



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ -**  
**ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

**Ανάπτυξη διαδικτυακής εφαρμογής διαχείρισης**  
**χωροαναφερόμενων μετρητικών δεδομένων με χρήση του προτύπου**  
**OGC SOS**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Μαγκούφης Ευθύμιος**

**Επιβλέποντες Καθηγητές:**

**Αναστασία Στρατηγέα, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.**

**Βεσκούκης Βασίλειος, Αναπλ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.**

**Αθήνα, Ιούλιος 2021**





**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ -**  
**ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

**Ανάπτυξη διαδικτυακής εφαρμογής διαχείρισης**  
**χωροαναφερόμενων μετρητικών δεδομένων με χρήση του προτύπου**  
**OGC SOS**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Μαγκούφης Ευθύμιος**

**Επιβλέποντες Καθηγητές:**

**Αναστασία Στρατηγέα, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.**

**Βεσκούκης Βασίλειος, Αναπλ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

-----  
**Αναστασία Στρατηγέα**  
**Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.**

-----  
**Βασίλειος Βεσκούκης**  
**Αναπλ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.**

-----  
**Ευθύμιος Μπακογιάννης**  
**Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.**

**Αθήνα, Ιούλιος 2021**



**Copyright © Μαγκούφης Ευθύμιος, 2021**

**All rights reserved. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος**

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

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

(Υπογραφή)

-----  
© 2021 - Μαγκούφης Ευθύμιος



## Περίληψη

Η συνεχής εξέλιξη και μεταβολή του φυσικού περιβάλλοντος, σε συνδυασμό με τις νέες προκλήσεις που φέρνει στην επιφάνεια η κλιματική αλλαγή, καθιστούν την παρατήρηση των φυσικών φαινομένων κυρίαρχο εργαλείο για την έγκαιρη αναγνώριση, την κατανόηση και τη διαχείριση των νέων καταστάσεων, καθώς και για την αποτελεσματική πρόληψη και αποφυγή τυχόν μελλοντικών σημαντικών προκλήσεων.

Η υλοποίηση τοπικών, αλλά και παγκόσμιων δικτύων αισθητήρων, είναι απαραίτητη για την παρακολούθηση, αλλά και τη πρόβλεψη φυσικών διεργασιών, είτε αυτές συντελούνται στο υδάτινο περιβάλλον, στην ατμόσφαιρα ή στο έδαφος, είτε αποτελούν έργο της ανθρώπινης δραστηριότητας και εξέλιξης. Η “έξυπνη παρακολούθηση” τους και η ελεύθερη διάθεση των παραγόμενων δεδομένων, έχει αποδειχθεί ότι συνδράμουν καθοριστικά στην επιτυχημένη εξέλιξη και την παραγωγή νέας γνώσης και καινοτομίας.

Ο οργανισμός Open Geospatial Consortium (OGC), αναγνωρίζοντας την αξία του ελεύθερου διαμοιρασμού της πληροφορίας, εδώ και πάνω από δύο δεκαετίες συμβάλλει δυναμικά στην ανάπτυξη ανοιχτών γεωχωρικών προτύπων, ενισχύοντας καθοριστικά τη διαλειτουργικότητα των γεωγραφικών πληροφοριών. Στον τομέα των αισθητήρων και της παρατήρησης των φυσικών φαινομένων, έχει αναπτυχθεί μια σειρά προτύπων “Sensor Web Enablement” (SWE), η οποία καθορίζει το πλαίσιο οργάνωσης και μοντελοποίησης των αισθητήρων και των παρατηρήσεων αυτών, υλοποιώντας πρότυπα όπως το “Observations and Measurements” (O&M) και διαδικτυακές διεπαφές διασύνδεσης όπως το “Sensor Observation Service” (SOS).

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αξιοποιήθηκε το λογισμικό ανοικτού κώδικα istSOS<sup>2</sup> για την υλοποίηση ενός ανοικτού αποθετηρίου μετρητικών χωροαναφερόμενων δεδομένων βάσει του προτύπου OGC SOS 1.0.0. Τα πρώτα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, αντλήθηκαν από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών και αφορούν μετεωρολογικές παρατηρήσεις τόσο παλαιότερων ετών, όσο και πιο πρόσφατων ημερομηνιών. Σε συνέχεια την υλοποίησης της SOS υπηρεσίας, αναπτύχθηκε η διαδικτυακή εφαρμογή “Sensorsapp” (<http://sensorsapp.spatialintelligence.gr>), αξιοποιώντας βιβλιοθήκες ανοικτού κώδικα για την βελτίωση της λειτουργικότητας, καθώς και για την ανάπτυξη ενός ιδανικού γραφικού περιβάλλοντος για την αναζήτηση, τη λήψη και τη χαρτογραφική και διαγραμματική αναπαράσταση των δεδομένων.

Λέξεις κλειδιά: OGC, SOS, istSOS, αισθητήρες, χωροαναφερόμενα μετρητικά δεδομένα, πρότυπα παρατηρήσεων, γεωχωρικά πρότυπα, διαδικτυακή εφαρμογή, μετεωρολογικά δεδομένα.

## Abstract

The constant evolution and change of the natural environment, in combination with the new challenges presented by climate change, make the observation of natural phenomena a dominant tool for the timely recognition, understanding and management of new situations, as well as for the effective prevention and avoidance of important future challenges.

The implementation of local and global sensor networks is necessary for the monitoring, but also the prediction of natural processes, whether they take place in the aquatic environment, in the atmosphere or on the ground or are the work of human activity and evolution. Their "smart monitoring" and the free disposal of the generated data, has been proven to contribute decisively to the successful development and production of new knowledge and innovation.

The Open Geospatial Consortium (OGC), recognizing the value of free information sharing, has for over two decades been actively contributing to the development of open geospatial standards, crucially enhancing the interoperability of geographic information. In the field of sensors and the observation of natural phenomena, a suite of standards "Sensor Web Enablement" (SWE) has been developed, which defines the framework for organizing and modeling sensors and their observations, implementing standards such as "Observations and Measurements" (O&M) and web interfaces such as the Sensor Observation Service (SOS).

In the present thesis, the open source software istSOS<sup>2</sup> was used to implement an open repository of spatially-referenced measurement data based on the OGC SOS 1.0.0 standard. The first data used were obtained from the National Observatory of Athens and are related to meteorological observations of both older and more recent dates. After the implementation of the SOS, the web application "Sensorsapp" (<http://sensorsapp.spatialintelligence.gr>) was developed, using open source libraries to improve functionality, as well as to develop an ideal graphical user interface for search, acquisition and cartographic and diagrammatic representation of the data.

Keywords: OGC, SOS, istSOS, sensors, spatially-referenced measurement data, observation standards, geospatial standards, web application, meteorological data.



## Ευχαριστίες

Καταρχάς θα ήθελα να ευχαριστήσω τους επιβλέποντες καθηγητές μου, κυρία Αναστασία Στρατηγέα και κύριο Βασίλειο Βεσκούκη, που συνέβαλαν με τις γνώσεις και την επιστημονική τους κατάρτιση, στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ιδιαιτέρως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Βεσκούκη, ο οποίος ήταν πάντοτε παρών και πρόθυμος να βοηθήσει σε όποιο πρόβλημα προέκυπτε.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, για την αγάπη και τη στήριξη που μου έχουν προσφέρει όλα αυτά τα χρόνια, καθώς και τους αγαπημένους φίλους μου, που πάντοτε με υποστηρίζουν και με ενθαρρύνουν.

# Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	7
Abstract	8
Ευχαριστίες	9
Πίνακας Περιεχομένων	10
Πίνακας Εικόνων	12
<b>Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή</b>	<b>1</b>
<b>Κεφάλαιο 2 - Open Geospatial Consortium &amp; SOS</b>	<b>4</b>
2.1 Open Geospatial Consortium	4
2.2 Εισαγωγή στα OGC πρότυπα	4
2.2.1 Sensor Web Enablement (SWE)	4
2.2.2 Observations & Measurements (O&M)	5
2.2.3 Sensor Observation Service (SOS)	5
2.3 Αρχές λειτουργίας του προτύπου OGC SOS 1.0.0	8
2.3.1 Λειτουργικός πυρήνας του OGC SOS	8
2.3.2 Προσδιορισμός φαινομένων και μονάδων μέτρησης	10
2.3.3 Προοπτικές λειτουργίας του SOS	11
<b>Κεφάλαιο 3 - Εισαγωγή στο λογισμικό istSOS<sup>2</sup></b>	<b>14</b>
3.1 Μέθοδοι και εργαλεία υλοποίησης	14
3.2 Αρχιτεκτονική και οργάνωση	15
3.3 Υπηρεσίες υποβολής και διαχείριση HTTP αιτημάτων	16
3.4 Γραφική διεπαφή χρήστη	19
3.5 Πρόσβαση σε παρατηρήσεις και μεταδεδομένα	21
3.5.1 Λήψη παρατηρήσεων βάσει του SOS 1.0.0	21
3.5.2 Λήψη παρατηρήσεων με τη χρήση WA REST αιτήματος	28
3.6 Σύστημα ελέγχου, ταυτοποίησης και εξουσιοδότησης	32
<b>Κεφάλαιο 4 - Διαδικτυακές εφαρμογές γεωγραφικών πληροφοριών</b>	<b>34</b>
4.1 Βασικές αρχές λειτουργίας	34
4.2 Διαδικτυακές υπηρεσίες προσφοράς γεωχωρικών δεδομένων	35
<b>Κεφαλαιο 5 - Εφαρμογή του istSOS<sup>2</sup> για την υλοποίηση OGC SOS</b>	<b>39</b>
5.1 Διαθέσιμα προς αξιοποίηση δεδομένα	39
5.2 Αρχικοποίηση υπηρεσιών διάθεσης παρατηρήσεων	43
5.3 Ορισμός διαδικασιών παραγωγής παρατηρήσεων	44
5.4 Δημιουργία προσφοράς & σύνδεση με τις διαδικασίες	51
5.5 Εισαγωγή παρατηρήσεων στο istSOS <sup>2</sup>	52

<b>Κεφάλαιο 6 - Υλοποίηση διαδικτυακής εφαρμογής διαχείρισης χωροαναφερόμενων δεδομένων</b>	<b>56</b>
6.1 Αρχική ιδέα & πλαίσιο σχεδιασμού	56
6.2 Στάδια υλοποίησης της διαδικτυακής εφαρμογής	58
6.2.1 Επιλογή της υπηρεσίας διάθεσης δεδομένων	58
6.2.2 Προβολή χαρτογραφικού υποβάθρου	60
6.2.3 Υλοποίηση πλαισίου/παραθύρου διάθεσης μεταδεδομένων	60
6.2.4 Υλοποίηση πλαισίου/παραθύρου προσαρμογής, παράθεσης και λήψης δεδομένων	63
6.2.5 Υλοποίηση πλαισίου/παραθύρου διαγραμματικής αναπαράστασης	66
6.2.6 Υλοποίηση εργαλείου γεω-οπτικοποίησης των δεδομένων	67
<b>Κεφάλαιο 7 - Συμπεράσματα και προτάσεις</b>	<b>72</b>
<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>74</b>

## Πίνακας Εικόνων

<b>Εικόνα 2.1:</b> Τυπικά διαγράμματα SOS UML για καταναλωτές και παραγωγούς δεδομένων.	9
<b>Εικόνα 3.1:</b> Εμφωλευμένα λειτουργικά επίπεδα και διασυνδέσεις του istSOS.	14
<b>Εικόνα 4.1:</b> Στάδια επικοινωνίας client/server σε περιπτώσεις αρχιτεκτονικής Software as a Service (SaaS).	33
<b>Εικόνα 4.2:</b> Παράδειγμα καταμερισμού του χαρτογραφικού υποβάθρου σε πλακίδια, σε περιπτώσεις διαφορετικών επιπέδων μεγέθυνσης.	35
<b>Εικόνα 4.3:</b> Περίπτωση χρήσης Vector Map Tiles (VMT) χωρίς (αριστερή εικόνα) και με (δεξιά εικόνα) την εφαρμογή μορφοποίησης.	37
<b>Εικόνα 5.1:</b> Χάρτης τοποθεσιών των χρησιμοποιούμενων μετεωρολογικών σταθμών του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.	39
<b>Εικόνα 6.1:</b> Προσχέδιο του κύριου περιβάλλοντος της διαδικτυακής εφαρμογής διαχείρισης χωροαναφερόμενων δεδομένων.	56
<b>Εικόνα 6.2:</b> Στιγμιότυπο οθόνης από την αρχική καρτέλα επιλογής της υπηρεσίας διάθεσης δεδομένων.	58
<b>Εικόνα 6.3:</b> Στιγμιότυπα οθόνης πριν (αριστερή εικόνα) και μετά (δεξιά εικόνα) την προσέγγιση του κουμπιού επιλογής υπηρεσίας, από τον κέρσορα.	58
<b>Εικόνα 6.4:</b> Στιγμιότυπα οθόνης του χαρτογραφικού υποβάθρου σε διαφορετικά επίπεδα μεγέθυνσης και κλίσεις.	59
<b>Εικόνα 6.5:</b> Στιγμιότυπα οθόνης από την πρώτη καρτέλα του πλαισίου/παραθύρου διάθεσης μεταδεδομένων.	60
<b>Εικόνα 6.6:</b> Στιγμιότυπο οθόνης του αναδυόμενου παραθύρου ενός σημείου αισθητήρα στον χάρτη.	60
<b>Εικόνα 6.7:</b> Στιγμιότυπα οθόνης από τη δεύτερη καρτέλα του πλαισίου/παραθύρου διάθεσης μεταδεδομένων.	61
<b>Εικόνα 6.8:</b> Στιγμιότυπα οθόνης από την καρτέλα επιλογής φίλτρων για την προσαρμογής του αιτήματος δεδομένων. Πλαίσιο/παραθύρο προσαρμογής, παράθεσης και λήψης δεδομένων.	62
<b>Εικόνα 6.9:</b> Στιγμιότυπο οθόνης από τη εφαρμογή του γεωχωρικού φίλτρου Area BBOX.	63
<b>Εικόνα 6.10:</b> Στιγμιότυπο οθόνης από τη εφαρμογή του γεωχωρικού φίλτρου Distance.	63
<b>Εικόνα 6.11:</b> Στιγμιότυπο οθόνης από την καρτέλα παράθεσης των ληφθέντων δεδομένων σε μορφή πίνακα.	64
<b>Εικόνα 6.12:</b> Στιγμιότυπο οθόνης από την καρτέλα λήψης των ληφθέντων δεδομένων.	64

- Εικόνα 6.13:** Στιγμιότυπο οθόνης του κύριου πλαισίου/παραθύρου διαγραμματικής αναπαράστασης των δεδομένων. 65
- Εικόνα 6.14:** Στιγμιότυπα οθόνης του αναδυόμενου παραθύρου του αραχνοειδούς γραφήματος. 65
- Εικόνα 6.15:** Κουμπιά μορφοποίησης των διαγραμμάτων. i) αλλαγή χρωμάτων, ii) αλλαγή διαφάνειας περιοχής γραφήματος, iii) εμφάνιση του διαγράμματος ανέμου iv) αφαίρεση του φόντου του παραθύρου. 66
- Εικόνα 6.16:** Στιγμιότυπο οθόνης - περιγραφή των πεδίων ελέγχου του εργαλείου της γεω-οπτικοποίησης. 67
- Εικόνα 6.17:** Στιγμιότυπο οθόνης - παράδειγμα γεω-οπτικοποίησης των τιμών της μέγιστης θερμοκρασίας μιας συγκεκριμένης χρονικής στιγμής. 68
- Εικόνα 6.18:** Στιγμιότυπο οθόνης - παράδειγμα γεω-οπτικοποίησης της κατεύθυνσης του ανέμου μιας συγκεκριμένης χρονικής στιγμής. 68
- Εικόνα 6.19:** Στιγμιότυπο οθόνης - παράδειγμα δυναμικά αναδυόμενου παραθύρου (popup) επί των γεω-οπτικοποιημένων παρατηρήσεων μιας συγκεκριμένης χρονικής στιγμής. 69
- Εικόνα 6.20:** Στιγμιότυπο οθόνης κατά την ελαχιστοποίηση του συνόλου των πλαισίων/παραθύρων. 69
- Εικόνα 6.21:** Στιγμιότυπο οθόνης με εναλλακτική προσαρμογή της θέσης και των διαστάσεων των πλαισίων/παραθύρων. 70



## Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

Αναγνωρίζοντας τη σημασία και την αξία της παρατήρησης του περιβάλλοντος και της καταγραφής των παρατηρήσεων και ταυτόχρονα την ανάγκη για άμεση παραγωγή γνώσης και απαντήσεων σε υπαρκτά, αλλά και νέα ερωτήματα και προβλήματα που έχουν να κάνουν με το τοπικό, καθώς και το παγκόσμιο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, καθίσταται απαραίτητη η εφαρμογή πολιτικών που υποστηρίζουν και προάγουν τον ελεύθερο διαμοιρασμό των δεδομένων.

Την ανάγκη για δωρεάν και ανοιχτά δεδομένα έρχεται να ικανοποιήσει, μεταξύ άλλων, η οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης *INSPIRE* (Μάιος 2007), αναγνωρίζοντας τη σημασία που έχουν τα ανοιχτά δεδομένα για την ισότιμη εξέλιξη των κοινωνιών, προωθώντας τη δημιουργία ειδικών υποδομών χωρικών πληροφοριών στην Ευρώπη και την υποστήριξη κοινοτικών περιβαλλοντικών πολιτικών, και δραστηριοτήτων ή πολιτικών που ενδέχεται να έχουν θετικό αντίκτυπο στο περιβάλλον. Οι οδηγία *INSPIRE*, διατυπωμένη στην οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου 2007/2/ ΕΚ, ορίζει το αυστηρό πλαίσιο οργάνωσης των υποδομών διάθεσης χωρικών δεδομένων, αλλά και των κανόνων στους οποίους θα βασίζεται η προτυποποίηση αυτών, υποχρεώνοντας τα κράτη μέλη της ΕΕ να οδηγηθούν στις απαραίτητες ενέργειες για την υλοποίησή τους.

Πρωταγωνιστικό ρόλο έρχεται να διαδραματίσει ο μη κερδοσκοπικός οργανισμός Open Geospatial Consortium, ιδρυθείς το 1992 ως Geographic Resources Analysis Support System (GRASS), υποστηρίζοντας και αναπτύσσοντας τα ανοιχτά πρότυπα χωρικών δεδομένων, συνεισφέροντας καθοριστικά στον ευρύ διαμοιρασμό ανοιχτών χωρικών δεδομένων βάσει, πλέον, διεθνώς αναγνωρισμένων προτύπων. Ο OGC υλοποιώντας πρότυπα όπως τα *Sensor Web Enablement* (SensorML, O&M, SOS κ.ά.), αναπτύσσει ένα ειδικά προσαρμοσμένο περιβάλλον διαχείρισης μετρητικών και μη, δεδομένων και μεταδεδομένων, με χωρική αναφορά, παραχθέντα από αισθητήρες παρατήρησης φυσικών φαινομένων.

Εστιάζοντας στη διάθεση του προτύπου SOS, ικανοποιείται σε σημαντικό βαθμό η ανάγκη σωστής οργάνωσης, επεξεργασίας και διαμοιρασμού καταγραφόμενων από αισθητήρες παρατηρήσεων, δίνοντας τη δυνατότητα οικοδόμησης επί αυτού ειδικών συστημάτων παρακολούθησης των φυσικών φαινομένων από τοπικές αρχές, αλλά και διάθεσης αυτών μέσω του διαδικτύου για τη διάχυση της πληροφορίας και την παραγωγή νέας γνώσης και καινοτομίας.

Το Ινστιτούτο Επιστημών της Γης (IST) του Πανεπιστημίου Εφαρμοσμένων Επιστημών και Τεχνών της Νότιας Ελβετίας (SUPSI) αξιοποιώντας το συγκεκριμένο OGC πρότυπο έχει προβεί στην υλοποίηση ενός διακομιστή ανοικτού κώδικα λεγόμενου *istSOS*<sup>2</sup>, απλοποιώντας καταλυτικά την εφαρμογή του προτύπου SOS από το δημόσιο και ιδιώτες. Σε συνδυασμό με τη ραγδαία εξέλιξη του διαδικτύου και της τεχνολογίας της πληροφορίας το SOS μπορεί να αποτελέσει τη βάση για ανάπτυξη διαδικτυακών, αλλά και εγγενών εφαρμογών στα πλαίσια

της μετεωρολογίας, των έξυπνων πόλεων και της έξυπνης γεωργίας, όντας αυτά άρρηκτα συνδεδεμένα με συστήματα αισθητήρων παρατήρησης του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος.

Εν συνεχεία, αναγνωρίζοντας τη σημασία της διάθεσης ανοικτών δεδομένων με διεθνώς αναγνωρισμένα πρότυπα που ενισχύουν τη διαλειτουργικότητα τους, καθώς και τις εξελίξεις στις κοινωνίες και την τεχνολογία που συνθέτουν το πλαίσιο της “έξυπνης” διαχείρισης της πληροφορίας, η παρούσα διπλωματική εργασία θέτει ως βάσεις της το πρότυπο OGC SOS 1.0.0 και τον διακομιστή ανοικτού κώδικα, istSOS<sup>2</sup> του IST, στοχεύοντας στην υλοποίηση μιας διαδραστικής διαδικτυακής εφαρμογής, που αξιοποιεί σύγχρονες υπηρεσίες γεωχωρικών δεδομένων, όπως *Map Vector Tiles (MVT)* και βιβλιοθήκες ανοικτού κώδικα, όπως η *jQuery* και η *ChartJS*, για τη διάθεση χωροαναφερόμενων μετρητικών δεδομένων και παράλληλα τη δυνατότητα γραφικής απεικόνισης και δυναμικής γεω-οπτικοποίησης των παρατηρημένων φαινομένων.

Το δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας παραθέτει το ευρύτερο πλαίσιο των προτύπων OGC, εμβαθύνοντας στη συνέχεια στο πρότυπο SOS 1.0.0, αναλύοντας τον λειτουργικό πυρήνα και τις προοπτικές αξιοποίησης αυτού, καθώς και το μορφότυπο των δεδομένων που αυτό υποστηρίζει. Κατά συνέχεια, το τρίτο κεφάλαιο, πραγματεύεται την ανοικτή πλατφόρμα istSOS<sup>2</sup>, αναλύοντας την αρχιτεκτονική, την οργάνωση και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά αυτού, ενώ φέρει αναλυτική αναφορά των υλοποιημένων διεπαφών αλληλεπίδρασης με τον διακομιστή για την προσθήκη, οργάνωση και διάθεση δεδομένων. Αντίστοιχα, το τέταρτο κεφάλαιο παραθέτει τις βασικές αρχές λειτουργίας των διαδικτυακών εφαρμογών γεωγραφικών πληροφοριών, καθώς επίσης και τις βασικές διαδικτυακές υπηρεσίες που διατίθενται για την προσφορά γεωχωρικών δεδομένων, ολοκληρώνοντας το αμιγώς θεωρητικό μέρος της διπλωματικής εργασίας.

Εμβαθύνοντας στην αξιοποίηση του istSOS<sup>2</sup>, ως “θεμέλιο λίθο” στην ανάπτυξη της διαδικτυακής εφαρμογής διάθεσης χωροαναφερόμενων μετρητικών δεδομένων με το πρότυπο SOS, το πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζει την ταυτότητα των δεδομένων που αξιοποιήθηκαν και το σύνολο των διαδικασιών που διενεργήθηκαν για την επεξεργασία και την εισαγωγή αυτών στο istSOS<sup>2</sup>. Επιπρόσθετα, στο έκτο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιείται η ανάλυση της διαδικτυακής εφαρμογής *Sensorsapp* (<http://sensorsapp.spatialintelligence.gr>), που αναπτύχθηκε για τη διαχείριση των προσφερόμενων χωροαναφερόμενων μετρητικών δεδομένων, παραθέτοντας τα στάδια υλοποίησης των επιμέρους τμημάτων και πεδίων αυτής, καθώς και οπτικά παραδείγματα των βασικών δυνατοτήτων της.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο της εργασίας, παρουσιάζονται τα τελικά συμπεράσματα που προκύπτουν, μέσω της εργασίας με τα πρότυπα ανοικτών δεδομένων και ιδίως με το OGC SOS, ενώ γίνεται η αναφορά ενδεχόμενων μελλοντικών επεκτάσεων και πρακτικών εφαρμογών της υλοποιημένης διαδικτυακής εφαρμογής στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας.





## Κεφάλαιο 2 - Open Geospatial Consortium & SOS

### 2.1 Open Geospatial Consortium

Ο Open Geospatial Consortium (OGC) είναι ένας διεθνής μη κερδοσκοπικός οργανισμός, ο οποίος, βασιζόμενος στην κοινοπραξία, έχει ως απώτερο σκοπό τη διάθεση της γεωχωρικής πληροφορίας με τρόπο τέτοιο ώστε αυτή να καθίσταται εύκολα προσβάσιμη, διαλειτουργική και επαναχρησιμοποιήσιμη. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται με τη δημιουργία δημόσιων και δωρεάν γεωχωρικών υπηρεσιών και προτύπων τα οποία εφαρμόζονται παγκοσμίως στην υλοποίηση διαδικτυακών και εγγενών γεωχωρικών εφαρμογών.

Ο οργανισμός προϋπήρχε ως Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Foundation από το 1992. Το 1994 ο GRASS μετονομάστηκε σε Open GIS Consortium, και από το 2004, είναι πλέον γνωστός ως Open Geospatial Consortium (OGC).

Ο OGC έχει πάνω από 530 επίσημα μέλη (εταιρείες, πανεπιστήμια, μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, κυβερνητικές υπηρεσίες, ερευνητικούς οργανισμούς) τα οποία συμμετέχουν στην ανάπτυξη και την συντήρηση των δημόσια διαθέσιμων γεωχωρικών προτύπων και υπηρεσιών.

Ο βασικός κορμός του OGC συμπεριλαμβάνει πάνω από 30 γεωχωρικά πρότυπα, τα οποία ανταποκρίνονται σε πληθώρα διαφορετικών εφαρμογών, όπως η διάθεση γεωχωρικής πληροφορίας μέσω διαδικτυακών υπηρεσιών *Web Feature Service (WFS)* και *Web Map Service (WMS)*, η σχηματική έκφραση γεωγραφικών συνόλων *Keyhole Markup Language (KML)* για την αναπαράσταση σε διαδικτυακά χαρτογραφικά περιβάλλοντα δύο ή και τριών διαστάσεων, η διαμόρφωση υπηρεσιών *Sensor Observation Service (SOS)* για την παρατήρηση αισθητήρων και τη διάθεση των δεδομένων τους σε προτυποποιημένη μορφή, καθώς και ένα ευρύ σύνολο επιπλέον προτύπων και υπηρεσιών.

Για τη διεκπεραίωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας έγινε χρήση της υπηρεσίας παρατήρησης αισθητήρα (SOS), η οποία θα αναλυθεί εκτενέστερα στη συνέχεια.

### 2.2 Εισαγωγή στα OGC πρότυπα

#### 2.2.1 Sensor Web Enablement (SWE)

Με βασικό σκοπό την εύκολη δημιουργία, αναζήτηση, πρόσβαση και επεξεργασία, μέσω του διαδικτύου, αποθετηρίων δεδομένων που παράγονται από αισθητήρες, τα μέλη του OGC έχουν αναπτύξει μία σειρά προδιαγραφών, *Sensor Web Enablement (SWE)*, οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα υλοποίησης διαλειτουργικών διεπαφών και πρότυπης κωδικοποίησης μεταδεδομένων για τη διευκόλυνση της ενσωμάτωσης ετερογενών δικτύων αισθητήρων εντός της υποδομής πληροφοριών.

Οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιούν αυτές τις προδιαγραφές για τη δημιουργία εφαρμογών, πλατφορμών και προϊόντων που περιλαμβάνουν συσκευές συνδεδεμένες στο διαδίκτυο, όπως αισθητήρες ατμοσφαιρικής μόλυνσης, μετρητές πλημμύρας, αισθητήρες απεικόνισης της Γης κ.α..

Για την αντιμετώπιση διαφορετικών απαιτήσεων του πλαισίου SWE έχει αναπτυχθεί μία σειρά OGC προτύπων τρία εκ των βασικών είναι τα ακόλουθα:

- Η **Sensor Model Language** (SensorML) η οποία παρέχει το πλαίσιο για περιγραφή των χαρακτηριστικών και των δυνατοτήτων των αισθητήρων και των συστημάτων που σχετίζονται με τη μέτρηση και τον μετέπειτα μετασχηματισμός αυτής. Με την υιοθέτηση της SensorML, ο προγραμματιστής μπορεί να ορίσει μοντέλα και σχήματα XML για την περιγραφή οποιασδήποτε διαδικασίας, όπως η διαδικασία μέτρησης των αισθητήρας και επεξεργασία των παρατηρήσεων.
- Το πρότυπο **Observations and Measurements** (O&M) ορίζει τα μοντέλα και το σχήμα XML για την κωδικοποίησης των παρατηρήσεων των αισθητήρων.
- Το πρότυπο **Sensor Observations Service** (SOS) με κύρια προοπτική τον ορισμό υπηρεσιών διαδικτυακών διεπαφών πραγματοποιώντας αιτήματα, φιλτράροντας και λαμβάνοντας παρατηρήσεις και πληροφορίες συστημάτων και μεμονωμένων αισθητήρων.

