:39:32 +0000 2014",
    "utc_offset": null,
    "time_zone": null,
    "geo_enabled": false,
    "lang": "en",
    "contributors_enabled": false,
    "is_translator": false,
    "profile_background_color": "CODEED",
    "profile_background_tile": false,
    "profile_link_color": "0084B4",
    "profile_sidebar_border_color": "CODEED",
    "profile_sidebar_fill_color": "DDEEF6",
    "profile_text_color": "333333",
    "profile_use_background_image": true,
    "default_profile": true,
    "default_profile_image": true,
  }
}
```

```

"following": null,
"follow_request_sent": null,
"notifications": null
},
"geo": null,
"coordinates": null,
"place": null,
"contributors": null,
"retweeted_status": null,
"retweet_count": 0,
"favorite_count": 0,
"entities": {
  "hashtags": [],
  "trends": [],
  "urls": [],
  "user_mentions": [
    {
      "screen_name": "OptimusSmartCities",
      "name": "Optimus Smart Cities",
      "id": 742143,
      "id_str": "742143",
      "indices": [ 3, 12 ]
    }
  ],
  "symbols": [],
  "media": []
},
"extended_entities": {
  "media": []
},
"favorited": false,
"retweeted": false,
"possibly_sensitive": false,
"filter_level": "medium",
"lang": "en",
"timestamp_ms": "1413980176740"
}

```

Εικόνα 5.8 Δομή JSON ενός μηνύματος στο Twitter[5.3]

## 5.4. Δεδομένα Εξόδου

Οι εισερχόμενες δομές JSON υφίστανται επεξεργασία ώστε να διορθωθούν συνηθισμένα ορθογραφικά λάθη (για παράδειγμα επανάληψη χαρακτήρων) και να αφαιρεθούν άσχετες πληροφορίες. Στη συνέχεια, φιλτράρονται τα μηνύματα ώστε να αποκλειστούν όσα από αυτά περιέχουν υβριστικές λέξεις. Μετά το φιλτράρισμα, ακολουθεί μια διαδικασία διασφάλισης της ανωνυμίας, όπου αφαιρούνται τα ονόματα χρηστών και τα URLs των μηνυμάτων.

Τα μηνύματα που περνάνε την παραπάνω διαδικασία ενισχύονται με μεταδεδομένα, όπως ακριβή ώρα και ημερομηνία δημιουργίας του μηνύματος, ένα μοναδικό αναγνωριστικό ώστε να

αποφευχθεί η αποθήκευση της ίδιας πληροφορίας δύο φορές, καθώς και το κοινωνικό δίκτυο προέλευσης του μηνύματος. Τέλος, τα δεδομένα μετατρέπονται σε τριπλέτες RDF και στέλνονται στο ΣΥΑ χρησιμοποιώντας το μοντέλο “Publish and Subscribe”.

Παρακάτω, παρατίθεται ένα παράδειγμα εξόδου της μονάδας χρησιμοποιώντας ως είσοδο ένα μήνυμα από το Facebook:

```
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/observation/facebook937887652895038> ssn:observedBy
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/sensingdevice/facebook> .
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/observation/facebook937887652895038> ssn:observationId
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/sensoroutput/facebook937887652895038/id> .
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/observation/facebook937887652895038> ssn:observationMessage
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/sensoroutput/facebook937887652895038/message> .
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/observation/facebook937887652895038> ssn:observationOriginal
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/sensoroutput/facebook937887652895038/original> .
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/observation/facebook937887652895038> ssn:observationResultTime
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/instant/937887652895038> .
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/sensoroutput/facebook937887652895038/id> ssn:hasValue
"937932219557248_938076106209526"^^xsd:string .
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/sensoroutput/facebook937887652895038/message> ssn:hasValue
"FB_CMT Felicitades!!"^^xsd:string .
<http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/instant/937887652895038> time:inXSDDateTime "2014-09-
10T16:50:00Z"^^xsd:dateTime .
```

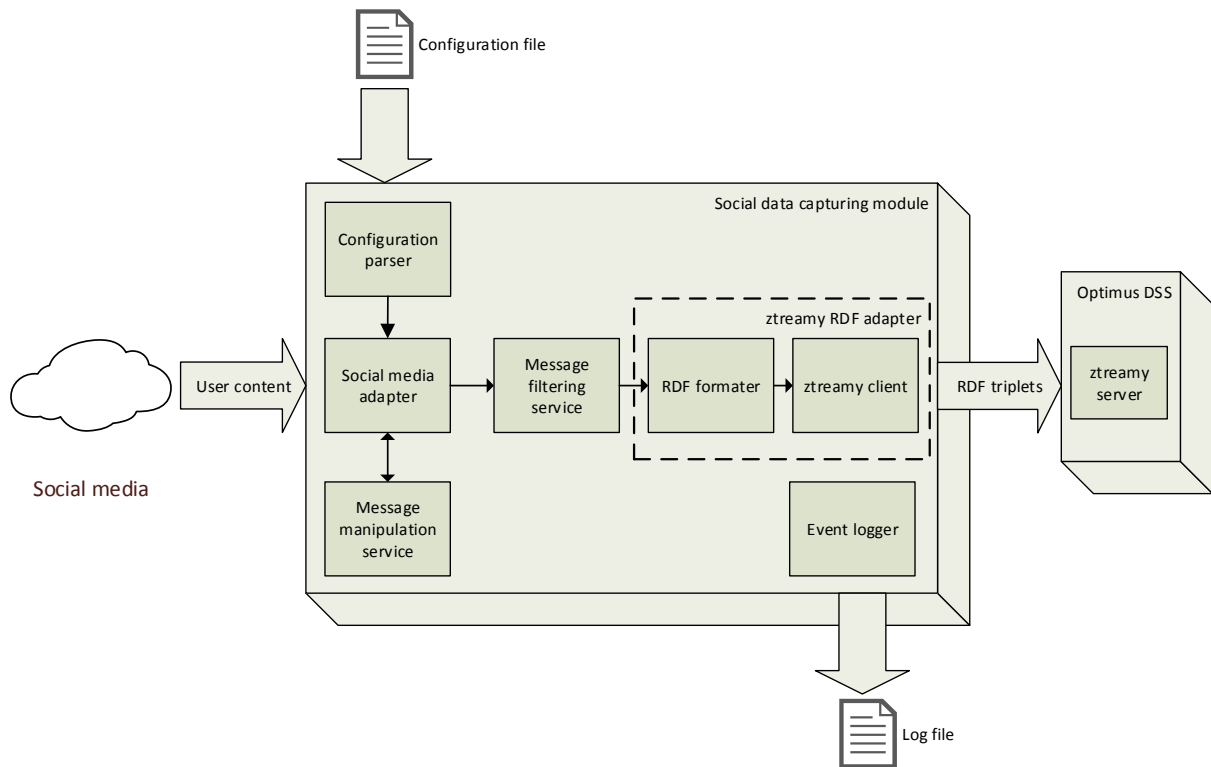
Στο ΣΥΑ, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, τα μηνύματα θα υποστούν ανάλυση συναισθήματος και θα κατηγοριοποιηθούν σε θετικά, αρνητικά και ουδέτερα. Με αυτόν τον τρόπο, κατά την αξιολόγηση των δράσεων, θα λαμβάνεται υπόψη και η άποψη των εργαζομένων σχετικά με τα εφαρμοζόμενα σχέδια δράσης [5.3]



## 5.5. Αρχιτεκτονική της Μονάδας

### 5.5.1. Γενική Αρχιτεκτονική της Μονάδας

Η συνολική εσωτερική αρχιτεκτονική της μονάδας καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης περιγράφεται στο σχήμα 5.2.



Σχήμα 5.2 Αρχιτεκτονική της μονάδας καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης [5.3]

Ο προσαρμογέας μέσων κοινωνικής δικτύωσης (social media adapter) έχει πρόσβαση σε μια υπηρεσία χειρισμού μηνύματος (message manipulation service) και μια υπηρεσία φιλτραρίσματος μηνύματος (message filtering service).

Η υπηρεσία χειρισμού μηνύματος είναι υπεύθυνη για να διορθώνει τυπικά ορθογραφικά λάθη (για παράδειγμα επανάληψη χαρακτήρων), να αφαιρεί πληροφορίες που δε χρειάζονται (για παράδειγμα urls, media). Η υπηρεσία είναι, επίσης, υπεύθυνη για τη διασφάλιση της ανωνυμίας των μηνυμάτων, γεγονός που κάνει τους χρήστες μη αναγνωρίσιμους, αφαιρώντας τα usernames URLs των μηνυμάτων.

Η υπηρεσία φιλτραρίσματος είναι υπεύθυνη για να αποκλείσει ένα εισερχόμενο μήνυμα εάν αυτό είτε δεν σχετίζεται με το Optimus project είτε περιέχει υβριστικές λέξεις. Και οι δύο διαδικασίες γίνονται χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο ο οποίος προσπαθεί να βρει αντιστοιχίες ανάμεσα στις λέξεις των μηνυμάτων και στις λέξεις ενός προκαθορισμένου “λεξικού αποκλεισμού” (black list dictionary). Σε περίπτωση που βρεθεί κάποια αντιστοιχία, τότε αυτόματα

το μήνυμα αποκλείεται.

Χάρη σε αυτές τις δύο υπηρεσίες, ο προσαρμογέας μέσων κοινωνικής δικτύωσης παράγει μία σαφώς ορισμένη δομή δεδομένων την οποία στέλνει στον προσαρμογέα Ztreamy των RDF (Ztreamy RDF adapter). Η δομή εξόδου του social media adapter ακολουθεί τη διασύνδεση (interface) της εικόνας 5.9:

```
interface IUnifiedSocialMessage {
    channelId: string;
    messageId: string;
    messageDate: datetime;
    message: string;
    originalSerializedInformation?: string;
}
```

Εικόνα 5.9 Ενοποιημένη διασύνδεση των δεδομένων από τα κοινωνικά δίκτυα [5.3]

Η παράμετρος channelId είναι το μοναδικό αναγνωριστικό για την προέλευση του μηνύματος. Η προέλευση αυτή μπορεί να είναι μια σελίδα στο Facebook, μία ομάδα του Facebook ή ένας λογαριασμός στο Twitter.

Η παράμετρος originalSerializedInformation χρησιμοποιείται μόνο όταν η μονάδα είναι σε στάδιο ανάπτυξης και σειριοποιεί την αρχική είσοδο σε JSON string.

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 5.2, κάθε προσαρμογέας μέσων κοινωνικής δικτύωσης απαιτεί μία διαδικασία εκκίνησης ώστε να ξεκινήσει να επεξεργάζεται τα εισερχόμενα δεδομένα. Βάσει της ανάλυσης των APIs των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, τα οποία θα αναλυθούν παρακάτω, δύο μοντέλα είναι αναγκαία: το προγραμματιστικό μοντέλο οδηγούμενο από γεγονότα για το Twitter και το προγραμματιστικό μοντέλο οδηγούμενο από μια μέθοδο περιοδικής εξέτασης για το Facebook.

## 5.5.2. Πρόγραμμα Ανάλυσης των Ρυθμίσεων των Παραμέτρων (Configuration parser)

Το πρόγραμμα ανάλυσης των ρυθμίσεων των παραμέτρων επεξεργάζεται ένα εισερχόμενο αρχείο ρύθμισης των παραμέτρων (configuration file) και δίνει μια έξοδο σε μορφή dictionary με τις τιμές των παραμέτρων. Το αρχείο αυτό θα είναι τύπου INI.

Μια τυπική μορφή του αρχείου αυτού φαίνεται στην εικόνα 5.10 της επόμενης σελίδας.

```
[global]
ztreamey_server=aUrl
log_file_path=aPathToLogFile
log_level=aLoggingLevel

[streams]
streams_twitter=aStreamEndpoint
streams_facebook= anotherStreamEndpoint

[twitter]
consumer_key=aConsumerKey
access_token_key=anAccessToken
consumer_secret=aConsumerSecret
access_token_secret=aTokenSector
follow_accounts=someAccountsToFollowCommaSeperated

[facebook]
app_id=anApplicationId
app_secret=anApplicationSecret
fb_pages=somePagesToObserver
```

Εικόνα 5.10 Μορφή του configuration file [5.3]

Το πρώτο τμήμα του configuration file περιέχει τις παρακάτω παραμέτρους:

- `ztreamey_server`: αυτή η παράμετρος δηλώνει το URL του server του συνδρομητή (subscriber server) όπου η μονάδα θα δημοσιεύσει τις τριπλέτες RDF. Μια τυπική τιμή της παραμέτρου θα μπορούσε να είναι `"http://arcdev.housing.salle.url.edu/optimus/ztreamey/"`.
- `log_file_path`: αυτή η παράμετρος δηλώνει την τοποθεσία της εξόδου του καταγραφικού συμβάντος (event logger). Η ρύθμιση του αρχείου αυτού εξαρτάται από το μοτίβο διεύθυνσης του λειτουργικού συστήματος. Μια τυπική τιμή είναι ένα όνομα αρχείου, όπως `"SocialDataCapturing.log"`, παράγοντας, έτσι, το συγκεκριμένο αρχείο ακριβώς δίπλα στο εκτελέσιμο.
- `log_level`: το επίπεδο ελέγχου σύμφωνα με το οποίο τρέχει η εφαρμογή. Το επίπεδο καταγραφής (log level) επιτρέπει στους χρήστες να προσδιορίσουν την περιττή πληροφορία των αρχείων καταγραφής εξόδου (output log file). Τυπικές τιμές είναι `DEBUG`, `WARNING` και `ERROR`, όπου η πρώτη περιλαμβάνει όλα τα μηνύματα, η δεύτερη τα προειδοποιητικά μηνύματα και τα μηνύματα σφάλματος και η τελευταία μόνο τα μηνύματα σφάλματος.

Το δεύτερο τμήμα του configuration file ορίζει το σημείο προορισμού του συνδρομητή (subscriber), το οποίο θα χρησιμοποιήσει κάθε προσαρμογέας μέσων κοινωνικής δικτύωσης για να δημοσιεύσει τα δεδομένα σε μορφή RDF. Τα streams συμβαδίζουν με το ακόλουθο πρότυπο:

```
<city>_<pilot>_<module>_<social_media_adapter>.
```

Για παράδειγμα:

```
streams_twitter=santcugat_townhall_social_twitter
streams_facebook=santcugat_townhall_social_facebook
```

Αυτό το τμήμα χρησιμοποιείται από τον προσαρμογέα Ztreamey των RDF για να γράψει τις εξερχόμενες τριπλέτες RDF στο αντίστοιχο σημείο προορισμού του συνδρομητή.

Τα δύο τελευταία τμήματα του configuration file θα επεξηγηθούν παράλληλα με την ανάλυση των δύο social media adapters που θα χρησιμοποιηθούν, εκείνον του Facebook και εκείνον του Twitter [5.3].

### 5.5.3. Προσαρμογέας του Facebook

Η Facebook API είναι μια πλατφόρμα για τη δημιουργία εφαρμογών που είναι διαθέσιμες στα μέλη του κοινωνικού δικτύου του Facebook. Η API επιτρέπει στις εφαρμογές να χρησιμοποιούν τις κοινωνικές συνδέσεις και τις πληροφορίες των λογαριασμών των χρηστών, ώστε να γίνουν οι εφαρμογές πιο διαδραστικές, και να δημοσιεύουν στη ροή ειδήσεων και στις σελίδες των χρηστών, ανάλογα με τις ατομικές ρυθμίσεις απορρήτου που αυτοί έχουν θέσει. Χάρη σε αυτή, οι χρήστες μπορούν να προσθέσουν περιεχόμενο από το Facebook στις εφαρμογές τους, χρησιμοποιώντας δεδομένα σχετικά με προφίλ, φίλους χρηστών, σελίδες, ομάδες, φωτογραφίες χρηστών και εκδηλώσεις .

Για να χρησιμοποιηθεί η Facebook API, πρέπει να δημιουργηθεί μία εφαρμογή του Facebook και να αποκτήθούν το αναγνωριστικό της εφαρμογής (application id) και το κλειδί της εφαρμογής (application secret). Για τις ανάγκες του project, δημιουργήθηκε μία τέτοια εφαρμογή και τα κλειδιά πρόσβασης θα χρησιμοποιηθούν σε κάθε πιλοτικό πρόγραμμα για να παρακολουθούνται διάφορες σελίδες και ομάδες του Facebook. Η διαδικασία δημιουργίας της εφαρμογής του Facebook και απόκτησης του application id και του application secret περιγράφεται αναλυτικά στην ενότητα 5.7.

Το Facebook παρέχει το Graph API το οποίο επιτρέπει στους προγραμματιστές να αναζητήσουν διάφορες σελίδες, χρήστες ή ομάδες για την τροφοδότηση των εφαρμογών τους. Ο έλεγχος πιστοποίησης του Facebook, που γίνεται μέσω των κλειδιών που προαναφέρθηκαν, επιτρέπει στους προγραμματιστές εφαρμογών να αλληλεπιδρούν με το Graph API εκ μέρους των χρηστών του Facebook.

Τα application id, application secret καθώς και οι σελίδες ή οι ομάδες στις οποίες θα γίνει η αναζήτηση (οι οποίες εκφράζονται από την παράμετρο fb\_pages) εισάγονται στα αντίστοιχα πεδία του τέταρτου τμήματος του configuration file.

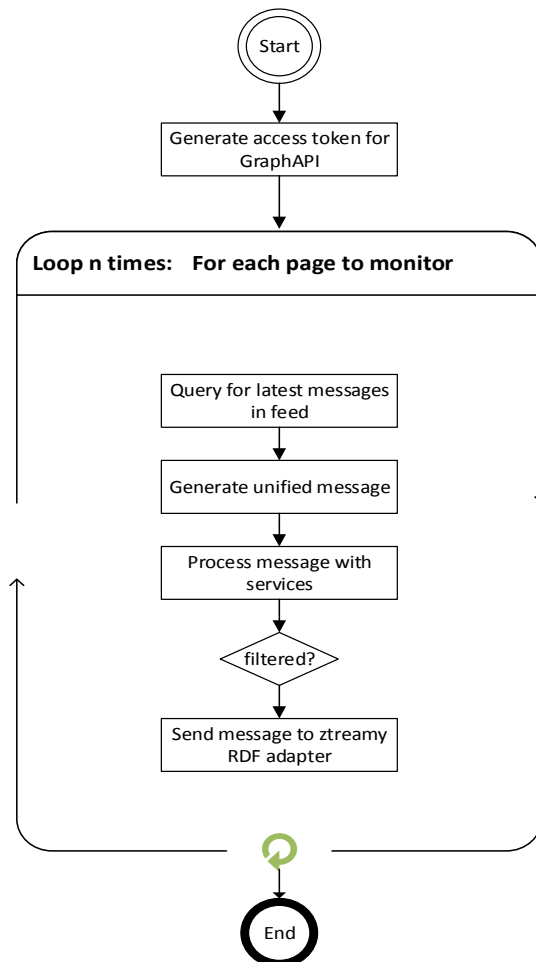
Έτσι, ο προσαρμογέας του Facebook είναι ένα τυπικό παράδειγμα προσαρμογέα οδηγούμενου από μια μέθοδο περιοδικής εξέτασης, η οποία εκκινείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα για να αναζητήσει νέα μηνύματα. Μια τυπική αναζήτηση στο Graph API είναι η ακόλουθη:

```
/QueryingEntityId?fields=feed.limit(30).fields(message,from,created_time,comments.filter(toplevel)
```

`.fields(message,parent,from,id,created_time),object_id,full_picture),name`

Η `QueryingEntityId` μπορεί να είναι είτε ένας χρήστης είτε μία σελίδα είτε μια ομάδα. Η παράμετρος `fields` καθορίζει ότι η API θα πρέπει να επιστρέψει τα τελευταία 30 μηνύματα ενώ η λειτουργία `.fields()` καθορίζει τη δομή που θα επιστραφεί από την API.

Το διάγραμμα ροής του προσαρμογέα του Facebook αναπαρίσταται στο σχήμα 5.3.



Σχήμα 5.3 Διάγραμμα ροής του προσαρμογέα του Facebook [5.3]

Στο παράρτημα Π.3. παρουσιάζεται η υλοποίηση του μεγαλύτερου μέρους της παραπάνω διαδικασίας σε Python 2.7.6. Κατά τη συγκεκριμένη υλοποίηση, τα μηνύματα αφού υποστούν την κατάλληλη επεξεργασία αποθηκεύονται σε μία NoSQL βάση δεδομένων.

#### 5.5.4. Προσαρμογέας του Twitter

Το Twitter απαιτεί να έχουν εγγραφεί οι εφαρμογές πριν προσπαθήσουν να αναζητήσουν περιεχόμενο των χρηστών. Για τις ανάγκες του project, δημιουργήθηκε μια εφαρμογή και τα κλειδιά θα χρησιμοποιηθούν σε κάθε πιλοτικό πρόγραμμα για να παρακολουθούνται διάφοροι λογαριασμοί Twitter. Η διαδικασία δημιουργίας της εφαρμογής Twitter και απόκτησης των

κλειδιών πιστοποίησης περιγράφεται στην ενότητα 5.8.

Η Twitter API επιτρέπει στην εφαρμογή να δημιουργεί μια μόνιμη σύνδεση με τους servers του Twitter, η οποία ονομάζεται και ροή του Twitter, και να λαμβάνει ειδοποιήσεις εισερχόμενων μηνυμάτων. Έτσι, γίνεται ο προσαρμογέας του Twitter ένα τυπικό παράδειγμα προσαρμογέα οδηγούμενου από γεγονότα.

Πιο συγκεκριμένα, η ροή του Twitter, παράγει τα ακόλουθα γεγονότα:

- Αλλαγή κατάστασης: ειδοποιεί όταν υπάρχει αλλαγή στην κατάσταση σύνδεσης, γεγονός που είναι πολύ χρήσιμο για να εντοπίζονται προβλήματα στο δίκτυο.
- Λήξη χρόνου: Ένα γεγονός λήξης χρόνου σύνδεσης έχει συμβεί. Ο προσαρμογέας αποσυνδέεται για ένα λεπτό, και έπειτα, επιχειρεί να επανασυνδεθεί.
- Σφάλμα: Ένα σφάλμα σύνδεσης επικοινωνίας έχει συμβεί. Ο προσαρμογέας καταγράφει το σφάλμα και προσπαθεί να επανασυνδεθεί.
- Ληφθέντα μηνύματα: Ένα εισερχόμενο μήνυμα έχει φτάσει. Ο προσαρμογέας επεξεργάζεται το μήνυμα και το στέλνει στον προσαρμογέα Zstream των RDF, ο οποίος αναλύεται στην ενότητα 5.5.5.

Τα κλειδιά πιστοποίησης καθώς και τους λογαριασμούς που επιθυμούμε να ακολουθεί η εφαρμογή εισάγουμε στο τρίτο τμήμα του configuration file.

Στη συνέχεια, μέσω της κλήσης *lookup* ή *get users* της API, μπορούμε να αντιστοιχίσουμε τα ονόματα των λογαριασμών σε IDs, τα οποία απαιτούνται για να μπορέσει η εφαρμογή να κάνει τις απαραίτητες αναζητήσεις στους λογαριασμούς. Μια τυπική κλήση είναι η ακόλουθη:

[https://api.twitter.com/1.1/users/lookup.json?screen\\_name=Optimus,BBC\\_WORLD](https://api.twitter.com/1.1/users/lookup.json?screen_name=Optimus,BBC_WORLD)

Στο παράρτημα Π.4. παρουσιάζεται η υλοποίηση του μεγαλύτερου μέρους της παραπάνω διαδικασίας σε Python 2.7.6. Κατά τη συγκεκριμένη υλοποίηση, τα μηνύματα αφού υποστούν την κατάλληλη επεξεργασία αποθηκεύονται σε μία NoSQL βάση δεδομένων.

### 5.5.5. Προσαρμογέας Zstreamy των RDF

Ο προσαρμογέας Zstreamy των RDF είναι υπεύθυνος για τη μετατροπή του ενοποιημένου μηνύματος σε τριπλέτες RDF, οι οποίες αποστέλλονται στη συνέχεια στο Optimus. Αποτελείται από δύο ανεξάρτητες μονάδες: την RDF formatter και την Zstreamy client. Η πρώτη είναι υπεύθυνη για να μετατρέψει ένα εισερχόμενο ενοποιημένο μήνυμα σε τριπλέτες RDF. Η δεύτερη, από την άλλη πλευρά, είναι υπεύθυνη για να πραγματοποιήσει τις συνδέσεις http με τον Zstreamy server του ΣΥΑ και να παραδώσει τις τριπλέτες. Κάθε μήνυμα RDF αποστέλλεται με τις επικεφαλίδες του αιτήματος http που φαίνονται στην εικόνα 5.11:

```

Event-Id: 3f07ce1e-a483-49a9-b1e4-260d01102701
Source-Id: santcugat_townhall_social_twitter
Syntax: text/plain
Timestamp: 2014-10-22T17:38:50+03:00
Body-Length: 1742

```

Εικόνα 5.11 Επικεφαλίδες του αιτήματος της Ztreamy client [5.3]

Η παράμετρος event id είναι ένα διεθνές μοναδικό αναγνωριστικό που αποτρέπει την επανάληψη μηνυμάτων σε περίπτωση δυσλειτουργιών του δικτύου. Η παράμετρος source id είναι το πιστοποιημένο σημείο προορισμού και η timestamp αναφέρεται στην διαδικασία αποστολής του μηνύματος. Το σώμα (body) του αιτήματος είναι οι τριπλέτες RDF.

Όπως αναλύθηκε και στην ενότητα 3.3.2, τα δεδομένα RDF θα πρέπει να είναι δομημένα σε τριπλέτες βάσει του μοτίβου “υποκείμενο-κατηγορημα-αντικείμενο”. Στην εικόνα 5.12 απεικονίζεται η δομή κάθε μηνύματος RDF.