### 2.2.2 Observations & Measurements (O&M)

Το Observations & Measurements (O&M) είναι ένα διεθνές αναγνωρισμένο πρότυπο που καθορίζει ένα εννοιολογικό σχήμα XML κωδικοποίησης για παρατηρήσεις και για χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη δειγματοληψία κατά την πραγματοποίηση παρατηρήσεων. Ενώ το πρότυπο O&M αναπτύχθηκε στο πλαίσιο των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS), το μοντέλο δεν περιορίζεται στην περιγραφή χωρικών πληροφοριών, αλλά λαμβάνει ευρείας αναγνώρισης και αξιοποιείται από διαφορετικές επιστημονικές και τεχνικές κοινότητες.

Ο πυρήνας του προτύπου παρέχει το σχήμα παρατήρησης, το οποίο προσφέρει και το βασικό προνόμιο των OGC προτύπων που είναι η διαλειτουργικότητα των παρατηρήσεων και των μεταδεδομένων. Το O&M είναι ένα από τα βασικά πρότυπα στη σουίτα *OGC Sensor Web Enablement*, παρέχοντας το μοντέλο απόκρισης για την υπηρεσία παρακολούθησης αισθητήρων (SOS).

### 2.2.3 Sensor Observation Service (SOS)

Το πρότυπο Sensor Observation Service (SOS) ανήκει στην οικογένεια των OGC προτύπων, η οποία συνθέτει το ευρύτερο πλαίσιο Sensor Web Enablement (SWE). Η λειτουργικότητα του SOS εντός του SWE είναι να παρέχει τυποποιημένη πρόσβαση σε μετρήσεις αισθητήρων, καθώς και στα περιγραφικά δεδομένα και μεταδεδομένα αυτών. Για την κωδικοποίηση παρατηρήσεων γίνεται χρήση του προτύπου Observations & Measurements

(O&M), ενώ για την κωδικοποίηση των περιγραφικών δεδομένων των αισθητήρων χρησιμοποιείται η γλώσσα Sensor Model Language (SensorML).

Ειδικότερα, το SOS αφορά μία διαδικτυακή υπηρεσία δεδομένων, βασικό χαρακτηριστικό των οποίων είναι η διαλειτουργικότητα. Το πρότυπο αυτό ορίζει μία τυποποιημένη διεπαφή διαδικτυακού τύπου, η οποία επιτρέπει τη δημιουργία ενός συστήματος ετερογενών αισθητήρων, παρέχοντας τη δυνατότητα διαχείρισης του για την προσθήκη ή την αφαίρεση αισθητήρων, την εισαγωγή μετρητικών παρατηρήσεων, καθώς και τη σύνθεση αιτημάτων/ερωτημάτων για την πρόσβαση σε αυτές, αλλά και σε μεταδεδομένα του συστήματος.

Οι αισθητήρες μπορεί να είναι διαφόρων τύπων, όπως μετρητές ποταμών, αισθητήρες μεταβαλλόμενης θέσης εντός μη επανδρωμένων αεροσκαφών (UAV) ή δορυφόρων, αλλά και μέρη ενός ευρύτερου χωρικά σταθερού συστήματος αισθητήρων.

Όπως και τα περισσότερα πρότυπα του OGC, η υπηρεσία SOS βασίζεται στην ανταλλαγή τυπικών μηνυμάτων (requests & responses) μεταξύ της υπηρεσίας και του καταναλωτή χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο HTTP. Τα αιτήματα αποστέλλονται στην υπηρεσία μέσω HTTP POST, είτε ως ένα αρχείο XML μορφοποιημένο σύμφωνα με συγκεκριμένες προδιαγραφές του προτύπου, είτε ως HTTP GET, όπως ένα KVP (Key-Value Pair) που καθορίζει τον τύπο του αιτήματος και τις σχετικές επιτρεπόμενες παραμέτρους. Οι απαντήσεις της υπηρεσίας είναι σε μορφή XML τηρώντας όλες τις απαιτούμενες προδιαγραφές του προτύπου SOS. Σύμφωνα με την προδιαγραφή OGC, μια υπηρεσία SOS πρέπει να εφαρμόζει τουλάχιστον τα τρία υποχρεωτικά αιτήματα του βασικού πυρήνα του SOS (version 1.0), ενώ παράλληλα υπάρχουν και επιπλέον, προαιρετικές ως προς τη χρήση τους, ενισχυμένες λειτουργίες οι οποίες θα αναλυθούν στη συνέχεια.

Επιπλέον, η παραπάνω υπηρεσία σε συνδυασμό με υπηρεσίες υλοποίησης τεχνολογιών *Internet of Things (IoT)*, παρέχει τη δυνατότητα απόκτησης και διαχείρισης των παρατηρήσεων σε πραγματικό χρόνο, επεκτείνοντας κατά αυτό τον τρόπο το εύρος των εφαρμογών της, ενώ παράλληλα καθίσταται αρκετά χρήσιμη στην υλοποίηση και λειτουργία σύγχρονων εφαρμογών στα πλαίσια των έξυπνων πόλεων και της έξυπνης γεωργίας.

Για την περιγραφή των διαφόρων χαρακτηριστικών και λειτουργιών του OGC SOS γίνεται χρήση κάποιων βασικών ορών οι οποίοι αναλύονται παρακάτω:

**Measurement:** το απότοκο μιας διαδικασίας για την εκτίμηση της τιμής ενός φυσικού φαινομένου, με τη χρήση συνήθως οργάνου ή αισθητήρα. Αυτό εφαρμόζεται ως δυναμικός τύπος χαρακτηριστικών, ο οποίος έχει μια ιδιότητα που περιέχει το αποτέλεσμα της μέτρησης. Το χαρακτηριστικό της μέτρησης επίσης χαρακτηρίζεται από μια τοποθεσία, ώρα και αναφορά της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της τιμής. Συνεπώς, η μέτρηση ενός φαινομένου δεσμεύει αποτελεσματικά μια παρατηρημένη τιμή (Observed Value) σε μια τοποθεσία και με μια μέθοδο ή όργανο.

**Observation:** μία παρατήρηση είναι ένα συμβάν, το αποτέλεσμα του οποίου φέρει τη τιμή που περιγράφει κάποιο φαινόμενο. Στο πλαίσιο των δυνατοτήτων του ISO / OGC μοντέλου η παρατήρηση (observation) μοντελοποιείται ως Feature, το οποίο είναι το γνώρισμα της παρατήρησης που συνδέει το αποτέλεσμα με το στοιχείο ενδιαφέροντος (feature of interest)

επί του οποίου αυτό έγινε. Μία παρατήρηση χρησιμοποιεί μία διαδικασία για τον προσδιορισμό της τιμής, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει έναν φυσικό παρατηρητή ή έναν αισθητήρα, μία αναλυτική διαδικασία ή ένα προσομοιωτή. Ειδικότερα, βρίσκεται στο κέντρο του προτύπου SOS, καθώς αντιπροσωπεύει τη τιμή μιας μέτρησης σε συγκεκριμένο χρόνο (π.χ. value: 0.3, time: 05-05-2021T22:40:00), βάσει του γενικότερου προτύπου O&M.

Procedure: αντιπροσωπεύει τον πάροχο των παρατηρήσεων, ο οποίος συνήθως είναι ένας αισθητήρας. Παρόλα αυτά μπορεί να απευθύνεται και σε μία διαδικασία που συντελείται για την προσφορά των παρατηρήσεων και αντιπροσωπεύεται ως πρότυπο μοντέλο δεδομένων SensorML.

Feature of interest: αναφέρεται σε ένα στοιχείο το οποίο σχετίζεται με τις παρατηρήσεις, όπως είναι η ακριβής θέση του αισθητήρα ενός οργάνου παρατήρησης ή η θέση της στο χώρο στην περίπτωση μιας απομακρυσμένης συσκευής (π.χ. location: Isthmos, coordinates: 37.951267, 22.959945, 6.0, reference system: EPSG 4326), με αυτό να αντιπροσωπεύεται σύμφωνα με το O&M πρότυπο ως *om:featureOfInterest*.

Observed Value: αποτελεί τη τιμή που περιγράφει ένα παρατηρούμενο φυσικό φαινόμενο μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Η περιγραφή του φαινομένου μπορεί να κάνει χρήση διαφορετικών κλιμάκων, όπως η ονομαστική, η κανονική κ.α.. Ο όρος *Observed Value* χρησιμοποιείται ανεξάρτητα από το αν η παρατηρηθείσα τιμή οφείλεται σε μια συμβατική παρατήρηση, μια υποκειμενική ανάθεση τιμής ή κάποια άλλη μέθοδος εκτίμησης.

Observed Properties: ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για την παρουσίαση των φαινομένων που παρατηρούνται (π.χ. phenomenon: air-relative-humidity) και αντιπροσωπεύεται με την χρήση ενός URI, που αποτελείται από κείμενο διαχωρισμένο με άνω και κάτω τελεία (:), σύμφωνα με το *om:observedProperty* του προτύπου O&M.

Observation Offering: είναι μία συλλογή παρατηρήσεων που προσφέρεται από μία υπηρεσία. Οι παράμετροι που περιορίζουν την προσφορά πρέπει να καθοριστούν με τρόπο τέτοιο, ώστε το αίτημα για απόκτηση της συγκεκριμένης ομάδας παρατηρήσεων, με την εφαρμογή των προσδιορισμένων παραμέτρων αυτής, να είναι αδύνατον να οδηγήσει σε κενό αποτέλεσμα. Ειδικότερα, ο όρος *offering* χρησιμοποιείται και για την οργάνωση των δεδομένων του SOS, με αυτόν να αναφέρεται στην ομαδοποίηση μιας συλλογής αισθητήρων υπό μία κοινή ομάδα (π.χ. offering: weather-sensor-NTUA) και αντιπροσωπεύεται ως ένα στοιχείο *sos:ObservationOffering* του προτύπου SOS.

Η κοινή ομάδα των αισθητήρων μπορεί να αναφέρεται σε αισθητήρες οι οποίοι είναι ενσωματωμένοι στον ίδιο μετεωρολογικό σταθμό, χωρίς αυτό να περιορίζει το αίτημα του χρήστη για την απόκτηση παρατηρήσεων ενός μόνο εκ του συνόλου των αισθητήρων της ομάδας. Αντιθέτως, κάνοντας λόγο για αισθητήρες οι οποίοι ανήκουν σε διαφορετικούς μετεωρολογικούς σταθμούς με μεγάλη απόσταση μεταξύ τους, είτε αν οι περίοδοι καταγραφής των παρατηρήσεων δεν παρουσιάζουν επικάλυψη, τότε οι αισθητήρες πρέπει να ενταχθούν σε διαφορετικές ομάδες προσφοράς (*offerings*), ώστε να αποφευχθεί η συσχέτιση των παρατηρήσεων διαφορετικών χρονικών περιόδων, κάτι που θα αλλοίωνε τελικά την ορθότητα των παρατηρήσεων.

Εμβαθύνοντας περισσότερο στην τελευταία έννοια, μία προσφορά παρατήρησης (Observation Offering) μπορεί θεωρητικά να αντιστοιχηθεί με ένα θεματικό επίπεδο των WFS υπηρεσιών, καθώς κάθε προσφορά είναι αυστηρά μη επικαλυπτόμενη από άλλη προσφορά ή ομάδα προσφορών σχετικών παρατηρήσεων. Κάθε Observation Offering χαρακτηρίζεται από μία σειρά παραμέτρων όπως: το σύστημα των αισθητήρων στο οποίο αναφέρονται οι παρατηρήσεις, η χρονική ή χρονικές περίοδοι για τις οποίες θα ζητηθούν οι παρατηρήσεις, είτε αυτές αποτελούν κοντινού ή πραγματικού χρόνου δεδομένα ή ιστορικά δεδομένα, το φυσικό φαινόμενο στο οποίο αναφέρονται οι παρατηρήσεις, καθώς και η γεωγραφική περιοχή η οποία περιέχει τους αισθητήρες ή η ευρύτερη γεωγραφική περιοχή που αποτελεί το ευρύτερο περιβάλλον παρατήρησης, σε περιπτώσεις remote sensing.

Sensor: αποτελεί μία οντότητα ικανή να παρατηρεί ένα φαινόμενο και να επιστρέφει μια παρατηρούμενη τιμή. Ένας αισθητήρας μπορεί να είναι ένα όργανο ή ένας ζωντανός οργανισμός (π.χ. ένα άτομο).

Sensor Platform (System): αναφέρεται σε μία οντότητα η οποία μπορεί να εντάξει αισθητήρες ή άλλες πλατφόρμες. Η πλατφόρμα χαρακτηρίζεται από τη θέση της σε ένα τοπικό ή ευρύτερο σύστημα συντεταγμένων στο οποίο μπορούν να αναφέρονται και πρόσθετες πλατφόρμες ή αισθητήρες.

Η χρήση των παραπάνω όρων, στη συγκεκριμένη έκθεση εξειδικεύεται στην χρήση οργάνων για την παρατήρηση των φαινομένων, και όχι σε φυσικό παρατηρητή.

## 2.3 Αρχές λειτουργίας του προτύπου OGC SOS 1.0.0

### 2.3.1 Λειτουργικός πυρήνας του OGC SOS

Οι λειτουργίες του SOS ακολουθούν τα βασικά μοτίβα των υπολοίπων διαδικτυακών υπηρεσιών του OGC (OGC Web Services, OWS). Οι βασικές προδιαγραφές περιλαμβάνουν το OWS Common, που παρέχει τη βασική λειτουργία απόκρισης *getCapabilities*, το Filter Encoding Specification OGC (FES), που παρέχει το συντακτικό για τη διαμόρφωση ερωτημάτων ad-hoc και την υπηρεσία Web Feature (WFS), που καθόρισε τα βασικά μοτίβα αλληλεπίδρασης *getCapabilities* / *describeX* / *getX*, για τη λήψη δεδομένων και αιτημάτων διαμόρφωσης.

Αυτές οι λειτουργίες μπορούν να καταμεριστούν σε τέσσερα κύρια προφίλ λειτουργιών ενός SOS: τις βασικές λειτουργίες (core operations), τις ενισχυμένες (enhanced), τις λειτουργίες συναλλαγών (transactional), και συνολικό (entire) προφίλ, το οποίο υλοποιεί και συνθέτει όλες αυτές τις λειτουργίες (core, enhanced και transactional).

Οι βασικές και υποχρεωτικές λειτουργίες του SOS είναι οι *GetObservation*, *DescribeSensor* και *GetCapabilities*. Αναλυτικότερα, η λειτουργία *GetObservation* παρέχει πρόσβαση στα παρατηρούμενα από τους αισθητήρες δεδομένα και μετρήσεις μέσω ενός χωροχρονικού ερωτήματος, το οποίο αποτελεί τις παραμέτρους βάσει των οποίων θα γίνει η ανάκτηση των δεδομένων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του O&M. Τέτοια δεδομένα μπορεί να είναι τα

χιλιοστά βροχόπτωσης και η ταχύτητα του ανέμου με παραμέτρους μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή ή για μία χρονική περίοδο, τα οποία προσφέρονται από αισθητήρες εντός μίας δωθήσαν περιοχής, επιστρέφοντας έτσι μία σειρά δεδομένων για κάθε ένα από τα παρατηρούμενα φαινόμενα.

Εν συνεχεία, η λειτουργία *DescribeSensor* αφορά τη λήψη λεπτομερών πληροφοριών για τις παραγόμενες μετρήσεις από τους αισθητήρες, καθώς επίσης και την ταυτότητα κάθε αισθητήρα, μέσω της παράθεσης στοιχείων που αναφέρονται στην ακριβή τοποθεσία, στο πλαίσιο λειτουργίας, στα στοιχεία επικοινωνίας με τον πάροχο κ.α..

Όσον αφορά τη λειτουργία του SOS, *GetCapabilities*, αυτή παρέχει τα μέσα για την πρόσβαση του καταναλωτή στα μεταδεδομένα της κάθε υπηρεσίας/συστήματος αισθητήρων. Τα μεταδεδομένα αναφέρονται μεταξύ άλλων στα στοιχεία ταυτότητας, στα στοιχεία των δεδομένων που παρέχονται από τη συγκεκριμένη υπηρεσία, καθώς και στα παρατηρούμενα φαινόμενα/ιδιότητες που αυτή διαθέτει για κατανάλωση.

Όσον αφορά τις λειτουργίες συναλλαγών, σε αυτές ανήκουν εκείνες οι οποίες έχουν να κάνουν με την εγγραφή ενός νέου αισθητήρα, *RegisterSensor* και την εισαγωγή νέων παρατηρήσεων ενός αισθητήρα στο σύστημα, *InsertObservation*, με αυτές να πρέπει να είναι κωδικοποιημένες σε μορφή XML και να ακολουθούν τις προδιαγραφές του O&M. Οι δύο αυτές λειτουργίες είναι υποχρεωτικές ώστε να καθίσταται λειτουργικό το συναλλακτικό προφίλ του SOS.

Επίσης, στα πλαίσια του προφίλ ενισχυμένων λειτουργιών προσφέρονται και προαιρετικές λειτουργίες που αποσκοπούν στην ανάκτηση πληροφορίες ενός μεμονωμένου ή ενός συνόλου αισθητήρων, όπως: *GetFeatureOfInterest*, *GetFeatureOfInterestTime*, *DescribeObservationType*, *DescribeResultModel* και *GetResult*.

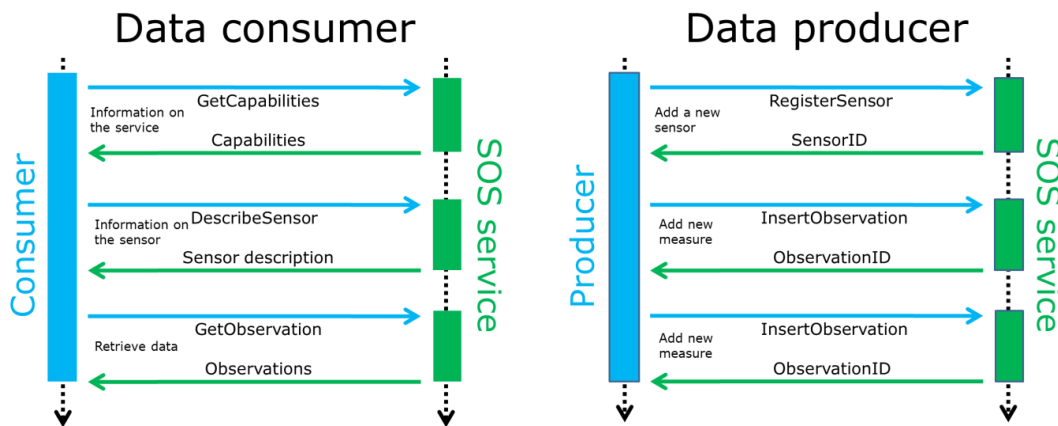
Μία σύντομη περιγραφή των λειτουργιών παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 2.1:** Σύντομη περιγραφή των συμπληρωματικών λειτουργιών του SOS.

Ενισχυμένες λειτουργίες του SOS	Σύντομη περιγραφή
<i>GetFeatureOfInterest</i>	Παρέχει ένα αιτούμενο στοιχείο ενδιαφέροντος σε μορφή GML.
<i>GetResult</i>	Παρέχει ένας εύκολο τρόπο για αίτημα παρατηρήσεων, αποφεύγοντας τη αποστολή ενός πλήρους αιτήματος κάθε φορά.
<i>GetObservationByID</i>	Παρέχει μία γρήγορη πρόσβαση σε παρατηρήσεις με τη χρήση του ID των παρατηρήσεων.
<i>GetFeatureOfInterestTime</i>	Παρέχει το χρονικό διάστημα στο οποίο ένα στοιχείο ενδιαφέροντος παρατηρήθηκε.
<i>DescribeFeatureType</i>	Παρέχει το σχήμα που χρησιμοποιείται για την περιγραφή ενός στοιχείου ενδιαφέροντος.
<i>DescribeObservationType</i>	Παρέχει το σχήμα που χρησιμοποιείται για την περιγραφή των παρατηρήσεων.
<i>DescribeResultModel</i>	Παρέχει το σχήμα που χρησιμοποιείται για την περιγραφή του τελικού αντικειμένου που επιστρέφει το αίτημα.

Η αναφορά και ανάλυση των υποχρεωτικών και προαιρετικών παραμέτρων που θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται κατά τη σύνταξη του αιτήματος ανάκτησης δεδομένων και πληροφοριών θα πραγματοποιηθεί σε επόμενο κεφάλαιο, βασιζόμενη στην υλοποιημένη OGC SOS υπηρεσία που πραγματεύεται η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία.

Διαθέτοντας πληθώρα διαφορετικών και χρήσιμων λειτουργιών, σε συνδυασμό με άλλες προδιαγραφές του OGC, το SOS έχει τη δυνατότητα να παρέχει ένα μεγάλο εύρος διαλειτουργικών δυνατοτήτων για την εξερεύνηση, τη δέσμευση και την σύνταξη ερωτημάτων προς μία πλατφόρμα ή μεμονωμένους αισθητήρες ή ακόμα και προς ένα δίκτυο αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο, οι οποίοι υφίστανται στο φυσικό ή και σε περιβάλλον προσομοίωσης.



**Εικόνα 2.1:** Τυπικά διαγράμματα SOS UML για καταναλωτές και παραγωγούς δεδομένων.

πηγή: <http://istsos.org/en/latest/doc/intro.html>

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι το SOS ορίζει ένα κοινό μοντέλο για όλους τους αισθητήρες, τα συστήματα αισθητήρων και τις παρατηρήσεις τους, ανεξαρτήτως του τομέα στον οποίο ανήκουν προσφέροντας μία κοινώς αναγνωρισμένη προτυποποίηση των δεδομένων, κάτι το οποίο έρχεται σε αντίθεση με την προσέγγιση που ακολουθήθηκε με τον Web Feature Service (WFS). Το WFS παρέχει έναν γενικό ορισμό μιας γεωγραφικής δυνατότητας που είναι αρκετά ευέλικτος ώστε να περιλαμβάνει οποιαδήποτε πραγματική οντότητα. Το WFS χρησιμοποιεί GML application σχήματα για τον καθορισμό των συγκεκριμένων ιδιοτήτων κάθε τύπου δυνατότητας. Με αυτήν την προσέγγιση, η διαλειτουργικότητα απαιτεί από τους οργανισμούς να συμφωνήσουν με τα συγκεκριμένα σχήματα GML application που χρησιμοποιεί ο κάθε τομέας παροχής WFS, με αυτό να συνεπάγεται ότι οι πελάτες που έχουν πρόσβαση σε ένα WFS ενός συγκεκριμένου τομέα πρέπει να έχουν εκ των προτέρων γνώσεις των σχημάτων GML που χρησιμοποιούνται σε αυτόν, κάτι το οποίο καταργεί το SOS.

### 2.3.2 Προσδιορισμός φαινομένων και μονάδων μέτρησης

Μία βασική αρχή για τη διαλειτουργικότητα του προτύπου SOS είναι ο ορισμός ενός σταθερού τρόπου αναφοράς των φαινομένων που μετριοούνται από αισθητήρες, καθώς και ο καθορισμός των μονάδων μέτρησης αυτών. Αυτή η ιδιότητα προσφέρει την αποτελεσματική



και μη λανθασμένη αλληλεπίδραση του χρήστη με την υπηρεσία SOS, για την ανάκτηση συγκεκριμένων δεδομένων παρατηρήσεων. Ένας αποτελεσματικός τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι η δημιουργία μιας σταθερής αυστηρά ορισμένης λίστας των φαινομένων, κάτι το οποίο όμως θα περιόριζε σημαντικά το εύρος των εφαρμογών που θα μπορούσε να καλύψει το SOS.

Για την επίλυση αυτής της αδυναμίας επιλέχθηκε η χρήση λεξικών GML (GML dictionaries) που θα συμβάλλουν στην αναγνώριση των φαινομένων και των μονάδων μέτρησης των παρατηρήσεων αυτών. Οι υπηρεσίες και οι πελάτες πρέπει να χρησιμοποιούν URIs (Uniform Resource Identifiers) για την αναφορά σε συγκεκριμένες καταχωρήσεις σε ένα συγκεκριμένο λεξικό GML, με τη δυνατότητα χρήσης URN (Uniform Resource Name) σε περιπτώσεις όπου η αναφορά αφορά φαινόμενα ή μονάδες μέτρησης που ορίζονται από ένα λεξικό OGC ή από ένα λεξικό που παρέχεται από κάποιον άλλον γνωστό οργανισμό. Επιπλέον, στη περίπτωση που μια υπηρεσία παρέχει το δικό της λεξικό ή χρησιμοποιεί λεξικό τρίτων που δε λαμβάνει ευρείας αναγνώρισης μπορεί να γίνει χρήση ενός URL (Uniform Resource Locator), το οποίο θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα αναγνωριστικό που χρησιμοποιείται για τον ακριβή εντοπισμό του *gml:id* ενός φαινομένου στο λεξικό της τοποθεσίας που υποδεικνύεται από τη διεύθυνση URL.

Παρακάτω αναφέρονται κάποια παραδείγματα χρήσης URN για την αναφορά σε συγκεκριμένα φαινόμενα και μονάδες μέτρησης:

Αναφορά φαινομένων με τη χρήση URN

- Χρόνος: urn:org:def:parameter:x-istsos:1.0:time:iso8601
- Βροχόπτωση: urn:org:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:rainfall
- Θερμοκρασία αέρα: urn:org:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:temperature

Αναφορά μονάδων μέτρησης με τη χρήση URN

- Χιλιοστά: urn:ogc:def:unit:millimeters
- Μοίρες: urn:ogc:def:unit:degree
- Βαθμοί Κελσίου: urn:ogc:def:unit:celsius

Η σύνταξη των URN θα πρέπει να ακολουθεί την μορφή που καθορίζεται στο έγγραφο OGC 05-010 - URNs Definitions στο OGC Namespace.

### 2.3.3 Προοπτικές λειτουργίας του SOS

Το γενικό πλαίσιο λειτουργίας του SOS θα μπορούσε να επιμεριστεί σε δύο βασικές ενότητες/προοπτικές λειτουργίας, χωρίς να απορρίπτεται οποιαδήποτε επιπλέον εναλλακτική λειτουργία, καθώς το SOS μπορεί να υποστηρίξει πληθώρα διαφορετικών εφαρμογών και αναγκών στον τομέα της παρατήρησης αισθητήρων και διαχείρισης των παρατηρήσεων. Η πρώτη ενότητα αφορά τη χρήση του SOS από έναν καταναλωτή των παρατηρήσεων, ο οποίος πέραν των ιδίων των δεδομένων μπορεί να αναζητά και τη διαλειτουργικότητα των δεδομένων που προσφέρει το πρότυπο SOS που τα περιγράφει. Αντίστοιχα, η δεύτερη

ενότητα λειτουργίας αφορά τον πάροχο και διαχειριστή των αισθητήρων και των δεδομένων που αυτοί παράγουν, αξιοποιώντας τις δυνατότητες του SOS για δυναμική καταχώρηση και δημοσίευση των παρατηρήσεων, αλλά και των μεταδεδομένων των αισθητήρων, μέσω της υπηρεσίας στην οποία ανήκουν.

Ένας καταναλωτής των δεδομένων που παράγουν αισθητήρες ενδιαφέρεται για την απόκτηση παρατηρήσεων από έναν ή και περισσότερους αισθητήρες. Οι καταναλωτές θα μπορούσαν σε αυτό το σημείο να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες, αυτούς που προσεγγίζουν το πρόβλημα έχοντας πλήρη επίγνωση της ύπαρξης συγκεκριμένων αισθητήρων και επιθυμούν την απόκτηση παρατηρήσεων από αυτούς, και στους καταναλωτές οι οποίοι ως κύριο άξονα έχουν την αναζήτηση συγκεκριμένων παρατηρήσεων, που πληρούν κάποιες χωροχρονικές προϋποθέσεις για συγκεκριμένα παρατηρούμενα φαινόμενα, μην έχοντας *a-priori* γνώση του συστήματος των αισθητήρων.

Σε οποιαδήποτε από τις δύο περιπτώσεις, ο καταναλωτής θα πρέπει αρχικά να λάβει γνώση των υπηρεσιών που διατίθενται, μέσω της υπηρεσίας καταλόγου και εν συνεχεία να επιλέξει την υπηρεσία παροχής παρατηρήσεων που πληροί τα κριτήρια που αυτός θέτει. Εν συνεχεία, ο καταναλωτής θα μπορούσε πριν την απόκτηση των παρατηρήσεων να περιηγηθεί εντός της υπηρεσίας ή να λάβει επιπλέον μεταδεδομένα αυτής. Για την απόκτηση των παρατηρήσεων ο καταναλωτής θα πρέπει να πραγματοποιήσει ένα αίτημα *GetCapabilities*, το οποίο θα του επέστρεφε ένα σύνολο πληροφοριών που περιγράφουν τις προσφορές παρατηρήσεων (*offerings*) που είναι διαθέσιμες, ώστε να ορίσει το κατάλληλο αίτημα της *GetObservations*, για την λήψη συγκεκριμένων δεδομένων. Επιπλέον, θα μπορούσε να αποκτήσει αναλυτικές πληροφορίες για κάθε έναν από τους αισθητήρες επικαλώντας τη λειτουργία του SOS, *DescribeSensor*. Επομένως, η εμπειρία ενός καταναλωτή δεδομένων του προτύπου και υπηρεσιών SOS, μπορεί να περιγραφεί συνοπτικά με τρεις βασικές ενέργειες-λειτουργίες: *Observation Discovery*, *Get Sensor Metadata* και *Get Sensor Observations*.

Από την πλευρά του παρόχου των δεδομένων των αισθητήρων, το SOS περιλαμβάνει ένα αρκετά οργανωμένο σύστημα αλληλεπίδρασης με τις υπηρεσίες για την πραγματοποίηση αλλαγών και για την προσθήκη δεδομένων σε αυτές. Προσφέρει συνεπώς τη δυνατότητα υλοποίησης ενός συστήματος υπηρεσιών με στόχο την συγκρότηση ενός ευνοϊκού πλαισίου για τη δημιουργία εμπορικών προϊόντων SOS που έχουν τη δυνατότητα να εφαρμόζονται σε οποιοδήποτε δίκτυο αισθητήρων, το οποίο συμπεριλαμβάνει παραγωγούς δεδομένων αισθητήρων με τη στοιχειώδη ικανότητα προσφοράς των δεδομένων.

Ειδικότερα, ως παραγωγοί των δεδομένων μπορούν να θεωρηθούν οποιεσδήποτε οντότητες λογισμικού, οι οποίες εκτελούνται σε φυσικά ή ενσύρματα διασυνδεδεμένες με τους αισθητήρες πλατφόρμες. Οι παραγωγοί αυτοί πρέπει να έχουν αρκετή επεξεργαστική ισχύ, ώστε να καθίσταται εφικτή η κατασκευή απλών εγγράφων μορφής XML, τα οποία δημοσιεύονται στο συναλλακτικό SOS για την αλληλεπίδραση με τις υπηρεσίες αυτού. Το συναλλακτικό SOS μπορεί να θεωρηθεί ως μια οντότητα λογισμικού που λειτουργεί σε έναν ικανό διακομιστή σε ένα κέντρο δεδομένων, ο οποίος έχει τη δυνατότητα να διαχειριστεί ένα μεγάλο αριθμό ταυτόχρονων συνδέσεων από παραγωγούς δεδομένων.

Οι καταναλωτές των δεδομένων μπορούν να ζητήσουν δεδομένα από το συναλλακτικό SOS κάνοντας χρήση του βασικού προφίλ συναλλαγών, αποφεύγοντας την άμεση επικοινωνία με τους πραγματικούς παραγωγούς των δεδομένων, όπως αυτοί ορίστηκαν παραπάνω. Εν κατακλείδι, κατά την εφαρμογή των υπηρεσιών SOS από την μεριά του παραγωγού και παρόχου των δεδομένων, οι διαδικασίες που ακολουθούνται μπορούν να περιγραφούν με τρεις βασικές ενέργειες/λειτουργίες: *Service Discovery*, *Sensor Registration* και *Publishing of Observations*.

## Κεφάλαιο 3 - Εισαγωγή στο λογισμικό istSOS<sup>2</sup>

### 3.1 Μέθοδοι και εργαλεία υλοποίησης

Στα πλαίσια διεκπεραίωσης της παρούσας διπλωματικής εργασίας επιλέχθηκε η υλοποίηση SOS υπηρεσίας αξιοποιώντας τη διαδικτυακή εφαρμογή ανοικτού κώδικα istSOS<sup>2</sup>, η οποία συμπεριλαμβάνει όλη την απαραίτητη υποδομή για τη δημιουργία ενός διαδικτυακού παρόχου δεδομένων αισθητήρων, με τη χρήση των προτύπων που συνθέτουν μία διαλειτουργική OGC SOS υπηρεσία.

Το istSOS αναπτύχθηκε από το Ινστιτούτο Επιστημών της Γης (IST) του Πανεπιστημίου Εφαρμοσμένων Επιστημών και Τεχνών της Νότιας Ελβετίας (SUPSI) και κυκλοφορεί υπό την άδεια GPLv2. Αποτελεί μία υλοποίηση διακομιστή, ανοικτού κώδικα γραμμένη εξ ολοκλήρου σε γλώσσα Python και βασίζεται σε αξιόπιστα λογισμικά ανοικτού κώδικα, όπως PostgreSQL/PostGIS και Apache/mod\_wsgi. Σκοπός του istSOS είναι η διαχείριση και η αποστολή παρατηρήσεων αισθητήρων παρακολούθησης, βάσει του προτύπου OGC Sensor Observation Service (SOS), φέροντας όλα τις προδιαγραφές των SWE προτύπων. Βασικό χαρακτηριστικό του istSOS αποτελεί το υλοποιημένο σε Python RESTFull Web API, παρέχοντας αυτοματοποίηση όλων των διαδικασιών διαχείρισης των δεδομένων. Επιπλέον, προσφέρει γραφική διεπαφή χρήστη (UI), η οποία προωθεί την καλύτερη αλληλεπίδραση του χρήστη με τα δεδομένα που διαθέτει η κάθε υπηρεσία του istSOS.

Όπως και κάθε υπηρεσία OGC SOS που αναλύθηκε σε προηγούμενες ενότητες, το istSOS βασίζεται δομικά σε πέντε κύρια στοιχεία που έχουν να κάνουν με τις διαδικασίες, *procedures*, παραγωγής των παρατηρήσεων, *observations*, που αντιστοιχούν σε μία μετρημένη τιμή μιας συγκεκριμένης χρονικής στιγμής ενός στοιχείου ενδιαφέροντος, *feature of interest*, (π.χ. ένας ακριβώς χωρικά ορισμένος μετεωρολογικός σταθμός), καθώς επίσης και με την παρατηρούμενη ιδιότητα, *observed property*, η οποία προσδιορίζει τις μετρούμενες περιβαλλοντικές παραμέτρους (π.χ. υγρασία, ταχύτητα του ανέμου) και τελικά με την προσφορά, *offering*, των παρατηρήσεων που έχουν παραχθεί.

Για τη διεκπεραίωση του ζητήματος της παρούσας διπλωματικής εργασίας έγινε χρήση της έκδοσης istSOS<sup>2</sup>, η οποία κατά κύριο λόγο ενεργεί βάσει του προτύπου OGC SOS 1.0.0. Με την εγκατάσταση του istSOS κάθε χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ της διαχείρισης του μέσω ενός διαδραστικού γραφικού περιβάλλοντος που αυτό διαθέτει ή μέσω της αποκλειστικής χρήσης τερματικών εντολών, με τη σύνταξη και αποστολή των κατάλληλα δομημένων αιτημάτων προς το λειτουργικό πυρήνα του istSOS.

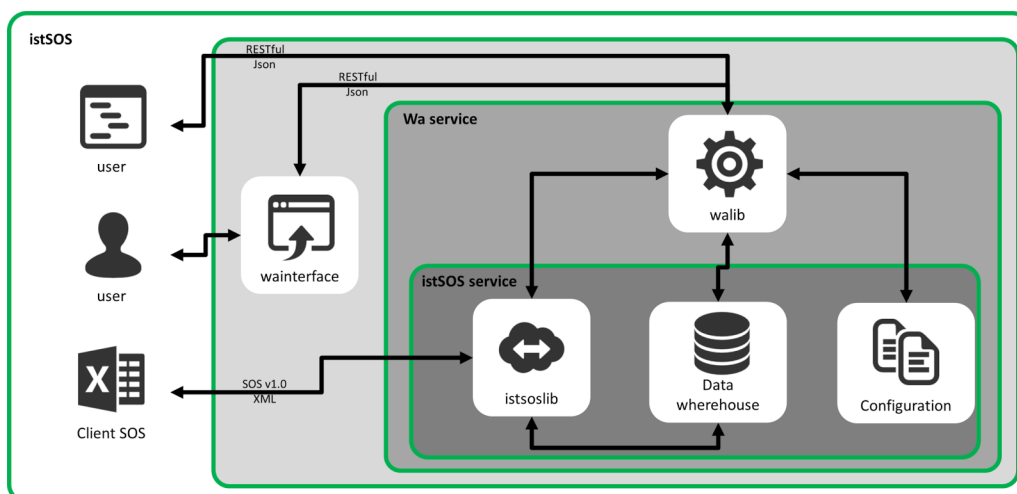
### 3.2 Αρχιτεκτονική και οργάνωση

Το istSOS απαρτίζεται από δύο ξεχωριστές υπηρεσίες και μία Web-based διεπαφή χρήστη: την υπηρεσία *istsos* η οποία παρέχει πληροφορίες σύμφωνα με το πρότυπο SOS, την υπηρεσία *wa* η οποία παρέχει τη δυνατότητα διαχείρισης των στοιχείων στο δίκτυο και τη διεπαφή *wainterface* η οποία προσφέρει την εύκολη αλληλεπίδραση του χρήστη με τις δύο υπηρεσίες.

Το τμήμα που αποτελεί τον διακομιστή της εφαρμογής (*istsos* και *wa*) είναι πλήρως υλοποιημένο σε Python και υποστηρίζεται από τον διακομιστή *Apache HTTP*, ενισχυμένο με την ενότητα *mod\_wsgi*, η οποία επιτρέπει τη φιλοξενία Python εφαρμογών που υποστηρίζουν τη διεπαφή *Python WSGI*. Επιπλέον, για την αποθήκευση των δεδομένων γίνεται χρήση της βάσης δεδομένων *PostgreSQL* με την επέκταση της για διαχείριση χωρικής πληροφορίας, *PostGIS*, ενώ για την πραγματοποίηση χρονικών μετατροπών ISO8601, την επικοινωνία με τη βάση δεδομένων, τη διαχείριση των ζωνών ώρας και την HTTP αλληλεπίδραση με τις υπηρεσίες χρησιμοποιήθηκαν οι βιβλιοθήκες *isodate*, *psycopg2*, *pytz* και *requests* αντίστοιχα.

Όσον αφορά το γραφικό περιβάλλον που προσφέρει, αυτό είναι γραμμένο στο σύνολό του σε Javascript και ενσωματώνει τις βιβλιοθήκες *ExtJS*, *dygraph*, *CodeMirror2* και *ol* για την υλοποίηση ενός διαδραστικού φιλικού προς τον χρήστη περιβάλλοντος, με διαγραμματικές και χαρτογραφικές αναπαραστάσεις.

Το σύστημα δομείται με μία αρχιτεκτονική εμφωλευμένων λειτουργικών ενοτήτων με τη βιβλιοθήκη *istsoslib* να αποτελεί τον πυρήνα (kernel) του συστήματος, ενεργοποιώντας το πρότυπο SOS, την *walib* να είναι υπεύθυνη για την υλοποίηση των κλάσεων και των λειτουργιών που απαιτούνται από την υπηρεσία *wa* και την *wainterface*, η οποία συνδέει τις δύο υπηρεσίες και πρόσθετα στοιχεία του istSOS προσφέροντας μία φιλική προς τον χρήστη διεπαφή επικοινωνίας.



**Εικόνα 3.1:** Εμφωλευμένα λειτουργικά επίπεδα και διασυνδέσεις του istSOS.

πηγή: <http://istsos.org/en/trunk/doc/istsos.html>

Η *istsoslib* αποτελώντας ένα από τα μέρη του πυρήνα του istSOS, απαρτίζεται από τρεις κύριες ενότητες: τη *filters* η οποία παρέχει τη διεπαφή που είναι υπεύθυνη για τη μετατροπή των HTTP requests (GET ή POST) βάσει του προτύπου SOS, σε Python objects που φέρουν τις υποβληθείσες παραμέτρους και τιμές του εκάστοτε αιτήματος, την *responders* για την επίλυση του ενδεχόμενου αιτήματος, πραγματοποιώντας την αλληλεπίδραση με την βάση δεδομένων με σκοπό τη προσθήκη, ανανέωση, διαγραφή ή συλλογή των εκάστοτε απαιτούμενων πληροφοριών και την ενότητα *renderers*, η οποία είναι υπεύθυνη για τη μετατροπή των αποκτηθέντων πληροφοριών, που έχουν αποθηκευτεί στους responders, σε πρότυπη μορφή, όπως αυτή ορίζεται από το πρότυπο SOS.

### 3.3 Υπηρεσίες υποβολής και διαχείριση HTTP αιτημάτων

Η διαδικασία διεκπεραίωσης ενός αιτήματος SOS ξεκινάει με την σύνταξη και αποστολή του αιτήματος μέσω HTTP πρωτοκόλλου από τον χρήστη, με αυτό να υποβάλλεται αρχικά σε επεξεργασία από τη μονάδα *filters*. Εν συνεχεία, με την ολοκλήρωση της μετατροπής σε python object το αντικείμενο αποστέλλεται στη μονάδα *responders* η οποία πραγματοποιεί όλες εκείνες τις απαραίτητες διαδικασίες αλληλεπίδρασης με τη βάση δεδομένων του istSOS για τη συγκέντρωση των δεδομένων που ανταποκρίνονται στο συγκεκριμένο αίτημα. Κατά την ολοκλήρωση της διαδικασίας η παραγόμενη αυτή πληροφορία αποστέλλεται στη μονάδα *render* για την τελική μετατροπή βάσει του προτύπου SOS, με τελικό αποδέκτη τον χρήστη που πραγματοποίησε το αίτημα.

Με την πάροδο των διαδικασιών παράγεται αρχείο διαμόρφωσης εντός του οποίου αποθηκεύονται βασικές παράμετροι και πληροφορίες που χαρακτηρίζουν την συγκεκριμένη διαδικασία, όπως μεταδεδομένα υπηρεσίας (π.χ. όνομα, έκδοση, κάτοχος), παράμετροι σύνδεσης της βάσης δεδομένων, ορισμός λεξικών, αιτήματα χειρισμού κ.λπ.

Εκτός από αυτές τις βασικές υπηρεσίες που υλοποιεί το istSOS, έχει δημιουργηθεί ένα σύνολο επιπλέον λειτουργιών οι οποίες έχουν ως στόχο την υποστήριξη αναγκών που έχουν να κάνουν με τη διαχείριση των δεδομένων. Αυτές οι λειτουργίες μπορούν αριθμηθούν σε εννιά σημαντικά εργαλεία βελτιστοποίησης των διαδικασιών:

1. Ακανόνιστες χρονοσειρές δεδομένων: είναι πιθανό η αναζήτηση παρατηρήσεων που συνδέεται με ένα συγκεκριμένο γεγονός να οδηγήσει σε παρατηρήσεις που δεν αντιστοιχούν σε κάποιο συμβάν. Αυτή η περίπτωση θα πρέπει να διακρίνεται ως μη διαθεσιμότητα δεδομένων και να προσφέρεται ως κενή τιμή παρατήρησης.
2. Εισαγωγή πολλών παρατηρήσεων ταυτόχρονα: οι προδιαγραφές του SOS δε διακρίνουν ξεκάθαρα την περίπτωση της εισαγωγής περισσότερων της μίας παρατήρησης με τη χρήση του αιτήματος *insertObservation*, κάτι το οποίο το υποστηρίζει το istSOS, καθιστώντας εφικτή την εισαγωγή μεγάλων συνόλων παρατηρήσεων ταυτόχρονα.
3. Επανεγγραφή των παρατηρήσεων: είναι συχνή η ανάγκη διαγραφής ή αντικατάστασης κάποιων συγκεκριμένων παρατηρήσεων. Τέτοιες περιπτώσεις μπορεί

να είναι η ύπαρξη τεχνικών σφαλμάτων τη χρονική στιγμή της καταγραφής, τα οποία να οδήγησαν σε μη αποδεκτή ή και κενή τιμή, χρήζοντας ανάγκη διαγραφής αυτών, αλλά και η περίπτωση της προσφοράς παρατηρήσεων από έναν πάροχο ανά επικαλυπτόμενα χρονικά διαστήματα, ακόμα και ως μέσες τιμές παρατήρησης, καθιστώντας αναγκαία την αντικατάσταση των παρατηρήσεων από τις χρονικά νεότερες που έχουν προσφερθεί.

4. Εικονική διαδικασία: αυτή η λειτουργία σχεδιάστηκε για την παραγωγή και προσφορά δεδομένων τα οποία ποτέ δεν παρατηρήθηκαν. Η μη παρατήρησή τους κυρίως μπορεί να οφείλεται σε τεχνικό θέμα του αισθητήρα ή κάποιου άλλου στοιχείου που συμμετέχει στη διαδικασία παραγωγής και αποθήκευσης της πληροφορίας. Ακόμη μπορεί να είναι επιθυμητή η παραγωγή ενός μη μετρημένου στοιχείου, όπως είναι η παροχή ενός ποταμού αξιοποιώντας τις παρατηρήσεις της στάθμης του νερού. Με την εικονικής διαδικασία είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας εικονικής τιμής παρατήρησης με την εφαρμογή μαθηματικών πράξεων, χρησιμοποιώντας υπάρχουσες μετρημένες παρατηρήσεις.
5. Μέγιστη χρονική περίοδος δεδομένων ανά αίτημα: σε συνθήκες αυξημένης ζήτησης, ο διακομιστής του istSOS είναι πιθανό να αντιμετωπίσει θέμα στην ταυτόχρονη εκτέλεση μεγάλου αριθμού αιτημάτων. Έχοντας τη δυνατότητα να οριστεί μία μέγιστη χρονική περίοδος παρατηρήσεων, μειώνοντας τον όγκο των δεδομένων που πρέπει να προσφέρει με ένα μεμονωμένο αίτημα, μειώνονται και οι απαιτήσεις του διακομιστή σε πόρους, βελτιστοποιώντας έτσι τη λειτουργία του.
6. Συντομεύσεις φιλτραρίσματος των παρατηρήσεων: κατά τον ορισμό των παρατηρούμενων φαινομένων με τη χρήση λεξικών GML, είναι συνετή η σύνταξη των urn με ένα ιεραρχικό μοντέλο, το οποίο θα επιτρέπει την αυτόματη ομαδοποίηση των φαινομένων σε ευρύτερες ομάδες (π.χ. παρατηρούμενα φαινόμενα στον αέρα). Με τη χρήση urn της μορφής:  
>>urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:mean:temperature και  
>>urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:wind:velocity, το istSOS παρέχει τη δυνατότητα λήψης παρατηρήσεων όλως των φαινομένων που εντάσσονται στην ομάδα *air* ή και *meteo*, μειώνοντας τον χρόνο σύνταξης και των όγκο των αιτημάτων.
7. Συσσωμάτωση δεδομένων: ο χρήστης κάνοντας χρήση του συγκεκριμένου εργαλείου, έχει τη δυνατότητα να αποκτήσει δεδομένα από μία υπηρεσία, θέτοντας ένα χρονικό διάστημα συσσωμάτωσης των δεδομένων (π.χ. 3 ώρες, 4 ημέρες), ορίζοντας παράλληλα και τη συνάρτηση συσσωμάτωσης αυτών. Οι συναρτήσεις που υποστηρίζονται από το istSOS είναι η μέση, μέγιστη ή ελάχιστη τιμή, καθώς και το άθροισμα όλως των παρατηρήσεων. Σε περιπτώσεις που η χρονική συσσωμάτωση δεν αντιστοιχεί σε παρατηρήσεις, επιστρέφεται μία μηδενική τιμή. Στη συνέχεια την εργασίας θα γίνει αναλυτικότερη αναφορά στις δυνατότητες που έχει ο καταναλωτής όσον αφορά τις παραμέτρους που μπορεί να ορίσει σαν φίλτρο των παρατηρήσεων για τη βέλτιστη αναζήτηση του.
8. Δείκτης ποιότητας των δεδομένων: το istSOS προσφέρει τη δυνατότητα στον διαχειριστή των δεδομένων να ορίσει μία σειρά από δείκτες ποιότητας που θα

αντιπροσωπεύουν την ποιότητα των δεδομένων, βάσει των κριτηρίων που αυτός έχει ορίσει. Ειδικότερα, κατά την υλοποίηση μιας διαδικασίας παραγωγής των δεδομένων μπορεί να γίνει ο ορισμός των αποδεκτών ορίων των τιμών μέτρησης των φαινομένων (π.χ. air-temperature between -40°C and 80°C), ορίζοντας ταυτόχρονα και τα πλαίσια ποιότητας των τιμών. Κατά την παροχή των δεδομένων ο καταναλωτής μπορεί να συμπεριλάβει στο αίτημά του τη συμπερίληψη του δείκτη ποιότητας, που αναγνωρίζεται ως μια ξεχωριστή ιδιότητα των δεδομένων και προσφέρεται για κάθε μία από τις αποκτηθέντες παρατηρήσεις.

9. Διαφορετικοί τύποι εξαγόμενων αρχείων: σε αντίθεση με την αποκλειστική ανάκτηση των παρατηρήσεων σε πρότυπη μορφή XML που ορίζει το πρότυπο OGC SOS, το istSOS, προσφέρει τη δυνατότητα ο καταναλωτής να επιλέξει μεταξύ τριών υποστηριζόμενων τύπων αρχείων: XML, application/json και plain/text.

Σε συνέχεια της παράθεσης και ανάλυσης των βασικών λειτουργιών του istSOS, το δεύτερο σημαντικό πλαίσιο λειτουργιών υλοποιείται μέσω της υπηρεσίας *wa* και της αντίστοιχης βιβλιοθήκης *walib*. Η *walib* είναι υπεύθυνη για την επικοινωνία του χρήστη με την υποδομή δεδομένων του istSOS υλοποιώντας ένα πλαίσιο RESTful API, δίνοντας τη δυνατότητα στον χρήστη να εκτελέσει μία σειρά αιτημάτων προς τον διακομιστή με τη χρήση μεθόδων HTTP πρωτοκόλλου, όπως GET για την ανάκτηση, POST για την εισαγωγή, PUT για την ανανέωση και DELETE για την διαγραφή στοιχείων. Η *walib* έχει σχεδιαστεί για να δέχεται αιτήματα προς το διακομιστή, των οποίων το σώμα έχει συνταχθεί σε json μορφή.

Από την άλλη μεριά, η απάντηση του διακομιστή στα αιτήματα απαρτίζεται από δύο μέλη σε κάθε περίπτωση, και από τέσσερα στην περίπτωση που έχουν αιτηθεί δεδομένα. Ειδικότερα, το πρώτο μέλος είναι εκείνο που φέρει την κατάσταση επιτυχίας του αιτήματος (status code), ενώ το δεύτερο αφορά μία σημείωση για την απόκριση, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική στην περίπτωση επιστροφής σφάλματος. Τα δύο επιπλέον μέλη δομούνται μόνο στην περίπτωση επιτυχούς αιτήματος ανάκτησης δεδομένων, με το πρώτο εκ των δύο να παραθέτει τα στοιχεία με τα γνωρίσματά τους, ενώ το δεύτερο αναφέρει το σύνολο των επιστρεφόμενων στοιχείων.

Με το παρακάτω αίτημα πραγματοποιείται αίτηση ανάκτησης των υπηρεσιών που παρέχει ο υλοποιημένος διακομιστής istSOS, με τη χρήση του *wa* RESTful API.

**method:** GET

**address:** <http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/wa/istsos/services>

**request body:** -



Η απόκριση του διακομιστή επιστρέφει το ακόλουθο αντικείμενο json:

```
{
  success: true,
  message: "Services list successfully retrived: found [2] services",
  data:
  [
    {
      service: "meteogchours",
      path: "/usr/share/istsos/services/meteogchours/meteogchours.cfg",
    },
    {
      service: "meteogcdays",
      path: "/usr/share/istsos/services/meteogcdays/meteogcdays.cfg",
    },
  ],
  total: 2,
}
```

Το αντικείμενο απόκρισης απαρτίζεται από τα μέλη που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο με αυτά να είναι τα ακόλουθα, με σειρά αναφορά: *success*, *message*, *data* και *total*.

### 3.4 Γραφική διεπαφή χρήστη

Το τρίτο βασικό μέρος που απαρτίζει το istSOS<sup>2</sup>, είναι το *wainteface* και αποτελεί μία web-Based διεπαφή διαχείρισης του συνόλου των δεδομένων του διακομιστή, που έχει ως σκοπό την ευκολότερη αλληλεπίδραση του χρήστη με τις διάφορες λειτουργίες που προσφέρει του istSOS, χωρίς αυτό να την καθιστά αναγκαία για την ορθή υλοποίηση της SOS υπηρεσίας. Η εφαρμογή μπορεί να καταμηθεί σε τρεις ενότητες βάσει των λειτουργικών ομάδων του SOS που αυτές αντιπροσωπεύουν.

Αναλυτικότερα η πρώτη ενότητα, *server*, αφορά το σύνολο των εργαλείων που χρειάζονται για τη διαχείριση των υπηρεσιών (SOS services). Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ελέγξει την ορθή λειτουργία του διακομιστή (Status) και τη σύνδεσή του με τη βάση δεδομένων (Database), να ορίσει τον πάροχο των υπηρεσιών (Service provider), τα στοιχεία ταυτότητα (Service identification) και τα προς χρησιμοποίηση συστήματα συντεταγμένων (Coordinates system), τη δημιουργία (New service) ανανέωση και διαγραφή υπηρεσιών (Delete service), καθώς και μία σειρά άλλων παραμέτρων και προδιαγραφών (MQTT Publisher, GetObservation Configuration, Proxy Configuration).

Για τη πρόσβαση στη δεύτερη ενότητα, *services*, ο χρήστης έχει να επιλέξει μεταξύ των υπηρεσιών που έχουν δημιουργηθεί στα προηγούμενα στάδια, κάτι το οποίο θα τον οδηγήσει στην οθόνη διαχείρισης της συγκεκριμένης υπηρεσίας SOS. Μέσω αυτής της ενότητας ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προσθέσει ή να ανανεώσει πληροφορίες που οι περισσότερες

εκ των οποίων έχουν κληρονομήσει τις τιμές τους από την προηγούμενη ενότητα. Αυτά τα πεδία είναι: Database, Service provider, Service identification, Coordinates system, MQTT Publisher, GetObservation Configuration και Proxy Configuration.

Εκτός αυτών, εμφανίζονται επιπλέον επτά νέα υποχρεωτικά πεδία που έχουν να κάνουν με τη διαχείριση αποκλειστικά της συγκεκριμένης υπηρεσίας, με την ορθή συμπλήρωσή τους να συνεπάγεται την ορθή λειτουργία αυτής. Ο διαχειριστής της υπηρεσίας μπορεί να δημιουργήσει τον κατάλογο με τις διαδικασίες παραγωγής των παρατηρήσεων μέσω του πεδίου *New procedure*, συμπληρώνοντας μία σειρά από παραμέτρους που αφορούν τις γενικές πληροφορίες (General info: name, description, keywords), την ομάδα στην οποία ανήκει το σύστημα ή ο αισθητήρας της διαδικασίας (Classification: system type, sensor type), την ακριβή τοποθεσία αυτού (Location: FOI name, EPSG, coordinates), καθώς και τις παραμέτρους των προσφερόμενων παρατηρήσεων (Outputs: observed property, unit of measure, description, statistical quality index constraints). Για τον έλεγχο των δημιουργηθέντων διαδικασιών, αλλά και για την τυχόν αλλαγή κάποιων παραμέτρων, το istSOS παρέχει το πεδίο *Procedures*, ενώ για τη δημιουργία εικονικών διαδικασιών παραγωγής δευτερογενών δεδομένων, αξιοποιώντας παρατηρήσεις αισθητήρων και έχοντας τη δυνατότητα εφαρμογής καμπυλών κατάταξης ή και τη σύνταξη αλγορίθμου, υπάρχει το πεδίο *Virtual procedures*.

Όσον αφορά τη δημιουργία προσφορών παρατηρήσεων, προσφέρεται το πεδίο *offerings*, μέσω του οποίου μπορούν να οριστούν νέες προσφορές, να αφαιρεθούν υπάρχουσες, καθώς και να γίνει η χειροκίνητη σύνδεσή τους με τις διαδικασίες οι οποίες θα παράγουν τα δεδομένα για αυτές τις προσφορές. Παρά την αρκετά χρήσιμη πλατφόρμα του istSOS, δεν προσφέρεται η δυνατότητα εκχώρησης παρατηρήσεων μέσω αυτής. Η διαδικασία αυτή υλοποιείται με συγκεκριμένα *python scripts*, τα οποία θα αναφερθούν και εκτενέστερα στη συνέχεια. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι το istSOS προσφέρει έναν κατάλογο από *python scripts* που αυτοματοποιούν αρκετές από τις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν για την υλοποίηση μιας SOS υπηρεσίας.

Σε συνέχεια του πεδίου των προσφορών, μέσω της πλατφόρμας είναι δυνατή η διαχείριση των παρατηρούμενων ιδιοτήτων, μέσω του πεδίου *Observed properties*, ενώ για τη διαχείριση των μονάδων των μετρούμενων φαινομένων και των δεικτών ποιότητας των δεδομένων υπάρχουν τα πεδία *Units of measures* και *Data quality* αντίστοιχα.

Η τρίτη ενότητα της πλατφόρμας, *Data Management*, προσφέρει τα εργαλεία για την διόρθωση των παρατηρήσεων και την αναπαράσταση αυτών. Η καρτέλα *Data Editor* επιτρέπει στο διαχειριστή να διορθώσει λανθασμένες τιμές των παρατηρήσεων χρησιμοποιώντας μαθηματικές πράξεις μεταξύ των διαφόρων προσφορών, ενώ η καρτέλα *Data Viewer*, έχει να κάνει με την αναπαράσταση των παρατηρήσεων με διαγραμματική και χαρτογραφική μορφή, καθώς και σε πίνακα.