```

<{pilotUri}/observation/{msgUId}> ssn:observedBy <{pilotUri}/sensingdevice/{socialMedia}> .
<{pilotUri}/observation/{msgUId}> ssn:observationId <{pilotUri}/sensoroutput/{msgUId}/id> .
<{pilotUri}/observation/{msgUId}> ssn:observationMessage <{pilotUri}/sensoroutput/{msgUId}/message> .
<{pilotUri}/observation/{msgUId}> ssn:observationOriginal <{pilotUri}/sensoroutput/{msgUId}/original> .
<{pilotUri}/observation/{msgUId}> ssn:observationResultTime <{pilotUri}/instant/{channelId}> .

```

Εικόνα 5.12 Τριπλέτες RDF οι οποίες στέλνονται στο Optimus DSS [5.3]

Κατά την παραπάνω απεικόνιση έχουν χρησιμοποιηθεί οι ακόλουθοι παράμετροι:

- pilotUri: Το uri που περιγράφει την πιλοτική πόλη. Για την πόλη Sant Cugat το pilotUri είναι <http://www.optimus-smartcity.eu/resource/santcugat/>.
- socialMedia: Το μέσο κοινωνικής δικτύωσης από το οποίο προήλθε το μήνυμα. Τυπικές τιμές είναι “Facebook” και “Twitter”.
- channelId: Ένα μοναδικό αναγνωριστικό που περιγράφει την ακριβή προέλευση του μηνύματος. Συνήθως, είναι ένας αριθμός που αναπαριστά ένα id μιας σελίδας του Facebook ή ενός λογαριασμού του Twitter.
- msgUId: Αυτό το αναγνωριστικό είναι ένας συνδυασμός μεταξύ των παραμέτρων socialMedia και channelId. Με αυτόν τον τρόπο, το μήνυμα καθίσταται μοναδικό ανά μέσο κοινωνικής δικτύωσης και ανά κανάλι.

### 5.5.6. Καταγραφέας Δεδομένων (Event Logger)

Ο event logger, ή αλλιώς καταγραφέας γεγονότων, είναι υπεύθυνος για να ενσωματώσει και να φιλτράρει διάφορα γεγονότα και ειδοποιήσεις και να τα εξάγει στο αρχείο καταγραφής (log file). Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται από τους προγραμματιστές προκειμένου να εντοπίζουν σφάλματα και από εξειδικευμένους διαχειριστές συστημάτων για να διαγνώσουν συνήθη προβλήματα με τη μονάδα καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

## 5.6. Τεχνολογίες

Η μονάδα καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης έχει σχεδιαστεί χρησιμοποιώντας Python 2.7.6. Η έκδοση PyCharm Community χρησιμοποιήθηκε ως ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης.

Αν και η μονάδα αναπτύχθηκε σε λειτουργικό σύστημα Windows, ο κώδικας υποστηρίζει όλες τις πλατφόρμες που υποστηρίζονται από την έκδοση Python 2.x.

Τα ακόλουθα μοντέλα της Python χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της μονάδας: facery, html5lib, httplib2, isodate, pyarsing, rdfextras, rdflib, requests, simplejson, six, tornado, tweepy και το project ztreamy open source.

## 5.7. Διακριτικά Πρόσβασης του Facebook (Facebook access tokens)

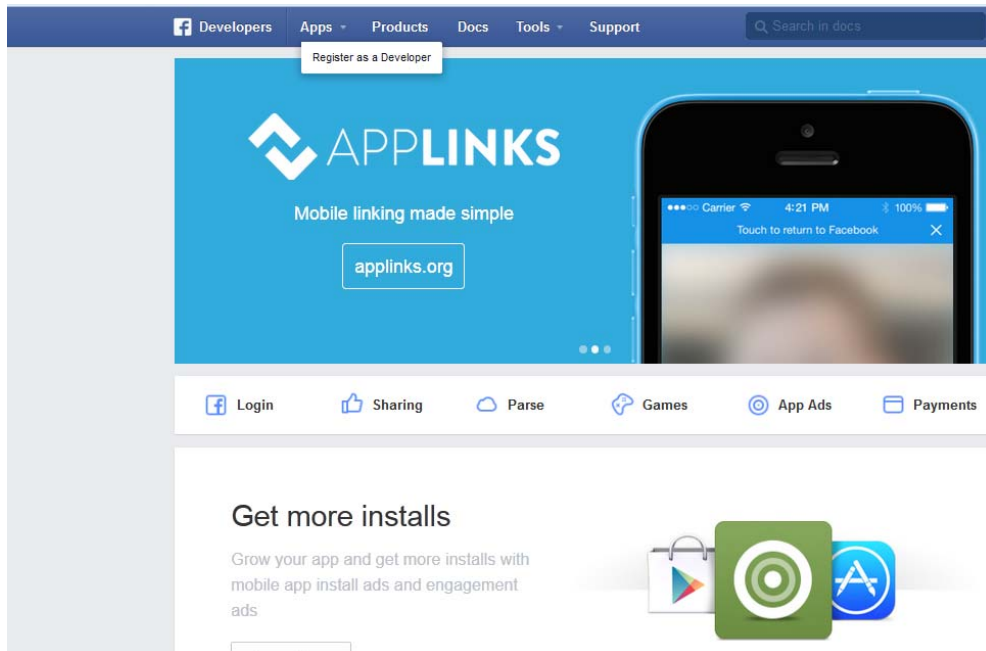
Για να δημιουργηθεί μία εφαρμογή του Facebook και να χρησιμοποιηθούν τα διακριτικά πρόσβασης (access tokens) στη μονάδα καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης, θα χρειαστεί να εγγραφεί ο χρήστης ως προγραμματιστής, να δημιουργήσει μία εφαρμογή και, τέλος, να παράγει τα access tokens. Τα βήματα αυτά περιγράφονται παρακάτω στις ενότητες 5.7.1-5.7.6.

### 5.7.1. Εγγραφή ως Προγραμματιστής (Registration as a developer)

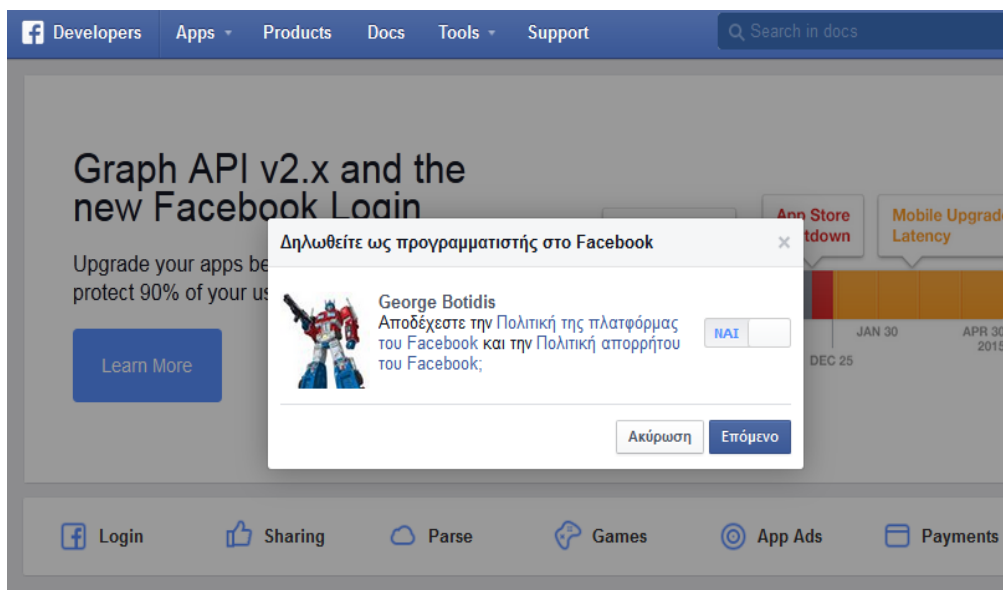
1. Ο χρήστης πηγαίνει στη διεύθυνση *developers.facebook.com* και συνδέεται χρησιμοποιώντας τους προσωπικούς του κωδικούς πρόσβασης στο Facebook.



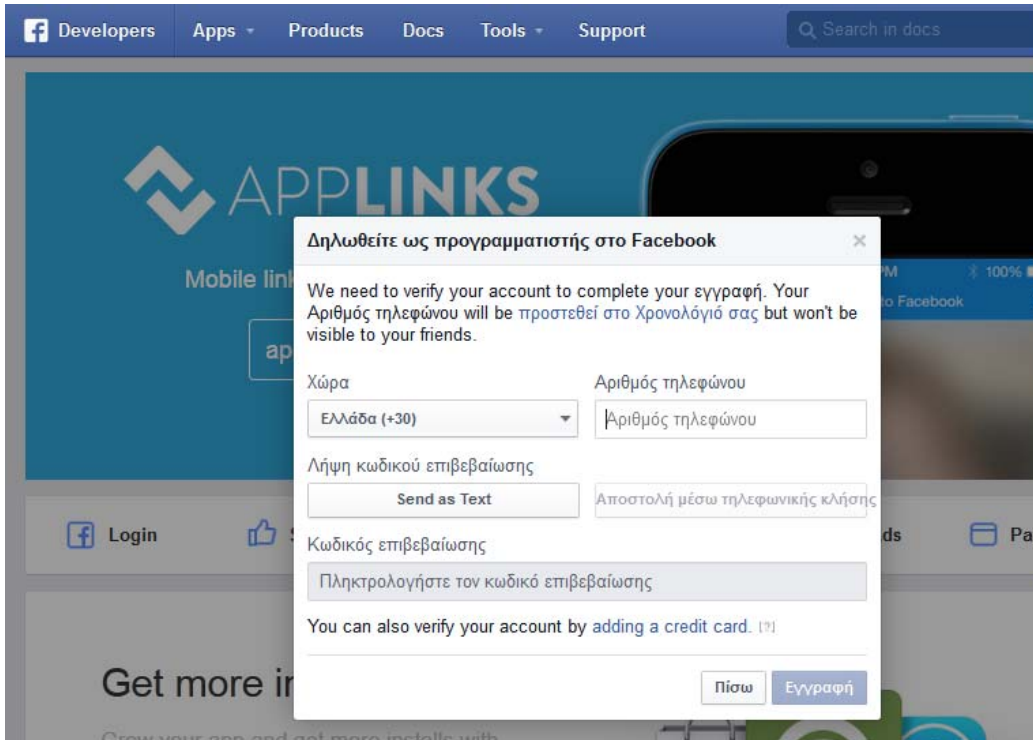
2. Αν δεν το έχει κάνει ήδη στο παρελθόν, θα πρέπει να εγγραφεί ως προγραμματιστής κάνοντας κλικ στο “Apps” και επιλέγοντας “Register as a Developer”.



3. Ο χρήστης αποδέχεται την Πολιτική Απορρήτου του Facebook Terms και επιλέγει “Next”.

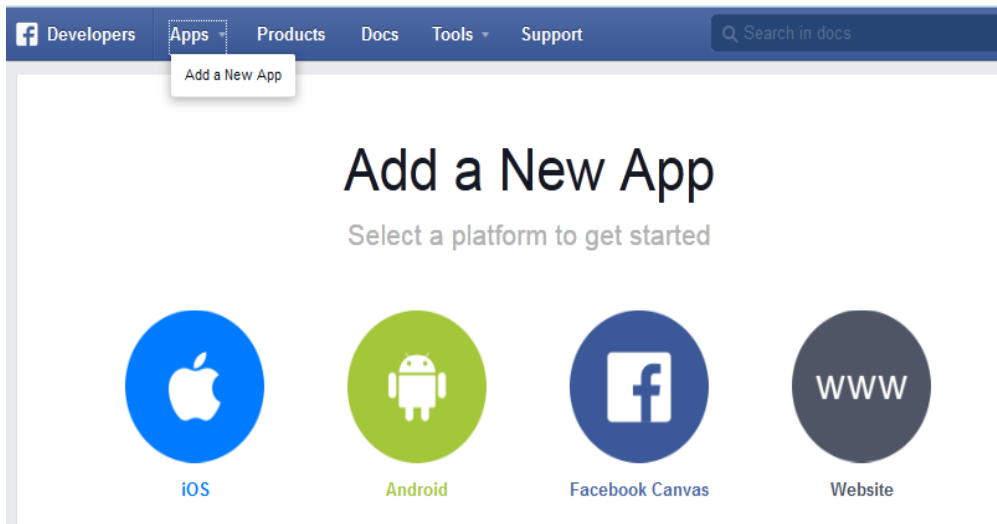


4. Εισάγει το κινητό του τηλέφωνο και, στη συνέχεια, εισάγει τον κωδικό που θα του σταλεί στο κινητό με SMS ώστε να επιβεβαιώσει το λογαριασμό του. Αφού ολοκληρώσει τα παραπάνω, επιλέγει “Register”.

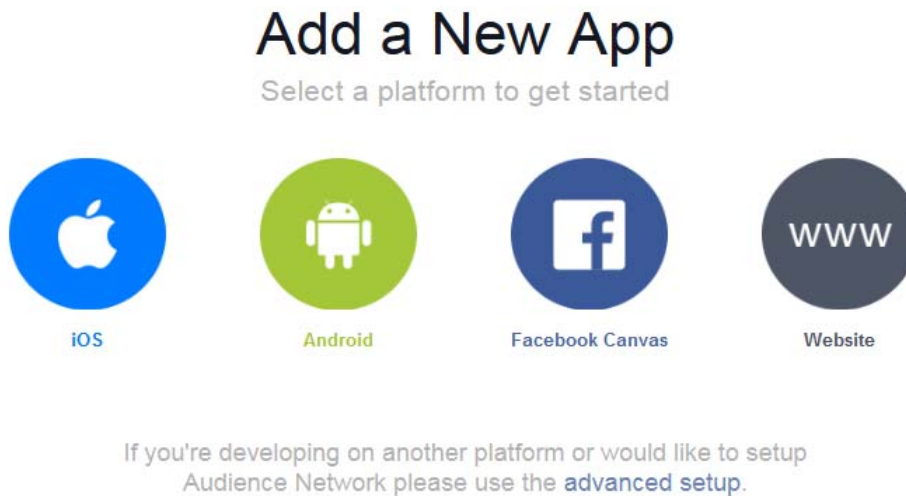


## 5.7.2. Δημιουργία Εφαρμογής (Create an App)

1. Ο χρήστης κάνει κλικ στην ένδειξη “Apps” and επιλέγει “Add a new App”.



2. Κάνει κλικ στην ένδειξη “advanced setup”.

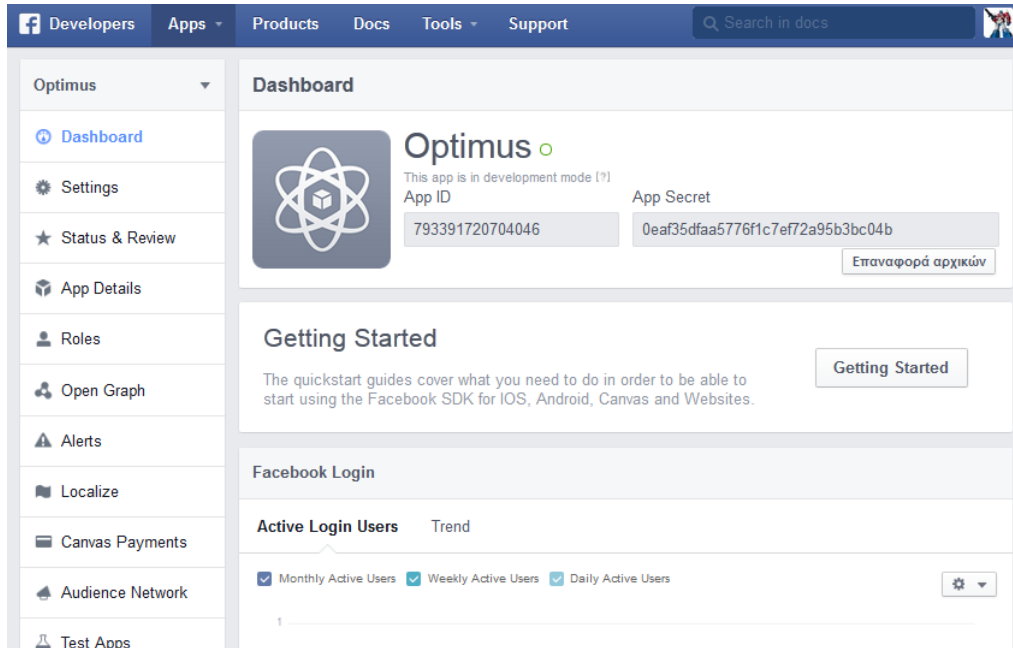


3. Εισάγει το όνομα της εφαρμογής και κάνει κλικ στην ένδειξη “Create App ID”.

Audience Network please use the advanced setup.

4. Εισάγει τον έλεγχο ασφαλείας που εμφανίζεται στην οθόνη και κάνει κλικ στο “Submit”. Όταν ολοκληρωθεί επιτυχώς η διαδικασία αυτή, η εφαρμογή έχει εκκινήσει.

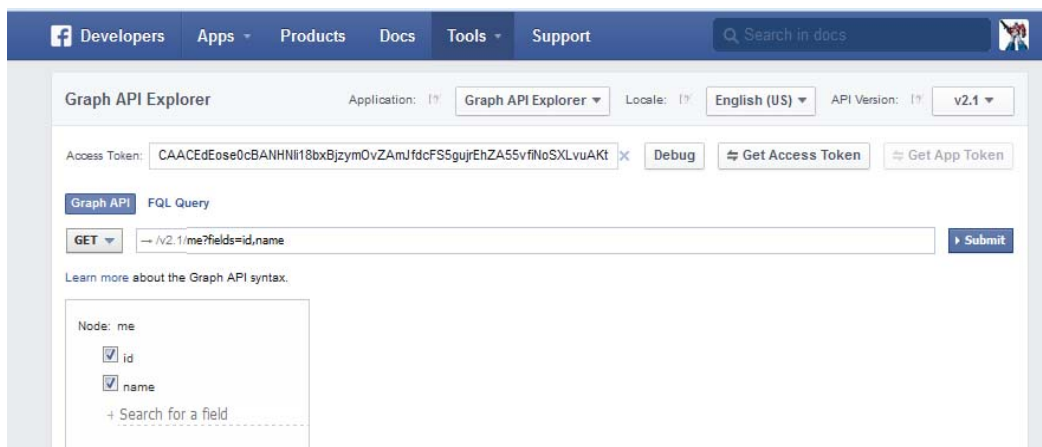
5. Σημειώνει τους κωδικούς App ID και App Secret (απεικονίζονται παρακάτω). Τα κλειδιά αυτά θα χρησιμοποιηθούν στο επόμενο βήμα για να ανακτήθει το App Access Token. Να σημειωθεί πως πρέπει να επιλέξει ο χρήστης την ένδειξη “Show” , δίπλα στο App Secret, προτού αντιγράψει τους κωδικούς.



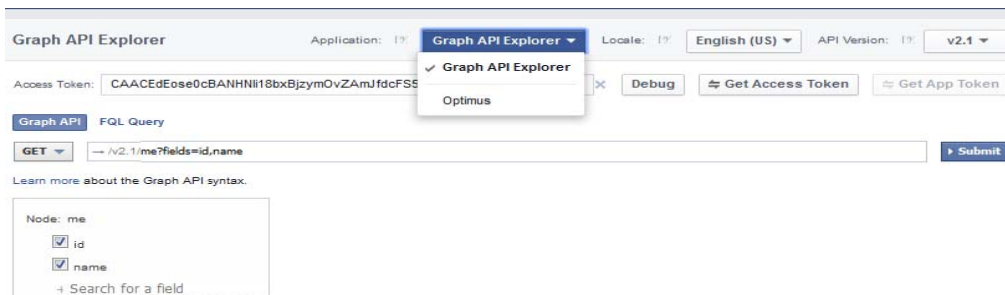
### 5.7.3. Δημιουργία ενός User Access Token

Τα συγκεκριμένα διακριτικά χρησιμοποιούνται σε περίπτωση που θέλει ο χρήστης να παρακολουθήσει κλειστές ομάδες. Σε αυτή την περίπτωση, ένα user access token πρέπει να δημιουργηθεί για κάποιο χρήστη ο οποίος έχει τουλάχιστον άδεια ανάγνωσης στη συγκεκριμένη κλειστή ομάδα. Να σημειωθεί πως αυτά τα διακριτικά λήγουν και θα πρέπει να ανανεώνονται χειροκίνητα κάθε δύο μήνες. Η διαδικασία είναι η ακόλουθη:

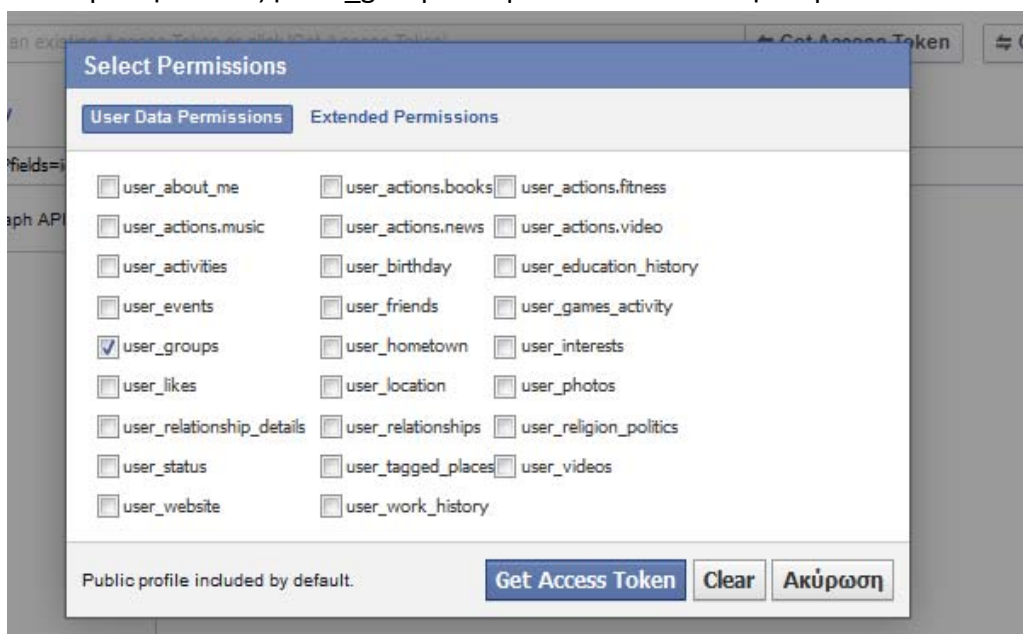
1. Ο χρήστης πηγαίνει στον Facebook Explorer και συνδέεται χρησιμοποιώντας τον προσωπικό του λογαριασμό.



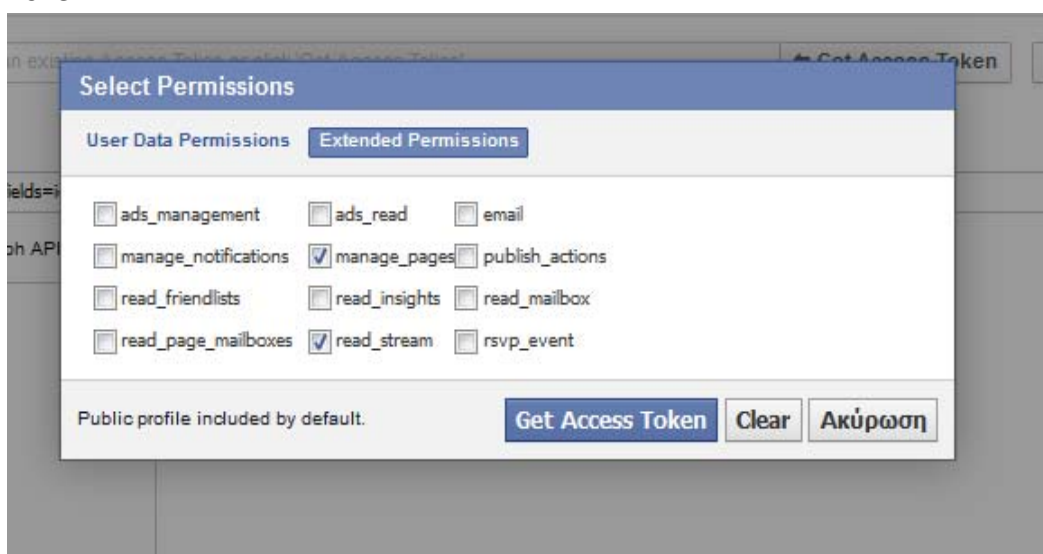
2. Πηγαίνει στο “Graph API Explorer” και επιλέγει την εφαρμογή που δημιούργησε.



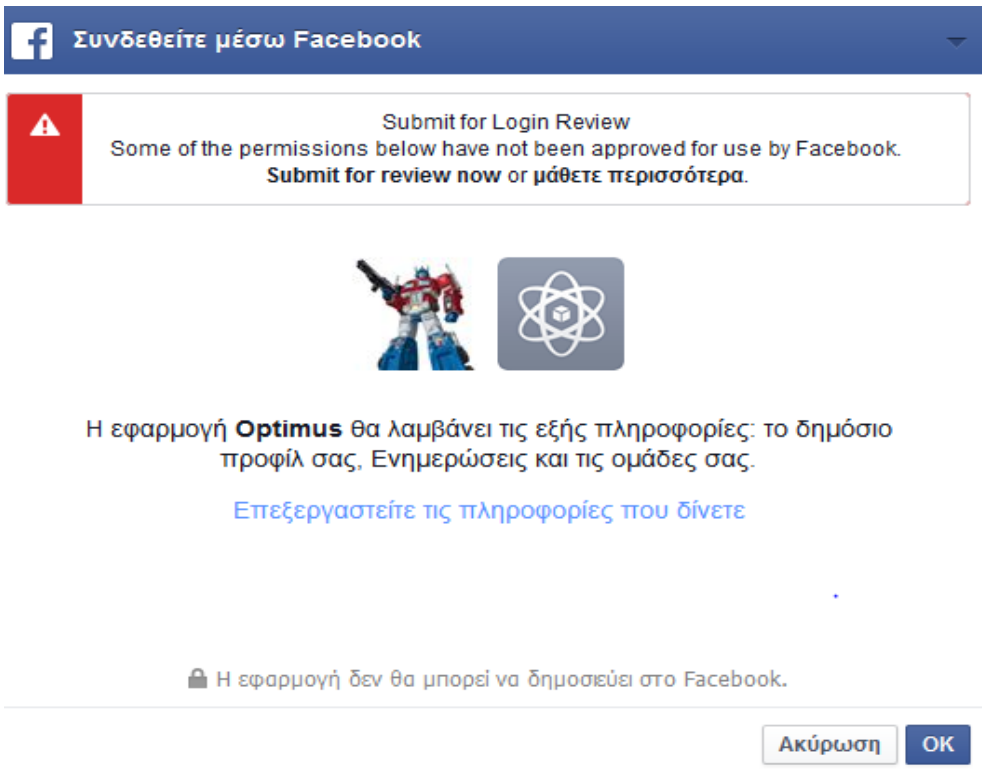
3. Κάνει κλικ στο “Get Access Token”.
4. Επιλέγει την ένδειξη user\_groups και μετά κάνει κλικ στην καρτέλα “Extended Permissions”.



5. Επιλέγει τις ενδείξεις manage\_pages και read\_stream και κάνει κλικ στην ένδειξη “Get Access Token”.



6. Επιλέγει “Οκ” όταν μια προειδοποίηση εμφανίζεται.



7. Αντιγράφει και επικολλάει τα Access Token, App ID και App Secret (από την εφαρμογή που εγκατέστησε) στα αντίστοιχα πεδία στον σύνδεσμο <https://smashballoon.com/custom-facebook-feed/docs/get-extended-facebook-user-access-token/> και κάνει κλικ στην ένδειξη “Get my User Access Token”.



#### 5.7.4. Ανανέωση του User Access Token

Για να ανανεώνεται αυτόματα το **User Access Token** όταν αυτό λήγει, θα πρέπει να γίνεται η εξής κλήση:

[https://graph.facebook.com/oauth/access\\_token?client\\_id=793391720704046&client\\_secret=0eaf35dfaa5776f1c7ef72a95b3bc04b&grant\\_type=fb\\_exchange\\_token&fb\\_exchange\\_token=CAALRleeuKC4BAOgcxtNmF6SXnvZA95pFfmmYdxD67ZAGzfl9zEDmFIdAjPNMZCaaVfotlzGH3dSeSKv84ByuZBBYwCvqWCU5G6lgUaCAFRg b6G0XUhsuzmmjms8XqZAGkEqNqH8pGD855zudveQcaCW5NmqGLWV9AWyRqMN8CQsZCWBLuvURYhHyrwiEPZB4WMZD,](https://graph.facebook.com/oauth/access_token?client_id=793391720704046&client_secret=0eaf35dfaa5776f1c7ef72a95b3bc04b&grant_type=fb_exchange_token&fb_exchange_token=CAALRleeuKC4BAOgcxtNmF6SXnvZA95pFfmmYdxD67ZAGzfl9zEDmFIdAjPNMZCaaVfotlzGH3dSeSKv84ByuZBBYwCvqWCU5G6lgUaCAFRg b6G0XUhsuzmmjms8XqZAGkEqNqH8pGD855zudveQcaCW5NmqGLWV9AWyRqMN8CQsZCWBLuvURYhHyrwiEPZB4WMZD)

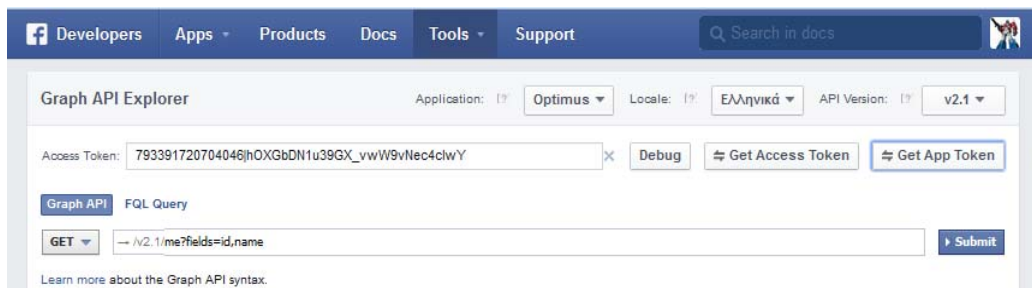
όπου έχουμε εισάγει τα app id, the app secret και το User Access Token που αποκτήθηκε από το προηγούμενο βήμα. Όσο το User Access Token δεν έχει λήξει, η κλήση θα δίνει ως έξοδο το User Access Token που εισήχθη. Όταν αυτό λήξει, τότε η κλήση θα δώσει ένα νέο User Access Token.

Η διαδικασία αυτή γίνεται αυτόματα από τη μονάδα καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

### 5.7.5. Δημιουργία ενός App Access Token

Για να αποκτήσει ο χρήστης ένα App Access Token, που δεν λήγει ποτέ, πρέπει να κάνει τα ακόλουθα:

1. Όσο είναι ακόμα συνδεδεμένος στον Facebook Graph API Explorer, κάνει κλικ στην ένδειξη “Get App Token”.

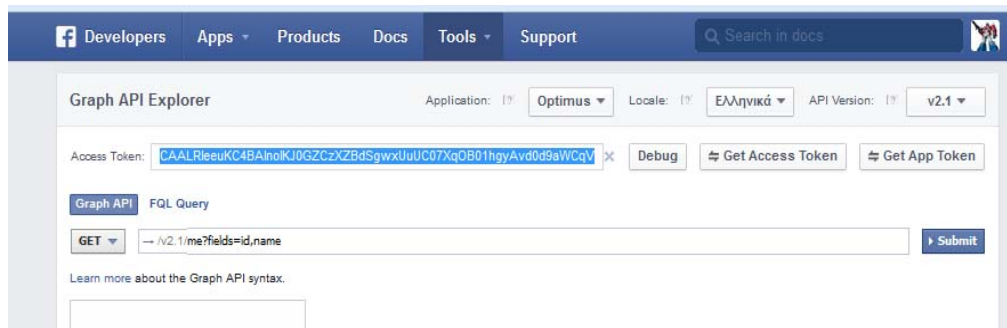


2. Αντιγράφει το App Access Token που εμφανίζεται στην οθόνη.

### 5.7.6. Δημιουργία ενός Page Access Token

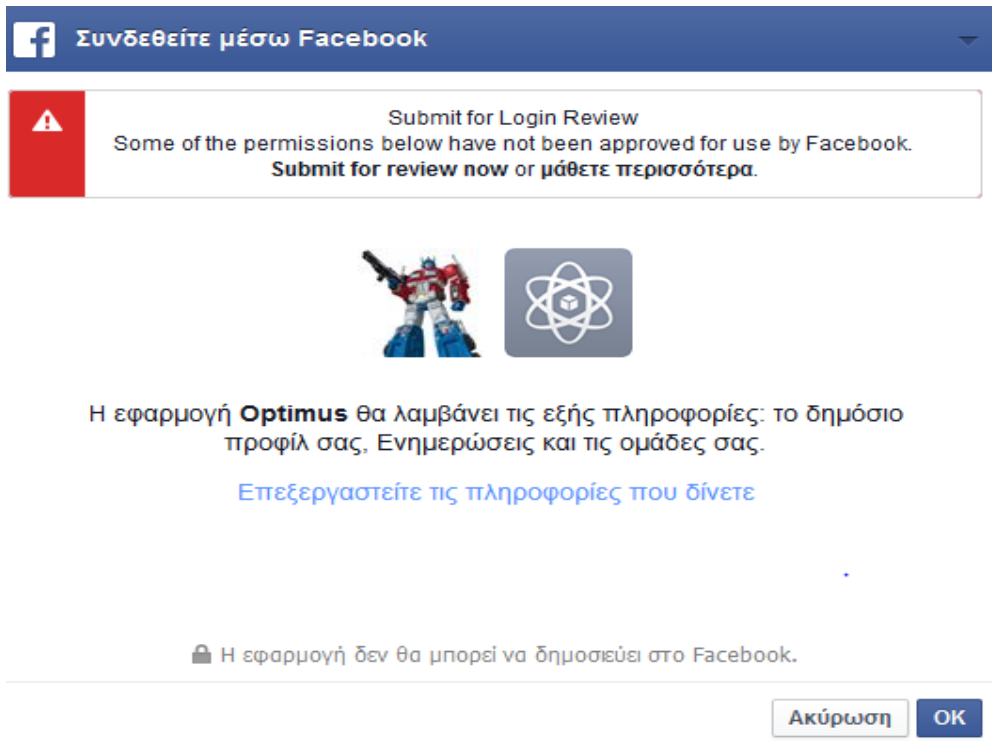
Το page access token είναι χρήσιμο για να συγκεντρωθούν δεδομένα σχετικά με σελίδες. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό που πιθανόν να πρέπει να προστεθεί στη μονάδα μελλοντικά ώστε να συσχετιστούν τα εισερχόμενα μηνύματα με επιπρόσθετα στατιστικά των σελίδων. Για να αποκτήθει ένα **Page Access Token**, πρέπει να γίνουν τα εξής βήματα:

1. Ο χρήστης πηγαίνει στον Graph API Explorer.
2. Επιλέγει την εφαρμογή και κάνει κλικ στο κουμπί “Get Access Key”.



3. Επιλέγει την καρτέλα “extended permissions”, κάνει κλικ στα manage\_pages και read\_insights και επιλέγει την ένδειξη “Get Access Token”.

4. Κάνει κλικ στο “OK”, όταν εμφανίζεται μια προειδοποίηση του Facebook.



5. Για να μετατραπούν τα διακριτικά μικρής διάρκειας ζωής, που αποκτήθηκαν από το προηγούμενο βήμα, σε μακράς διάρκειας, γίνεται η παρακάτω κλήση στο Graph API:

*[https://graph.facebook.com/oauth/access\\_token?client\\_id=<your FB App ID>&client\\_secret=<your FB App secret>](https://graph.facebook.com/oauth/access_token?client_id=<your FB App ID>&client_secret=<your FB App secret>)*

*[&grant\\_type=fb\\_exchange\\_token&fb\\_exchange\\_token=<your short-lived access token>](https://graph.facebook.com/oauth/access_token?client_id=<your FB App ID>&client_secret=<your FB App secret>&grant_type=fb_exchange_token&fb_exchange_token=<your short-lived access token>)*

6. Ο χρήστης αντιγράφει το νέο διακριτικό που επιστράφηκε μέσω της προηγούμενης κλήσης.

7. Κάνει μια κλήση στο Graph API για να δει τους λογαριασμούς του χρησιμοποιώντας το νέο διακριτικό μακράς διάρκειας ζωής:

*[https://graph.facebook.com/me/accounts?access\\_token=<your long-lived access token>](https://graph.facebook.com/me/accounts?access_token=<your long-lived access token>)*