### 3.5 Πρόσβαση σε παρατηρήσεις και μεταδεδομένα

Για την ανάκτηση παρατηρήσεων το istSOS προσφέρει δύο διεπαφές. Η πρώτη υποστηρίζει την σύνταξη αιτημάτων και την ανάκτηση δεδομένων βάσει του προτύπου SOS 1.0.0, ενώ η δεύτερη αποτελεί μία RESTful διεπαφή υλοποιημένη από τη βιβλιοθήκη *walib* που αναλύθηκε σε προηγούμενη παράγραφο.

#### 3.5.1 Λήψη παρατηρήσεων βάσει του SOS 1.0.0

Επιλέγοντας τον δρόμο του SOS 1.0.0, αρχικά για τη λήψη μεταδεδομένων που αφορούν την υπηρεσία προσφοράς των δεδομένων ή τον αισθητήρα παρατήρησης των φαινομένων είναι δυνατή μέσω των SOS αιτημάτων *GetCapabilities* και *DescribeSensor* αντίστοιχα. Επιπρόσθετα, για τη λήψη παρατηρήσεων γίνεται χρήση του *GetObservation* αιτήματος, με τη σύνταξη ενός URL που φέρει όλες τις παραμέτρους που θα προσδιορίσουν τους ακριβείς περιορισμούς για την ανάκτηση των παρατηρήσεων. Οι παράμετροι που μπορούν να συμπεριληφθούν κατά τη σύνταξη του αιτήματος είναι δέκα σε αριθμό με τις έξι εξ αυτών να είναι υποχρεωτικές. Αναλυτικότερα, οι υποχρεωτικές παράμετροι αφορούν το είδος του αιτήματος (*request=getObservation*), τον αναγνωριστικό τύπο της υπηρεσίας (*service=SOS*), το όνομα της προσφοράς των δεδομένων (*offering={offering}*), την έκδοση της SOS υπηρεσίας (*version=1.0.0*), την παρατηρούμενη ιδιότητα στην οποία θα αναφέρονται οι παρατηρήσεις (*observedProperty=urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:{observedProperty}*) και τον επιθυμητό τύπο του αρχείου που θα φέρει την απάντηση στο αίτημα (*responseFormat={responseFormat}*). Το istSOS παρέχει μία αρκετά χρήσιμη ιδιότητα που είναι η δυνατότητα σύνταξης διαφορετικών τύπων αρχείων απάντησης (*text/xml;subtype="sensorML/1.0.1"*, *text/plain* και *application/json*) επεκτείνοντας σε σημαντικό βαθμό τη διαλειτουργικότητα των παρατηρήσεων, προσαρμόζοντάς τες στις ανάγκες του κάθε καταναλωτή και παρόχου.

Εκτός των υποχρεωτικών παραμέτρων που θα πρέπει να φέρει το κάθε αίτημα, οι έξι προαιρετικές αφορούν:

1. τη χρονική περίοδο ή τη χρονική στιγμή, *eventTime*, των επιθυμητών παρατηρήσεων (*eventTime={From}/{To}*). Η παράμετρος *eventTime* μπορεί να καθοριστεί με 4 τρόπους στοχεύοντας σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Ειδικότερα, το αίτημα μπορεί να αναφέρει αποκλειστικά μία χρονική παράμετρο (π.χ. 2015-06-13T00:00:00+0200) για τη λήψη παρατηρήσεων μιας συγκεκριμένης χρονικής στιγμής, να έχει δύο χρονικές αναφορές διαχωριζόμενες με "/", για την περίπτωση ανάκτησης των παρατηρήσεων μιας χρονικής περιόδου (π.χ. 2015-06-13T00:00:00+0200/2015-06-18T04:00:00+0200), καθώς και να φέρει περισσότερες από μία χρονικές περιόδους ή χρονικές στιγμές, διαχωριζόμενες μεταξύ τους με κόμμα. Η παράβλεψη της συγκεκριμένης παραμέτρου οδηγεί στην απόκτηση της τελευταίας πριν το τέλος παρατήρησης, ορισμένη ως *last observation*. Τέλος, είναι εφικτή και η επιλογή της ζώνης ώρας (π.χ. GMT +03:00) των χρονικών στιγμών για τη μεγαλύτερη διευκόλυνση του καταναλωτή.

2. τη διαδικασία παραγωγή των δεδομένων *procedure*. Με τη προσθήκη της συγκεκριμένης παραμέτρου συνυπολογίζεται στα ζητούμενα δεδομένα η διαδικασία/συστήματος αισθητήρων (π.χ. urn:ogc:def:procedure:x-istsos:1.0:Aitoliko), ενώ παράλληλα είναι δυνατή και η επιλογή περισσότερων διαδικασιών διαχωρισμένες με κόμμα. Η παράλειψη της συγκεκριμένης παραμέτρου οδηγεί στη λήψη του συνόλου των διαδικασιών που έχουν παραγάγει παρατηρήσεις που περιγράφονται με το αίτημα λήψης.
3. τα στοιχεία, *featureOfInterest*, για τα οποία θα ζητηθούν παρατηρήσεις. Αυτά μπορούν να συμπεριληφθούν στο αίτημα με τη χρήση του ID που αναφέρεται στο έγγραφο *getCapabilities*, είτε να οριστούν έμμεσα με την εφαρμογή χωρικών περιορισμών στο αίτημα. Οι χωρικοί περιορισμοί αναφέρονται με τη χρήση GML σχημάτων, βάσει των προτύπων SWE και υποστηρίζονται τα *ogc:BBOX* και *ogc:DWithin*. Το πρώτο επιστρέφει τα στοιχεία/αισθητήρες τα οποία εντοπίζονται εντός ενός ακριβώς ορισμένου ορθογωνίου παραλληλογράμμου, με την αναγραφή του συστήματος αναφοράς *srsName* και των συντεταγμένων των δύο απέναντι γωνιών. Το δεύτερο υλοποιεί ένα νοητό κύκλο και επιστρέφει τα στοιχεία/αισθητήρες τα οποία εντοπίζονται εντός μίας ορισμένης απόστασης από ένα συγκεκριμένο σημείο, αναγράφοντας και σε αυτή τη περίπτωση το σύστημα αναφοράς, τις ακριβείς συντεταγμένες του σημείου και την επιθυμητή απόσταση σε  $\text{km} \cdot 10^2$ .
4. τη συσσωμάτωση των παρατηρήσεων, *aggregation*, με τον καθορισμό της οποίας ο καταναλωτής μπορεί να αιτηθεί παρατηρήσεις οι οποίες ομαδοποιούνται βάσει ενός ορισμένου χρονικού διαστήματος, *aggregateInterval*, (π.χ. P1DT = 1 Day, PT12H = 12 hours), και βάσει μιας συνάρτησης ομαδοποίησης, *aggregateFunction*, (AVG, SUM, MAX, MIN).
5. δείκτης ποιότητας των δεδομένων, *qualityIndex*, για τη λήψη δεικτών ποιότητας για κάθε μία παρατήρηση. Η εφαρμογή του πραγματοποιείται με τη προσθήκη του αντικειμένου: "qualityIndex=True". Παράλληλα, είναι δυνατή η χρήση ενός φίλτρου ποιότητας, για την επιστροφή παρατηρήσεων, η ποιότητα των οποίων ικανοποιεί μία λογική συνθήκη (π.χ. qualityfilter=>110).
6. τις αποδεκτές τιμές των παρατηρήσεων, *result values*, οι οποίες καθορίζονται από την επιλογή ενός συγκριτικού τελεστή (π.χ. <PropertyIsEqualTo>), λαμβάνονται παρατηρήσεις οι οποίες επαληθεύουν τη συνθήκη. Η χρήση αυτού του φίλτρου μπορεί να γίνει μόνο σε μία παρατηρούμενη ιδιότητα σε κάθε αίτημα. Βάσει του *OGC Filter Encoding* προτύπου και των περιορισμών του SOS μπορούν να εφαρμοστούν οι ακόλουθοι συγκριτικοί τελεστές: *PropertyIsEqualTo*, *PropertyIsNotEqualTo*, *PropertyIsLessThan*, *PropertyIsLessThanOrEqualTo*, *PropertyIsGreaterThan* και *PropertyIsGreaterThanOrEqualTo*.

Παράδειγμα εφαρμογή της παραμέτρου result:

```
result:"<ogc:PropertyIsGreaterThan>
  <ogc:PropertyName>
    high:temperature
  </ogc:PropertyName>
  <ogc:Literal>
    28
  </ogc:Literal>
</ogc:PropertyIsGreaterThan>"
```

Επιπλέον, το istSOS προσφέρει τη δυνατότητα παράκαμψης της πλήρους περιγραφής των *procedure* και *observedProperty*, καθιστώντας δυνατή τη χρήση μόνο της απλής ονομασίας όπως δίνεται παρακάτω:

```
observedProperty=urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:rainfall
⇔ observedProperty=air:rainfall ⇔ observedProperty=rainfall
```

και

```
procedure=urn:ogc:def:procedure:x-istsos:1.0:Aitoliko
⇔ procedure=Aitoliko
```

Ακολουθούν κάποια παραδείγματα αιτημάτων, συνδυαστικά με τις απαντήσεις αυτών από το istSOS. Τα παραδείγματα αξιοποιούν τις υλοποιημένες υπηρεσίες που αναπτύχθηκαν για τη διεκπεραίωση της παρούσαν διπλωματικής εργασίας.

Περίπτωση ανάκτησης XML κωδικοποίησης :

**method:** GET

**address:**

<http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/meteogcdays?>

**service=SOS&**

**request=GetObservation&**

**offering=temporary&**

**procedure=Argos&**

**eventTime=2021-05-01T00:00:00+02:00/2021-05-04T00:00:00+02:00&**

**observedProperty=high:temperature,rainfall&**

**responseFormat=text/xml;subtype="sensorML/1.0.1"&**

**version=1.0.0&**

**featureOfInterest:<ogc:BBOX><ogc:PropertyName>the\_geom</ogc:PropertyName><gml:Box srsName='EPSG:4326'><gml:coordinates>22.178412,38.41756623,945905,37.426545</gml:coordinates></gml:Box></ogc:BBOX>**

## Response:

```

<om:ObservationCollection xmlns:sos="http://www.opengis.net/sos/1.0"
  xmlns:om="http://www.opengis.net/om/1.0" xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/1.0.1"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/om/1.0 http://schemas.opengis.net/om/1.0.0/om.xsd">
  <gml:description>temporary offering to hold self-registered procedures/sensors waiting for service admistration
  acceptance</gml:description>
  <gml:name>temporary</gml:name>
  <om:member>
  <om:Observation>
  <gml:name>Argos</gml:name>
  <om:samplingTime>
  <gml:TimePeriod>
  <gml:beginPosition>2020-01-01T00:00:00+02:00</gml:beginPosition>
  <gml:endPosition>2021-05-25T02:00:00+02:00</gml:endPosition>
  <gml:duration>P510DT2H</gml:duration>
  </gml:TimePeriod>
  </om:samplingTime>
  <om:procedure xlink:href="urn:ogc:def:procedure:x-istsos:1.0:Argos"/>
  <om:observedProperty>
  <swe:CompositePhenomenon gml:id="comp_3" dimension="4">
  <gml:name>timeSeriesOfObservations</gml:name>
  <swe:component xlink:href="urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time:iso8601"/>
  <swe:component xlink:href="urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:temperature"/>
  <swe:component xlink:href="urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:temperature:eventtime"/>
  <swe:component xlink:href="urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:rainfall"/>
  </swe:CompositePhenomenon>
  </om:observedProperty>
  <om:featureOfInterest xlink:href="urn:ogc:def:feature:x-istsos:1.0:Point:Argos">
  <gml:FeatureCollection>
  <gml:location>
  <gml:Point
  srsName="EPSG:4326"><gml:coordinates>22.713401000000001,37.628115000000001,38</gml:coordinates></gml
  :Point>
  </gml:location>
  </gml:FeatureCollection>
  </om:featureOfInterest> <om:result>
  <swe:DataArray>
  <swe:elementCount>
  <swe:Count>
  <swe:value>4</swe:value>
  </swe:Count>
  </swe:elementCount>
  <swe:elementType name="SimpleDataArray">
  <swe:DataRecord>
  <swe:field name="Time">
  <swe:Time definition="urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time:iso8601"/>
  </swe:field>
  <swe:field name="air-high-temperature">
  <swe:Quantity definition="urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:temperature">
  <swe:uom code="°C"/>
  </swe:Quantity>
  
```

```
</swe:field>
<swe:field name="air-high-temperature-eventtime">
  <swe:Quantity definition="urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:temperature:eventtime">
    <swe:uom code="min"/>
  </swe:Quantity>
</swe:field>
<swe:field name="air-rainfall">
  <swe:Quantity definition="urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:rainfall">
    <swe:uom code="mm"/>
  </swe:Quantity>
</swe:field>
</swe:DataRecord>
</swe:elementType>
<swe:encoding>
  <swe:TextBlock tokenSeparator="," blockSeparator="@ " decimalSeparator="."/>
</swe:encoding>

<swe:values>2021-05-02T00:00:00+02:00,30.300000,940.000000,0.000000@2021-05-03T00:00:00+02:00,35.600000
,820.000000,0.000000@2021-05-04T00:00:00+02:00,29.500000,710.000000,0.000000</swe:values>
</swe:DataArray>
</om:result>
</om:Observation>
</om:member>
</om:ObservationCollection>
```

### Περίπτωση ανάκτησης JSON κωδικοποίησης:

**method:** GET

**address:**

<http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/meteogcdays?>

**service=SOS&**

**request=GetObservation&**

**offering=temporary&**

**procedure=Argos&**

**eventTime=2021-05-01T00:00:00+02:00/2021-05-04T00:00:00+02:00&**

**observedProperty=high:temperature,rainfall&**

**responseFormat=application/json&**

**version=1.0.0&**

**featureOfInterest:**<ogc:BBOX><ogc:PropertyName>the\_geom</ogc:PropertyName><gml:Box srsName='EPSG:4326'><gml:coordinates>22.178412,38.41756623.945905,37.426545</gml:coordinates></gml:Box></ogc:BBOX>

## Response:

```
{
  ObservationCollection:
  {
    description: "temporary offering to hold self-registered procedures/sensors waiting
    for service administration acceptance",
    name: "temporary",
    member:
    [
      {
        name: "Argos",
        samplingTime:
        {
          beginPosition: "2020-01-01T00:00:00+02:00",
          endPosition: "2021-05-25T02:00:00+02:00",
          duration: "P510DT2H",
        },
        procedure: "urn:ogc:def:procedure:x-istsos:1.0:Argos",
        observedProperty:
        {
          CompositePhenomenon:
          {
            id: "comp_3",
            dimension: "4",
            name: "timeSeriesOfObservations",
          },
          component:
          [
            "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time:iso8601",
            "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:temperature",
            "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:temperature:eventtime",
            "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:rainfall",
          ],
        },
        featureOfInterest:
        {
          name: "urn:ogc:def:feature:x-istsos:1.0:Point:Argos",
          geom: "<gml:Point
          srsName='EPSG:4326'><gml:coordinates>22.713401000000001,37.628115000000001,38</gml:c
          oordinates></gml:Point>",
        },
        result:
        {
          DataArray:
          {
            elementCount: "4",
            field:
            [
              {
                name: "Time",
                definition: "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time:iso8601",
              },
              {
                name: "air-high-temperature",

```



```
        definition:
          "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:temperature",
          uom: "°C",
      },
      {
        name: "air-high-temperature-eventtime",
        definition:
          "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:temperature:
          eventtime",
        uom: "min",
      },
      {
        name: "air-rainfall",
        definition:
          "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:rainfall",
        uom: "mm",
      },
    ],
  values:
    [
      ["2021-05-02T00:00:00+02:00", 30.3, 940, 0, ],
      ["2021-05-03T00:00:00+02:00", 35.6, 820, 0, ],
      ["2021-05-04T00:00:00+02:00", 29.5, 710, 0, ],
    ],
  },
},
],
}
```

### Περίπτωση ανάκτησης CSV κωδικοποίησης:

**method:** GET

**address:**

<http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/meteogcdays?>

**service=SOS&**

**request=GetObservation&**

**offering=temporary&**

**procedure=Argos&**

**eventTime=2021-05-01T00:00:00+02:00/2021-05-04T00:00:00+02:00&**

**observedProperty=high:temperature,rainfall&**

**responseFormat=text/plain&**

**version=1.0.0&**

**featureOfInterest:**<ogc:BBOX><ogc:PropertyName>the\_geom</ogc:PropertyName><gml:Box srsName='EPSG:4326'><gml:coordinates>22.178412,38.41756623,945905,37.426545</gml:coordinates></gml:Box></ogc:BBOX>

## Response:

**urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time:iso8601,urn:ogc:def:procedure,urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:temperature,urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:temperature:eventtime,urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:rainfall**

2021-05-02T00:00:00+02:00,Argos,30.300000,940.000000,0.000000

2021-05-03T00:00:00+02:00,Argos,35.600000,820.000000,0.000000

2021-05-04T00:00:00+02:00,Argos,29.500000,710.000000,0.000000

### 3.5.2 Λήψη παρατηρήσεων με τη χρήση WA REST αιτήματος

Η δεύτερη μέθοδος λήψης παρατηρήσεων, κάνει χρήση της βιβλιοθήκης *walib* επικοινωνώντας με τον διακομιστή μέσω κατάλληλα διαμορφωμένων αιτημάτων. Η διεπαφή χρήστη του istSOS χρησιμοποιεί στο σύνολό της αιτήματα WA REST, παρέχοντας γρήγορη πρόσβαση σε πληθώρα διαφορετικών δεδομένων και μεταδεδομένων. Μοναδικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι η αδυναμία λήψης παρατηρήσεων εφαρμόζοντας επιπλέον φίλτρα όπως: *featureOfInterest* (*ogc:BBOX,ogc:DWithin*), *aggregation*, *result values*, *qualityfilter* και *responseFormat*, μειώνοντας σημαντικά τις δυνατές επιλογές του χρήστη, αυξάνοντας ταυτόχρονα τον όγκο των ληφθέντων δεδομένων, μεγάλο ποσοστό των οποίων μπορούσε να αποφευχθεί. Η συγκεκριμένη μέθοδος επιστρέφει πάντα διαμορφωμένα αρχεία σε JSON (*application/json*) μορφή.

Και σε αυτή τη μέθοδο ισχύουν το αίτημα για πολλαπλές διαδικασίες και ιδιότητες, καθώς και η προσθήκη μόνο μίας ημερομηνίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι στις χρονικές στιγμές που επιστρέφουν δεν συμπεριλαμβάνεται η ημερομηνία αρχής της περιόδου που δηλώθηκε, με αυτό να ισχύει και για τις δύο μεθόδους που αναλύθηκαν.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της μεθόδου είναι το ακόλουθο:

**method:** GET

**address:**

<http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/wa/istsos/>

**services/meteogcdays/**

**operations/getobservation/**

**offerings/temporary/**

**procedures/Athens,Aitoliko/**

**observedproperties/mean:temperature,rainfall/**

**eventtime/2021-05-20T00:00:00+02:00/2021-05-23T00:00:00+02:00/**

**qualityIndex=True**

## Response:

```
{
  success: true,
  message: "GetObservation requested successfully executed",
  data:
  [
    {
      name: "Aitoliko",
      samplingTime:
      {
        beginPosition: "2020-01-01T00:00:00+02:00",
        endPosition: "2021-05-25T02:00:00+02:00",
        duration: "P510DT2H",
      },
      procedure: "urn:ogc:def:procedure:x-istsos:1.0:Aitoliko",
      observedProperty:
      {
        CompositePhenomenon:
        {
          id: "comp_1",
          dimension: "5",
          name: "timeSeriesOfObservations",
        },
        component:
        [
          "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time:iso8601",
          "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:mean:temperature",
          "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:mean:temperature:qualityIndex",
          "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:rainfall",
          ,
          "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:rainfall:qualityIndex",
        ],
      },
      featureOfInterest:
      {
        name: "urn:ogc:def:feature:x-istsos:1.0:Point:Aitoliko",
        geom: "<gml:Point
srsName='EPSG:4326'><gml:coordinates>21.362786,38.436044000000
003,3</gml:coordinates></gml:Point>",
      },
      result:
      {
        DataArray:
        {
          elementCount: "5",
          field:
          [
            {
              name: "Time",

```

```

        definition:
          "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time
          :iso8601",
      },
    {
      name: "air-mean-temperature",
      definition:
        "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:mete
        o:air:mean:temperature",
      uom: "°C",
    },
    {
      name:
        "air-mean-temperature:qualityIndex",
      definition:
        "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:mete
        o:air:mean:temperature:qualityIndex",
      uom: "-",
    },
    {
      name: "air-rainfall",
      definition:
        "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:mete
        o:air:rainfall",
      uom: "mm",
    },
    {
      name: "air-rainfall:qualityIndex",
      definition:
        "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:mete
        o:air:rainfall:qualityIndex",
      uom: "-",
    },
  ],
  values:
  [
    ["2021-05-21T00:00:00+02:00", 20.5, 200, 0, 200, ],
    ["2021-05-22T00:00:00+02:00", 20.4, 200, 0, 200, ],
    ["2021-05-23T00:00:00+02:00", 20.9, 200, 0, 200, ],
  ],
}
},
{
  name: "Athens",
  samplingTime:
  {
    beginPosition: "2020-01-01T00:00:00+02:00",
    endPosition: "2021-05-25T02:00:00+02:00",
    duration: "P510DT2H",
  },
  procedure: "urn:ogc:def:procedure:x-istsos:1.0:Athens",
  observedProperty:
  {
    CompositePhenomenon:
    {
      id: "comp_4",
    }
  }
}
}

```

```

        dimension: "5",
        name: "timeSeriesOfObservations",
    },
    component:
    [
        "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time:iso8601",
        "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:mean:temp
        erature",
        "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:mean:temp
        erature:qualityIndex",
        "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:rainfall"
        ,
        "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:rainfall:
        qualityIndex",
    ],
},
featureOfInterest:
{
    name: "urn:ogc:def:feature:x-istsos:1.0:Point:Athens",
    geom: "<gml:Point
    srsName='EPSG:4326'><gml:coordinates>23.715447999999999,37.978
    408000000002,50</gml:coordinates></gml:Point>",
},
result:
{
    DataArray:
    {
        elementCount: "5",
        field:
        [
            {
                name: "Time",
                definition:
                "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time
                :iso8601",
            },
            {
                name: "air-mean-temperature",
                definition:
                "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:mete
                o:air:mean:temperature",
                uom: "°C",
            },
            {
                name:
                "air-mean-temperature:qualityIndex",
                definition:
                "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:mete
                o:air:mean:temperature:qualityIndex",
                uom: "-",
            },
            {
                name: "air-rainfall",
                definition:
                "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:mete
                o:air:rainfall",
                uom: "mm",
            },
        ],
    },
}

```

```

        {
            name: "air-rainfall:qualityIndex",
            definition:
                "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:rainfall:qualityIndex",
            uom: "-",
        },
    ],
    values:
    [
        ["2021-05-21T00:00:00+02:00", 20.2, 200, 0, 200, ],
        ["2021-05-22T00:00:00+02:00", 20.4, 200, 0, 200, ],
        ["2021-05-23T00:00:00+02:00", 22, 200, 0, 200, ],
    ],
    },
},
],
total: 2,
}

```

### 3.6 Σύστημα ελέγχου, ταυτοποίησης και εξουσιοδότησης

Το istSOS ενσωματώνει ένα σύστημα ελέγχου ταυτοποίησης και εξουσιοδότησης για την εξασφάλιση μεγαλύτερης ασφάλειας και δημιουργία δικλείδων ασφαλείας, με στόχο την αποτροπή προβλημάτων που έχουν να κάνουν με τη διαχείριση των δεδομένων από τρίτα άτομα, χωρίς την απαραίτητη εξουσιοδότηση. Για αυτούς τους σκοπούς έχουν ορισθεί τέσσερις ρόλοι (admin, networkmanager, datamanager, viewer) οι οποίοι προσφέρουν διαφορετικές μορφές εξουσιοδότησης και σημαντικούς περιορισμούς που συνοδεύουν την κάθε μία.

Η πρόσβαση στις πληροφορίες του istSOS είναι δυνατή μέσω τριών οδών, τον διακομιστή του SOS, το REST API (...istsos/wa/...) και τα αρχεία πηγαίου κώδικα της ιστοσελίδας που προσφέρει. Έτσι έχουν προβλεφθεί πέντε επίπεδα ασφαλείας:

1. το πλήρες ελεύθερο που δίνει δυνατότητα πρόσβασης σε οποιονδήποτε χρήστη για οποιαδήποτε ενέργεια.
2. το πλήρως κλειστό, που επιτρέπει τη πρόσβαση σε οποιαδήποτε πληροφορία μόνο από τον επίσημο διαχειριστή.
3. το κλειστό με την επιτρεπόμενη πρόσβαση τρίτων μερών μόνο στην αρχική σελίδα της ιστοσελίδας, παραθέτοντας κάποιες βασικές πληροφορίες.
4. το υβριδικό I, το οποίο απορρίπτει την είσοδο σε οποιοδήποτε μη εξουσιοδοτημένο μέλος ως προς την ιστοσελίδα και το REST API, επιτρέποντας μόνο την αλληλεπίδραση με τις SOS υπηρεσίες, συμπεριλαμβανομένων και των αιτημάτων για προσθήκη νέων αισθητήρων και παρατηρήσεων.

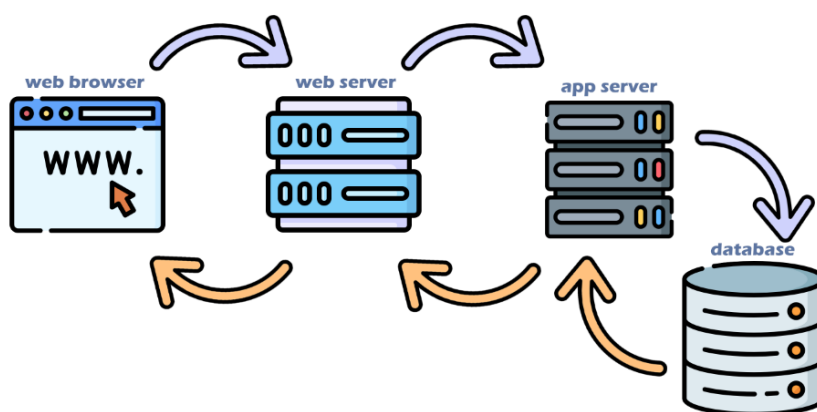
5. το υβριδικό II, περιορισμένων δυνατοτήτων, το οποίο εκτός από τους περιορισμούς του προηγούμενου επιπέδου, απορρίπτει την εισαγωγή νέων δεδομένων στο σύστημα, επιτρέποντας μόνο τα αιτήματα για λήψη παρατηρήσεων, από τα μη εξουσιοδοτημένα μέλη.

## Κεφάλαιο 4 - Διαδικτυακές εφαρμογές γεωγραφικών πληροφοριών

### 4.1 Βασικές αρχές λειτουργίας

Η διαδικτυακές εφαρμογές γεωγραφικών πληροφοριών αναφέρονται ως μία μορφή εξέλιξης των εγγενών εφαρμογών GIS, υλοποιούμενες βάσει της αρχιτεκτονικής *Software as a Service (SaaS)*, όντας προσβάσιμες αποκλειστικά μέσω του διαδικτύου. Η βασική διαφορά σε σχέση με τις εγγενείς GIS εφαρμογές είναι η αρχιτεκτονική λειτουργίας τους και οι μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη συναλλαγή των δεδομένων μεταξύ του πελάτη και του διακομιστή. Ο πελάτης αποκτά πρόσβαση στην εφαρμογή αποκλειστικά μέσω ενός προγράμματος περιήγησης ιστού, στοιχείο που καθιστά τις εφαρμογές προσβάσιμες από όλες τις φορητές και μη συσκευές που έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο, επεκτείνοντας τις δυνατότητες, τα οφέλη και τις λειτουργίες που μπορεί να έχει μία τέτοια εφαρμογή.

Η επικοινωνία μεταξύ του πελάτη και του διακομιστή της υπηρεσίας πραγματοποιείται με τη χρήση κατάλληλα διαμορφωμένων αιτημάτων HTTP πρωτοκόλλου, από τον πελάτη προς τον διακομιστή. Κατά κύριο λόγο η διαδικασία αλληλεπίδρασης του πελάτη με τον διακομιστή της διαδικτυακής εφαρμογής, για την εκτέλεση ενός αιτήματος, αποτελείται από τέσσερα αμφίδρομα στάδια. Αρχικά, πραγματοποιείται η επικοινωνία του πελάτη μέσω του προγράμματος περιήγησης ιστού βάση HTTP αιτήματος το οποίο μεταβιβάζεται στο διακομιστή ιστού (web server). Εν συνεχεία, ο web server προωθεί το αίτημα στον app server ο οποίος έχει ως αποστολή την επικοινωνία με τη βάση δεδομένων, την ανάκτηση των δεδομένων που απαντούν στο αίτημα του πελάτη και την αποστολή τους στον app server, ακολουθώντας την αντίστροφη διαδρομή μέχρι την τελική προσφορά τους στον πελάτη.



**Εικόνα 4.1:** Στάδια επικοινωνίας client/server σε περιπτώσεις αρχιτεκτονικής *Software as a Service (SaaS)*.

πηγή εικονιδίων: <https://www.flaticon.com>



Τα κυριότερα χαρακτηριστικά μιας διαδικτυακής εφαρμογής γεωχωρικών πληροφοριών είναι το διαδραστικό χαρτογραφικό περιβάλλον, σε συνδυασμό με τα εργαλεία διάδρασης του χρήστη με αυτό, καθώς και τα κατάλληλα πεδία για τη σύνταξη ερωτημάτων για την αναζήτηση, προβολή και επεξεργασία γεωχωρικών και περιγραφικών δεδομένων από τον χρήστη. Επίσης, ανάλογα με τον σκοπό που έχει μία διαδικτυακή υπηρεσία γεωχωρικών πληροφοριών, ο χρήστης μπορεί να απολαμβάνει μόνο την απεικόνιση γεωχωρικών δεδομένων, είτε να έχει τη δυνατότητα πλήρους επεξεργασίας ή δημιουργίας των θεματικών επιπέδων, μεταβάλλοντας τα γεωμετρικά και περιγραφικά τους χαρακτηριστικά.

Με τη συνεχόμενη ανάπτυξη των διαδικτυακών εφαρμογών και του πλήθους των υπηρεσιών που μπορούν να προσφερθούν πλέον από το διαδίκτυο, έχει σημειωθεί και σημειώνεται σημαντική εξέλιξη στις υπηρεσίες και στα εργαλεία που προσφέρονται για τη δημιουργία εφαρμογών αυτού του τύπου, απλοποιώντας σε καθοριστικό βαθμό αρκετές διαδικασίες, καθιστώντας μη απαραίτητη τη δημιουργία ολόκληρης της εφαρμογής από μηδενικής βάσεως. Αρκετοί είναι οι πάροχοι τέτοιων υπηρεσιών, με αυτούς να προσφέρουν τη δυνατότητα πλήρους υλοποίησης μιας διαδικτυακής εφαρμογής γεωχωρικών πληροφοριών χωρίς την ανάγκη γνώσης προγραμματισμού (π.χ. ESRI), είτε προσφέροντας τη δυνατότητα διαμόρφωσης σε μεγάλο βαθμό ή και πλήρως του γραφικού περιβάλλοντος και των λειτουργιών της εφαρμογής. Η διάθεση αυτών των υπηρεσιών και εργαλείων γίνεται είτε από εξειδικευμένες εταιρείες σε αυτό τον τομέα, έναντι ενός ποσού (π.χ. Google, Mapbox, ESRI), είτε από μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς και κοινότητες (π.χ. OGC, Leaflet, OSGeo, OpenLayer) οι οποίες έθεσαν τις βάσεις πάνω στις οποίες ένας πολύ μεγάλος αριθμός μελών έχτισε τα δικά του πρόσθετα διαδικτυακά χαρτογραφικά εργαλεία και υπηρεσίες.

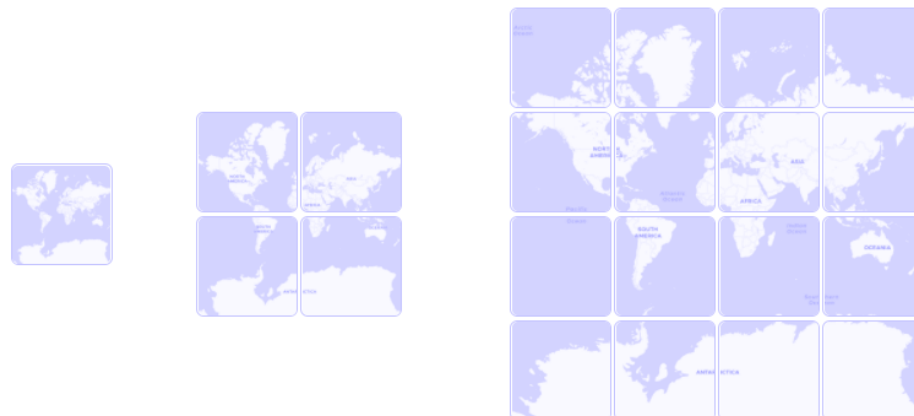
## 4.2 Διαδικτυακές υπηρεσίες προσφοράς γεωχωρικών δεδομένων

Όσον αφορά τα χρησιμοποιούμενα δεδομένα, είναι εφικτή και η πλήρης χρήση διαδικτυακών υπηρεσιών δεδομένων όπως οι WMS, WMTS, WFS κ.α., ενώ ταυτόχρονα βελτιώνεται σημαντικά η πρόσβαση σε δεδομένα διαφορετικών πηγών, απαλλάσσοντας τον καταναλωτή από την υποχρεωτική αποθήκευση των δεδομένων σε τοπικό χώρο αποθήκευσης. Επιπλέον, υπολογιστικές διαδικασίες που προϋποθέτουν την ύπαρξη αυξημένων πόρων του συστήματος, πραγματοποιούνται σε ειδικά προσαρμοσμένους διακομιστές, εξασφαλίζοντας υψηλής ποιότητας υπηρεσίες χωρίς την ανάγκη του καταναλωτή να προβεί στην αγοράς επιπλέον πόρων, διευρύνοντας σημαντικά το σύνολο των εν δυνάμει καταναλωτών.

Τα δεδομένα που διακινούνται μεταξύ της εφαρμογής του πελάτη και του διακομιστή, διαφέρουν ανάλογα το είδος της εργασίας που πραγματοποιείται, ενώ η μορφή και τα πρότυπα τα οποία ακολουθούν καθορίζονται από τους παρόχους αυτών των δεδομένων. Τις βάσεις για τον διαμοιρασμό γεωχωρικής πληροφορίας μέσω του διαδικτύου τις έθεσε ο οργανισμός Open Geospatial Consortium (OGC), με την υλοποίηση διεθνώς αναγνωρισμένων προτύπων και διεπαφών όπως τα WMS, WMTS και WFS που επιτρέπουν τη ροή γεωχωρικών και χαρτογραφικών δεδομένων μέσω της υπηρεσίας διαδικτύου HTTP. Ειδικότερα, το πρότυπο *Web Map Service (WMS)*, παρέχει τη δυνατότητα οπτικοποίησης γεωχωρικών δεδομένων σε μορφή εικόνων (π.χ. JPEG, PNG), αποτελώντας έναν από τους

βασικότερους τρόπους απεικόνισης στατικής γεωχωρικής πληροφορίας στο διαδίκτυο σε raster μορφή. Ο καταναλωτής έχει πρόσβαση στη συγκεκριμένη πληροφορία με την σύνταξη ενός αιτήματος HTTP GET προς τον πάροχο της υπηρεσίας, συμπεριλαμβάνοντας τις ακριβείς παραμέτρους προσδιορισμού της. Το ελάττωμα του συγκεκριμένου προτύπου είναι η χρονοβόρα διαδικασία ανάκτησης και αποστολής των δεδομένων, κάτι το οποίο σε περιπτώσεις αυξημένης ζήτησης της υπηρεσίας επιβαρύνει τον διακομιστή, επηρεάζοντας σημαντικά την εμπειρία του καταναλωτή.

Για την αντιμετώπιση αυτού του ελαττώματος το οποίο δυσχεραίνει σημαντικά τη λειτουργία του συστήματος σε περιπτώσεις δυναμικών ανανεώσεων των δεδομένων και διαδραστικών περιηγήσεων σε δυναμικά χαρτογραφικά υπόβαθρα, αλλά και για τη προσθήκη νέων χρήσιμων ιδιοτήτων, δημιουργήθηκε το πρότυπο *Web Map Tile Service (WMTS)*, το οποίο αποδίδει τη γεωγραφική πληροφορία σε πλακίδια εικόνων (π.χ. PNG) προκαθορισμένων διαστάσεων (π.χ. 256×256 pixels) αυξάνοντας την ευελιξία στο αίτημα απόκτησης της γραφικής πληροφορίας, οδηγώντας στη ταχύτερη απόκτηση της, ενώ ταυτόχρονα η καλύτερη προσαρμογή των πλακιδίων στις διαστάσεις της επιθυμητής περιοχής, αποτρέπει τη λήψη μεγάλου όγκου περιττής πληροφορίας. Χαρακτηριστικό προνόμιο του συγκεκριμένου προτύπου είναι η προσφορά της γεωγραφικής πληροφορίας σε πλακίδια διαβαθμισμένου επιπέδου μεγέθυνσης του χαρτογραφικού υποβάθρου, ελαχιστοποιώντας τον όγκο των ληφθέντων δεδομένων.



**Εικόνα 4.2:** Παράδειγμα καταμερισμού του χαρτογραφικού υποβάθρου σε πλακίδια, σε περιπτώσεις διαφορετικών επιπέδων μεγέθυνσης.

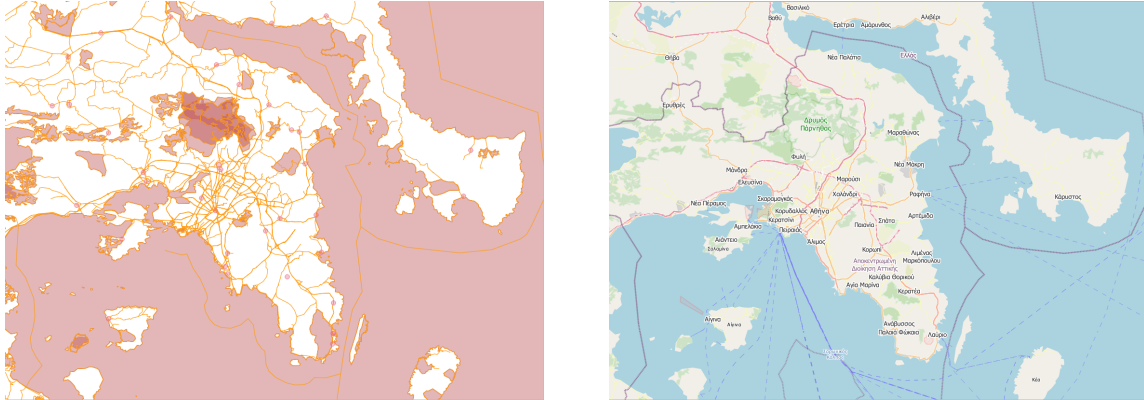
**πηγή:** <https://leafletjs.com/examples/zoom-levels/>

Για τον διαμοιρασμό γεωχωρικών πληροφοριών διανυσματικής μορφής αναπτύχθηκε από τον OGC η υπηρεσία *Web Feature Service (WFS)*. Οι WFS υπηρεσίες υλοποιούν τις απαραίτητες διεπαφές για την αναζήτηση, μέσω χωρικών ή περιγραφικών φίλτρων, γεωγραφικών πληροφοριών με την αποστολή κατάλληλα διαμορφωμένων αιτημάτων HTTP πρωτοκόλλου. Ως απάντηση στα αιτήματα επιστρέφονται τα δεδομένα ως πηγαίος κώδικας με τις γεωμετρικές περιγραφές των χαρακτηριστικών να φέρουν GML κωδικοποίηση. Τα αποκτηθέντα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια από το περιβάλλον του πελάτη για τη χαρτογραφική τους αποκωδικοποίηση.

Έχοντας ως βάση τα συγκεκριμένα πρότυπα, κάθε οργανισμός ή εταιρία παράγει τα δικά της πρότυπα και υπηρεσίες διάθεσης των χωρικών δεδομένων προσαρμόζοντας τες στις τωρινές τεχνολογίες και ανάγκες. Η GML προτυποποίηση των χωρικών δεδομένων έχει αντικατασταθεί σε μεγάλο ποσοστό από τη *Geographic JavaScript Object Notation (GeoJSON)* μορφή, η οποία έχει σχεδιαστεί για να αντιπροσωπεύει τα γεωχωρικά δεδομένα σε συνδυασμό με περιγραφικά χαρακτηριστικά τους. Η GeoJSON μορφή ορίζει διαφορετικά αντικείμενα JSON και τη συνένωση τους. Ένα αντικείμενο αυτού του αρχείου υποδεικνύει τη γεωμετρία (π.χ. Point, LineString), ενώ φέρει σε μορφή λίστας τις συντεταγμένες κάθε σημείου που υλοποιεί τη συγκεκριμένη γεωμετρία των δεδομένων και ταυτόχρονα περιέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την περιγραφή τους. Μία GeoJSON συλλογή στοιχείων μπορεί να αναφέρεται αυστηρά στους σε επτά τύπους γεωμετρίας: Points, LineStrings, Polygons, MultiPoints, MultiLineStrings, MultiPolygons και GeometryCollections, με ένα απλό παράδειγμα σύνταξης να είναι το ακόλουθο:

```
{
  "type": "Feature",
  "geometry": {
    "type": "line",
    "coordinates": [
      [20, 10],
      [28, 15]
    ]
  },
  "properties": {
    "name": "line_1",
    "id": 1
  }
}
```

Επιπρόσθετα, στα πλαίσια ανάπτυξης νέων υπηρεσιών διαμοιρασμού γεωχωρικών δεδομένων σύνθετης γεωμετρίας και για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που προέκυπταν κατά την απεικόνιση των στατικών πλακιδίων χάρτη του αφορούσαν κατά κύριο λόγο τη μη μεταβλητότητα της μορφής απεικόνισης των στοιχείων αυτού, δημιουργήθηκε το πρότυπο *Vector Map Tiles (VMT)*, το οποίο επιτρέπει τη διακίνηση και αναπαράσταση, μέσω του διαδικτύου, γεωχωρικών πληροφοριών και χαρτογραφικών υποβάθρων σε πλακίδια διανυσματικής μορφή (vector tiles), έναντι των raster πλακιδίων. Η συγκεκριμένη μέθοδος απεικόνισης των διαδικτυακών χαρτών επιτρέπει την εκ νέου μορφοποίηση τους από τον καταναλωτή, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει και τη μέγιστη δυνατή ποιότητα απεικόνισης των στοιχείων του χάρτη με ταυτόχρονη ανανέωση των πληροφοριών κατά τη μεγέθυνση, αυξάνοντας σημαντικά την εμπειρία του χρήστη. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται από αρκετές εταιρείες και οργανισμούς όπως οι ESRI, Mapbox κ.α..



**Εικόνα 4.3:** Περίπτωση χρήσης Vector Map Tiles (VMT) χωρίς (αριστερή εικόνα) και με (δεξιά εικόνα) την εφαρμογή μορφοποίησης.

## Κεφαλαίο 5 - Εφαρμογή του istSOS<sup>2</sup> για την υλοποίηση OGC SOS

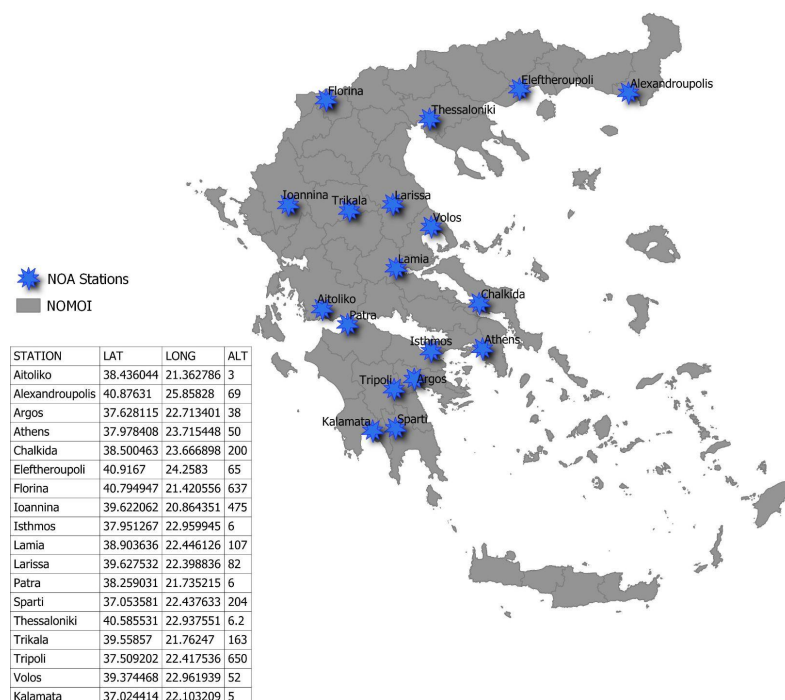
Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά οι διαδικασίες και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την πλήρη οργάνωση και υλοποίηση ενός διακομιστή παροχής παρατηρήσεων και πληροφοριών αισθητήρων μέσω διαδικτύου, βάσει του προτύπου OGC SOS. Για την υλοποίηση της υπηρεσίας αξιοποιήθηκε ο OGC SOS διακομιστής ανοικτού κώδικα istSOS<sup>2</sup>, ενώ τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία της υπηρεσίας αφορούν χωροαναφερόμενες παρατηρήσεις αισθητήρων μετεωρολογικών φαινομένων που παρέχονται δωρεάν από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών και το meteo.gr.

### 5.1 Διαθέσιμα προς αξιοποίηση δεδομένα

Με στόχο την οργάνωση και προσφορά δεδομένων βάσει του OGC SOS προτύπου, αναζητήθηκαν αξιόπιστες πηγές χωροαναφερόμενων δεδομένων οι οποίες προσφέρουν δωρεάν, ιστορικά, αλλά και σε πραγματικό χρόνο δεδομένα αισθητήρων.

Το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών αποτελεί έναν από τους πιο αξιόπιστους παρόχους μετεωρολογικών δεδομένων από αισθητήρες και πληθώρα παρατηρούμενων φυσικών φαινομένων και ιδιοτήτων, με το μεγαλύτερο δίκτυο πιστοποιημένων μετεωρολογικών σταθμών (~430) στον Ελλαδικό χώρο. Για τις ανάγκες της διπλωματικής εργασίας αποκτήθηκαν ιστορικά δεδομένα μετεωρολογικών παρατηρήσεων και ταυτόχρονα έχει προγραμματιστεί μία αυτόματη διαδικασία άντλησης ημερήσιων δεδομένων από ανοικτή διαδικτυακή πύλη που παρέχει το ΕΑΑ.

Για τις ανάγκες της διπλωματικής εργασίας δεν επιλέχθηκε η συμπερίληψη του συνόλου των μετεωρολογικών σταθμών του ΕΑΑ, κάτι το οποίο θα οδηγούσε σε μεγάλο όγκο δεδομένων και υψηλότερες απαιτήσεις για λειτουργικούς πόρους. Εν συνεχεία, επιλέχθηκαν δεκαοχτώ σταθμοί κατανεμημένοι σε όλη της ηπειρωτική Ελλάδα, όπως αυτοί εμφανίζονται στον ακόλουθο χάρτη.



**Εικόνα 5.1:** Χάρτης τοποθεσιών των χρησιμοποιούμενων μετεωρολογικών σταθμών του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Το σύνολο των δεδομένων που χρησιμοποιούνται χωρίζονται σε δύο κύριες ομάδες δεδομένων, βάσει των διαφορετικών φαινομένων που παρατηρούνται, καθώς επίσης και των διαφορετικών χρονικών διαστημάτων μεταξύ των προσφερόμενων τιμών.

Η πρώτη κατηγορία δεδομένων αποτελείται από δεδομένα της χρονικής περιόδου 2015-01-01 00:00 (+02) έως και 2019-12-31 23:00 (+02) με χρονικό διάστημα μεταξύ των παρατηρήσεων τη μία ώρα. Όσον αφορά τα παρατηρούμενα φαινόμενα, αυτά είναι η θερμοκρασία του αέρα σε βαθμούς κελσίου (°C) ακρίβειας πρώτου δεκαδικού ψηφίου και η σχετική υγρασία του αέρα σε ποσοστιαία κλίμακα 0-100% ακρίβειας πρώτου δεκαδικού ψηφίου. Το σύνολο των δεδομένων για κάθε μετεωρολογικό σταθμό ανέρχεται στις 43.825 μοναδικές παρατηρήσεις για κάθε ένα από τα παρατηρούμενα φαινόμενα, ενώ η πρωτογενή μορφή των δεδομένων ήταν ως διαχωρισμένες με κενό διάστημα τιμές (SSV). Ένα ενδεικτικό τμήμα των πρωτογενών δεδομένων είναι το ακόλουθο:

date	time	air_temp	air_hum_rel
2016-05-29	23:00	20.2	66.3
2016-05-30	00:00	19.1	71.3
2016-05-30	01:00	17.9	72.5
2016-05-30	02:00	17.5	78.5
2016-05-30	03:00	17.6	82.3
2016-05-30	04:00	18.5	---
2016-05-30	05:00	---	73.0
2016-05-30	06:00	23.5	63.8

Σε περιπτώσεις που μία τιμή δεν περνούσε τον ποιοτικό έλεγχο του παρόχου ή δεν είχε παρατηρηθεί καθόλου λόγω κάποιας αστοχίας στη διαδικασία παρατήρησης, τότε αυτή αντικαθίστατο από τον χαρακτήρα “---”.

Η δεύτερη κατηγορία δεδομένων προέρχεται από διαδικτυακή πύλη δεδομένων του ΕΑΑ και παρουσιάζει χρονικό διάστημα μεταξύ των τιμών τη μία ημέρα. Η συγκεκριμένη κατηγορία μπορεί να χωριστεί σε δύο υποκατηγορίες, λόγω των διαφορετικών μεθόδων απόκτησης των δεδομένων, χωρίς να υπάρχει άλλη σημαντική ειδοποιός διαφορά. Ειδικότερα, επιλέχθηκε να συλλεχθούν τα δεδομένα που αφορούν μετρήσεις από τη 2020-01-01 μέχρι και την τωρινή ημερομηνία, μέσω αυτόματης διαδικασίας άντλησης, επεξεργασίας, αποθήκευσης και διάθεσης των δεδομένων αυτών. Για τη συλλογή των δεδομένων των παρατηρήσεων αξιοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές διαδικτυακές διευθύνσεις του meteo.gr, οι οποίες απευθύνονται σε τρεις διαφορετικούς χρόνους, διατηρώντας όμως κοινή τη μορφή των δεδομένων:

- url: [http://meteosearch.meteo.gr/data/{stations\\_name}/{year}-{month}.txt](http://meteosearch.meteo.gr/data/{stations_name}/{year}-{month}.txt), μέσω της οποίας διατίθενται ιστορικά δεδομένα μέχρι και ενός μηνός πριν την τωρινή ημερομηνία. Το πεδίο *stations name* συμπληρώνεται με το όνομα του σταθμού ενδιαφέροντος (π.χ. athens), όπως αυτοί ορίζονται από την επίσημη ιστοσελίδα meteo.gr, ενώ τα πεδία *year* και *month* με το έτος (π.χ. 2020) και τον αντίστοιχο αριθμό του μήνα (π.χ. 03), αντίστοιχα.
- url: <http://penteli.meteo.gr/stations/{statiios name}/NOAAPRMO.TXT>, η οποία διαθέτει δεδομένα μόνο για τον προηγούμενο μήνα, παρακάμπτοντας την αναγραφή αυτού.
- url: <http://penteli.meteo.gr/stations/{statiios name}/NOAAMO.TXT>, η οποία διαθέτει δεδομένα μόνο του τρέχοντος μήνα. Ακόμη, πραγματοποιείται ανανέωση των τιμών κατά τη διάρκεια της ημέρας για την αντίστοιχη ημερομηνία, το χρονικό διάστημα της οποίας δεν μπορεί να προσεγγιστεί διότι, λόγω της φύσης των δεδομένων, δεν παρατηρούνται μεταβολές σε αυτά ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Τα παρατηρούμενα φαινόμενα και παράμετροι διαφέρουν σε αυτή την περίπτωση, με το ΕΑΑ να προσφέρει ημερήσιες τιμές για έντεκα μετεωρολογικές παραμέτρους, καθώς και τις χρονικές στιγμές που κάποιες από αυτές παρατηρήθηκαν. Πρέπει να σημειωθεί ότι το έπειτα από τη διερεύνηση αρκετών μετεωρολογικών σταθμών του δικτύου, οι σταθμοί χωρίζονται σε δύο επιπλέον κατηγορίες: σε αυτούς που προσφέρουν δεδομένα για τη σχετική υγρασία του αέρα και σε αυτούς που προσφέρουν δεδομένα για τις βαθμοημέρες θέρμανσης και ψύξης, με τις υπόλοιπες παραμέτρους και στις δύο ομάδες να παραμένουν οι ίδιες.

Λόγω του ενδιαμέσου χρονικού διαστήματος της μίας ημέρας, οι τιμές δε διατίθενται ως αυτούσιες πρωτογενείς παρατηρήσεις, αλλά παράγωγα αποτελέσματα συσσωμάτωσης αυτών.

Αναλυτικότερα, τα δεδομένα αφορούν τις ακόλουθες μετεωρολογικές παραμέτρους:

1. μέση θερμοκρασία του αέρα σε °C (air mean temperature)
2. μέγιστη θερμοκρασία του αέρα σε °C (air high temperature)
3. ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα σε °C (air low temperature)
4. μέγιστη σχετική υγρασία σε ποσοστό % (air max relative humidity)
5. ελάχιστη σχετική υγρασία σε ποσοστό % (air min relative humidity)
6. βαθμοημέρες θέρμανσης (air heating degree days)
7. βαθμοημέρες ψύξης (air cool degree days)
8. ημερήσια βροχόπτωση σε mm (air rainfall)
9. μέση ταχύτητα του ανέμου σε km/hr (air avg wind velocity)
10. μέγιστη ταχύτητα του ανέμου σε km/hr (air high wind velocity)
11. επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου σε διευθύνσεις (air wind direction)

καθώς επίσης:

12. ώρα εκδήλωσης μέγιστης θερμοκρασίας σε hh:mm (air high temperature event time)
13. ώρα εκδήλωσης ελάχιστης θερμοκρασίας σε hh:mm (air low temperature event time)
14. ώρα εκδήλωσης μέγιστης ταχύτητας ανέμου σε hh:mm (air high high wind velocity event time)

Με μπλε και πορτοκαλί χρώμα αναγράφονται οι παρατηρούμενες παράμετροι οι οποίες δεν προσφέρονται από κοινούς σταθμούς, ενώ οι υπόλοιπες είναι κοινές στο σύνολο των μετεωρολογικών σταθμών που λήφθηκαν υπόψη κατά τη συλλογή των δεδομένων. Για την καλύτερη προσαρμοστικότητα των παραμέτρων που απευθύνονται στην ώρα που εκδηλώθηκαν οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές, η τιμή μορφής *hh:mm* μετατράπηκε σε λεπτά από την έναρξη της ημέρας (π.χ. 15:30 >>> 930 min).

Σε περιπτώσεις που μία τιμή δεν ικανοποιεί τις ποιοτικές προϋποθέσεις ή σε περίπτωση αδυναμίας παραγωγής παρατηρήσεων, η τιμή αντικαθίσταται από τον χαρακτήρα “---”.

Ένα δείγμα των πρωτογενών δεδομένων είναι το ακόλουθο:



**address:** <https://meteosearch.meteo.gr/data/athens/2021-06.txt>

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for JUN. 2021

NAME: athens984 CITY: STATE:

ELEV: 60 m LAT: 37° 58' 42" N LONG: 23° 42' 56" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN				TIME	HEAT	COOL	RAIN	AVG	HIGH	TIME	DOM
	TEMP	HIGH	LOW	DEG		DEG	WIND					
1	20.8	25.3	15:20	17.4	22:40	0.1	2.6	0.0	6.6	38.6	21:50	SSW
2	20.6	25.7	14:40	16.8	5:10	0.2	2.4	0.0	4.0	27.4	17:00	SSW
3	21.8	26.5	15:20	17.3	5:30	0.1	3.5	0.0	3.1	24.1	17:40	SW
4	22.8	27.0	15:20	19.1	4:10	0.0	4.4	0.0	5.0	24.1	16:30	NNE
5	22.6	26.6	14:40	19.3	5:10	0.0	4.2	0.0	4.2	22.5	15:10	NNE
.												
.												
23	28.7	34.0	15:50	24.3	6:40	0.0	10.4	0.0	2.3	19.3	14:30	SW
24	29.8	34.8	13:50	25.0	6:30	0.0	11.5	0.0	2.4	19.3	14:10	SW
25	30.8	35.9	14:20	26.4	4:40	0.0	12.4	0.0	---	19.3	16:50	SW
26	30.1	36.3	13:30	26.0	6:30	0.0	6.6	0.0	1.4	17.7	13:10	SW
27												
28												
29												
30												
-----												
	24.5	36.3	26	15.5	15	1.2	156.1	34.2	3.2	38.6	1	SW

Max >= 32.0: 4

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Rain: 24.99 ON 11/06/21

Days of Rain: 5 (> .2 mm) 3 (> 2 mm) 1 (> 20 mm)

Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

## 5.2 Αρχικοποίηση υπηρεσιών διάθεσης παρατηρήσεων

Η πρώτη ενέργεια που πρέπει να γίνει κατά της οργάνωση του istSOS, είναι η αρχικοποίηση των υπηρεσιών, *services*, μέσω των οποίων θα διαμοιράζονται οι παρατηρήσεις και τα μεταδεδομένα του συστήματος. Βάσει των όσων αναφέρθηκαν για τα μετεωρολογικά δεδομένα που διατίθενται για τη διεκπεραίωση της διπλωματικής εργασίας και σε συνδυασμό με τα πρότυπα οργάνωσης των SOS υπηρεσιών, έχουν δημιουργηθεί δύο διαφορετικές υπηρεσίες. Η μία για τη διάθεση των παρατηρήσεων με χρονικό βήμα τη μία ώρα (*meteogchours*), και μία για τη διάθεση των ημερήσιων δεδομένων των έντεκα μετεωρολογικών παραμέτρων (*meteogcdays*). Η δημιουργία των υπηρεσιών μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους, με τη χρήση RESTful API (WA REST) ή με χρήση του γραφικού περιβάλλοντος διαχείρισης του istSOS.