```
{
  "data": [
    {
      "category": "Community organization",
      "name": "Optimus Page",
      "access_token":
      "CAALR1eeuKC4BAbGkhpqoYbJAtKehnj952CL0aASyrHQpCdSUB2IFkocw2DVjKo2IPDjQOk1EXY116ebIGdu0g0tIABMU1t2AknT2CvT9NGQRcEn3nWVYqtLYZAvhGcAG9VvZ4F11X8H9S15vehydDGy7eDQ0B9TxsawjeL
      ENi6Wdi1QUiNkOgnKJQvnpMemrL1pqViRRNLZB1QVz398f45",
      "perms": [
        "ADMINISTER",
        "EDIT_PROFILE",
        "CREATE_CONTENT",
        "MODERATE_CONTENT",
        "CREATE_ADS",
        "BASIC_ADMIN"
      ],
      "id": "647754778674666"
    }
  ],
  "paging": {
    "next": "https://graph.facebook.com/v2.1/288977081291937
    /accounts?access_token=CAALR1eeuKC4BAJLr1RUVZBvJ5j42B0SyuXhEmI4e7RkIx2qmi2St31XoGyd2q2BBxQvQUZAEKlj2CX6KfCwLtuawuDqxRmNz2MfW5UJLYMCvtaEtnHe3dqk2Cm7qtD78ZARvxBHDC0bYbHL
    BETG1B1ecVJQrnbDofjQuXAbG3asDqq0jWFn6h1o8M19byJUXMKFvL19QJ9HQLPrGZA14ZAspclimit=1000&offset=1000&_after_id=enc_AeyXBjVtrMikXjL64hrT0KBenWuXwN-
    y13oMvXUJH7Frm1nFeUa693UF1o8Izgek0OCFF3DTh7Hce-mL61ycB"
  }
}
```

8. Αντιγράφει το access token της σελίδας από την οποία θα παίρνει πληροφορίες.

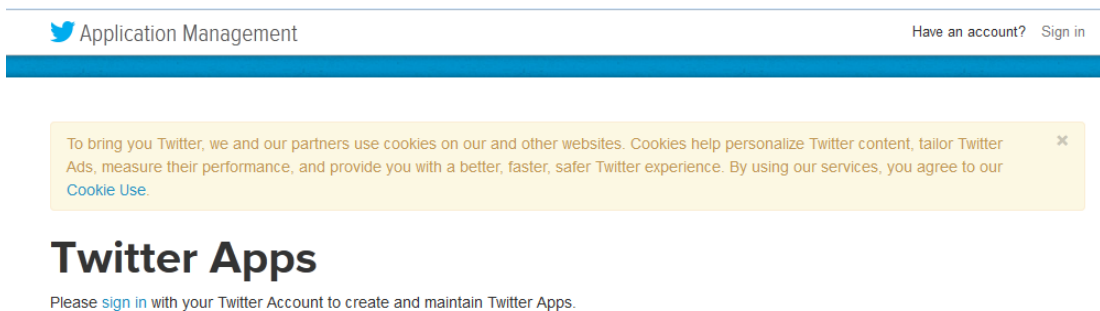
Το page access token που αποκτήθηκε δε λήγει. Ο χρήστης μπορεί να πάει στη διεύθυνση <https://developers.facebook.com/tools/debug> και να εισάγει το page access token για να επιβεβαιώσει ότι είναι ορισμένο στο “Expires: Never!”.



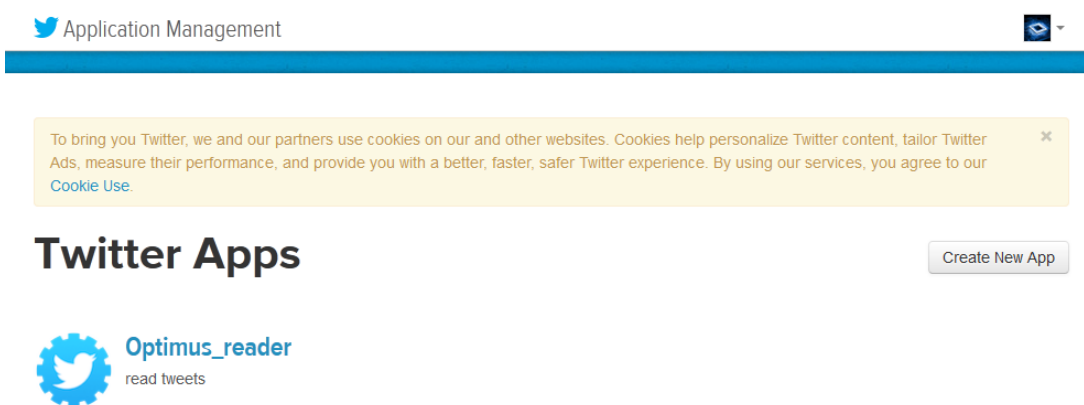
## 5.8. Διακριτικά Πρόσβασης του Twitter (Twitter access tokens)

Για να δημιουργηθεί μια εφαρμογή στο Twitter και να χρησιμοποιεί ο χρήστης τα δικά του access tokens στη μονάδα θα χρειαστεί να δημιουργηθεί μία εφαρμογή και να αποκτηθούν τα access tokens από τις ρυθμίσεις της εφαρμογής. Τα βήματα αυτά περιγράφονται παρακάτω.

1. Ο χρήστης πηγαίνει στη διεύθυνση <https://apps.twitter.com/>.



2. Συνδέεται χρησιμοποιώντας τους προσωπικούς του κωδικούς του Twitter.
3. Αφού συνδεθεί, ανοίγει ένα νέο παράθυρο και πηγαίνει στη διεύθυνση <https://apps.twitter.com/> ξανά, εάν είναι απαραίτητο.



4. Επιλέγει την ένδειξη “Create New App”.

5. Δίνει ένα όνομα και μια περιγραφή στην εφαρμογή του και εισάγει την ιστοσελίδα της εφαρμογής.

## Create an application

### Application Details

**Name \***

Your application name. This is used to attribute the source of a tweet and in user-facing authorization screens. 32 characters max.

**Description \***

Your application description, which will be shown in user-facing authorization screens. Between 10 and 200 characters max.

**Website \***

Your application's publicly accessible home page, where users can go to download, make use of, or find out more information about your application. This fully-qualified URL is used in the source attribution for tweets created by your application and will be shown in user-facing authorization screens. (If you don't have a URL yet, just put a placeholder here but remember to change it later.)

**Callback URL**

Where should we return after successfully authenticating? OAuth 1.0a applications should explicitly specify their oauth\_callback URL on the request token step.

6. Αποδέχεται την Συμφωνία Προγραμματιστή (Developer Agreement) και κάνει κλικ στην ένδειξη "Create your Twitter Application".

### Developer Agreement

Last Update: October 22, 2014.

This Twitter Developer Agreement ("**Agreement**") is made between you (either an individual or an entity, referred to herein as "**you**") and Twitter, Inc., on behalf of itself and its worldwide affiliates (collectively, "**Twitter**") and governs your access to and use of the Licensed Material (as defined below).

PLEASE READ THE TERMS AND CONDITIONS OF THIS AGREEMENT CAREFULLY, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY LINKED TERMS AND CONDITIONS APPEARING OR REFERENCED BELOW, WHICH ARE HEREBY MADE PART OF THIS LICENSE AGREEMENT. BY USING THE LICENSED MATERIAL, YOU ARE AGREEING THAT YOU HAVE READ, AND THAT YOU AGREE TO COMPLY WITH AND TO BE BOUND BY THE TERMS AND CONDITIONS OF THIS AGREEMENT AND ALL APPLICABLE LAWS AND REGULATIONS IN THEIR ENTIRETY WITHOUT LIMITATION OR QUALIFICATION. IF YOU DO NOT AGREE TO BE BOUND BY THIS AGREEMENT, THEN YOU MAY NOT ACCESS OR OTHERWISE USE THE LICENSED MATERIAL. THIS AGREEMENT IS EFFECTIVE AS OF THE FIRST DATE THAT YOU USE THE LICENSED MATERIAL ("**EFFECTIVE DATE**").

IF YOU ARE AN INDIVIDUAL REPRESENTING AN ENTITY, YOU ACKNOWLEDGE THAT YOU HAVE THE APPROPRIATE AUTHORITY TO ACCEPT THIS AGREEMENT ON BEHALF OF SUCH ENTITY. YOU MAY NOT USE THE LICENSED MATERIAL AND MAY NOT ACCEPT THIS AGREEMENT IF YOU ARE NOT OF LEGAL AGE TO FORM A BINDING CONTRACT WITH TWITTER, OR YOU ARE

Yes, I agree

Create your Twitter application

7. Κάνει κλικ στην ένδειξη “manage keys and access tokens” στις ρυθμίσεις της εφαρμογής.

### Application Settings

Your application's Consumer Key and Secret are used to [authenticate](#) requests to the Twitter Platform.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Access level            | Read-only ( <a href="#">modify app permissions</a> )  |
| Consumer Key (API Key)  | F3JaXeqhBUZEyFFP5wvFmUUWb ( <a href="#">manage keys and access tokens</a> )                           |
| Callback URL            | None  |
| Sign in with Twitter    | No  |
| App-only authentication | <a href="https://api.twitter.com/oauth2/token">https://api.twitter.com/oauth2/token</a>               |
| Request token URL       | <a href="https://api.twitter.com/oauth/request_token">https://api.twitter.com/oauth/request_token</a> |
| Authorize URL           | <a href="https://api.twitter.com/oauth/authorize">https://api.twitter.com/oauth/authorize</a>         |
| Access token URL        | <a href="https://api.twitter.com/oauth/access_token">https://api.twitter.com/oauth/access_token</a>   |

8. Αντιγράφει το consumer key (API key) και το consumer secret, που εμφανίζονται στην οθόνη, στην εφαρμογή.

## Optimus\_App

[Details](#) [Settings](#) [Keys and Access Tokens](#) [Permissions](#)

### Application Settings

Keep the "Consumer Secret" a secret. This key should never be human-readable in your application.

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Consumer Key (API Key)       | F3JaXeqhBUZEyFFP5wvFmUUWb                            |
| Consumer Secret (API Secret) | qVN9IZ20jovqhVWj5IJ7IOIsOGL0T4E2vJysr13hdckJlu8oDs   |
| Access Level                 | Read-only ( <a href="#">modify app permissions</a> ) |
| Owner                        | Peter_Megas  |
| Owner ID                     | 2269102003   |

9. Για να αποκτηθεί το access token, επιλέγει την ένδειξη “create my access token”.

### Your Access Token

You haven't authorized this application for your own account yet.

By creating your access token here, you will have everything you need to make API calls right away. The access token generated will be assigned your application's current permission level.

#### Token Actions

[Create my access token](#)

10. Αντιγράφει το access token key και το access token secret, που εμφανίζεται στην οθόνη, στην εφαρμογή.

#### Your Access Token

*This access token can be used to make API requests on your own account's behalf. Do not share your access token secret with anyone.*

|                     |  |
|---------------------|--|
| Access Token        | 2269102003-<br>RDne1G4sfml7UsqjzZQ5xPESSahbvUvaYvLLehy |
| Access Token Secret | 4oezGbF12bLMZivFaydmpA6MeIWiDDGf76gYh96UYLRZx          |
| Access Level        | Read-only  |
| Owner               | Peter_Megas  |
| Owner ID            | 2269102003   |

## 5.9 Βιβλιογραφικές Αναφορές

[5.1]: C. Doukas, “Social Media Data Capturing Module”, European project “OPTIMising the energy USE in cities with smart decision support system (OPTIMUS)”, Deliverable number 2.4, FP7/608703, October 2014.

[5.2]: ECMA International, “The JSON Data Interchange Format”, Standard ECMA-404, 1<sup>st</sup> Edition, October 2013.

[5.3]: C. Doukas, “Social Media Data Capturing Module”, European project “OPTIMising the energy USE in cities with smart decision support system (OPTIMUS)”, Deliverable number 2.4, FP7/608703, October 2014.

---

## 6<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Συμπεράσματα και Προοπτικές

---

## 6.1. Συμπεράσματα

Η μελέτη που διεξήχθη, τόσο για το θεσμικό πλαίσιο που διέπει την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης και τα μέτρα βελτίωσής της, όσο και για το σχεδιασμό του Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων Optimus, οδήγησε στην εξαγωγή ορισμένων χρήσιμων συμπερασμάτων.

Κατ' αρχήν, μελετώντας το θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα, γίνονται σαφείς οι τρόποι αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης, οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθεί αυτή η αξιολόγηση και, τέλος, το πλαίσιο λειτουργίας των ΕΕΥ με τη βοήθεια των οποίων είναι δυνατή η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Παράλληλα, διευκρινίζεται πως από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2019 όλα τα νέα κτήρια του δημόσιου τομέα θα πρέπει να είναι σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Καθίσταται, λοιπόν, σαφές πως είναι απαραίτητη η προώθηση και υλοποίηση μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα, όχι μόνο για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος αλλά και για λόγους συμμόρφωσης με την ελληνική νομοθεσία.

Δημιουργείται, επομένως, αναπόφευκτα, η ανάγκη υλοποίησης ενός Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων που θα λειτουργεί υποβοηθητικά ώστε να λαμβάνονται κάθε φορά τα βέλτιστα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας χωρίς να μειώνεται το επίπεδο άνεσης των χρηστών του κτηρίου. Για το σκοπό αυτό, δημιουργήθηκε, στα πλαίσια ευρωπαϊκού προγράμματος, ένα Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων, το οποίο λαμβάνει δεδομένα από μια μονάδα καταγραφής δεδομένων πρόβλεψης καιρού, μια μονάδα καταγραφής αποκεντρωμένων δεδομένων, μια μονάδα καταγραφής των τιμών της ενέργειας, μια μονάδα καταγραφής δεδομένων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και μια μονάδα καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης και προτείνει βραχυπρόθεσμες δράσεις ενεργειακής διαχείρισης.

Κατά τη διάρκεια της υλοποίησης, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στο να διατηρήσει η εφαρμογή ένα γενικό χαρακτήρα ο οποίος να μπορεί να ικανοποιήσει τις ανάγκες διαφορετικών τύπων κτηρίων.

Πιλοτικά, το συγκεκριμένο Σύστημα θα εφαρμοστεί σε δημοτικά κτήρια στο Zaanstad, στο Sant-Cugat και στη Savona.

Η παρούσα διπλωματική βοήθησε ενεργά στο σχεδιασμό της μονάδας καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης παρέχουν μεγάλες ποσότητες αδόμητων πληροφοριών οι οποίες εκφράζουν την άποψη των χρηστών σχετικά με διάφορες πτυχές της καθημερινής ζωής τους. Η συγκεκριμένη μονάδα είναι υπεύθυνη για την καταγραφή στοχευμένων πληροφοριών από τους υπαλλήλους του κτηρίου σχετικά με τα επίπεδα άνεσης, την αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών, και τις απαιτήσεις σχετικά με το χώρο στον οποίο ζουν. Οι πληροφορίες αυτές υφίστανται επεξεργασία και αποστέλλονται στο server του ΣΥΑ χρησιμοποιώντας ένα πρότυπο μήνυμα RDF.

Σε μετέπειτα στάδιο, το εισερχόμενο μήνυμα στο server θα υποστεί ανάλυση συναισθήματος

ώστε να αξιολογηθεί ως θετικό, αρνητικό ή ουδέτερο.

Η αρχιτεκτονική της μονάδας εξασφαλίζει ότι μπορεί εύκολα να επεκταθεί για να υποστηρίξει περισσότερους τύπους μέσων κοινωνικής δικτύωσης (όπως το Yammer, YouTube κ.λπ.) και ότι κάθε στοιχείο της μπορεί εύκολα να απομονωθεί για να επαληθευτεί η σωστή λειτουργία του. Να σημειωθεί πως ο έλεγχος επαλήθευσης που έγινε σε κάθε στοιχείο της μονάδας επιβεβαίωσε την ορθή λειτουργία του.

Τέλος, πρέπει να επισημανθεί πως η επιτυχία της μονάδας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την παρουσία σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης κάθε πιλοτικού κτηρίου. Παρά το γεγονός ότι από τεχνικής άποψης η μονάδα έχει ολοκληρωθεί, οι πιλοτικές πόλεις θα πρέπει να κάνουν καμπάνιες ενημέρωσης για τα κοινωνικά δίκτυα, προκειμένου να παρακινήσουν τους εργαζόμενους και τους χρήστες του πιλοτικού κτηρίου να συμμετάσχουν στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και να εκφράσουν τις απόψεις τους σχετικά με τις επιπτώσεις των εφαρμοζόμενων μέτρων στην καθημερινότητά τους.

## 6.2. Προοπτικές

Το Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων Optimus, μέρος του οποίου αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής, αποτελεί ένα ολοκληρωμένο εργαλείο για τη λήψη των βέλτιστων δράσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Το συγκεκριμένο Σύστημα θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο περαιτέρω μελέτης με βάση τα θεμέλια που έχει θέσει αυτή η διπλωματική. Πιθανές προοπτικές του Optimus project θα μπορούσαν να είναι οι εξής:

- Η πιλοτική εφαρμογή του Συστήματος σε κτήρια επιλεγμένων ελληνικών πόλεων, ώστε να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα του Συστήματος να προτείνει στοχευμένες δράσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Οι επιλεγμένες πόλεις θα πρέπει να επιλεγούν ώστε καθεμία να έχει διαφορετικές κλιματικές συνθήκες και τα πιλοτικά κτήρια θα πρέπει να έχουν διαφορετικές χρήσεις το καθένα ώστε να εξετασθεί, παράλληλα, και ο γενικός χαρακτήρας του Συστήματος στην πράξη.
- Δεδομένου ότι τον τελευταίο καιρό, νέα μέσα κοινωνικής δικτύωσης αναπτύσσονται ραγδαία και πολλά άτομα χρησιμοποιούν και άλλα κοινωνικά μέσα πέρα από το Facebook και το Twitter για την επικοινωνία τους, η μονάδα καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης θα μπορούσε, μελλοντικά, να ρυθμιστεί κατάλληλα ώστε να λαμβάνει δεδομένα και από κοινωνικά δίκτυα όπως το Yammer, το Pinterest, το Instagram, το You Tube κ.α.