Στην περίπτωση χρήσης του RESTful API η αρχικοποίηση της νέας υπηρεσίας πραγματοποιείται με την αποστολή ενός POST αιτήματος με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

**method:** POST

**address:** <http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/wa/istsos/services>

**JSON body:**

```
{
  "service": "{service name}",
  "epsg": "{epsg code}"
}
```

Ενώ στην περίπτωση του γραφικού περιβάλλοντος ακολουθούνται τα βήματα που αναγράφονται στην καρτέλα αυτού, *New service*. Έπειτα από τη δημιουργία της υπηρεσίας, είναι δυνατή η συμπλήρωση των χαρακτηριστικών στοιχείων αυτής, όπως ο τίτλος, η περίληψη, οι λέξεις κλειδιά κ.α.

### 5.3 Ορισμός διαδικασιών παραγωγής παρατηρήσεων

Την αρχικοποίησης της νέας υπηρεσίας, διαδέχεται ο ορισμός όλως των δυνατών διαδικασιών παραγωγής των παρατηρήσεων, *procedures*, με την κάθε διαδικασία να αντιστοιχεί σε έναν από τους δεκαοχτώ μετεωρολογικούς σταθμούς του ΕΑΑ. Όπως και στο στάδιο των υπηρεσιών, και αυτή η διαδικασία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του wa REST API. Για την αποφυγή των επαναλαμβανόμενων ενεργειών, έγινε σύνταξη ειδικού *rython script* για την ανάγνωση των δεδομένων που προσφέρονται από το ΕΑΑ, την εξαγωγή των μετεωρολογικών παραμέτρων που προσφέρονται για κάθε σταθμό και την σύνταξη του κατάλληλου JSON αντικειμένου που φέρει όλες τις απαραίτητες παραμέτρους για τη πλήρη περιγραφή της διαδικασίας. Η δημιουργία πραγματοποιείται με την αποστολή POST αιτήματος με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

**method:** POST

**address:**

<http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/wa/istsos/services/Kalamata/procedures>

**JSON body:**

```
{
  "system_id": "Kalamata",
  "system": "Kalamata",
  "description": "Meteo Station in Kalamata",
  "keywords": "weather, meteorological, NOA",
  "identification": [
    {
      "name": "uniqueID",
      "definition": "urn:ogc:def:identifier:OGC:uniqueID",
      "value": "urn:ogc:def:procedure:x-istsos:1.0:Kalamata"
    }
  ],
  "classification": [
```

```

    {
      "name": "System Type",
      "definition": "urn:ogc:def:classifier:x-istsos:1.0:systemType",
      "value": "insitu-fixed-point"
    },
    {
      "name": "Sensor Type",
      "definition": "urn:ogc:def:classifier:x-istsos:1.0:sensorType",
      "value": "Kalamata weather station"
    }
  ],
  "characteristics": "",
  "contacts": [],
  "documentation": [],
  "capabilities": [],
  "location": {
    "type": "Feature",
    "geometry": {
      "type": "Point",
      "coordinates": ["22.103209", "37.024414", "5.0"]
    },
    "crs": {
      "type": "name",
      "properties": {
        "name": "4326"
      }
    },
    "properties": {
      "name": "Kalamata"
    }
  },
  "interfaces": "",
  "inputs": [],
  "outputs": [
    {
      "name": "Time",
      "definition": "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time:iso8601",
      "uom": "iso8601",
      "description": "",
      "constraint": {}
    },
    {
      "name": "air-temperature",
      "definition": "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:temperature",
      "uom": "\u00b0C",
      "description": "",
      "constraint": {
        "role":
          "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:
            reasonable",
        "interval": ["-40", "80"]
      }
    }
  ]
}

```

```

    }
  }
],
"history": []
}

```

Το JSON αντικείμενο που αποστέλλεται πρέπει να φέρει όλες τις απαραίτητες παραμέτρους για την πλήρη περιγραφή της διαδικασίας: General info, Classification, Location και Outputs. Επίσης, το κάθε στοιχείο που αναφέρεται στο αντικείμενο θα πρέπει να συνοδεύεται από τον αντίστοιχο ορισμό του σε GML, ώστε να συμβαδίζει με τα πρότυπα του OGC SOS. Σε αυτό το στάδιο γίνεται και η δήλωση των παρατηρούμενων ιδιοτήτων ως πίνακας JSON αντικειμένων στο κλειδί “*outputs*”, για τις οποίες θα προσφέρονται παρατηρήσεις. Παρακάτω αναφέρονται όλες οι παράμετροι κάθε παρατηρούμενης ιδιότητας.

```

{
  name: "air-mean-temperature",
  definition:
    "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:mean:temperature",
  description: "",
  uom: "°C",
  constraint:
    {
      role:
        "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reasonable",
      interval: ["-40.0", "80.0", ],
    },
},
{
  name: "air-high-temperature",
  definition:
    "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:temperature",
  description: "",
  uom: "°C",
  constraint:
    {
      role:
        "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reasonable",
      interval: ["-40.0", "80.0", ],
    },
},
{
  name: "air-high-temperature-eventtime",
  definition:
    "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:temperature:eventtime",
  description: "",
  uom: "min",
}

```

```

        constraint:
        {
            role:
            "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reasonable",
            interval: ["0.0", "1440.0", ],
        },
    },
    {
        name: "air-low-temperature",
        definition:
        "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:low:temperature",
        description: "",
        uom: "°C",
        constraint:
        {
            role:
            "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reasonable",
            interval: ["-40.0", "80.0", ],
        },
    },
    {
        name: "air-low-temperature-eventtime",
        definition:
        "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:low:temperature:eventtime",
        description: "",
        uom: "min",
        constraint:
        {
            role:
            "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reasonable",
            interval: ["0.0", "1440.0", ],
        },
    },
    {
        name: "air-max-humidity-relative",
        definition:
        "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:max:humidity:relative",
        description: "",
        uom: "%",
        constraint:
        {
            role:
            "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reasonable",
            interval: ["0.0", "100.0", ],
        },
    },
    {

```

```

    name: "air-min-humidity-relative",
    definition:
      "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:min:humidity:relative",
    description: "",
    uom: "%",
    constraint:
      {
        role:
          "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reasonable",
        interval: ["0.0", "100.0", ],
      },
  },
{
  name: "air-rainfall",
  definition: "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:rainfall",
  description: "",
  uom: "mm",
  constraint:
    {
      role:
        "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reasonable",
      interval: ["0.0", "500.0", ],
    },
  },
{
  name: "air-avg-wind-velocity",
  definition:
    "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:avg:wind:velocity",
  description: "",
  uom: "km/hr",
  constraint:
    {
      role:
        "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reasonable",
      interval: ["0.0", "200.0", ],
    },
  },
{
  name: "air-high-wind-velocity",
  definition:
    "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:wind:velocity",
  description: "",
  uom: "km/hr",
  constraint:
    {
      role:
        "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reasonable",
      interval: ["0.0", "200.0", ],
    },
  },

```

```

    },
  },
  {
    name: "air-high-wind-velocity-eventtime",
    definition:
      "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:high:wind:velocity:even
      ttime",
    description: "",
    uom: "min",
    constraint:
      {
        role:
          "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:re
          easonable",
        interval: ["0.0", "1440.0", ],
      },
  },
  },
  {
    name: "air-wind-direction",
    definition:
      "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:wind:direction",
    description: "",
    uom: "deg",
    constraint:
      {
        role:
          "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:re
          easonable",
        interval: ["0.0", "360.0", ],
      },
  },
  },
  {
    name: "air-heat-deg-days",
    definition:
      "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:heat:deg:days",
    description: "",
    uom: "HDD",
    constraint:
      {
        role:
          "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reason
          able",
        interval: ["0.0", "80.0", ],
      },
  },
  },
  {
    name: "air-cool-deg-days",
    definition:
      "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:cool:deg:days",

```

```
    description: "",
    uom: "CDD",
    constraint:
    {
        role:
        "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reason
        able",
        interval: ["0.0", "80.0", ],
    },
},
{
    name: "air-temperature",
    definition:
    "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:temperature",
    description: "",
    uom: "°C",
    constraint:
    {
        role:
        "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reason
        able",
        interval: ["-40.0", "80.0", ],
    },
},
{
    name: "air-humidity-relative",
    definition:
    "urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:humidity:relative",
    description: "",
    uom: "%",
    constraint:
    {
        role:
        "urn:ogc:def:classifiers:x-istsos:1.0:qualityIndex:check:reason
        able",
        interval: ["0.0", "100.0", ],
    }
}
```



## 5.4 Δημιουργία προσφοράς & σύνδεση με τις διαδικασίες

Έχοντας δημιουργήσει τις διαδικασίες παραγωγής των παρατηρήσεων, *procedures*, για κάθε υπηρεσία, επόμενο βήμα είναι η δημιουργία των προσφορών που θα προσφέρουν τα δεδομένα που παράγονται από κάθε διαδικασία. Οι παράμετροι που περιορίζουν την προσφορά πρέπει να καθοριστούν με τρόπο τέτοιο, ώστε το αίτημα για απόκτηση της συγκεκριμένης ομάδας παρατηρήσεων, με την εφαρμογή των προσδιορισμένων παραμέτρων αυτής, να είναι αδύνατον να οδηγήσει σε κενό αποτέλεσμα. Επομένως, η κάθε προσφορά θα πρέπει να περιέχει το σύνολο των αισθητήρων που αντιστοιχούν σε ένα συγκεκριμένο μετεωρολογικό σταθμό (π.χ. Aitoliko, Chalkida), δημιουργώντας τελικά δεκαοκτώ διαφορετικές προσφορές με τα αντίστοιχα ονόματα των σταθμών. Επιπλέον, το istSOS υλοποιεί αυτοβούλως μία ακόμη προσφορά εντός της οποίας περιέχονται όλες οι υπόλοιπες διαδικασίες και αισθητήρες που έχουν καταχωρηθεί στην υπηρεσία και ονομάζεται *temporary*. Η συγκεκριμένη είναι πολύ χρήσιμη για την άντληση παρατηρήσεων από το istSOS, καθώς διευκολύνει τη σύνταξη των αιτημάτων που απευθύνονται σε παραπάνω από μία διαδικασίες.

Η οργάνωση των προσφορών ολοκληρώνεται με δύο βήματα που αφορούν τη δημιουργία μιας νέας προσφοράς και τη σύνδεση της με την/τις αντίστοιχες διαδικασίες. Παρά τη δυνατότητα που δίνεται για τη διαχείριση μέσω του γραφικού περιβάλλοντος και σε αυτή τη περίπτωση, επιλέχθηκε η δημιουργία ενός *python script* που κάνει χρήση του *wa REST API* του istSOS, στέλνοντας μέσω αιτήματος δημοσίευσης το κατάλληλα σχηματισμένο JSON αντικείμενο.

Το αίτημα αλληλεπίδρασης με τον διακομιστή για τη δημιουργία νέας προσφοράς είναι:

**method:** POST

**address:**

<http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/wa/istsos/services/{service}/offerings>

**JSON body:**

```
{
  "name": "{offering name}",
  "description": "meteo, {offering name}",
  "expiration": "",
  "active": "on"
}
```

Αντίστοιχα, το αίτημα για την σύνδεση της προσφοράς με την/τις αντίστοιχες διαδικασίες είναι:

**method:** POST

**address:**

`http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/wa/istsos/services/{service name}/offerings/{offering name}/procedures`

**JSON body:**

```
{
  "offering": "{offering name}",
  "procedure": "{procedure name}"
}
```

## 5.5 Εισαγωγή παρατηρήσεων στο istSOS<sup>2</sup>

Η αρχική μορφή που εμφανίζουν τα δεδομένα, όπως αυτά αποκτήθηκαν από το ΕΑΑ, ενέχει αρκετά στοιχεία που δυσκολεύουν την άμεση αξιοποίησή τους, απαιτώντας την ύπαρξη μιας προεργασίας μεταβολής της μορφής τους. Αυτό το γεγονός αναδεικνύει και τη σημασία που έχει η διάθεση των δεδομένων υπό τους όρους διεθνώς αναγνωρισμένων ανοικτών προτύπων, όπως είναι το OGC SOS. Λόγω της διαφορετικής μορφής που έχουν οι δύο ομάδες δεδομένων, αλλά και της συγκεκριμένης πρότυπης μορφής που πρέπει να διαθέτουν ώστε να είναι δυνατή εισαγωγή τους στο istSOS, καθίσταται αναγκαία η επεξεργασία τους, χωρίς αυτή να αλλοιώνει την αρχική τους ποιότητα. Η επεξεργασία του συνόλου των δεδομένων διεξάγεται με δύο διαφορετικές διαδικασίες, με την κάθε μία να αντιμετωπίζει διαφορετική αρχική οργάνωση των δεδομένων, αλλά και με τις δύο να οδηγούν στην ίδια τελική κωδικοποίηση αυτών, συμβατή με τα πρότυπα του istSOS. Το istSOS παρέχει δύο μεθόδους εισαγωγής παρατηρήσεων αξιοποιώντας το αίτημα *InsertObservation* του OGC SOS και το wa REST API.

Με την πρώτη μέθοδο το αίτημα στέλνεται στη διεύθυνση `http://{ host }/istsos/{ service name }`, και φέρει ως σώμα ένα *InsertObservation XML*, το οποίο πρέπει να περιέχει όλες τις απαραίτητες παραμέτρους για τη σωστή καταχώρηση των παρατηρήσεων (*procedure*, *samplingTime*, *observedProperty*, *featureOfInterest*, *result*), διαμορφωμένες σύμφωνα με τα πρότυπα SWE. Η επιλογή αυτής της μεθόδου συνεπάγεται και τη συγγραφή ενός αλγορίθμου που θα συνθέτει το XML σώμα του αιτήματος, συνδυάζοντας όλες τις απαραίτητες παραμέτρους.

Η δεύτερη μέθοδος, αξιοποιώντας το wa REST API που προσφέρει το istSOS, παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής των παρατηρήσεων σε JSON μορφή, ενώ παράλληλα το istSOS προσφέρει ένα *python script* το οποίο τροφοδοτείται με ένα αρχείο μορφής CSV που φέρει τις παρατηρήσεις, διαμορφώνει το JSON σώμα του αιτήματος και πραγματοποιεί το αντίστοιχο αίτημα, απλοποιώντας καταλυτικά όλη τη διαδικασία. Ο πάροχος των δεδομένων είναι υπεύθυνος μόνο για τη σωστή διαμόρφωση του αρχείου μορφής CSV. Λόγω του ήδη

υλοποιημένου υποβάθρου, αυτή είναι μέθοδος που τελικά χρησιμοποιείται για την εισαγωγή των παρατηρήσεων.

Το αρχείο μορφής CSV που φέρει τις παρατηρήσεις θα πρέπει να τηρεί τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Το όνομα του αρχείου να αποτελείται από το όνομα της διαδικασίας, τη χρονική στιγμή της τελευταίας παρατήρησης που περιέχει, διαχωρισμένες με “\_”, και να έχει κατάληξη “.dat”. Παραδείγματος χάρη για τη διαδικασία “Aitoliko”, με τελευταία παρατήρηση τη χρονική στιγμή “2021-01-31T00:00:00” το όνομα του αρχείου θα πρέπει να είναι “Aitoliko\_20210131000000.dat”.
- Ως πρώτη σειρά θα πρέπει να αναγράφονται η παράμετρος του χρόνου και οι ιδιότητες για τις οποίες προσφέρονται οι παρατηρήσεις, διαχωρισμένες με κόμμα και με GML κωδικοποίηση (π.χ. urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time:iso8601, urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:mean:temperature).
- Κάθε παρατήρηση που παρατηρήθηκε διαφορετική χρονική στιγμή θα πρέπει να αναγράφεται σε διαφορετική σειρά και στην αντίστοιχη θέση με την ιδιότητα στην οποία αναφέρεται, ενώ η τιμή της χρονικής στιγμής στην οποία αναφέρονται οι παρατηρούμενες τιμές θα πρέπει να ακολουθεί το iso8601 (π.χ. 2021-01-31T00:00:00+0200). Σε περίπτωση που μία ιδιότητα δεν παρουσιάζει κάποια αποδεκτή τιμή μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή, θα πρέπει αυτή να αντιπροσωπευθεί από μία τιμή αναφοράς ελαττωματικών τιμών. Η προκαθορισμένη τιμή είναι “-999.9”.

Ένα ενδεικτικό τμήμα των δεδομένων είναι το ακόλουθο:

```
urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time:iso8601,urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:mean:temperature
2021-01-01T00:00.00+0200,10.8
2021-01-02T00:00.00+0200,10.9
2021-01-03T00:00.00+0200,14.1
2021-01-04T00:00.00+0200,12.3
2021-01-05T00:00.00+0200,11.5
2021-01-06T00:00.00+0200,13.9
2021-01-07T00:00.00+0200,14.5
2021-01-08T00:00.00+0200,17.0
```

Η αξιοποίηση διαφορετικής μορφής δεδομένων χρήζει διαφορετικής επεξεργασίας όσον αφορά τον τρόπο διαχείρισης και οργάνωσης τους, έτσι ώστε να καταλήξουν στην απαραίτητη μορφή για την εισαγωγή τους στο istSOS. Λόγω του python script `csv2istsos.py` που παρέχει το istSOS, η διαδικασία της επεξεργασίας έχει ως τελικό αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός τελικού αρχείου μορφής CSV, το οποίο θα αναγνωστεί από το `csv2istsos.py` για την μετετροπή του σε JSON και την αποστολή του στον διακομιστή.

Η πρώτη κατηγορία δεδομένων με χρονικό διάστημα τη μία ημέρα απαιτούσε ελάχιστες αλλαγές που είχαν να κάνουν με την κωδικοποίηση της κεφαλίδας των δεδομένων και τη διαμόρφωση την ώρας συμβάντος σύμφωνα με το iso8601. Σε συνέχεια την επεξεργασίας ακολουθούσε η εκτέλεση του `csv2istsos.py` με την ακόλουθη ενδεικτική εντολή τερματικού:

```
\istsos> python scripts/csv2istsos.py -p Athens Aitoliko \
-u http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos -s meteogcdays \
-w {working directory}
```

Η δεύτερη κατηγορία δεδομένων απαιτεί την εκτέλεση μιας σειράς επιπλέον διαδικασιών που έχουν να κάνουν με τη λήψη των δεδομένων σε μορφή “txt” αρχείου από τις διαδικτυακές πύλες δεδομένων του ΕΑΑ, την αναγνώριση των προσφερόμενων μετεωρολογικών παραμέτρων και των αντίστοιχων τιμών τους και τη σύνταξη και αποθήκευση του τελικού *.dat* αρχείου.

Στο στάδιο της χρήσης του *csv2istsos.py* για την εισαγωγή των δεδομένων, εμφανίστηκε το πρόβλημα της εισαγωγής των ιστορικών δεδομένων με χρονική αφητηρία την “2020-01-01” και την αυτόματη εισαγωγή των near-real time δεδομένων που αναρτώνται καθημερινά. Η πρώτη περίπτωση αντιμετωπίστηκε ακολουθώντας τη διαδικασία εντολών τερματικού που αναφέρθηκε παραπάνω, ενώ η περίπτωση των near-real time δεδομένων αντιμετωπίστηκε με την αναπροσαρμογή του *csv2istsos.py* για την παράκαμψη των εγχωρήσεων στην εντολή τερματικού, και τη σύνδεση του με το python script που πραγματοποιούσε τη λήψη και επεξεργασία των δεδομένων. Για την πλήρη αυτοματοποίηση της διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό *cron* (<https://en.wikipedia.org/wiki/Cron>) για τον προγραμματισμό της περιοδικής εργασίας με χρονική περίοδο επανάληψης τα 60 λεπτά.

Το αίτημα για την εισαγωγή των δεδομένων στη βάση του istSOS έχει την ακόλουθη ενδεικτική μορφή:

**method:** POST

**address:**

```
http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/wa/istsos/services/meteogcdays/operations
/insertobservation
```

**JSON body:**

```
{
  'name': 'Athens',
  'AssignedSensorId': '7fe30deab3fe11eb8511000c291c7a08',
  'samplingTime': {
    'beginPosition': '2021-01-01T00:00:00+02:00',
    'endPosition': '2021-01-08T00:00:00+00:00'
  },
  'result': {
    'DataArray': {
      'elementCount': '25',
      'values': [
        ['2021-01-01T00:00:00+0200', '12.4', '100'],
        ['2021-01-02T00:00:00+0200', '12.2', '100'],
        ['2021-01-03T00:00:00+0200', '15.1', '100'],
        ['2021-01-04T00:00:00+0200', '15.2', '100'],
        ['2021-01-05T00:00:00+0200', '12.4', '100'],
```

```

        ['2021-01-06T00:00.00+0200', '11.9', '100'],
        ['2021-01-07T00:00.00+0200', '13.1', '100'],
        ['2021-01-08T00:00.00+0200', '15.3', '100']
    ],
    'field': [{
        'definition': 'urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time:iso8601',
        'name': 'Time'
    }],
    {
        'definition':
            'urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:mean:temperature',
        'name': 'air-mean-temperature',
        'uom': '\xb0C'
    },
    {
        'definition':
            'urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:mean:temperature:qualityIndex',
        'name': 'air-mean-temperature:qualityIndex',
        'uom': '-'
    }
    ]
}
},
'featureOfInterest': {
    'geom':
        "<gml:Point
            srsName='EPSG:4326'><gml:coordinates>23.715447999999999,37.978408000000002,50</gml:coordinates></gml:Point>",
    'name': 'urn:ogc:def:feature:x-istsos:1.0:Point:Athens'
},
'observedProperty': {
    'component': [
        'urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:time:iso8601',
        'urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:mean:temperature',
        'urn:ogc:def:parameter:x-istsos:1.0:meteo:air:mean:temperature:qualityIndex'
    ],
    'CompositePhenomenon': {
        'id': 'comp_4',
        'name': 'timeSeriesOfObservations',
        'dimension': '3'
    }
},
'procedure': 'urn:ogc:def:procedure:x-istsos:1.0:Athens'
}

```

## Κεφάλαιο 6 - Υλοποίηση διαδικτυακής εφαρμογής διαχείρισης χωροαναφερόμενων δεδομένων

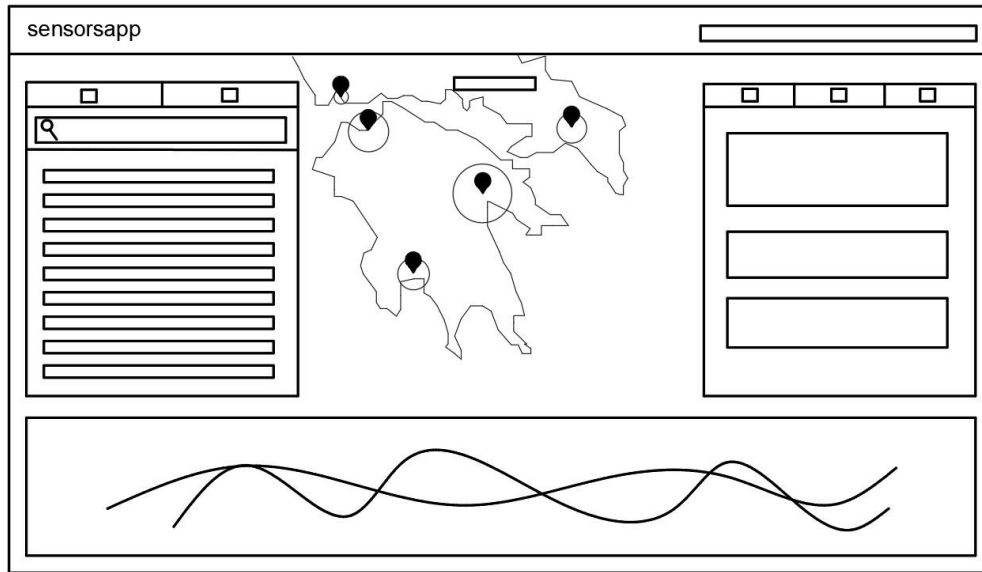
### 6.1 Αρχική ιδέα & πλαίσιο σχεδιασμού

Όντας ενεργή η διάθεση των δεδομένων από τον διακομιστή του istSOS, επόμενο βήμα ήταν ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μιας πρότυπης εφαρμογής ιστού για την κατανάλωση των δεδομένων που παρέχονται. Παρά την προσέγγιση των μετεωρολογικών παρατηρήσεων που έχει πραγματοποιηθεί στη παρούσα διπλωματική εργασία, δεν ήταν σκοπός η δημιουργία μιας διαδικτυακής εφαρμογής σχεδιασμένη για τη κατανάλωση αμιγώς μετεωρολογικών δεδομένων, αλλά για το σύνολο των εν δυνάμει δεδομένων που μπορούν να προκύψουν από παρατηρήσεις αισθητήρων και χωρίς κανέναν χωρικό περιορισμό, με τους όποιους περιορισμούς να τίθενται αποκλειστικά από το πρότυπο OGC SOS.

Βασικό στόχο αποτέλεσε η υλοποίηση μιας διαδικτυακής εφαρμογής που θα παρέχει στον καταναλωτή τη δυνατότητα να πληροφορηθεί και να αποκτήσει πρόσβαση σε δεδομένα αισθητήρων διαφόρων πηγών. Επιπλέον, λόγω της φύσης των δεδομένων που μπορούν να προσφερθούν από την εφαρμογή, επιλέχθηκε ο σχεδιασμός του γραφικού και διαδραστικού περιβάλλοντος να βασίζεται στα πρότυπα πλατοφορμών διαχείρισης γεωχωρικών δεδομένων, καθιστώντας δυνατή την αξιοποίησή του ως εργαλείο διαχείρισης και παρατήρησης φυσικών φαινομένων που καταγράφονται από μεμονωμένους αισθητήρες ή συστήματα αισθητήρων, προσεγγίζοντας το πλαίσιο οργάνωσης των έξυπνων πόλεων και της έξυπνης γεωργίας.

Για τους σκοπούς αυτούς, το περιβάλλον της εφαρμογής αποτελείται κατά κύριο λόγο από ένα χαρτογραφικό διαδραστικό υπόβαθρο τριών διαστάσεων επί του οποίου θα πραγματοποιείται η προβολή των θέσεων των αισθητήρων σε συνδυασμό με χαρτογραφικές απεικονίσεις των παρατηρούμενων ιδιοτήτων. Επιπρόσθετα, απαραίτητη ήταν η συμπερίληψη πεδίων με τα οποία ο καταναλωτής θα έχει τη δυνατότητα να αναζητήσει υπηρεσίες διάθεσης δεδομένων, να λάβει γνώση για τα δεδομένα που αυτές διαθέτουν και εν συνεχεία να διαμορφώσει τα κατάλληλα αιτήματα που θα τον οδηγήσουν στην απόκτηση των παρατηρήσεων που αυτός επιθυμεί. Επιπλέον, είναι σημαντικό ο καταναλωτής να έχει τη δυνατότητα να προβάλει τα δεδομένα του σε κατάλληλα διαγράμματα, αλλά και επί του χαρτογραφικού υποβάθρου για την καλύτερη κατανόηση των μεταβολών των φαινομένων και για τη μεταξύ τους σύγκριση.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω κριτήρια πραγματοποιήθηκε αρχικά ο σχεδιασμός του κύριου περιβάλλοντος της διαδικτυακής εφαρμογής.



**Εικόνα 6.1:** Προσχέδιο του κύριου περιβάλλοντος της διαδικτυακής εφαρμογής διαχείρισης χωροαναφερόμενων δεδομένων.

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω προσχέδιο το κύριο περιβάλλον της εφαρμογής έχει σχεδιαστεί να αποτελείται από πέντε πεδία:

1. τη βασική άνω μπάρα της εφαρμογής, η οποία φέρει το λογότυπο και κάποια κουμπιά για την εκτέλεση βασικών ενεργειών.
2. το αριστερό πλαίσιο/παράθυρο για την παράθεση πληροφοριών σχετικά με τους αισθητήρες οι οποίοι εμπεριέχονται σε κάθε υπηρεσία.
3. το δεξί πλαίσιο/παράθυρο για τον καθορισμό των παραμέτρων του αιτήματος για την απόκτηση παρατηρήσεων, την παράθεση τους σε πίνακα και τη λήψη τους.
4. το πλαίσιο/παράθυρο που χωροθετείται στο κάτω μέρος της εφαρμογής και εντός του οποίου θα απεικονίζονται σε διαγραμματική μορφή τα δεδομένα.
5. το χαρτογραφικό υπόβαθρο, το οποίο καταλαμβάνει όλη την υπόλοιπη περιοχή της εφαρμογής, για τη γεω-οπτικοποίηση των δεδομένων.

Στα πλαίσια της δημιουργίας μιας δυναμικής διαδικτυακής εφαρμογής πολλαπλών δυνατοτήτων, επιλέχθηκε η υλοποίηση της να βασίζεται στη δυναμική ανανέωση περιεχομένου και όχι στην ύπαρξη πολλαπλών διαφορετικών σταθερών σελίδων. Για τη δημιουργία της ιστοσελίδας της εφαρμογής έγινε χρήση των γλωσσών προγραμματισμού *HTML* για τη δόμηση της ιστοσελίδας, σε συνδυασμό με γλώσσα μορφοποίησης *CSS*, και της *JavaScript*, για τη λειτουργικότητα αυτής. Οι βιβλιοθήκες ανοιχτού κώδικα που χρησιμοποιήθηκαν αποσκοπούν στην ενσωμάτωση ειδικού περιεχομένου όπως είναι τα γραφήματα και το χαρτογραφικό υπόβαθρο, καθώς και στη δυναμική ανανέωση του περιεχομένου μέσω της συλλογής και απόθεσης δομικών οντοτήτων. Ειδικότερα, έγινε χρήση τεσσάρων βιβλιοθηκών:

- της *jQuery* (<https://jquery.com>) η οποία είναι μια γρήγορη, μικρή και πλούσια σε χαρακτηριστικά βιβλιοθήκη JavaScript. Παρουσιάζει πληθώρα διαφορετικών δυνατοτήτων, μεγάλο μέρος των οποίων αξιοποιήθηκε για τη δημιουργία της εφαρμογής, για τον σκοπό του χειρισμού αντικειμένων (DOM) και συμβάντων αυτής, καθώς επίσης και την πραγματοποίηση αιτημάτων HTTP πρωτοκόλλου με την εφαρμογή της μεθόδου AJAX, για τη λήψη δεδομένων από το διακομιστή του istSOS.
- της *jQuery UI* (<https://jqueryui.com>) η οποία αποτελεί επέκταση της *jQuery*, ενώ με τη χρήση της αυξάνονται οι δυνατότητες αλληλεπίδρασης του χρήστη με το περιβάλλον της εφαρμογής και γενικότερα ενισχύεται η συνολικότερη εμπειρία χρήσης, με την αξιοποίηση εργαλείων δυναμικής μορφοποίησης, καθιστώντας εφικτή την αναπροσαρμογή και επανατοποθέτηση των πεδίων/παραθύρων της εφαρμογής για την προσαρμογή της οθόνης στις ανάγκες του κάθε χρήστη.
- της *Mapbox GL JS* (<https://www.mapbox.com/mapbox-gljs>) η οποία είναι μια βιβλιοθήκη JavaScript για την προβολή διανυσματικών χαρτών στο διαδίκτυο με τη χρήση *Vector Map Tiles* υπηρεσιών. Με την αξιοποίηση της συγκεκριμένης βιβλιοθήκης είναι δυνατή η εισαγωγή χαρτογραφικών υποβάθρων τριών διαστάσεων και προσαρμοσμένης μορφοποίησης, καθώς και διανυσματικών οντοτήτων για επιπρόσθετες αναπαραστάσεις δεδομένων ακόμα και σε τρισδιάστατη μορφή. Η βιβλιοθήκη και το σύνολο των υπηρεσιών που υλοποιούνται διαμέσου αυτής, παρέχονται από την εταιρεία Mapbox (<https://www.mapbox.com>), έναντι ενός αντιτίμου σε μηνιαία βάση και στη περίπτωση που το μέγεθος της χρήσης ξεπεράσει τα όρια των *50,000 free loads* και *200,000 free tile requests*. Για τα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, καθώς και για περιπτώσεις λελογισμένης χρήσης, τα συγκεκριμένα όρια καθιστούν εφικτή τη δωρεάν χρήση των υπηρεσιών.
- της *Chart.js* (<https://www.chartjs.org>), η οποία είναι μία απλή αλλά ευέλικτη βιβλιοθήκη JavaScript για τη δημιουργία διαδραστικών και δυναμικών γραφημάτων με δυνατότητες δυναμικής εισαγωγής δεδομένων και πλήρους μορφοποίησης των στοιχείων των γραφημάτων.

## 6.2 Στάδια υλοποίησης της διαδικτυακής εφαρμογής

Έχοντας καθοριστεί το ευρύτερο πλαίσιο σχεδιασμού και ανάπτυξης της εφαρμογής ακολούθησε η σταδιακή υλοποίηση της τόσο σε γραφικό όσο και λειτουργικό επίπεδο. Η υλοποίηση της έπρεπε να ακολουθήσει τη διαδικασία επιλογής των παρατηρήσεων και αναπαράστασης αυτών, ώστε το κάθε στάδιο να είναι ταυτόχρονα λειτουργικό για την διεξαγωγή των απαραίτητων ελέγχων ορθότητας της λειτουργίας του.

### 6.2.1 Επιλογή της υπηρεσίας διάθεσης δεδομένων

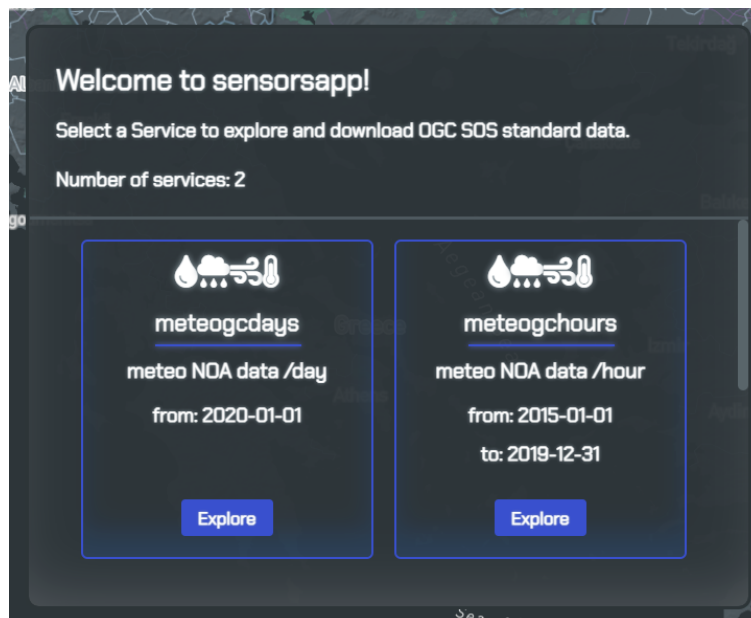
Το πρώτο στάδιο υλοποίησης αφορούσε την επιλογή της υπηρεσίας (service), από τον χρήστη, βάση της οποίας θα γίνει μετέπειτα η αναζήτηση των δεδομένων και μεταδεδομένων.



Η επιλογή της υπηρεσίας σχεδιάστηκε να γίνει μέσω του παραθύρου “καλωσορίσματος” στην εφαρμογή, με παράλληλη παράθεση βασικών αναγνωριστικών στοιχείων της κάθε υπηρεσίας. Αναλυτικότερα, η κάθε υπηρεσία αντιπροσωπεύεται από μία καρτέλα στην οποία αναγράφονται το όνομα, η βασική περιγραφή και το χρονικό διάστημα για το οποίο προσφέρονται παρατηρήσεις. Οι πληροφορίες που εμφανίζονται σε αυτό το στάδιο αποκτώνται μέσω δύο αιτημάτων, τα οποία εκτελούνται με τη μέθοδο AJAX:

1. >> <http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/wa/istsos/services>, για τη λήψη των διαθέσιμων υπηρεσιών και
2. >> [http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/wa/istsos/services/{service\\_name}/configsections/identification](http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/wa/istsos/services/{service_name}/configsections/identification)

,το οποίο αποστέλλεται για κάθε μία υπηρεσία και αφορά στη λήψη των πληροφοριών ταυτοποίησης των υπηρεσιών που διατίθενται.



**Εικόνα 6.2:** Στιγμιότυπο οθόνης από την αρχική καρτέλα επιλογής της υπηρεσίας διάθεσης δεδομένων.

Για την ταχύτερη πρόσβαση στην επιθυμητή υπηρεσία παρακάμπτοντας το συγκεκριμένο στάδιο είναι δυνατή η αναφορά του αντίστοιχου ονόματος στο τέλος της διεύθυνσης url, όπως φαίνεται στο ακόλουθο παράδειγμα:

>> <http://sensorsapp.spatialintelligence.gr/#meteogcdays>

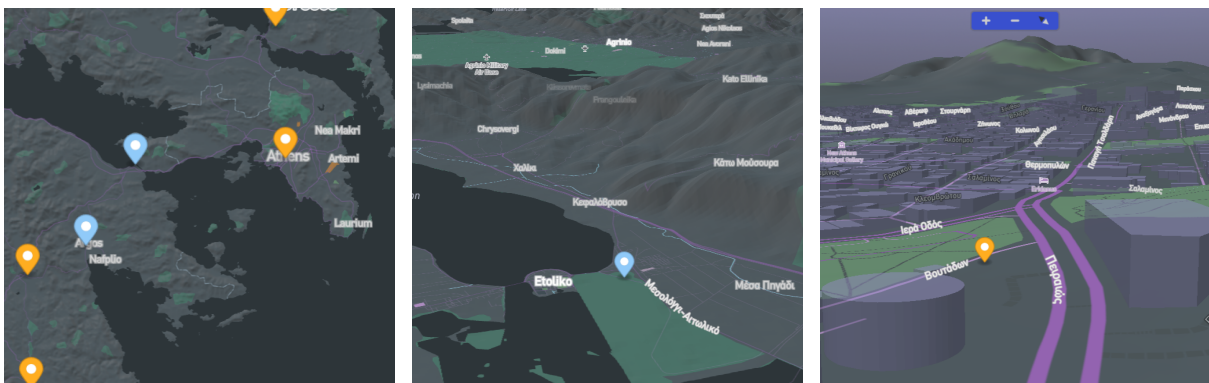
Με την επιλογή της επιθυμητής υπηρεσίας διάθεσης των δεδομένων πραγματοποιείται η πρόσβαση στο κύριο περιβάλλον της εφαρμογής και η αλλαγή της υπηρεσίας να καθίσταται δυνατή με τη χρήση του πεδίου που φέρει το όνομα της υπηρεσίας στην άνω μπάρα αυτής.



**Εικόνα 6.3:** Στιγμιότυπα οθόνης πριν (αριστερή εικόνα) και μετά (δεξιά εικόνα) την προσέγγιση του κουμπιού επιλογής υπηρεσίας, από τον κέρσορα.

## 6.2.2 Προβολή χαρτογραφικού υποβάθρου

Το στοιχείο που γίνεται αντιληπτό από τον χρήστη, μετά την επιλογή της υπηρεσίας, είναι το διαδραστικό χαρτογραφικό υπόβαθρο. Η επιλογή του παρόχου Mapbox, βασίστηκε στην στοιχείο της τρισδιάστατης προβολής που προσφέρεται, σε συνδυασμό με τη δυνατότητα πλήρους μορφοποίησης της εμφάνισης του χαρτογραφικού υποβάθρου, προσφέροντας τον πλήρη έλεγχο στη διαμόρφωση του βασικού πεδίου της εφαρμογής. Η διάδραση με τον χάρτη πραγματοποιείται είτε μέσω της μπάρας πλοήγησης, είτε με τη χρήση του ποντικιού/επιφάνειας αφής. Η υπηρεσία MVT της Mapbox για τη σύνθεση του χαρτογραφικού υποβάθρου, βασίζεται στη λήψη δεδομένων ανά επίπεδο μεγέθυνσης, μειώνοντας σημαντικά τον όγκο των δεδομένων, προσφέροντας γρήγορη περιήγηση του χρήστη και στις τρεις διαστάσεις.



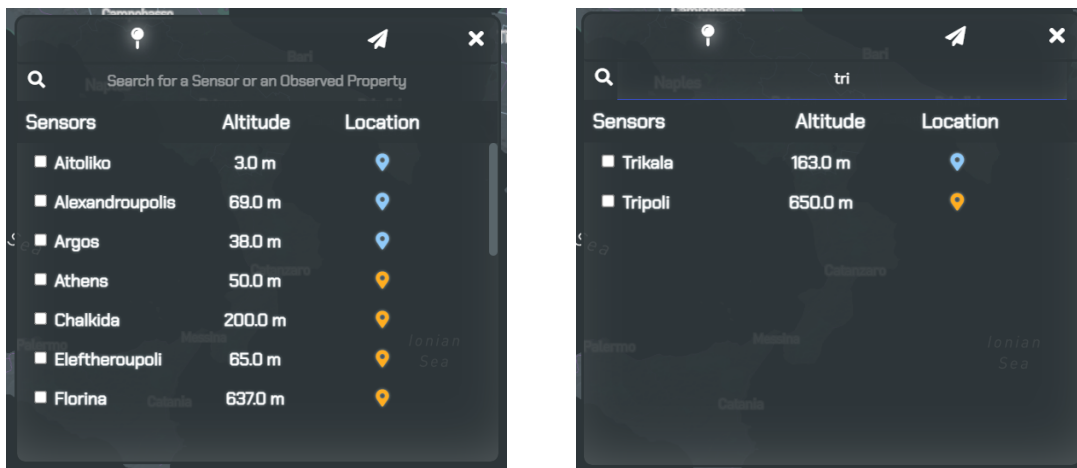
**Εικόνα 6.4:** Στιγμιότυπα οθόνης του χαρτογραφικού υποβάθρου σε διαφορετικά επίπεδα μεγέθυνσης και κλίσεις.

## 6.2.3 Υλοποίηση πλαισίου/παραθύρου διάθεσης μεταδεδομένων

Επόμενο στάδιο της υλοποίησης αποτέλεσε η δημιουργία του αριστερού πλαισίου/παραθύρου, απαραίτητο για τη διάθεση μεταδεδομένων που σχετίζονται με το σύνολο των αισθητήρων που παρέχονται από μία υπηρεσία. Για την καλύτερη οργάνωση των πληροφοριών πραγματοποιήθηκε ο καταμερισμός τους σε δύο καρτέλες, λειτουργικά συνδεδεμένες μεταξύ τους. Αναλυτικότερα, η πρώτη καρτέλα του πλαισίου/παραθύρου αποσκοπεί στην παράθεση του συνόλου των αισθητήρων με κάποια βασικά χαρακτηριστικά αυτών, όπως το υψόμετρο και η τοποθεσία στην οποία χωροθετούνται. Η απόκτηση των συγκεκριμένων δεδομένων πραγματοποιείται μέσω την αποστολής GET αιτήματος στη διεύθυνση:

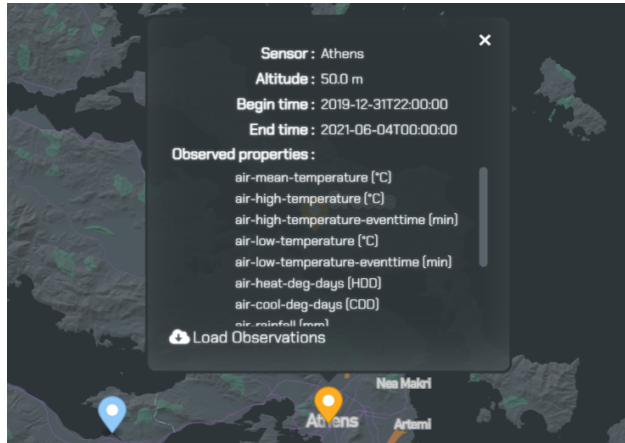
```
>> http://istsos.spatialintelligence.gr/istsos/wa/istsos/services/{service name}/procedures/operations/geojson?epsg=4326
```

Αντί της αναφοράς των συντεταγμενων κάθε αισθητήρα, επιλέχθηκε η εναλλακτική της μεταφοράς του χρήστη στην ακριβή τοποθεσία μέσω της αυτόματης προσαρμογής του χαρτογραφικού υποβάθρου σε αυτή με τη χρήση εικονιδίου που εμφανίζεται στη στήλη της τοποθεσίας. Η εφαρμογή διαφορετικών χρωμάτων στα εικονίδια τόσο στο αναφερόμενο πεδίο όσο και στο χαρτογραφικό υπόβαθρο είχε ως στόχο την ανάδειξη των διαφορετικών ομάδων που προκύπτουν λόγω των διαφορετικών παρατηρούμενων ιδιοτήτων του κάθε αισθητήρα ή συστήματος αισθητήρων. Επιπλέον, μέσω του πεδίου αναζήτησης που βρίσκεται στο πάνω μέρος της καρτέλας είναι δυνατή η αναζήτηση ενός αισθητήρα βάσει του ονόματος ή του υψομέτρου, καθώς και η αναζήτηση των αισθητήρων που προσφέρουν μία συγκεκριμένη παρατηρούμενη ιδιότητα. Η άμεση επιλογή ή αποεπιλογή των επιθυμητών αισθητήρων, χωρίς την ανάγκη επιπλέον περιήγησης, πραγματοποιείται κάνοντας κλικ στο αντίστοιχο όνομα αυτών, ενεργοποιώντας ταυτόχρονα τα πεδία επιλογής παραμέτρων φιλτραρίσματος των παρατηρήσεων.



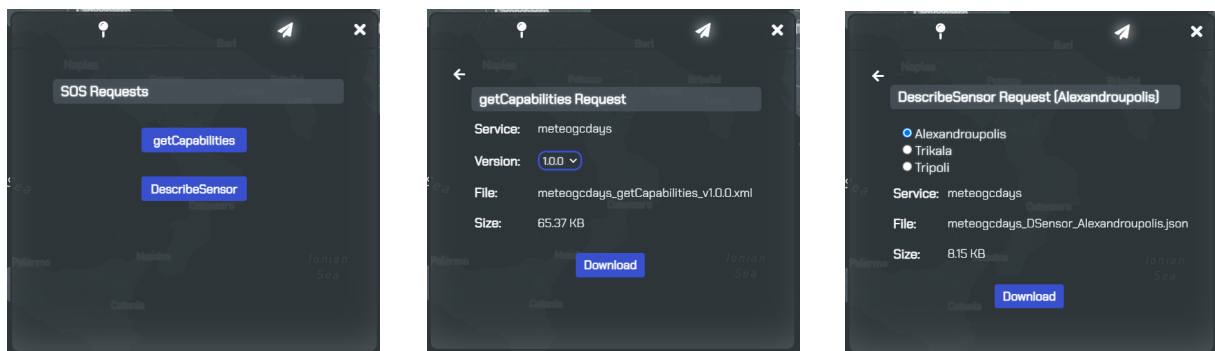
**Εικόνα 6.5:** Στιγμιότυπα οθόνης από την πρώτη καρτέλα του πλαισίου/παραθύρου διάθεσης μεταδεδομένων.

Παράλληλα με τα πεδία τα οποία ενεργοποιούνται σε αυτό το στάδιο, συντελείται και η μεταφορά των διαθέσιμων πληροφοριών στον χάρτη. Ο κάθε αισθητήρας αναφέρεται ως ένα σημείο, ενώ με το πάτημα σε αυτό εμφανίζεται το αναδυόμενο παράθυρο που φέρει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για αυτόν. Αναλυτικότερα, παρέχονται πληροφορίες για το όνομα, το υψόμετρο, τη χρονική περίοδο για την οποία παρέχει παρατηρήσεις και τις παρατηρούμενες ιδιότητες που προσφέρονται. Ακόμη, παρέχεται η δυνατότητα επιλογής του συγκεκριμένου αισθητήρα μέσω του αναδυόμενου παραθύρου.



**Εικόνα 6.6:** Στιγμιότυπο οθόνης του αναδυόμενου παραθύρου ενός σημείου αισθητήρα στον χάρτη.

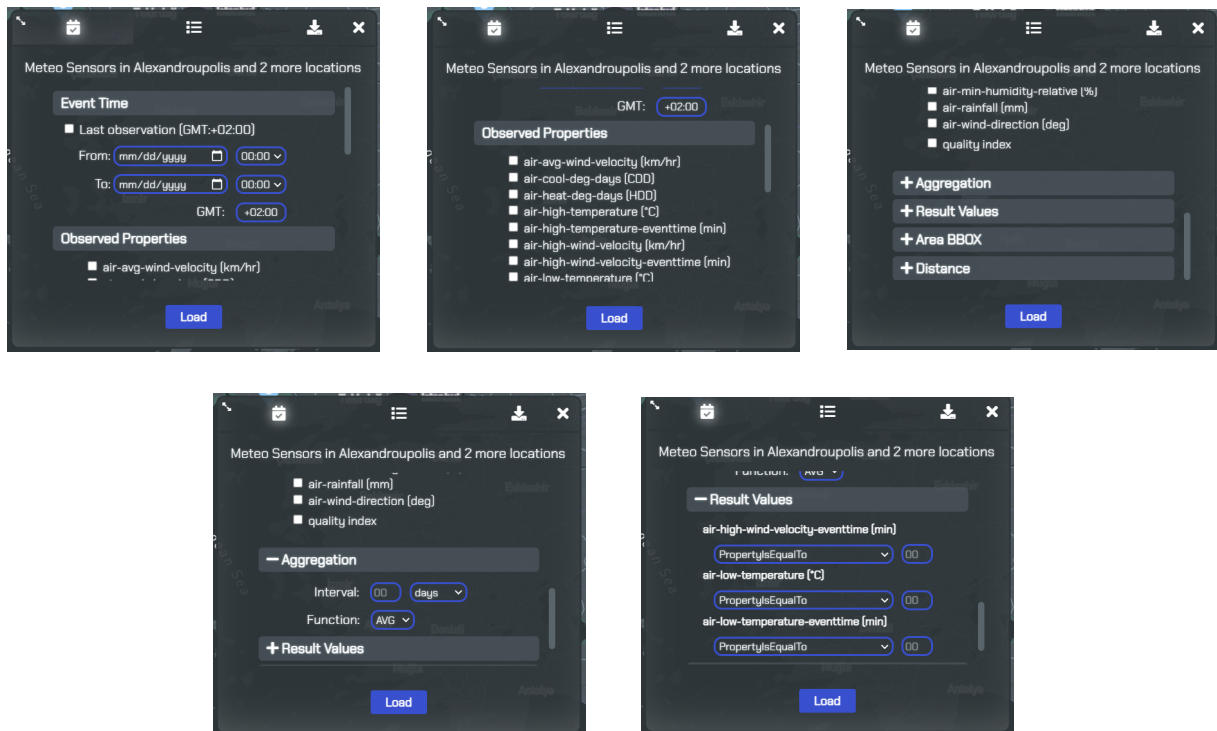
Για την πρόσβαση σε μεταδεδομένα της υπηρεσίας και των αισθητήρων, υλοποιήθηκε η δεύτερη καρτέλα του συγκεκριμένου πλαισίου/παραθύρου. Η απόκτηση των μεταδεδομένων πραγματοποιείται με την αποστολή των αιτημάτων *getCapabilities* και *DescribeSensor*, τα οποία έχουν αντιστοιχηθεί σε δύο πεδία της καρτέλας. Με την επιλογή ενός εκ των δύο πεδίων ο χρήστης μεταβαίνει, μέσω της δυναμικής μεταβολής του περιεχομένου της καρτέλας, στο στάδιο της επιλογής των επιμέρους παραμέτρων για την πλήρη σύνθεση των αιτημάτων. Ειδικότερα στην περίπτωση του *getCapabilities* αιτήματος είναι δυνατή η επιλογή της έκδοσης SOS (1.0.0 ή 2.0.0) βάσει της οποίας θα συνταχθεί το XML αρχείο των μεταδεδομένων. Αντίστοιχα, στην περίπτωση του *DescribeSensor* αιτήματος, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει έναν από τους ήδη επιλεγμένους αισθητήρες για τον οποίο θα πραγματοποιηθεί λήψη των μεταδεδομένων σε αρχείο μορφής JSON. Η προσφορά της XML κωδικοποίησης δεν είναι δυνατή λόγω τεχνικού προβλήματος που υφίσταται στον διακομιστή του istSOS.



**Εικόνα 6.7:** Στιγμιότυπα οθόνης από τη δεύτερη καρτέλα του πλαισίου/παραθύρου διάθεσης μεταδεδομένων.

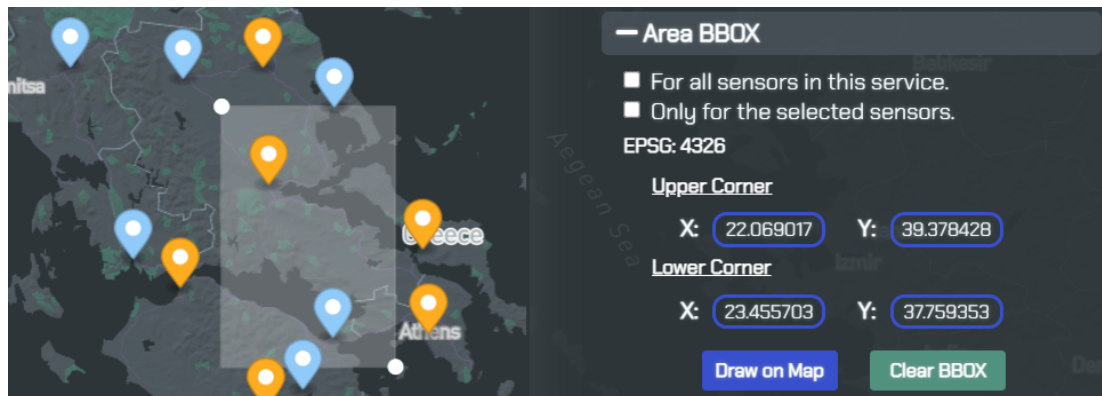
### 6.2.4 Υλοποίηση πλαισίου/παραθύρου προσαρμογής, παράθεσης και λήψης δεδομένων

Με την επιλογή του πρώτου αισθητήρα, πραγματοποιείται η ενεργοποίηση του δεξιού πλαισίου/παραθύρου, το οποίο αποτελείται από τρεις καρτέλες διαφορετικού περιεχομένου. Η πρώτη καρτέλα που εμφανίζεται εξ αρχής παραθέτει το σύνολο των δυνατών φίλτρων που μπορούν να εφαρμοστούν από τον χρήστη για την προσαρμογή του αιτήματος απόκτησης δεδομένων. Τα φίλτρα που είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν έχουν ορισθεί αναλυτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο και βασίζονται στην αρχιτεκτονική υλοποίησης των OGC SOS 1.0.0 υπηρεσιών. Για τη διευκόλυνση του χρήστη και την εξασφάλιση της σύνταξης σωστά δομημένων αιτημάτων, το σύνολο των παραμέτρων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν προσφέρονται σε μορφή ενεργών πεδίων εισαγωγής όπως checkboxes, dropdowns, date inputs κ.α.. Ειδικότερα για την επιλογή της περιόδου αναφοράς, *Event Time filter*, των παρατηρήσεων, προσφέρονται, εκτός του πεδίου *last observation*, δύο πεδία επιλογής ημερομηνιών και τα αντίστοιχα πεδία για προσαρμογή των ωρών, καθώς και το πεδίο της ζώνης ώρας. Επιπρόσθετα, για την επιλογή των παρατηρούμενων ιδιοτήτων, προσφέρεται η λίστα αυτών, *Observed Properties*, ενώ για τη συσσωμάτωση των παρατηρήσεων το φίλτρο, *Aggregation filter*, το οποίο απαρτίζεται από τρία βασικά πεδία για την επιλογή του χρονικού διαστήματος και της συνάρτησης συσσωμάτωσης. Ακόμη με την επιλογή μιας ή περισσότερων παρατηρούμενων ιδιοτήτων, ενεργοποιούνται τα πεδία του φίλτρου, *Result Values filter*, για την επιλογή των αποδεκτών τιμών, βάσει των κανόνων που ορίζει το πρότυπο SOS 1.0.0.



**Εικόνα 6.8:** Στιγμιότυπα οθόνης από την καρτέλα επιλογής φίλτρων για την προσαρμογής του αιτήματος δεδομένων. Πλαίσιο/παραθύρο προσαρμογής, παράθεσης και λήψης δεδομένων.

Σε συνέχεια της παράθεσης των προσφερόμενων φίλτρων, ακολουθούν τα αμιγώς γεωχωρικά, τα οποία μπορούν να συμπληρωθούν είτε με τη άμεση συμπλήρωση των αντίστοιχων πεδίων, είτε μέσω μιας διαδικασίας διάδρασης με τον χάρτη, για τον σχεδιασμό των επιθυμητών χωρικών ορίων. Ειδικότερα, ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, *Area BBOX filter*, είτε έναν κύκλο *Distance filter*, απευθείας πάνω στον χάρτη μεταφέροντας αυτόματα τις αντίστοιχες παραμέτρους στα πεδία που αναφέρθηκαν. Λόγω συγκεκριμένων περιορισμών του SOS 1.0.0 δεν είναι εφικτή η ταυτόχρονη χρήση και των δύο φίλτρων.



**Εικόνα 6.9:** Στιγμιότυπο οθόνης από τη εφαρμογή του γεωχωρικού φίλτρου *Area BBOX*.



**Εικόνα 6.10:** Στιγμιότυπο οθόνης από τη εφαρμογή του γεωχωρικού φίλτρου *Distance*.

Για την αποφυγή σφαλμάτων κατά τη συμπλήρωση των πεδίων, έχει υλοποιηθεί ένα σύστημα ελέγχου των καταχωρούμενων παραμέτρων, το οποίο ειδοποιεί τον χρήστη σε περίπτωση μη ορθής καταχώρησης ή παράλειψης κάποιοι υποχρεωτικού πεδίου.