- Η μονάδα καταγραφής δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, μελλοντικά, για κάθε project το οποίο απαιτεί την άντληση πληροφοριών από τα μέσα αυτά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η άντληση δεδομένων από τις δημοσιεύσεις των χρηστών σχετικών με τα πολιτικά κόμματα στην Ελλάδα και η επεξεργασία τους μέσω μιας ανάλυσης συναισθήματος με σκοπό να εξαχθεί μια πρόβλεψη του εκλογικού αποτελέσματος.

- Το Σύστημα θα μπορούσε να εφοδιαστεί με επιπρόσθετους αισθητήρες μέτρησης ώστε να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί, μελλοντικά, για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων με ιδιαίτερες ανάγκες, όπως τα νοσοκομεία. Κάτι τέτοιο, θα απαιτούσε μια πολύ πιο ακριβή παραμετροποίηση του Συστήματος, καθώς και τη λήψη μετρήσεων για κάθε επιμέρους χώρο του νοσοκομείου ξεχωριστά, λόγω των ειδικών συνθηκών που πρέπει να επικρατούν σε χώρους όπως τα χειρουργεία. Θα είχε, όμως, τεράστιο ενδιαφέρον στην εφαρμογή ως προς τη συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων, αλλά και στην απόφαση των προτεινόμενων δράσεων.



---

## Παράρτημα

---

## Π.1. Σύμβαση Εγγυημένης Απόδοσης

Η δομή της σύμβασης εγγυημένης απόδοσης είναι η ακόλουθη:

Αρχικά, ορίζονται οι συμβαλλόμενοι, δηλαδή καταγράφονται τα στοιχεία του πελάτη και της ΕΕΥ. Στη συνέχεια, η σύμβαση αποτελείται από 21 μέρη [Π.1].

### Πρώτο μέρος

Στο πρώτο μέρος ορίζονται οι απαραίτητες έννοιες που θα χρησιμοποιηθούν κατά την επεξήγηση των όρων της σύμβασης. Οι βασικότεροι ορισμοί είναι:

- Σύμβαση ενεργειακής απόδοσης (εφεξής Σύμβαση): Η παρούσα σύμβαση που υπογράφεται μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών, με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας και συναφούς με αυτήν οικονομικού οφέλους.
- Μέτρο βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας (εφεξής Μέτρο). Η προμήθεια και εγκατάσταση νέου εξοπλισμού, ο εκσυγχρονισμός ή αντικατάσταση υφιστάμενου εξοπλισμού, καθώς και κάθε εργασία ή υπηρεσία που παρέχεται από την Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών στο πλαίσιο της Σύμβασης με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στη Συμβατική Εγκατάσταση.
- Έργο: Το σύνολο των Μέτρων που υλοποιούνται στο πλαίσιο της Σύμβασης.
- Συνολική Εγγυημένη Εξοικονόμηση Ενέργειας: Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που εγγυάται η Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών ότι θα προκύψει ως αποτέλεσμα του συνόλου των μέτρων που θα υλοποιηθούν στο πλαίσιο της Σύμβασης.
- Συνολικό Εγγυημένο Οικονομικό Όφελος: Το οικονομικό όφελος που εγγυάται η Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών ότι θα προκύψει ως αποτέλεσμα του Έργου.
- Περίοδος Παρακολούθησης: Κάθε χρονική περίοδος εντός της περιόδου ισχύος της Σύμβασης, μετά την πάροδο της οποίας υπολογίζεται η Πραγματική Ενεργειακή Κατανάλωση, το Πραγματικό Οικονομικό Όφελος και το Πραγματικό Οικονομικό Αντάλλαγμα.
- Εγγυημένη Εξοικονόμηση Ενέργειας Περιόδου Παρακολούθησης: Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας εντός της Περιόδου Παρακολούθησης που εγγυάται η Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών ότι θα προκύψει από την υλοποίηση των δράσεων του Έργου.
- Εγγυημένο Οικονομικό Όφελος Περιόδου Παρακολούθησης: Το οικονομικό όφελος εντός της Περιόδου Παρακολούθησης που εγγυάται η Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών ότι θα προκύψει από την υλοποίηση των δράσεων του Έργου.
- Περίοδος Αναφοράς: Η χρονική περίοδος της οποίας οι καταναλώσεις ενέργειας κρίνονται αντιπροσωπευτικές από τα συμβαλλόμενα μέρη.
- Προβλεπόμενη Βασική Ενεργειακή Κατανάλωση Περιόδου Παρακολούθησης: Η κατανάλωση ενέργειας στη Συμβατική Εγκατάσταση εντός της Περιόδου Παρακολούθησης, η οποία υπολογίζεται με το σενάριο εξέλιξης της Βασικής Ενεργειακής Κατανάλωσης που περιγράφεται στο Πρόγραμμα Μέτρησης και Επαλήθευσης.
- Πραγματική Ενεργειακή Κατανάλωση Περιόδου Παρακολούθησης: Η κατανάλωση ενέργειας

εντός της Περιόδου Παρακολούθησης, η οποία προκύπτει ως αποτέλεσμα μετρήσεων και υπολογισμών, βάσει του Προγράμματος Μέτρησης και Επαλήθευσης.

- Πραγματική Εξοικονόμηση Ενέργειας Περιόδου Παρακολούθησης: Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που προκύπτει από την υλοποίηση των δραστηριοτήτων εντός της Περιόδου Παρακολούθησης. Προσδιορίζεται ως διαφορά της Πραγματικής Ενεργειακής Κατανάλωσης από την Προβλεπόμενη Ενεργειακή Κατανάλωση της Περιόδου.
- Πραγματικό Οικονομικό Όφελος Περιόδου Παρακολούθησης: Το οικονομικό όφελος που προκύπτει από την Πραγματική Εξοικονόμηση Ενέργειας της Περιόδου Παρακολούθησης.
- Συνολική Πραγματική Εξοικονόμηση Ενέργειας: Η συνολική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που προκύπτει ως αποτέλεσμα του Έργου.
- Συνολικό Πραγματικό Οικονομικό Όφελος: Το συνολικό οικονομικό όφελος που προκύπτει ως αποτέλεσμα της Συνολικής Πραγματικής Εξοικονόμησης Ενέργειας.
- Συμβατικό Οικονομικό Αντάλλαγμα: Η προβλεπόμενη από τη Σύμβαση αμοιβή της Επιχείρησης Ενεργειακών Υπηρεσιών για τις παρεχόμενες υπηρεσίες της εντός μιας Περιόδου Παρακολούθησης.
- Πραγματικό Οικονομικό Αντάλλαγμα: Η αποδιδόμενη στην Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών αμοιβή για τις παρεχόμενες υπηρεσίες της εντός μιας Περιόδου Παρακολούθησης, όπως προκύπτει από την Έκθεση Περιόδου Παρακολούθησης.
- Έκθεση Περιόδου Παρακολούθησης: Η έκθεση που συντάσσεται από την Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών στο τέλος κάθε Περιόδου Παρακολούθησης και περιλαμβάνει μετρήσεις και υπολογισμούς που έχουν γίνει για τον προσδιορισμό της Πραγματικής Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Πραγματικού Οικονομικού Οφέλους, καθώς και την οικονομική εκκαθάριση για τον προσδιορισμό του Πραγματικού Οικονομικού Ανταλλάγματος της Επιχείρησης Ενεργειακών Υπηρεσιών για την Περίοδο Παρακολούθησης.
- Συμβατικός Εξοπλισμός: Ο εξοπλισμός που εγκαθίσταται, αναβαθμίζεται ή εκσυγχρονίζεται στο πλαίσιο της Σύμβασης.
- Συμβατική Εγκατάσταση: Οι εγκαταστάσεις (κτήρια ή/και τμήματα κτηρίων) του Πελάτη, όπου υλοποιείται το Έργο.

### Δεύτερο μέρος

Στο δεύτερο μέρος, εξηγείται με σαφήνεια το αντικείμενο της Σύμβασης. Συγκεκριμένα, ορίζονται τα εξής:

- Η ΕΕΥ υλοποιεί το Έργο βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης της Συμβατικής Εγκατάστασης. Το οικονομικό αντάλλαγμα της ΕΕΥ προέρχεται από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται από την υλοποίηση του Έργου.
- Το Έργο θα υλοποιηθεί στη Συμβατική Εγκατάσταση.
- Η χρηματοδότηση του Συμβατικού Εξοπλισμού θα γίνει από τον πελάτη.
- Το Έργο περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες δραστηριότητες και υπηρεσίες οι οποίες παρέχονται από την ΕΕΥ και σκοπό έχουν την εγκατάσταση νέου εξοπλισμού ή την αναβάθμιση του υφιστάμενου, καθώς και οποιεσδήποτε άλλες παρεμβάσεις συμβάλλουν

στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της Συμβατικής Εγκατάστασης.

- Πριν την υπογραφή της συγκεκριμένης Σύμβασης, η ΕΕΥ έχει ήδη εκπονήσει Μελέτη Σκοπιμότητας βάσει της οποίας οριστικοποιήθηκαν ο Κατάλογος Μέτρων και Συμβατικού Εξοπλισμού, καθώς και το Πρόγραμμα Υλοποίησης.

### Τρίτο μέρος

Στο τρίτο μέρος, ορίζεται ο χρόνος έναρξης της Σύμβασης καθώς και η διάρκεια ισχύος της.

Ημερομηνία έναρξης της Σύμβασης θεωρείται η ημερομηνία υπογραφής της, ενώ η Συμβατική Περίοδος διαρκεί από την ημερομηνία έναρξης μέχρι και την ημερομηνία λήξης της, η οποία ορίζεται και αυτή στο συγκεκριμένο μέρος της Σύμβασης.

Επιπλέον, διευκρινίζεται πως σε περίπτωση επίτευξης του Συνολικού Εγγυημένου Οικονομικού Οφέλους σε χρονικό διάστημα μικρότερο της Συμβατικής Περιόδου, η Σύμβαση λύεται αυτοδικαίως. Τα συμβαλλόμενα μέρη δύνανται στην περίπτωση αυτή να συμφωνήσουν για παράταση της συνεργασίας τους, με τους ίδιους ή διαφορετικούς οικονομικούς όρους, είτε μέσω τροποποίησης της Σύμβασης είτε μέσω σύναψης νέας σύμβασης ενεργειακής απόδοσης.

### Τέταρτο μέρος

Στο τέταρτο μέρος, παρέχονται διευκρινίσεις σχετικά με την Περίοδο Παρακολούθησης.

Συγκεκριμένα, η Συμβατική Περίοδος υποδιαιρείται σε Περιόδους Παρακολούθησης. Η Περίοδος Παρακολούθησης αποτελεί τη βασική χρονική μονάδα παρακολούθησης της εκτέλεσης της Σύμβασης. Στο τέλος κάθε Περιόδου Παρακολούθησης, διενεργούνται από την ΕΕΥ οι προβλεπόμενες μετρήσεις και υπολογισμοί για τον προσδιορισμό της Πραγματικής Εξοικονόμησης Ενέργειας Περιόδου Παρακολούθησης και του αντίστοιχου Πραγματικού Οικονομικού Οφέλους Περιόδου Παρακολούθησης.

### Πέμπτο μέρος

Στο πέμπτο μέρος, περιγράφονται η περίοδος αναφοράς, η ενεργειακή κατανάλωση της περιόδου αναφοράς καθώς και οι τιμές της ενέργειας.

Συγκεκριμένα, αναφέρεται πως για τον υπολογισμό της Πραγματικής Εξοικονόμησης Ενέργειας και του Πραγματικού Οικονομικού Οφέλους των Περιόδων Παρακολούθησης, χρησιμοποιείται ως χρονική περίοδος η Περίοδος Αναφοράς.

Η κατανάλωση κάθε ενεργειακού προϊόντος εντός της Περιόδου Αναφοράς (Βασική Ενεργειακή Κατανάλωση), αποτελεί την αφετηρία για τον προσδιορισμό της Πραγματικής Εξοικονόμησης Ενέργειας κάθε Περιόδου Παρακολούθησης. Με βάση το Πρόγραμμα Μέτρησης και Επαλήθευσης, προσδιορίζεται για κάθε Περίοδο Παρακολούθησης, η Προβλεπόμενη Βασική Ενεργειακή Κατανάλωση για κάθε ενεργειακό προϊόν, η οποία αποτελεί τη βάση σύγκρισης με

την Πραγματική Ενεργειακή Κατανάλωση της Περιόδου Παρακολούθησης.

Επιπλέον, για τη μετατροπή του ενεργειακού οφέλους σε οικονομικό όφελος, είναι απαραίτητη η τιμή ενέργειας ανά Περίοδο Παρακολούθησης (Τιμή Ενέργειας Περιόδου Παρακολούθησης). Η Τιμή Ενέργειας Περιόδου Παρακολούθησης ανά ενεργειακό προϊόν αποτελεί τη μέση τιμή των τιμών ενέργειας του συγκεκριμένου ενεργειακού προϊόντος κατά την Περίοδο Παρακολούθησης.

#### Έκτο μέρος

Στο έκτο μέρος καταγράφονται οι εγγυήσεις από την πλευρά της ΕΕΥ σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας και το οικονομικό όφελος που θα προκύψει από την υλοποίηση του Έργου.

Στον υπολογισμό του εγγυημένου οικονομικού οφέλους λαμβάνονται υπόψη η εγγυημένη εξοικονόμηση ενέργειας, οι Τιμές Ενέργειας Περιόδου Παρακολούθησης καθώς και το όφελος που επιτυγχάνεται από τη μείωση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης της Συμβατικής Εγκατάστασης.

#### Έβδομο μέρος

Στο έβδομο μέρος, καταρτίζεται ο Κατάλογος Μέτρων και Συμβατικού Εξοπλισμού.

Τα συμβαλλόμενα μέρη καταρτίζουν Κατάλογο Μέτρων και Συμβατικού Εξοπλισμού, στον οποίο καταγράφονται όλα τα μέτρα που υλοποιούνται από την ΕΕΥ καθώς και ο εξοπλισμός που εγκαθίσταται ή εκσυγχρονίζεται στο πλαίσιο της Σύμβασης.

#### Όγδοο μέρος

Στο όγδοο μέρος ορίζεται το οικονομικό αντάλλαγμα της ΕΕΥ και οι όροι καταβολής του.

Συγκεκριμένα, ορίζεται το Συμβατικό Οικονομικό Αντάλλαγμα της ΕΕΥ ανά Περίοδο Παρακολούθησης για τις παρεχόμενες υπηρεσίες της. Αυτό αποτελεί και το Πραγματικό Οικονομικό Αντάλλαγμα που καταβάλλεται στην ΕΕΥ, υπό την προϋπόθεση ότι το Πραγματικό Οικονομικό Όφελος της Περιόδου Παρακολούθησης δεν είναι μικρότερο από το Εγγυημένο Οικονομικό Όφελος αυτής.

Σε περίπτωση που σε κάποια Περίοδο Παρακολούθησης το Πραγματικό Οικονομικό Όφελος υπολείπεται του Εγγυημένου Οικονομικού Οφέλους, το Πραγματικό Οικονομικό Αντάλλαγμα καταβάλλεται μειωμένο κατά το ποσό της διαφοράς. Εάν το Πραγματικό Οικονομικό Αντάλλαγμα είναι αρνητικό, τότε καταβάλλεται από την ΕΕΥ στον πελάτη ως αποζημίωση.

Σε περίπτωση αυτοδίκαιης λύσης της Σύμβασης, καταβάλλεται στην ΕΕΥ η εναπομείνασα διαφορά του συνολικού Συμβατικού Οικονομικού Ανταλλάγματος.

### Ένατο μέρος

Στο ένατο μέρος περιγράφεται η διαδικασία τεχνικής και οικονομικής αποτίμησης της προόδου του Έργου που γίνεται στο τέλος κάθε Περιόδου Παρακολούθησης.

Μέσα σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα από την ημερομηνία λήξης της Περιόδου Παρακολούθησης, η ΕΕΥ υποβάλλει στον πελάτη την Έκθεση Περιόδου Παρακολούθησης.

Μετά την έγκριση της Έκθεσης Περιόδου Παρακολούθησης από τον πελάτη, αυτή υπογράφεται από τα συμβαλλόμενα μέρη και, εφόσον προκύπτει θετικό Πραγματικό Οικονομικό Αντάλλαγμα, εκδίδεται από την ΕΕΥ τιμολόγιο για την Περίοδο Παρακολούθησης, ενώ σε περίπτωση αρνητικού Πραγματικού Οικονομικού Ανταλλάγματος, αυτό καταβάλλεται ως αποζημίωση στον πελάτη.

Τέλος, ορίζεται ο χρόνος εξόφλησης του τιμολογίου από τον πελάτη και ο χρόνος καταβολής της αποζημίωσης από την ΕΕΥ.

### Δέκατο μέρος

Στο δέκατο μέρος, περιγράφεται αναλυτικά το Πρόγραμμα Υλοποίησης, στο οποίο καταγράφονται τα εξής:

- Γίνεται αναλυτική περιγραφή των δραστηριοτήτων, των πόρων και των χρονοδιαγραμμάτων του Έργου.
- Ο χρόνος έναρξης του Έργου.
- Η υποχρέωση νομικής συμμόρφωσης του Έργου με την ισχύουσα νομοθεσία.
- Η υποχρέωση διεξαγωγής ελέγχου ποιότητας των Μέτρων του Έργου.
- Το χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης των συμφωνηθέντων εργασιών.
- Αυτεπιστασία – Υπεργολαβίες: Η ΕΕΥ δύναται να υλοποιήσει το Έργο είτε με δικά της μέσα είτε να αναθέσει σε τρίτους μέρος του Έργου, φέροντας, όμως, σε κάθε περίπτωση αμέριστη ευθύνη ολοκλήρωσης του Έργου.
- Η υποχρέωση παροχής πρόσβασης στη Συμβατική Εγκατάσταση από τον πελάτη στην ΕΕΥ και στους υπεργολάβους της.
- Η υποχρέωση της ΕΕΥ να χρησιμοποιεί κατά την υλοποίηση του Έργου τον εξοπλισμό και τα υλικά που προβλέπονται στο Πρόγραμμα Μέτρων. Η ΕΕΥ δύναται να χρησιμοποιήσει παρόμοια υλικά και εξοπλισμό σε σχέση με τα προβλεπόμενα μόνο στην περίπτωση που έχουν τουλάχιστον αντίστοιχα τεχνικά χαρακτηριστικά και μετά από έγγραφη έγκριση του πελάτη.
- Η υποχρέωση της ΕΕΥ να παραδίδει στον πελάτη Έκθεση Ολοκλήρωσης Εργασιών σε καθορισμένο διάστημα μετά την ολοκλήρωση κάθε εργασίας ή μίας ομάδας εργασιών. Εφόσον παρατηρούνται αποκλίσεις από τα οριζόμενα στο Πρόγραμμα Υλοποίησης, καταρτίζεται Πρόγραμμα Συμπληρωματικών Εργασιών για την άρση των αποκλίσεων αυτών. Τα έξοδα των συμπληρωματικών εργασιών βαρύνουν την ΕΕΥ.
- Ο περιορισμός που επιβάλλεται στην ΕΕΥ σύμφωνα με τον οποίο δε δύναται να προβαίνει σε

έναρξη υλοποίησης Μέτρων, για τα οποία υφίστανται, βάσει του Προγράμματος Υλοποίησης, προαπαιτούμενα Μέτρα που δεν έχουν ολοκληρωθεί.

- Η υποχρέωση της ΕΕΥ να παρέχει στον πελάτη οδηγίες για τη λειτουργία και συντήρηση του Συμβατικού Εξοπλισμού, καθώς και πλήρη κατάλογο ανταλλακτικών αυτού.
- Η υποχρέωση της ΕΕΥ να εκτελέσει τις εργασίες που προβλέπονται στο Πρόγραμμα Υλοποίησης παρέχοντας τις εγγυήσεις ποιότητας που περιγράφονται για κάθε εργασία σε αυτό (εγγυήσεις καλής εκτέλεσης).
- Εάν κατά το χρονικό διάστημα ισχύος της εγγύησης καλής εκτέλεσης διαπιστωθούν ελλείψεις ή ατέλειες στις εκτελεσθείσες εργασίες ή στον εγκατεστημένο Συμβατικό Εξοπλισμό, τα συμβαλλόμενα μέρη συντάσσουν και υπογράφουν από κοινού Πρόγραμμα Συμπληρωματικών Εργασιών, το οποίο οφείλει η ΕΕΥ να υλοποιεί με ίδια δαπάνη και μέσα.

#### Ενδέκατο μέρος

Στο ενδέκατο μέρος επεξηγείται το Πρόγραμμα Μέτρησης και Επαλήθευσης.

Συγκεκριμένα, ορίζεται πως τα συμβαλλόμενα μέρη έχουν συμφωνήσει ότι όλες οι διαδικασίες μέτρησης και υπολογισμού του ενεργειακού και οικονομικού οφέλους από την υλοποίηση του Έργου θα γίνονται με βάση το Πρόγραμμα Μέτρησης και Επαλήθευσης.

Το Πρόγραμμα Μέτρησης και Επαλήθευσης καθορίζει τις διαδικασίες και τη μεθοδολογία μέτρησης και επαλήθευσης κάθε Μέτρου. Οι διαδικασίες και η μεθοδολογία μέτρησης είναι σύμφωνες με το Διεθνές Πρωτόκολλο Μέτρησης και Επαλήθευσης.

#### Δωδέκατο μέρος

Το δωδέκατο μέρος αφορά τις ουσιώδεις αλλαγές που μπορεί να γίνουν στη Συμβατική Εγκατάσταση. Κατ' αρχάς, ορίζεται το ποσοστό μεταβολής της κατανάλωσης ενέργειας πάνω από το οποίο θα θεωρείται πως η αλλαγή που το προκάλεσε είναι ουσιώδης.

Στη συνέχεια, ορίζονται τυπικά παραδείγματα ουσιωδών αλλαγών, για παράδειγμα, αλλαγές του τρόπου χρήσης της εγκατάστασης, αλλαγές του ωραρίου λειτουργίας της εγκατάστασης, μεταβολές στα πρότυπα επίπεδα λειτουργίας και άνεσης κ.λ.π.

Τέλος, διευκρινίζεται πως ο πελάτης οφείλει να ενημερώσει εγγράφως την ΕΕΥ για κάθε ουσιώδη αλλαγή στις εγκαταστάσεις του έγκαιρα, ενώ παράλληλα, καθίσταται σαφές πως κάθε τέτοια αλλαγή αποτελεί λόγο τροποποίησης της Σύμβασης.

#### Δέκατο τρίτο μέρος

Στο δέκατο τρίτο μέρος ορίζονται οι υποχρεώσεις και τα δικαιώματα των συμβαλλόμενων μερών. Ορισμένες από αυτές τις υποχρεώσεις και τα δικαιώματα είναι:

- Σε περίπτωση καθυστέρησης από τον Πελάτη της εκπλήρωσης των υποχρεώσεων πληρωμής του Πραγματικού Οικονομικού Ανταλλάγματος, η ΕΕΥ έχει το δικαίωμα να απαιτήσει ρήτρα

ανερχόμενη σε ποσοστό επί του οφειλόμενου ποσού για κάθε ημέρα καθυστέρησης.

- Η ΕΕΥ φέρει ευθύνη έναντι του Πελάτη για τυχόν αποκλίσεις από τις απαιτήσεις της Σύμβασης καθώς και για τυχόν παραβάσεις της ισχύουσας νομοθεσίας και τεχνικών κανονισμών.
- Σε περίπτωση καθυστέρησης της εκπλήρωσης των υποχρεώσεων της ΕΕΥ που προβλέπονται στη Σύμβαση, συμπεριλαμβανομένης της καθυστέρησης στην εκτέλεση των εργασιών και στην αποκατάσταση διαπιστωμένων αδυναμιών ή ελλείψεων, ο πελάτης δικαιούται να απαιτήσει αποζημίωση.
- Η καταβολή αποζημίωσης ή οποιαδήποτε άλλη ανάληψη ευθύνης δεν απαλλάσσει τα συμβαλλόμενα μέρη από την εκπλήρωση των υποχρεώσεων τους βάσει της Σύμβασης.

#### Δέκατο τέταρτο μέρος

Στο δέκατο τέταρτο μέρος ορίζονται τα δικαιώματα κυριότητας. Συγκεκριμένα, ο πελάτης έχει την κυριότητα κάθε εξοπλισμού που εγκαθίσταται από την ΕΕΥ στη Συμβατική Εγκατάσταση.

#### Δέκατο πέμπτο μέρος

Στο δέκατο πέμπτο μέρος ορίζονται οι περιπτώσεις ανωτέρας βίας και καθορίζεται η διαδικασία που ακολουθείται σε αυτές τις περιπτώσεις.

Ως περιστατικά ανωτέρας βίας νοούνται ιδίως η πλημμύρα, ο κεραυνός, ο σεισμός, η πυρκαγιά, η έκρηξη, ο πόλεμος, η κατάσταση εθνικής ανάγκης, καθώς και κάθε απρόβλεπτο παρόμοιο γεγονός εφόσον βρίσκεται εκτός της σφαίρας κάθε βαθμού υπαιτιότητας των μερών.

Σε περίπτωση που συμβούν τα παραπάνω περιστατικά, το συμβαλλόμενο μέρος που αδυνατεί να εκπληρώσει τις υποχρεώσεις του που απορρέουν από τη Σύμβαση, εντός δύο ημερών από τη στιγμή που έλαβε χώρα το γεγονός ανωτέρας βίας, οφείλει να ανακοινώσει εγγράφως την αδυναμία του αυτή στο άλλο συμβαλλόμενο μέρος, περιγράφοντας το γεγονός της ανωτέρας βίας, ποιες από τις υποχρεώσεις του αδυνατεί να εκπληρώσει λόγω του γεγονότος αυτού και την πιθανολογούμενη διάρκεια, και οφείλει να λαμβάνει κάθε πρόσφορο μέτρο για την άρση των συνεπειών της ανωτέρας βίας. Η αναστολή ισχύει όσο διαρκεί η ανωτέρα βία και δεν αφορά υποχρεώσεις των οποίων η εκπλήρωση δεν επηρεάζεται από τη φύση του γεγονότος της ανωτέρας βίας.

Τα περιστατικά ανωτέρας βίας είναι αποδεκτά μόνον ως λόγος καθυστέρησης και σε καμία περίπτωση δε γεννούν αξίωση αποζημίωσης οποιουδήποτε από τα συμβαλλόμενα μέρη.

#### Δέκατο έκτο μέρος

Στο δέκατο έκτο μέρος συμφωνείται η διαδικασία επίλυσης πιθανών διαφορών μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών.

Τα συμβαλλόμενα μέρη συμφωνούν ρητά να επιδιώξουν την επίλυση οποιασδήποτε διαφοράς που τυχόν ανακύψει κατά την εκτέλεση ή ερμηνείας της Σύμβασης με φιλικές διαπραγματεύσεις.



Στην περίπτωση αυτή συγκροτείται Επιτροπή Εξώδικης Επίλυσης Διαφοράς, αποτελούμενη από εκπροσώπους των συμβαλλομένων μερών. Το αποτέλεσμα των φιλικών διαπραγματεύσεων αποτυπώνεται σε πρακτικό, το οποίο υπογράφεται από τα μέλη της ανωτέρω επιτροπής.

Για την επίλυση διαφορών επί τεχνικών θεμάτων, έστω και αν αυτές συνεπάγονται οικονομικές συνέπειες ή επιμερισμό υπαιτιότητας, τα συμβαλλόμενα μέρη δύνανται να προσφεύγουν σε ανεξάρτητο εμπειρογνώμονα από τον Κατάλογο Ανεξάρτητων Εμπειρογνομόνων.

#### Δέκατο έβδομο μέρος

Στο δέκατο έβδομο μέρος ορίζονται οι προϋποθέσεις καταγγελίας της Σύμβασης.

Συγκεκριμένα, κάθε συμβαλλόμενο μέρος δικαιούται να καταγγείλει τη Σύμβαση σε περίπτωση μη εκπλήρωσης ή πλημμελούς εκπλήρωσης των υποχρεώσεων του αντισυμβαλλόμενου μέρους.

Απαραίτητη προϋπόθεση της άσκησης του δικαιώματος της καταγγελίας ορίζεται η άπρακτη πάροδος της προθεσμίας των δέκα πέντε ημερών, η οποία ορίζεται με έγγραφο που κοινοποιείται με δικαστικό επιμελητή στο μέρος που εκπληρώνει πλημμελώς τις συμβατικές του υποχρεώσεις, προκειμένου το τελευταίο να συμμορφωθεί με τις υποχρεώσεις.

#### Δέκατο όγδοο μέρος

Στο δέκατο όγδοο μέρος συμφωνείται ο τρόπος επικοινωνίας μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών.

#### Δέκατο ένατο μέρος

Στο δέκατο ένατο μέρος ορίζεται πως η Σύμβαση τροποποιείται μόνο με έγγραφη και ρητή συμφωνία μεταξύ των συμβαλλομένων μερών.

#### Εικοστό μέρος

Στο εικοστό μέρος περιγράφεται ο τρόπος λύσης της Σύμβασης καθώς και τυπικοί λόγοι λύσης μιας σύμβασης.

Ορίζεται πως λύση της Σύμβασης μπορεί να γίνει είτε με συμφωνία των συμβαλλομένων μερών, είτε με απόφαση δικαστηρίου.

Τυπικοί λόγοι λύσης της Σύμβασης μπορεί να είναι:

- Αθέτηση ουσιωδών όρων της Σύμβασης.
- Συστηματικές καθυστερήσεις στην εκτέλεση του Έργου σε σχέση με το χρονοδιάγραμμα εκ μέρους της Επιχείρησης Ενεργειακών Υπηρεσιών, χωρίς καμία υπαιτιότητα από τον Πελάτη.
- Αδυναμία εξασφάλισης των απαραίτητων για την εκτέλεση του Έργου αδειών και εγκρίσεων
- Συστηματική αδυναμία συμμόρφωσης της Επιχείρησης Ενεργειακών Υπηρεσιών προς τις προδιαγραφές και απαιτήσεις ποιότητας του Έργου.

## Εικοστό πρώτο μέρος

Στο εικοστό πρώτο και τελευταίο μέρος καταγράφονται οι τελικές διατάξεις της Σύμβασης.

## **Π.2. Σύμβαση Διαμοιραζόμενου Οφέλους**

Η δομή της σύμβασης διαμοιραζόμενου οφέλους είναι η ακόλουθη:

Αρχικά, ορίζονται οι συμβαλλόμενοι, δηλαδή καταγράφονται τα στοιχεία του πελάτη και της ΕΕΥ. Στη συνέχεια, η σύμβαση αποτελείται από 21 μέρη [Π.1].

### Πρώτο μέρος

Στο πρώτο μέρος ορίζονται οι απαραίτητες έννοιες που θα χρησιμοποιηθούν κατά την επεξήγηση των όρων της σύμβασης. Οι βασικότεροι ορισμοί είναι:

- Σύμβαση ενεργειακής απόδοσης (εφεξής Σύμβαση): Η παρούσα σύμβαση που υπογράφεται μεταξύ των συμβαλλομένων μερών, με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας και συναφούς με αυτήν οικονομικού οφέλους.
- Μέτρο βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας (εφεξής Μέτρο). Η προμήθεια και εγκατάσταση νέου εξοπλισμού, ο εκσυγχρονισμός ή αντικατάσταση υφιστάμενου εξοπλισμού, καθώς και κάθε εργασία ή υπηρεσία που παρέχεται από την Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών στο πλαίσιο της Σύμβασης με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στη Συμβατική Εγκατάσταση.
- Έργο: Το σύνολο των Μέτρων που υλοποιούνται στο πλαίσιο της Σύμβασης.
- Συνολική Εγγυημένη Εξοικονόμηση Ενέργειας: Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που εγγυάται η Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών ότι θα προκύψει ως αποτέλεσμα του συνόλου των μέτρων που θα υλοποιηθούν στο πλαίσιο της Σύμβασης.
- Συνολικό Εγγυημένο Οικονομικό Όφελος: Το οικονομικό όφελος που εγγυάται η Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών ότι θα προκύψει ως αποτέλεσμα του Έργου.
- Περίοδος Παρακολούθησης: Κάθε χρονική περίοδος εντός της περιόδου ισχύος της Σύμβασης, μετά την πάροδο της οποίας υπολογίζεται η Πραγματική Ενεργειακή Κατανάλωση, το Πραγματικό Οικονομικό Όφελος και το Πραγματικό Οικονομικό Αντάλλαγμα.
- Περίοδος Λειτουργίας: Το κύριο μέρος της Συμβατικής Περιόδου, το οποίο ακολουθεί την Προκαταρκτική Περίοδο.
- Εγγυημένη Εξοικονόμηση Ενέργειας Περιόδου Παρακολούθησης: Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας εντός της Περιόδου Παρακολούθησης που εγγυάται η Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών ότι θα προκύψει από την υλοποίηση των δράσεων του Έργου.
- Εγγυημένο Οικονομικό Όφελος Περιόδου Παρακολούθησης: Το οικονομικό όφελος εντός της Περιόδου Παρακολούθησης που εγγυάται η Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών ότι θα προκύψει από την υλοποίηση των δράσεων του Έργου.
- Περίοδος Αναφοράς: Η χρονική περίοδος της οποίας οι καταναλώσεις ενέργειας κρίνονται αντιπροσωπευτικές από τα συμβαλλόμενα μέρη.

- Προβλεπόμενη Βασική Ενεργειακή Κατανάλωση Περιόδου Παρακολούθησης: Η κατανάλωση ενέργειας στη Συμβατική Εγκατάσταση εντός της Περιόδου Παρακολούθησης, η οποία υπολογίζεται με το σενάριο εξέλιξης της Βασικής Ενεργειακής Κατανάλωσης που περιγράφεται στο Πρόγραμμα Μέτρησης και Επαλήθευσης.
- Πραγματική Ενεργειακή Κατανάλωση Περιόδου Παρακολούθησης: Η κατανάλωση ενέργειας εντός της Περιόδου Παρακολούθησης, η οποία προκύπτει ως αποτέλεσμα μετρήσεων και υπολογισμών, βάσει του Προγράμματος Μέτρησης και Επαλήθευσης.
- Πραγματική Εξοικονόμηση Ενέργειας Περιόδου Παρακολούθησης: Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που προκύπτει από την υλοποίηση των δραστηριοτήτων εντός της Περιόδου Παρακολούθησης. Προσδιορίζεται ως διαφορά της Πραγματικής Ενεργειακής Κατανάλωσης από την Προβλεπόμενη Ενεργειακή Κατανάλωση της Περιόδου.
- Πραγματικό Οικονομικό Όφελος Περιόδου Παρακολούθησης: Το οικονομικό όφελος που προκύπτει από την Πραγματική Εξοικονόμηση Ενέργειας της Περιόδου Παρακολούθησης.
- Συνολική Πραγματική Εξοικονόμηση Ενέργειας: Η συνολική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που προκύπτει ως αποτέλεσμα του Έργου.
- Συνολικό Πραγματικό Οικονομικό Όφελος: Το συνολικό οικονομικό όφελος που προκύπτει ως αποτέλεσμα της Συνολικής Πραγματικής Εξοικονόμησης Ενέργειας.
- Συμβατικό Οικονομικό Αντάλλαγμα: Η προβλεπόμενη από τη Σύμβαση αμοιβή της Επιχείρησης Ενεργειακών Υπηρεσιών για τις παρεχόμενες υπηρεσίες της εντός μιας Περιόδου Παρακολούθησης.
- Πραγματικό Οικονομικό Αντάλλαγμα: Η αποδιδόμενη στην Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών αμοιβή για τις παρεχόμενες υπηρεσίες της εντός μιας Περιόδου Παρακολούθησης, όπως προκύπτει από την Έκθεση Περιόδου Παρακολούθησης.
- Έκθεση Περιόδου Παρακολούθησης: Η έκθεση που συντάσσεται από την Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών στο τέλος κάθε Περιόδου Παρακολούθησης και περιλαμβάνει μετρήσεις και υπολογισμούς που έχουν γίνει για τον προσδιορισμό της Πραγματικής Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Πραγματικού Οικονομικού Οφέλους, καθώς και την οικονομική εκκαθάριση για τον προσδιορισμό του Πραγματικού Οικονομικού Ανταλλάγματος της Επιχείρησης Ενεργειακών Υπηρεσιών για την Περίοδο Παρακολούθησης.
- Συμβατικός Εξοπλισμός: Ο εξοπλισμός που εγκαθίσταται, αναβαθμίζεται ή εκσυγχρονίζεται στο πλαίσιο της Σύμβασης.
- Συμβατική Εγκατάσταση: Οι εγκαταστάσεις (κτίρια ή/και τμήματα κτιρίων) του Πελάτη, όπου υλοποιείται το Έργο.

### Δεύτερο μέρος

Στο δεύτερο μέρος, εξηγείται με σαφήνεια το αντικείμενο της Σύμβασης. Συγκεκριμένα, ορίζονται τα εξής:

- Η ΕΕΥ υλοποιεί το Έργο βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης της Συμβατικής Εγκατάστασης. Το οικονομικό αντάλλαγμα της ΕΕΥ προέρχεται από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται από την υλοποίηση του Έργου.

- Το Έργο θα υλοποιηθεί στην Συμβατική Εγκατάσταση.
- Το Έργο θα υλοποιηθεί με ίδια μέσα και πόρους από την ΕΕΥ, η οποία και αναλαμβάνει και την χρηματοδότησή του.
- Το Έργο περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες δραστηριότητες και υπηρεσίες οι οποίες παρέχονται από την ΕΕΥ και σκοπό έχουν την εγκατάσταση νέου εξοπλισμού ή την αναβάθμιση του υφιστάμενου, καθώς και οποιεσδήποτε άλλες παρεμβάσεις συμβάλλουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της Συμβατικής Εγκατάστασης.
- Πριν την υπογραφή της συγκεκριμένης Σύμβασης, η ΕΕΥ έχει ήδη εκπονήσει Μελέτη Σκοπιμότητας βάσει της οποίας οριστικοποιήθηκαν ο Κατάλογος Μέτρων και Συμβατικού Εξοπλισμού (παράρτημα Π.8), καθώς και το Πρόγραμμα Υλοποίησης.

### Τρίτο μέρος

Στο τρίτο μέρος, ορίζεται ο χρόνος έναρξης της Σύμβασης καθώς και η διάρκεια ισχύος της.

Ημερομηνία έναρξης της Σύμβασης θεωρείται η ημερομηνία υπογραφής της, ενώ η Συμβατική Περίοδος διαρκεί από την ημερομηνία έναρξης μέχρι και την ημερομηνία λήξης της, η οποία ορίζεται και αυτή στο συγκεκριμένο μέρος της Σύμβασης.

### Τέταρτο μέρος

Στο τέταρτο μέρος, παρέχονται διευκρινίσεις σχετικά με την Προκαταρκτική Περίοδο και την Περίοδο Παρακολούθησης.

Η Προκαταρκτική Περίοδος αποτελεί το διάστημα προμήθειας, εγκατάστασης και αναβάθμισης του απαραίτητου εξοπλισμού. Η περίοδος Παρακολούθησης.

Η Περίοδος Παρακολούθησης αποτελεί τη βασική χρονική μονάδα παρακολούθησης της εκτέλεσης της Σύμβασης. Στο τέλος κάθε Περιόδου Παρακολούθησης, διενεργούνται από την ΕΕΥ οι προβλεπόμενες μετρήσεις και υπολογισμοί για τον προσδιορισμό της Πραγματικής Εξοικονόμησης Ενέργειας Περιόδου Παρακολούθησης και του αντίστοιχου Πραγματικού Οικονομικού Οφέλους Περιόδου Παρακολούθησης.

Η Προκαταρκτική Περίοδος και η Περίοδος Παρακολούθησης συνιστούν την Συμβατική Περίοδο.

### Πέμπτο μέρος

Στο πέμπτο μέρος, περιγράφονται η περίοδος αναφοράς, η ενεργειακή κατανάλωση της περιόδου αναφοράς καθώς και οι τιμές της ενέργειας.

Ως χρονική περίοδος βάσης, χρησιμοποιείται το ημερολογιακό έτος που προηγείται του έτους σύναψης της σύμβασης (Περίοδος Αναφοράς).

Η κατανάλωση κάθε ενεργειακού προϊόντος εντός της Περιόδου Αναφοράς (Βασική Ενεργειακή Κατανάλωση), αποτελεί την αφετηρία για τον προσδιορισμό της Πραγματικής Εξοικονόμησης

Ενέργειας κάθε Περιόδου Παρακολούθησης. Με βάση το σενάριο εξέλιξης που περιγράφεται στο Πρόγραμμα Μέτρησης και Επαλήθευσης, προσδιορίζεται για κάθε Περίοδο Παρακολούθησης, ανά ενεργειακό προϊόν, η Προβλεπόμενη Βασική Ενεργειακή Κατανάλωση, η οποία αποτελεί τη βάση σύγκρισης με την Πραγματική Ενεργειακή Κατανάλωση της Περιόδου Παρακολούθησης.

Επιπλέον, για τη μετατροπή του ενεργειακού οφέλους σε οικονομικό όφελος, είναι απαραίτητη η τιμή ενέργειας ανά Περίοδο Παρακολούθησης (Τιμή Ενέργειας Περιόδου Παρακολούθησης). Η Τιμή Ενέργειας Περιόδου Παρακολούθησης ανά ενεργειακό προϊόν αποτελεί την μέση τιμή των τιμών ενέργειας του συγκεκριμένου ενεργειακού προϊόντος κατά την Περίοδο Παρακολούθησης.

#### Έκτο μέρος

Στο έκτο μέρος, καταρτίζεται ο Κατάλογος Μέτρων και Συμβατικού Εξοπλισμού.

Τα συμβαλλόμενα μέρη καταρτίζουν Κατάλογο Μέτρων και Συμβατικού Εξοπλισμού, στον οποίο καταγράφονται όλα τα μέτρα που υλοποιούνται από την ΕΕΥ καθώς και ο εξοπλισμός που εγκαθίσταται ή εκσυγχρονίζεται στο πλαίσιο της Σύμβασης.

#### Έβδομο μέρος

Στο έβδομο μέρος ορίζεται το οικονομικό αντάλλαγμα της ΕΕΥ και οι όροι καταβολής του.

Συγκεκριμένα, ορίζεται πως το Οικονομικό Αντάλλαγμα της ΕΕΥ για τις παρεχόμενες υπηρεσίες στο πλαίσιο της Σύμβασης συμφωνείται ότι θα υπολογίζεται ως ποσοστό % επί του Πραγματικού Οικονομικού Οφέλους για κάθε Περίοδο Παρακολούθησης.

Επιπλέον, συμφωνήθηκε να χρησιμοποιηθεί το μοντέλο διαμοιρασμού οφέλους, το οποίο αποτυπώνεται στον πίνακα Ποσοστών Οικονομικού Ανταλλάγματος των Περιόδων Παρακολούθησης.

Το Πραγματικό Οικονομικό Αντάλλαγμα της ΕΕΥ προσδιορίζεται στο τέλος κάθε Περιόδου Παρακολούθησης και συνοψίζεται σε ανακεφαλαιωτικό πίνακα στην Έκθεση Περιόδου Παρακολούθησης.

#### Όγδοο μέρος

Στο όγδοο μέρος περιγράφεται η διαδικασία τεχνικής και οικονομικής αποτίμησης της προόδου του Έργου που γίνεται στο τέλος κάθε Περιόδου Παρακολούθησης.

Μέσα σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα από την ημερομηνία λήξης της Περιόδου Παρακολούθησης, η ΕΕΥ υποβάλλει στον πελάτη την Έκθεση Περιόδου Παρακολούθησης.

Μετά την έγκριση της Έκθεσης Περιόδου Παρακολούθησης από τον πελάτη, αυτή υπογράφεται από τα συμβαλλόμενα μέρη και, εκδίδεται από την ΕΕΥ τιμολόγιο για την Περίοδο Παρακολούθησης με ποσό το Οικονομικό Αντάλλαγμα που συμφωνήθηκε στην Έκθεση Περιόδου

Παρακολούθησης. Τέλος, ορίζεται ο χρόνος εξόφλησης του τιμολογίου από τον πελάτη.

### Ένατο μέρος

Στο ένατο μέρος, περιγράφεται αναλυτικά το Πρόγραμμα Υλοποίησης, στο οποίο καταγράφονται τα εξής:

- Γίνεται αναλυτική περιγραφή των δραστηριοτήτων, των πόρων και των χρονοδιαγραμμάτων του Έργου.
- Ο χρόνος έναρξης του Έργου.
- Ο όροι προμήθειας και εγκατάστασης στου εξοπλισμού. Ο Συμβατικός Εξοπλισμός θα εγκατασταθεί από την ΕΕΥ στη Συμβατική Εγκατάσταση.
- Οι διαδικασίες δοκιμαστικής λειτουργίας και εκκίνησης. Η ΕΕΥ διενεργεί πλήρη έλεγχο λειτουργίας και κάθε στοιχείο εξοπλισμού που εγκαθιστά, σύμφωνα με τις διαδικασίες και οδηγίες των κατασκευαστών, πριν από την έγκριση και παραλαβή από τον Πελάτη.
- Η υποχρέωση νομικής συμμόρφωσης του Έργου με την ισχύουσα νομοθεσία.
- Η υποχρέωση διεξαγωγής ελέγχου ποιότητας των Μέτρων του Έργου.
- Το χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης των συμφωνηθέντων εργασιών.
- Αυτεπιστασία – Υπεργολαβίες: Η ΕΕΥ δύναται να υλοποιήσει το Έργο είτε με δικά της μέσα είτε να αναθέσει σε τρίτους μέρος του Έργου, φέροντας, όμως, σε κάθε περίπτωση αμέριστη την ευθύνη ολοκλήρωσης του Έργου.
- Η υποχρέωση παροχής πρόσβασης στην Συμβατική Εγκατάσταση από τον πελάτη στην ΕΕΥ και στους υπεργολάβους της.
- Η υποχρέωση της ΕΕΥ να χρησιμοποιεί κατά την υλοποίηση του Έργου τον εξοπλισμό και τα υλικά που προβλέπονται στο Πρόγραμμα Μέτρων. Η ΕΕΥ δύναται να χρησιμοποιήσει παρόμοια υλικά και εξοπλισμό σε σχέση με τα προβλεπόμενα μόνο στην περίπτωση που έχουν τουλάχιστον αντίστοιχα τεχνικά χαρακτηριστικά και μετά από έγγραφη έγκριση του πελάτη.
- Η υποχρέωση της ΕΕΥ να παραδίδει στον πελάτη Έκθεση Ολοκλήρωσης Εργασιών σε καθορισμένο διάστημα μετά την ολοκλήρωση κάθε εργασίας ή μίας ομάδας εργασιών. Εφόσον παρατηρούνται αποκλίσεις από τα οριζόμενα στο Πρόγραμμα Υλοποίησης, καταρτίζεται Πρόγραμμα Συμπληρωματικών Εργασιών για την άρση των αποκλίσεων αυτών. Τα έξοδα των συμπληρωματικών εργασιών βαρύνουν την ΕΕΥ.
- Ο περιορισμός που επιβάλλεται στην ΕΕΥ σύμφωνα με τον οποίο δεν δύναται να προβαίνει σε έναρξη υλοποίησης Μέτρων, για τα οποία υφίστανται, βάσει του Προγράμματος Υλοποίησης, προαπαιτούμενα Μέτρα που δεν έχουν ολοκληρωθεί.
- Η υποχρέωση της ΕΕΥ να παρέχει στον πελάτη οδηγίες για τη λειτουργία και συντήρηση του Συμβατικού Εξοπλισμού, καθώς και πλήρη κατάλογο ανταλλακτικών αυτού.
- Η υποχρέωση της ΕΕΥ να εκτελέσει τις εργασίες που προβλέπονται στο Πρόγραμμα Υλοποίησης παρέχοντας τις εγγυήσεις ποιότητας που περιγράφονται για κάθε εργασία σε αυτό (εγγυήσεις καλής εκτέλεσης).
- Εάν κατά το χρονικό διάστημα ισχύος της εγγύησης καλής εκτέλεσης διαπιστωθούν ελλείψεις

ή ατέλειες στις εκτελεσθείσες εργασίες ή στον εγκατεστημένο Συμβατικό Εξοπλισμό, τα συμβαλλόμενα μέρη συντάσσουν και υπογράφουν από κοινού Πρόγραμμα Συμπληρωματικών Εργασιών, το οποίο οφείλει η ΕΕΥ να υλοποιεί με ίδια δαπάνη και μέσα.

#### Δέκατο μέρος

Στο δέκατο μέρος επεξηγείται το Πρόγραμμα Μέτρησης και Επαλήθευσης.

Συγκεκριμένα, ορίζεται πως τα συμβαλλόμενα μέρη έχουν συμφωνήσει ότι όλες οι διαδικασίες μέτρησης και υπολογισμού του ενεργειακού και οικονομικού οφέλους από την υλοποίηση του Έργου θα γίνονται με βάση το Πρόγραμμα Μέτρησης και Επαλήθευσης.

Το Πρόγραμμα Μέτρησης και Επαλήθευσης καθορίζει τις διαδικασίες και τη μεθοδολογία μέτρησης και επαλήθευσης κάθε Μέτρου. Οι διαδικασίες και η μεθοδολογία μέτρησης είναι σύμφωνες με το Διεθνές Πρωτόκολλο Μέτρησης και Επαλήθευσης.

#### Ενδέκατο μέρος

Το ενδέκατο μέρος αφορά τις ουσιώδεις αλλαγές που μπορεί να γίνουν στη Συμβατική Εγκατάσταση. Αρχικά ορίζεται το ποσοστό μεταβολής της κατανάλωσης ενέργειας πάνω από το οποίο θα θεωρείται πως η αλλαγή που το προκάλεσε είναι ουσιώδης.

Στη συνέχεια, ορίζονται τυπικά παραδείγματα ουσιωδών αλλαγών, για παράδειγμα, αλλαγές του τρόπου χρήσης της εγκατάστασης, αλλαγές του ωραρίου λειτουργίας της εγκατάστασης, μεταβολές στα πρότυπα επίπεδα λειτουργίας και άνεσης κ.λ.π.

Τέλος, διευκρινίζεται πως ο πελάτης οφείλει να ενημερώσει εγγράφως την ΕΕΥ για κάθε ουσιώδη αλλαγή στις εγκαταστάσεις του έγκαιρα, ενώ παράλληλα, καθίσταται σαφές πως κάθε τέτοια αλλαγή αποτελεί λόγο τροποποίησης της Σύμβασης.

#### Δωδέκατο μέρος

Στο δωδέκατο μέρος ορίζονται οι υποχρεώσεις και τα δικαιώματα των συμβαλλόμενων μερών. Ορισμένες από αυτές τις υποχρεώσεις και τα δικαιώματα είναι:

- Σε περίπτωση καθυστέρησης από τον Πελάτη της εκπλήρωσης των υποχρεώσεων πληρωμής του Πραγματικού Οικονομικού Ανταλλάγματος, η ΕΕΥ έχει το δικαίωμα να απαιτήσει ρήτρα ανερχόμενη σε ποσοστό επί του οφειλόμενου ποσού για κάθε ημέρα καθυστέρησης.
- Η ΕΕΥ φέρει ευθύνη έναντι του Πελάτη για τυχόν αποκλίσεις από τις απαιτήσεις της Σύμβασης καθώς και για τυχόν παραβάσεις της ισχύουσας νομοθεσίας και τεχνικών κανονισμών.
- Σε περίπτωση καθυστέρησης της εκπλήρωσης των υποχρεώσεων της ΕΕΥ που προβλέπονται στη Σύμβαση, συμπεριλαμβανομένης της καθυστέρησης στην εκτέλεση των εργασιών και στην αποκατάσταση διαπιστωμένων αδυναμιών ή ελλείψεων, ο πελάτης δικαιούται να απαιτήσει αποζημίωση.

- Η καταβολή αποζημίωσης ή οποιαδήποτε άλλη ανάληψη ευθύνης δεν απαλλάσσει τα συμβαλλόμενα μέρη από την εκπλήρωση των υποχρεώσεων τους βάσει της Σύμβασης.

#### Δέκατο τρίτο μέρος

Στο δέκατο τρίτο μέρος ορίζονται τα δικαιώματα κυριότητας.

Συγκεκριμένα, η κυριότητα του Συμβατικού Εξοπλισμού παραμένει στην ΕΕΥ κατά τη διάρκεια ισχύος της Σύμβασης. Με τη λήξη της Σύμβασης, η κυριότητα και τα οφέλη από τις εκτελεσθείσες εργασίες και τον εγκατεστημένο από την ΕΕΥ εξοπλισμό περιέρχονται στον Πελάτη χωρίς οικονομικό αντάλλαγμα.

#### Δέκατο τέταρτο μέρος

Στο δέκατο τέταρτο μέρος ορίζεται ο υπεύθυνος για τη συντήρηση και τη λειτουργία του εξοπλισμού.

Συγκεκριμένα, η ΕΕΥ είναι υπεύθυνη για τη συντήρηση, επισκευές και προσαρμογές του Συμβατικού Εξοπλισμού. Το κόστος της διαδικασίας αυτής βαρύνει αποκλειστικά την ΕΕΥ, εκτός από την περίπτωση αμέλειας ή κακής διαχείρισης του πελάτη οπότε και το αντίστοιχο κόστος βαρύνει τον τελευταίο.

Ο Πελάτης οφείλει να ενημερώνει άμεσα την ΕΕΥ ή τους εξουσιοδοτημένους υπερεργολάβους της για:

- Οποιαδήποτε δυσλειτουργία του Συμβατικού Εξοπλισμού που μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς τις εγγυημένες εξοικονομήσεις ενέργειας .
- Οποιαδήποτε διακοπή ή τροποποίηση της παροχής ενέργειας στις εγκαταστάσεις του πελάτη .
- Οποιαδήποτε τροποποίηση, αντικατάσταση ή αλλαγή τρόπου λειτουργίας εξοπλισμού που επηρεάζει την εκτέλεση του Έργου.

#### Δέκατο πέμπτο μέρος

Στο δέκατο πέμπτο μέρος ορίζονται οι περιπτώσεις ανωτέρας βίας και καθορίζεται η διαδικασία που ακολουθείται σε αυτές τις περιπτώσεις.

Ως περιστατικά ανωτέρας βίας νοούνται ιδίως η πλημμύρα, ο κεραυνός, ο σεισμός, η πυρκαγιά, η έκρηξη, ο πόλεμος, η κατάσταση εθνικής ανάγκης, καθώς και κάθε απρόβλεπτο παρόμοιο γεγονός εφόσον βρίσκεται εκτός της σφαίρας κάθε βαθμού υπαιτιότητας των μερών.

Σε περίπτωση που συμβούν τα παραπάνω περιστατικά, το συμβαλλόμενο μέρος που αδυνατεί να εκπληρώσει τις υποχρεώσεις του που απορρέουν από τη Σύμβαση, εντός δύο ημερών από τη στιγμή που έλαβε χώρα το γεγονός ανωτέρας βίας, οφείλει να ανακοινώσει εγγράφως την αδυναμία του αυτή στο άλλο συμβαλλόμενο μέρος, περιγράφοντας το γεγονός της ανωτέρας



βίας, ποιες από τις υποχρεώσεις του αδυνατεί να εκπληρώσει λόγω του γεγονότος αυτού και την πιθανολογούμενη διάρκεια, και οφείλει να λαμβάνει κάθε πρόσφορο μέτρο για την άρση των συνεπειών της ανωτέρας βίας. Η αναστολή ισχύει όσο διαρκεί η ανωτέρα βία και δεν αφορά υποχρεώσεις των οποίων η εκπλήρωση δεν επηρεάζεται από τη φύση του γεγονότος της ανωτέρας βίας.

Τα περιστατικά ανωτέρας βίας είναι αποδεκτά μόνον ως λόγος καθυστέρησης και σε καμία περίπτωση δεν γεννούν αξίωση αποζημίωσης οποιουδήποτε από τα συμβαλλόμενα μέρη.

#### Δέκατο έκτο μέρος

Στο δέκατο έκτο μέρος συμφωνείται η διαδικασία επίλυσης πιθανών διαφορών μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών.

Τα συμβαλλόμενα μέρη συμφωνούν ρητά να επιδιώξουν την επίλυση οποιασδήποτε διαφοράς που τυχόν ανακύψει κατά την εκτέλεση ή ερμηνεία της Σύμβασης με φιλικές διαπραγματεύσεις. Στην περίπτωση αυτή συγκροτείται Επιτροπή Εξώδικης Επίλυσης Διαφοράς, αποτελούμενη από εκπροσώπους των συμβαλλομένων μερών. Το αποτέλεσμα των φιλικών διαπραγματεύσεων αποτυπώνεται σε πρακτικό, το οποίο υπογράφεται από τα μέλη της ανωτέρω επιτροπής.

Για την επίλυση διαφορών επί τεχνικών θεμάτων, έστω και αν αυτές συνεπάγονται οικονομικές συνέπειες ή επιμερισμό υπαιτιότητας, τα συμβαλλόμενα μέρη δύνανται να προσφεύγουν σε ανεξάρτητο εμπειρογνώμονα από τον Κατάλογο Ανεξάρτητων Εμπειρογνομόνων.

#### Δέκατο έβδομο μέρος

Στο δέκατο έβδομο μέρος ορίζονται οι προϋποθέσεις καταγγελίας της Σύμβασης.

Συγκεκριμένα, κάθε συμβαλλόμενο μέρος δικαιούται να καταγγείλει τη Σύμβαση σε περίπτωση μη εκπλήρωσης ή πλημμελούς εκπλήρωσης των υποχρεώσεων του αντισυμβαλλόμενου μέρους.

Απαραίτητη προϋπόθεση της άσκησης του δικαιώματος της καταγγελίας ορίζεται η άπρακτη πάροδος της προθεσμίας των δέκα πέντε ημερών, η οποία ορίζεται με έγγραφο που κοινοποιείται με δικαστικό επιμελητή στο μέρος που εκπληρώνει πλημμελώς τις συμβατικές του υποχρεώσεις, προκειμένου το τελευταίο να συμμορφωθεί με τις υποχρεώσεις.

#### Δέκατο όγδοο μέρος

Στο δέκατο όγδοο μέρος συμφωνείται ο τρόπος επικοινωνίας μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών.

#### Δέκατο ένατο μέρος

Στο δέκατο ένατο μέρος ορίζεται πως η Σύμβαση τροποποιείται μόνο με έγγραφη και ρητή συμφωνία μεταξύ των συμβαλλομένων μερών.

### Εικοστό μέρος

Στο εικοστό μέρος περιγράφεται ο τρόπος λύσης της Σύμβασης καθώς και τυπικοί λόγοι λύσης μιας σύμβασης.

Ορίζεται πως λύση της Σύμβασης μπορεί να γίνει είτε με συμφωνία των συμβαλλομένων μερών, είτε με απόφαση δικαστηρίου.

Τυπικοί λόγοι λύσης της Σύμβασης μπορεί να είναι:

- Αθέτηση ουσιωδών όρων της Σύμβασης.
- Συστηματικές καθυστερήσεις στην εκτέλεση του Έργου σε σχέση με το χρονοδιάγραμμα εκ μέρους της Επιχείρησης Ενεργειακών Υπηρεσιών, χωρίς καμία υπαιτιότητα από τον Πελάτη.
- Αδυναμία εξασφάλισης των απαραίτητων για την εκτέλεση του Έργου αδειών και εγκρίσεων
- Συστηματική αδυναμία συμμόρφωσης της Επιχείρησης Ενεργειακών Υπηρεσιών προς τις προδιαγραφές και απαιτήσεις ποιότητας του Έργου.

### Εικοστό πρώτο μέρος

Στο εικοστό πρώτο και τελευταίο μέρος καταγράφονται οι τελικές διατάξεις της Σύμβασης.

## **Π.3. Κώδικας Υλοποίησης Προσαρμογέα Facebook**

```

from facepy import GraphAPI
import re
import os
import hashlib
import json
import datetime
from couchbase import Couchbase

#parsing file "social_monitors_settings.ini"
import configparser
parser=configparser.ConfigParser()
parser.read("social_monitors_settings.ini")

#stuff needed for url replacement
urls = '(?: %s)' % '|'.join('http https telnet gopher file wais
ftp'.split())
ltrs = r'\w'
gunk = r'/#~:~.?+=&%@!\-\'
punc = r':\.\-\'
any = "%(ltrs)s%(gunk)s%(punc)s" % { 'ltrs' : ltrs,
                                     'gunk' : gunk,
                                     'punc' : punc }

url = r''''''

```

```

\b # start at word boundary
%(urls)s : # need resource and a colon
[% (any)s] +? # followed by one or more
# of any valid character, but
# be conservative and take only
# what you need to....
(?: # look-ahead non-consumptive assertion
[% (punc)s]* # either 0 or more punctuation
(?: [^%(any)s] # followed by a non-url char
| # or end of the string
$
)
)
)
""" % {'urls' : urls,
      'any' : any,
      'punc' : punc }
url_re = re.compile(url, re.VERBOSE | re.MULTILINE)
def replace_url(text):
    withoutURL = url_re.sub('_URL',text)
    return withoutURL

def find_url(text):
    return re.findall(url_re,text)

def replace_multichars(text):
    text = re.sub('aa+', 'aa',text)
    text = re.sub('bb+', 'bb',text)
    text = re.sub('cc+', 'cc',text)
    text = re.sub('dd+', 'dd',text)
    text = re.sub('ee+', 'ee',text)
    text = re.sub('ff+', 'ff',text)
    text = re.sub('gg+', 'gg',text)
    text = re.sub('hh+', 'hh',text)
    text = re.sub('ii+', 'ii',text)
    text = re.sub('jj+', 'jj',text)
    text = re.sub('kk+', 'kk',text)
    text = re.sub('ll+', 'll',text)
    text = re.sub('mm+', 'mm',text)
    text = re.sub('nn+', 'nn',text)
    text = re.sub('oo+', 'oo',text)
    text = re.sub('pp+', 'pp',text)
    text = re.sub('qq+', 'qq',text)
    text = re.sub('rr+', 'rr',text)
    text = re.sub('ss+', 'ss',text)
    text = re.sub('tt+', 'tt',text)
    text = re.sub('uu+', 'uu',text)
    text = re.sub('vv+', 'vv',text)
    text = re.sub('ww+', 'ww',text)

```

```

text = re.sub('xx+', 'xx', text)
text = re.sub('yy+', 'yy', text)
text = re.sub('zz+', 'zz', text)
return text

def parse_comment(page_name, comment):
    json_to_keep = fix_json_format("FB_CMT "+comment['message'], comment['created_time'],
page_name+"."+comment['from']['name'], comment['id'])
    return json_to_keep

def parse_post(page_name, message):
    json_to_keep = fix_json_format(message['message'], message['created_time'],
page_name+"."+message['from']['name'], message['id'])
    if 'full_picture' in message

        json_to_keep["entities"]={"media":{"media_url_https":message['full_picture']}}
        return json_to_keep

def fix_json_format(text, date, username, pid):
    text_no_url = text.lower()
    text_no_url = replace_multichars(text_no_url)
    text_no_url = replace_url(text_no_url)
    username = "facebook:"+username
    json_to_keep = {'text_no_url':text_no_url, 'fbid':pid, 'created_at':datetime.datetime.strptime(date, '%Y-%m-
%dT%H:%M:%S+0000').strftime('%a %b %d %H:%M:%S +0000 %Y'), 'text':text,
'user_screen_name':username, 'senti_tag':"neutral", 'social_source':'facebook'}
    return json_to_keep

def connectToDb():
    #Define Database connection creds
    server = "localhost"
    port = 8091
    admin_username = "username"
    admin_password = "password"
    bucket = "default"
    cbucket = Couchbase.connect(host=server, port=port, bucket=bucket)
    return cbucket

def save_in_db(cbucket, document):
    data_md5 = hashlib.md5(json.dumps(document, sort_keys=True)).hexdigest()
    cbucket.set(data_md5, document)
    cbucket.set(document['fbid'], document)
    return document['fbid']

def saveTextInFile(text, filename):
    result_file = open("/home/user/Downloads/files/%s"%filename, "w")
    result_file.write(str(text.encode('utf-8')))
    result_file.close()
    return True

```

```

#inserting the authentication parameters and the facebook pages and getting access to the #Graph API
app_id= parser['facebook']['app_id']
app_secret=parser['facebook']['app_secret']
graph = GraphAPI(app_id,app_secret)
fb_pages = parser['facebook']['fb_pages'].split(",")

print "starting"
#for every facebook page
for fb_page in fb_pages:

    feed =
graph.get('/'+fb_page+'?fields=feed.limit(30).fields(message,from,created_time,comments.filter(toplevel).fields(message,parent,from,id,created_time),object_id,full_picture),name&locale="en_US")

    page_name = feed['name']

    feed = feed['feed']['data']
    cb_bucket = connectToDb()
    for message in feed:

        try:
            doc_to_store=parse_post(page_name,message)
            data_md5=save_in_db(cb_bucket,doc_to_store)
            saveTextInFile(doc_to_store['text_no_url'],data_md5)
            if "comments" in message:
                comments = message['comments']['data']
                for comment in comments:
                    doc_to_store = parse_comment(page_name,comment)
                    data_md5=save_in_db(cb_bucket,doc_to_store)
                    saveTextInFile(doc_to_store['text_no_url'],data_md5)

        except KeyError,e:
            print str(e)
            continue

```

## Π.4. Κώδικας Υλοποίησης Προσαρμογέα Twitter

```

import tweepy
import json
import hashlib
import re
import sys
import csv
import time
import datetime
from couchbase import Couchbase
from tweepy.utils import import_simplejson

```

```

#parsing file "social_monitors_settings.ini"
import configparser
parser=configparser.ConfigParser()
parser.read("social_monitors_settings.ini")

#stuff needed for url replacement - note:could also use entities from twitter json
urls = '(?: %s)' % '|'.join('http https telnet gopher file wais
ftp').split())
ltrs = r'\w'
gunk = r'/#~:~.?+=&%@!\-\'
punc = r':;.\-\'
any = "%(ltrs)s%(gunk)s%(punc)s" % { 'ltrs' : ltrs,
                                     'gunk' : gunk,
                                     'punc' : punc }

url = r""
\b # start at word boundary
%(urls)s : # need resource and a colon
[% (any)s ] +? # followed by one or more
# of any valid character, but
# be conservative and take only
# what you need to....
(?:= # look-ahead non-consumptive assertion
[% (punc)s ]* # either 0 or more punctuation
(?: [^%(any)s ] # followed by a non-url char
| # or end of the string
$
)
)
"" % { 'urls' : urls,
      'any' : any,
      'punc' : punc }
url_re = re.compile(url, re.VERBOSE | re.MULTILINE)
username_re = re.compile(r"(?:^|\s)(@\w+)")

def replace_url(text):
    withoutURL = url_re.sub('_URL',text)
    return withoutURL

def replace_username(text):
    withoutUsername = username_re.sub('_USERNAME',text)
    return withoutUsername

def replace_multichars(text):
    text = re.sub('aa+', 'aa', text)
    text = re.sub('bb+', 'bb', text)
    text = re.sub('cc+', 'cc', text)
    text = re.sub('dd+', 'dd', text)
    text = re.sub('ee+', 'ee', text)

```

```

text = re.sub('ff+', 'ff', text)
text = re.sub('gg+', 'gg', text)
text = re.sub('hh+', 'hh', text)
text = re.sub('ii+', 'ii', text)
text = re.sub('jj+', 'jj', text)
text = re.sub('kk+', 'kk', text)
text = re.sub('ll+', 'll', text)
text = re.sub('mm+', 'mm', text)
text = re.sub('nn+', 'nn', text)
text = re.sub('oo+', 'oo', text)
text = re.sub('pp+', 'pp', text)
text = re.sub('qq+', 'qq', text)
text = re.sub('rr+', 'rr', text)
text = re.sub('ss+', 'ss', text)
text = re.sub('tt+', 'tt', text)
text = re.sub('uu+', 'uu', text)
text = re.sub('vv+', 'vv', text)
text = re.sub('ww+', 'ww', text)
text = re.sub('xx+', 'xx', text)
text = re.sub('yy+', 'yy', text)
text = re.sub('zz+', 'zz', text)
return text

def fix_json(json_tweet, text_no_url):
    json_to_keep = fix_json_allLanguages(json_tweet, text_no_url)
    json_to_keep["text_no_url"] = text_no_url
    return json_to_keep

def fix_json_es(json_tweet, text_no_url):
    json_to_keep = fix_json_allLanguages(json_tweet, text_no_url)
    json_to_keep["text_no_url_es"] = text_no_url
    return json_to_keep

def fix_json_allLanguages(json_tweet, text_no_url):
    fields_wanted = {"created_at", "text", "lang", "retweet_count", "id", "retweeted", "entities"}
    json_to_keep = {}
    for k in fields_wanted:
        if json_tweet[k]:
            json_to_keep[k] = json_tweet[k]
    text_no_url = replace_username(text_no_url)
    user_name = json_tweet["user"]["name"]
    user_name = 'twitter:' + user_name
    json_to_keep["user_name"] = user_name
    user_screen_name = json_tweet["user"]["screen_name"]
    user_screen_name = 'twitter:' + user_screen_name
    json_to_keep["user_screen_name"] = user_screen_name
    json_to_keep["senti_tag"] = "neutral"
    return json_to_keep
def is_swearing(text):

```

```

swear=False
for w in swear_words:
    if w in text:
        swear=True
        break
return swear

def fix_text_format(text):
    text_no_url = replace_url(text)
    text_no_url = text_no_url.lower()
    text_no_url = replace_multichars(text_no_url)
    text_no_url = text_no_url.replace('#',"")
    return text_no_url

#Define Database connection creds
server = "localhost"
port = 8091
admin_username = "username"
admin_password = "password"
bucket = ""

#Twitter auth stuff
consumer_key= parser['twitter']['consumer_key']
consumer_secret=parser['twitter']['consumer_secret']
access_token_key=parser['twitter']['access_token_key']
access_token_secret=parser['twitter']['access_token_secret']

swear_words=["ahole", "anus", "ash0le", "ash0les", "asholes", "ass", "assmonkey", "assface", "assh0le", "assh0lez", "asshol
e", "assholes", "assholz", "asswipe", "azzhole", "bassterds", "bastard", "bastards", "bastardz", "basterds", "basterdz", "biatch
", "bitch", "bitches", "blowjob", "boffing", "butthole", "buttwipe", "c0ck", "c0cks", "c0k", "carpetmuncher", "cawk", "cawks", "
clit", "cnts", "cntz", "cock", "cockhead", "cock-head", "cocks", "cocksucker", "cock-
sucker", "crap", "cum", "cunt", "cunts", "cuntz", "dick", "dild0", "dild0s", "dildo", "dildos", "dilld0", "dilld0s", "dominatricks", "
dominatrics", "dominatrix", "dyke", "enema", "fag", "fag1t", "faget", "fagg1t", "faggit", "faggot", "fagit", "fags", "fagz", "faig", "
faigs", "fart", "flippingthebird", "fudgepacker", "fukah", "Fuken", "fuker", "fukk", "g00k", "gayboy", "gaygirl", "goddamned", "
h00r", "h0ar", "h0re", "hells", "hoar", "hoor", "hoore", "jackoff", "jap", "japs", "jerkoff", "jisim", "jiss", "jizm", "jizz", "knob", "kn
obs", "knobz", "kunt", "kunts", "kuntz", "lipshits", "lipshitz", "massterbait", "masstrbait", "masstrbate", "masterbaiter", "mas
terbate", "masterbates", "mothafucker", "mothafuker", "mothafukkah", "mothafukker", "motherfucker", "motherfukah", "
motherfuker", "motherfukkah", "motherfukker", "mother-
fucker", "muthafucker", "muthafukah", "muthafuker", "muthafukkah", "muthafukker", "n1gr", "nastt", "nigger", "nigur", "
niiger", "niigr", "orafis", "orgasim", "orgasm", "orgasum", "oriface", "orifice", "orifiss", "packi", "packie", "packy", "paki", "p
akie", "paky", "pecker", "peenenus", "peenuss", "peenus", "peinus", "pen1s", "penas", "penis", "penis-
breath", "penus", "penuus", "phuc", "phuck", "phuk", "phuker", "phukker", "polac", "polack", "polak", "poonani", "pr1c", "pr1
ck", "pr1k", "pusse", "pussee", "pussey", "puuke", "puuker", "queer", "queers", "queerz", "qweers", "qweertz", "qweir", "rectu
m", "rectum", "retard", "sadist", "scank", "schlong", "screwing", "semen", "shyt", "shyte", "shytty", "shyty", "skanck", "skank",
"skankee", "skankey", "skanks", "skanky", "slut", "sluts", "slutty", "slutz", "sonch", "tit", "turd", "va1jina", "vag1na", "vagiina",
"vagina", "vaj1na", "vajina", "vullva", "vulva", "w0p", "wh00r", "wh0re", "whore", "xrated", "b!+ch", "bitch", "blowjob", "clit",
"arschloch", "shit", "ass", "asshole", "b!tch", "b17ch", "b1tch", "bastard", "bi+ch", "boiolas", "buceta", "c0ck", "cawk", "chink",
"cipa", "clits", "cock", "cum", "cunt", "dildo", "dirsa", "ejakulate", "fatass", "fux0r", "hoer", "hore", "jism", "kawk", "l3itch", "l+
ch", "masturbate", "masterbat*", "masterbat3", "motherfucker", "s.o.b.", "mofo", "nazi", "nigga", "nigger", "nutsack", "phuc

```



```
k","pimpis","pusse","pussy","scrotum","slut","smut","teets","tits","boobs","b00bs","teez","testical","testicle","titt","w00se","jackoff","wank","whoar","whore","*damn","*dyke","@$","amcik","andskota","arse*","assrammer","ayir","bi7ch","bitch*","bollock*","breasts","buttpirate","cabron","cazzo","chraa","chuj","Cock*","cunt*","d4mn","daygo","d ego","dick*","dike*","dupa","dziwka","ejaculate","ekrem*","ekto","enculer","faen","fag*","fanculo","Kurac","kurwa","kusi*","kyrpa*","lesbo","mamhoon","masturbat*","merd*","mibun","monkleigh","mouliwop","muie","mulkku","muschi","nazis","nepesaurio","nigger*","orospu","paska*","perse","picka","pierdol*","pillu*","pimmel","piss*","pizda","poontsee","poop","porn","p0rn","pr0n","pula","pule","puta","puto","qahbeh","queef*","rautenberg","schaffer","scheiss*","schlampe","schmuck","screw","sharmuta","sharmute","shipal","shiz","skribz","skurwysyn","sphencter","spic","spierdalaj","splooge","suka","b00b*","testicle*","titt*","twat","vittu","wank*","wetback*","wichser","wop*","yed","zabourah","porn"]
```

```
#Define filter terms
```

```
filterTerms = []
```

```
#Define accounts to follow
```

```
accounts=parser['tweeter']['follow_accounts'].split()
```

```
for i in accounts:
```

```
followAccounts = i
```

```
json = import_simplejson()
```

```
cbucket = Couchbase.connect(host=server,port=port,bucket=bucket)
```

```
auth1 = tweepy.OAuthHandler(consumer_key, consumer_secret)
```

```
auth1.set_access_token(access_token_key, access_token_secret)
```

```
class StreamListener(tweepy.StreamListener):
```

```
    json = import_simplejson()
```

```
    def on_status(self, tweet):
```

```
        print 'Ran on_status'
```

```
        pass
```

```
    def on_timeout(self):
```

```
        with open("twitterLog.txt", "a") as myfile:
```

```
            myfile.write(datetime.datetime.now().strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S"))
```

```
            myfile.write("***timeout:sleeping for a minute***+\n")
```

```
        time.sleep(60)
```

```
        return True #don't kill the stream
```

```
    def on_error(self, status_code):
```

```
        with open("twitterLog.txt", "a") as myfile:
```

```
            myfile.write(datetime.datetime.now().strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S"))
```

```
            myfile.write("-----error-----"+status_code+"\n")
```

```
        return True #don't kill the stream
```

```
    def on_data(self, data):
```

```
        if data[0].isdigit():
```

```
            pass
```

```
        else:
```

```
            data_md5 = hashlib.md5(json.dumps(data, sort_keys=True)).hexdigest()
```

```
            json_tweet=json.loads(data)
```

```
            print data
```

```
            try:
```

```
text = json_tweet["text"]
text_no_url = fix_text_format(text)

if json_tweet["lang"]:
    language = json_tweet["lang"]
    if language == 'en':
        if is_swearing(text_no_url)==False:
            json_to_keep = fix_json(json_tweet,text_no_url)
            cbucket.set(data_md5,json_to_keep)
        elif language == 'es':
            json_to_keep = fix_json_es(json_tweet,text_no_url)
            #cbucket.set(data_md5,json_to_keep)

    else:
        json_to_keep = fix_json(json_tweet,text_no_url)
        cbucket.set(data_md5,json_to_keep)

except:
    pass

l = StreamListener()
streamer = tweepy.Stream(auth=auth1, listener=l, timeout=3000)
streamer.filter(follow = followAccounts , track = filterTerms)
```

## Π.5. Βιβλιογραφικές Αναφορές

[Π.1]: Διεύθυνση Αποδοτικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας της Γενικής Γραμματείας Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, “Υποδείγματα συμβάσεων ενεργειακής απόδοσης”, Μητρώο Επιχειρήσεων Ενεργειακών Υπηρεσιών, Υ.Π.Ε.Κ.Α. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://www.escoregistry.gr>