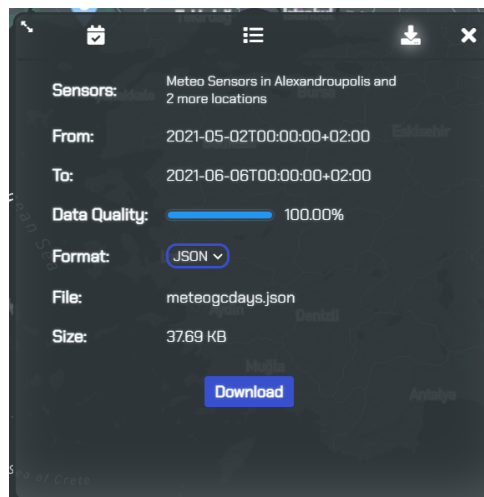
Την ορθή συμπλήρωση των πεδίων για τη σύνταξη του αιτήματος απόκτησης των δεδομένων, ακολουθεί η λήψη των δεδομένων και εν συνεχεία μία σειρά διαδικασιών ανάγνωσης, επεξεργασίας, κατηγοριοποίησης και προβολής αυτών στα αντίστοιχα πεδία της εφαρμογής. Παραμένοντας στο δεξιά πλαίσιο της εφαρμογής, το περιεχόμενο έχει μεταβληθεί, παρουσιάζοντας σε ειδικά διαμορφωμένο πίνακα το σύνολο των δεδομένων που έχουν ληφθεί και αφορούν σε τιμές παρατηρούμενων ιδιοτήτων εντός της επιλεγμένης χρονικής περιόδου. Το πρώτο στοιχείο του πίνακα είναι το πεδίο των κεφαλίδων κάθε στήλης, με αυτές να αναφέρονται στο όνομα του αισθητήρα και στην παρατηρούμενη ιδιότητα, ενώ παράλληλα φέρουν ένα πεδίο, checkbox, η επιλογή του οποίου οδηγεί στην απεικόνιση των αντίστοιχων δεδομένων στα διαγράμματα που προσφέρονται. Όσον αφορά περιπτώσεις στις

οποίες οι τιμές των παρατηρήσεων δεν έχουν χαρακτηριστεί ως αποδεκτές, βάσει των κριτηρίων που έχουν ορισθεί μέσω του istSOS, είτε δεν παρέχονται καθόλου παρατηρήσεις για κάποια ιδιότητα μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή, το κελί που αντιστοιχεί σε αυτή συμπληρώνεται με την ένδειξη “No Data” ή “---” αντίστοιχα. Στο πάνω μέρος της καρτέλας βρίσκεται το πεδίο της αναζήτησης ημερομηνιών και τιμών για την περαιτέρω απομόνωση συγκεκριμένων δεδομένων.

Time	Alexandroupolis low-temperature	Alexandroupolis low-temperature-q1	Alexandroupolis low-temperature-eventtime	Alexandroupolis low-temperature-eventtime-q1	Alexandroupolis high-wind-velocity-eventtime	Alexandroupolis high-wind-velocity-eventtime-q1	Alexandrou wind-direct
2021-05-02 00:00	14.50	200.00	290.00	200.00	760.00	200.00	247.50
2021-05-03 00:00	14.90	200.00	280.00	200.00	1420.00	200.00	225.00
2021-05-04 00:00	13.30	200.00	270.00	200.00	180.00	200.00	67.50
2021-05-05 00:00	11.40	200.00	390.00	200.00	110.00	200.00	225.00
2021-05-06 00:00	13.70	200.00	0.00	200.00	830.00	200.00	315.00
2021-05-07 00:00	11.80	200.00	290.00	200.00	950.00	200.00	315.00
2021-05-08 00:00	13.80	200.00	1430.00	200.00	1150.00	200.00	67.50
2021-05-09 00:00	9.80	200.00	380.00	200.00	700.00	200.00	67.50
2021-05-10 00:00	9.40	200.00	270.00	200.00	830.00	200.00	67.50

**Εικόνα 6.11:** Στιγμιότυπο οθόνης από την καρτέλα παράθεσης των ληφθέντων δεδομένων σε μορφή πίνακα.

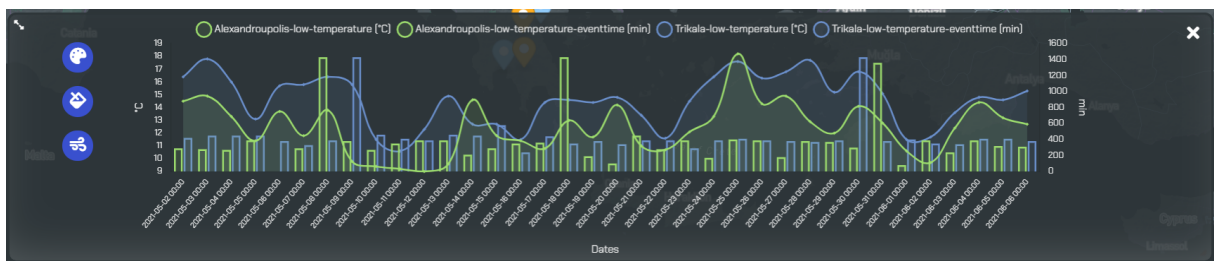
Η τρίτη καρτέλα του πλαισίου/παραθύρου έχει σχεδιαστεί ώστε παρέχει τη δυνατότητα στον χρήστη να ενημερωθεί για το σύνολο των δεδομένων που έχουν επιστραφεί από το αίτημα, και να προβεί, αν το επιθυμεί, στη λήψη αυτών στην προσωπική του συσκευή. Στην καρτέλα αναφέρονται: ο αριθμός των αισθητήρων που έχουν επιλεγθεί, η χρονική περίοδος αναφοράς των δεδομένων, η ποιότητά τους σε ποσοστό επί τοις εκατό, το όνομα που θα φέρει το ληφθέν αρχείο και το μέγεθος αυτού, καθώς δίνεται και η επιλογή της μορφής του αρχείου μεταξύ των JSON, XML και CSV.



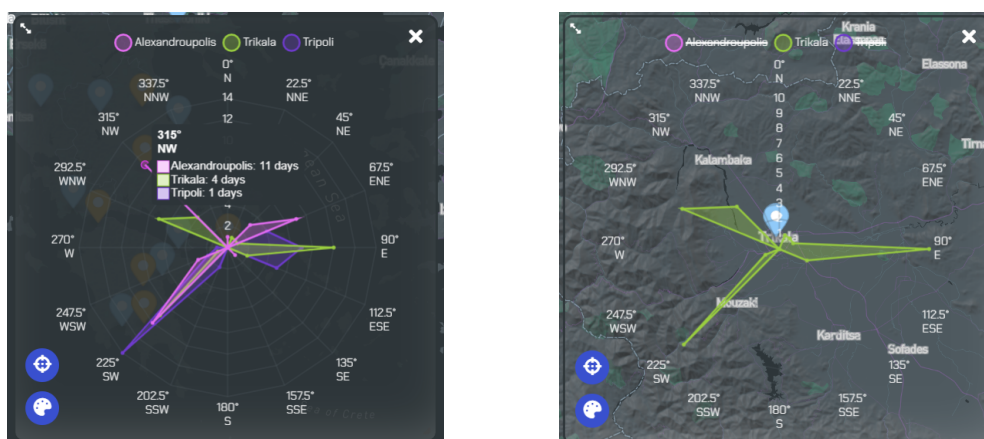
**Εικόνα 6.12:** Στιγμιότυπο οθόνης από την καρτέλα λήψης των ληφθέντων δεδομένων.

### 6.2.5 Υλοποίηση πλαισίου/παραθύρου διαγραμματικής αναπαράστασης

Όσον αφορά τη διαγραμματική αναπαράσταση των δεδομένων, αυτή πραγματοποιείται κυρίως στο πλαίσιο/παραθύρο που εμφανίζεται στο κάτω μέρος της οθόνης, ενώ για τις περίπτωση της κατεύθυνσης του ανέμου έχει σχεδιαστεί ένα επιπλέον αναδυόμενο παράθυρο. Αρχικά, βάσει των πηγών των δεδομένων που αξιοποιούνται για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, έχει επιλεγεί το σύνολο των παρατηρούμενων ιδιοτήτων, με εξαίρεση τις τιμές που αναφέρονται στον χρόνο παρατήρησης ακραίων τιμών και στις κατευθύνσεις του ανέμου, να αναπαρίστανται διαγραμματικά με γραμμική μορφή. Αντίστοιχα, για την καλύτερη κατανόηση των παρατηρήσεων, οι τιμές που αναφέρονται στο χρόνο παρατήρησης ακραίων τιμών αναπαρίστανται με κατακόρυφες μπάρες, ενώ οι παρατηρήσεις των κατευθύνσεων του ανέμου ομαδοποιούνται με σκοπό να προβληθούν σε αραχνοειδές γράφημα συχνοτήτων. Για την ταυτόχρονη προβολή διαφορετικών παρατηρούμενων ιδιοτήτων στο ίδιο γράφημα, ακολουθήθηκε η μέθοδος των πολλαπλών αξόνων, με αυτούς να προστίθενται και να αφαιρούνται δυναμικά κατά τη μεταβολή των επιλεγμένων, για απεικόνιση, ιδιοτήτων.



**Εικόνα 6.13:** Στιγμιότυπο οθόνης του κύριου πλαισίου/παραθύρου διαγραμματικής αναπαράστασης των δεδομένων.



**Εικόνα 6.14:** Στιγμιότυπα οθόνης του αναδυόμενου παραθύρου του αραχνοειδούς γραφήματος.

Η χρησιμοποιούμενη μέθοδος διαγραμματικής αναπαράστασης προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα σύγκρισης τιμών διαφορετικών αισθητήρων, αλλά και διαφορετικών παρατηρούμενων ιδιοτήτων ταυτόχρονα στο ίδιο γράφημα. Λόγω του μεγάλου αριθμού των πιθανών παρατηρούμενων ιδιοτήτων που μπορούν να υποστηρίξουν και οι δύο τύποι



διαγραμμάτων που αναφέρθηκαν, κρίθηκε αποτελεσματικότερη η χρήση αλγορίθμου παραγωγής τυχαίων χρωμάτων κατά τη δημιουργία του διαγράμματος ή κατά τη προσθήκη νέων ιδιοτήτων σε αυτό. Με σκοπό την καλύτερη προσαρμογή των διαγραμμάτων στις ανάγκες του χρήστη, προσφέρονται και για τις δύο μορφές διαγραμμάτων ειδικά κουμπιά μεταβολής της μορφοποίησης. Όσον αφορά το κύριο γράφημα που φέρει η εφαρμογή, αυτό διαθέτει δύο σταθερά κουμπιά: ένα για την αλλαγή των χρωμάτων με τα οποία παρουσιάζονται οι διαφορετικές παρατηρούμενες ιδιότητες στο γράφημα και ένα ενεργοποίησης/απενεργοποίησης της διαφάνειας της επιφάνειας που ορίζεται από την εκάστοτε γραμμή των δεδομένων. Επιπλέον, στην περίπτωση που ζητείται η διαγραμματική αναπαράσταση των συχνοτήτων εμφάνισης των κατευθύνσεων του ανέμου, ενεργοποιείται ένα πρόσθετο κουμπί για την εμφάνιση του αναδυόμενου παραθύρου το οποίο φέρει το συγκεκριμένο γράφημα. Αντίστοιχα, για το αραχνοειδές γράφημα δίνεται η δυνατότητα αλλαγής των χρωμάτων απεικόνισης του κάθε συνόλου δεδομένων, καθώς και η αφαίρεση του φόντου ολόκληρου του πλαισίου/παραθύρου με σκοπό την ρεαλιστικότερη απεικόνιση των δεδομένων αξιοποιώντας παράλληλα το χαρτογραφικό υπόβαθρο.

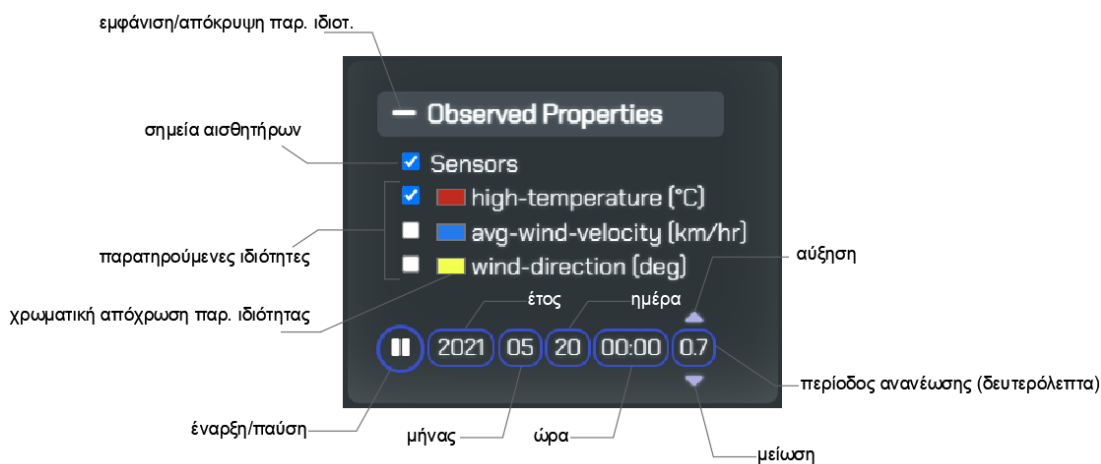


**Εικόνα 6.15:** Κουμπιά μορφοποίησης των διαγραμμάτων. i) αλλαγή χρωμάτων, ii) αλλαγή διαφάνειας περιοχής γραφήματος, iii) εμφάνιση του διαγράμματος ανέμου iv) αφαίρεση του φόντου του παραθύρου.

### 6.2.6 Υλοποίηση εργαλείου γεω-οπτικοποίησης των δεδομένων

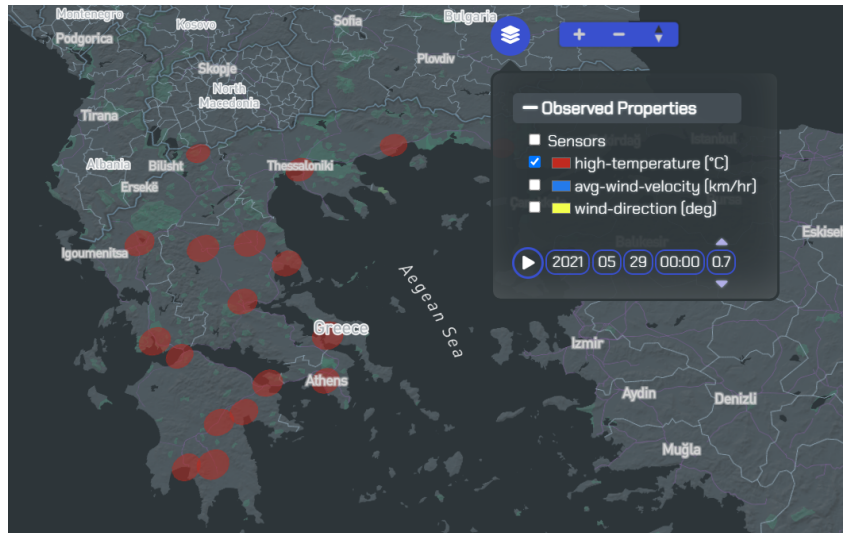
Το δεύτερο εργαλείο αναπαράστασης των δεδομένων που έχουν αποκτηθεί διαμέσου του αιτήματος προς τον διακομιστή του istSOS, αξιοποιεί το χαρτογραφικό υπόβαθρο που προσφέρει η εφαρμογή, με σκοπό τη γεω-οπτικοποίηση των τιμών κάθε παρατηρούμενης ιδιότητας. Ταυτόχρονα με την εμφάνιση των γραφημάτων που αναλύθηκαν προηγουμένως, ενεργοποιείται ένα επιπλέον πεδίο της εφαρμογής, αυτό της γεω-οπτικοποίησης (geovisualization), το οποίο λειτουργεί ως πίνακας ελέγχου όλων των δυνητικά επιλεγμένων στοιχείων που μπορούν να αναπαρασταθούν στον χάρτη. Το πεδίο εμφανίζεται ως αναδυόμενο παράθυρο το οποίο φέρει όλες τις παρατηρούμενες ιδιότητες που έχουν επιλεγθεί μέσω του αιτήματος, καθώς και ένα επιμέρους πεδίο το οποίο προσφέρει στον χρήστη τη δυνατότητα να διαμορφώσει βασικές παραμέτρους της γεω-οπτικοποίησης των δεδομένων. Όσον αφορά το πρώτο τμήμα του παραθύρου, σε αυτό παραθέτονται όλες οι ιδιότητες που αναφέρθηκαν παραπάνω, καθώς και το πεδίο *Sensors*, δίνοντας τη δυνατότητα στον χρήστη, της εμφάνισης και απόκρυψης των αντίστοιχων δεδομένων από τον χάρτη. Με την επιλογή μιας παρατηρημένης ιδιότητας ενεργοποιείται η δυναμική γεω-οπτικοποίηση των δεδομένων. Βάσει μιας ορισμένης χρονικής περιόδου εκτελείται η ανανέωση των προβαλλόμενων δεδομένων στον χάρτη μεταβαίνοντας στην επόμενη ημερομηνία για την οποία προσφέρονται παρατηρήσεις.

Ο έλεγχος αυτής της δυναμικής διαδικασίας γεω-οπτικοποίησης πραγματοποιείται με τη χρήση του δεύτερου τμήματος του αναδυόμενου παραθύρου, στο οποίο αναγράφονται η τρέχουσα ημερομηνία των προβαλλόμενων δεδομένων, καθώς και η χρονική περίοδος ανανέωσης αυτών, σε δευτερόλεπτα. Με το πάτημα του κουμπιού παύσης ξεκλειδώνονται τα πεδία της ημερομηνίας δίνοντας τη επιλογή της μεταβολής της τρέχουσας ημερομηνίας, το οποίο συνεπάγεται την ανανέωση των στοιχείων του χάρτη και την προβολή της επιλεγμένης χρονικής στιγμής. Εν συνεχεία, με τα βέλη που εμφανίζονται στο πάνω και κάτω μέρος του πεδίου των δευτερολέπτων πραγματοποιείται η μεταβολή της περιόδου ανανέωσης, με τον μικρότερο δυνατό χρόνο ανανέωσης το ένα δέκατο του δευτερολέπτου. Στη περίπτωση που η χρονική στιγμή που καταχωρήθηκε από τον χρήστη δεν παρουσιάζει αντιστοιχία με τα δεδομένα που έχουν ληφθεί, εμφανίζεται ένα αναδυόμενο παράθυρο που φέρει το κατάλληλο μήνυμα σφάλματος.



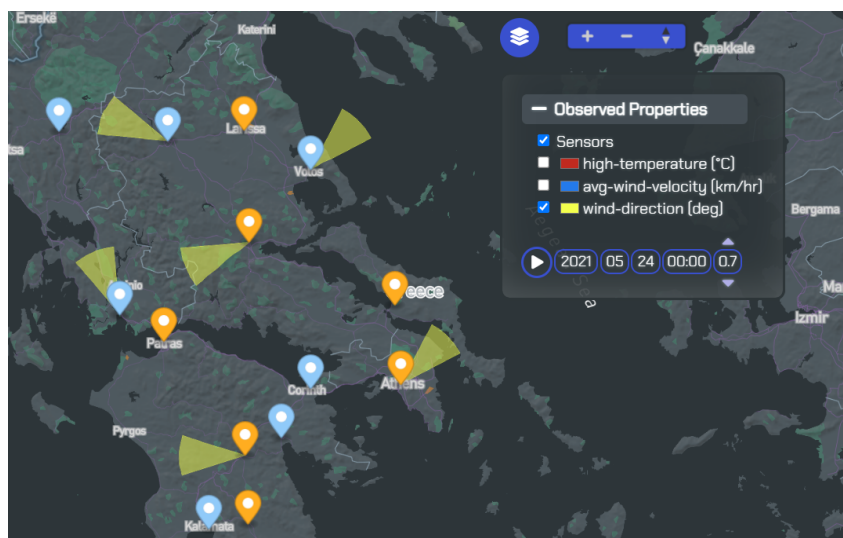
**Εικόνα 6.16:** Στιγμιότυπο οθόνης - περιγραφή των πεδίων ελέγχου του εργαλείου της γεω-οπτικοποίησης.

Η μεταφορά των τιμών κάθε παρατήρησης στον χάρτη, επιλέχθηκε να υλοποιηθεί με τη μορφή κύκλων με κέντρο τη θέση του αισθητήρα αναφοράς στο τρισδιάστατο χώρο. Για λόγους βέλτιστης οπτικοποίησης των δεδομένων, η μέγιστη ακτίνα που μπορεί να έχει ο κάθε κύκλος αντιστοιχεί στο 65% της ελάχιστης υπολογισμένης απόστασης μεταξύ όλων των επιλεγμένων αισθητήρων. Η μέγιστη δυνατή ακτίνα που υπολογίζεται ανά περίπτωση, αντιστοιχεί στη μέγιστη τιμή που παρουσιάζει μία παρατηρούμενη ιδιότητα στο σύνολο των επιλεγμένων αισθητήρων, ενώ χαμηλότερες τιμές της ίδιας ιδιότητας μεταφράζονται σε επί τοις εκατό ποσοστό της μέγιστης τιμής, το οποίο πολλαπλασιάζεται με το φυσικό μήκος της μέγιστης ακτίνας, επιτυγχάνοντας κατά αυτό το τρόπο την εύκολη διάκριση των διαφορετικών κυκλικών αναπαραστάσεων και ταυτόχρονα την αληθή οπτική σύγκριση των διαφόρων τιμών της ίδιας χρονικής στιγμής. Ακόμη, είναι δυνατή η ταυτόχρονη γεω-οπτικοποίηση πολλών παρατηρούμενων ιδιοτήτων, με την κάθε μία να απεικονίζεται με διαφορετικό χρώμα.



**Εικόνα 6.17:** Στιγμιότυπο οθόνης - παράδειγμα γεω-οπτικοποίησης των τιμών της μέγιστης θερμοκρασίας μιας συγκεκριμένης χρονικής στιγμής.

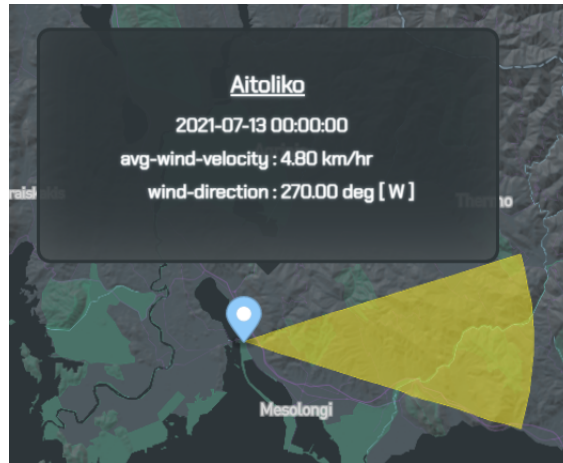
Στην ιδιαίτερη περίπτωση της κατεύθυνσης του ανέμου η γεω-οπτικοποίηση επιλέχθηκε να παρουσιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι άμεσα κατανοητό το “προς τα που φυσάει ο άνεμος”, και όχι ποια είναι η κατεύθυνση από την οποία προέρχεται, όπως αυτή δίνεται ως παρατήρηση. Η οπτικοποίηση αυτής της ιδιότητας έγινε με τη δημιουργία κυκλικού τομέα κύκλου με κέντρο τη θέση (X,Y) του αισθητήρα, ακτίνας ίσης με τη μέγιστη δυνατή, βάσει των κριτηρίων που αναφέρθηκαν και τόξου 28 μοιρών. Ο διεύθυνση της διαμέσου του κυκλικού τομέα αντιστοιχεί στην τιμή της κατεύθυνσης του ανέμου επαυξημένη κατά 180 μοίρες. Στην περίπτωση επιλογής ταυτόχρονα των παρατηρούμενων ιδιοτήτων της κατεύθυνσης του ανέμου και της ταχύτητας αυτού, η γεωοπτικοποίηση μετασχηματίζεται σε κυκλικό τομέα με αυξομείωση της ακτίνας του ανάλογα με την αντίστοιχη τιμή της ταχύτητας του ανέμου.



**Εικόνα 6.18:** Στιγμιότυπο οθόνης - παράδειγμα γεω-οπτικοποίησης της κατεύθυνσης του ανέμου μιας συγκεκριμένης χρονικής στιγμής.

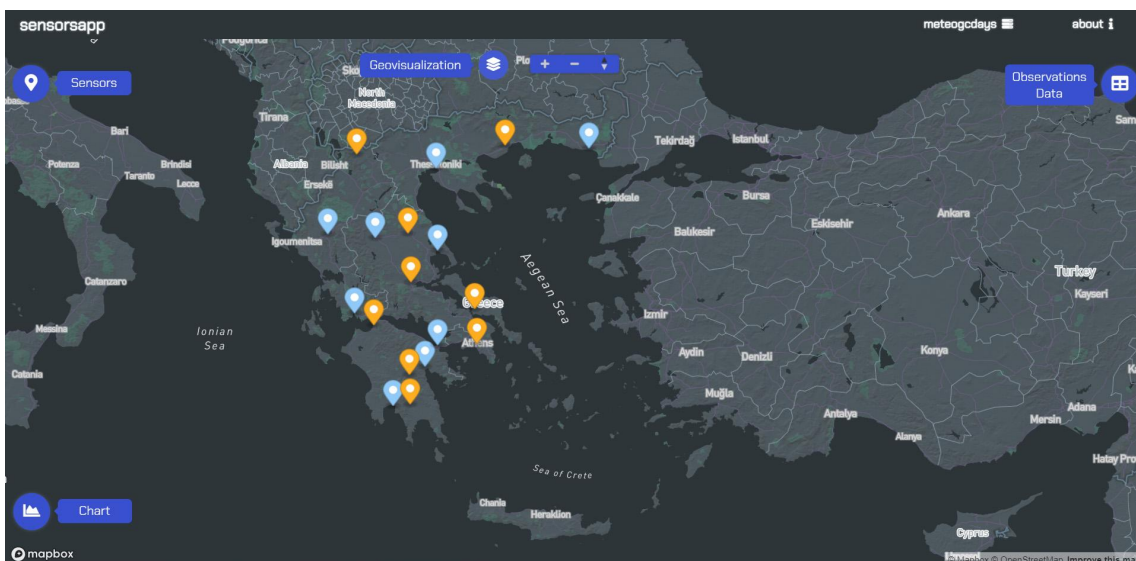
Επιπλέον, είναι δυνατή η προβολή των τιμών των παρατηρήσεων των προβαλλόμενων ιδιοτήτων της τρέχουσας χρονικής στιγμής, με τη τοποθέτηση του κέρσορα επί του

κύκλου/κυκλικού τομέα του επιθυμητού αισθητήρα. Η συγκεκριμένη ενέργεια εμφανίζει ένα αναδυόμενο παράθυρο (popup), στο οποίο αναγράφονται εκτός του ονόματος του αισθητήρα, η χρονική στιγμή αναφοράς και οι προβαλλόμενες παρατηρούμενες ιδιότητες με τις αντίστοιχες τιμές τους. Η ενημέρωση του περιεχομένου πραγματοποιείται αυτόματα με την μεταβολή της τρέχουσας χρονικής στιγμής.



**Εικόνα 6.19:** Στιγμιότυπο οθόνης - παράδειγμα δυναμικά αναδυόμενου παραθύρου (popup) επί των γεω-οπτικοποιημένων παρατηρήσεων μιας συγκεκριμένης χρονικής στιγμής.

Στην περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να κάνει χρήση αποκλειστικά του βασικού πεδίου που αποτελεί τον χάρτη της εφαρμογής, μπορεί να προβεί στην ελαχιστοποίηση του συνόλου των αναδυόμενων πλαισίων/παραθύρων, οδηγούμενος τελικά στην οθόνη που παρουσιάζεται στην εικόνα 6.19. Τα ελαχιστοποιημένα πλαίσια/παραθύρα αντιπροσωπεύονται από τέσσερα κουμπιά που εμφανίζονται στην κύρια οθόνη, με αυτά να φέρουν ένα σχετικό εικονίδιο για τη διευκόλυνση του χρήστη, ενώ κατά τη μεταφορά του κέρσορα σε αυτά, εμφανίζεται μία ετικέτα διευκρίνησης του αντίστοιχου πλαισίου/παραθύρου. Οι χαρακτηριστικές ετικέτες είναι: Sensors, Observations Data, Chart και Geovisualization.



**Εικόνα 6.20:** Στιγμιότυπο οθόνης κατά την ελαχιστοποίηση του συνόλου των πλαισίων/παραθύρων.

Με βασικό σκοπό τη μέγιστη δυνατή προσαρμογή του περιβάλλοντος της εφαρμογής στις ειδικές ανάγκες του κάθε χρήστη, επιλέχθηκε η υλοποίηση των τριών βασικών πλαισίων/παραθύρων με τρόπο τέτοιο ώστε εκτός από την ελαχιστοποίηση τους, να καθίσταται δυνατή και η μεταφορά τους σε οποιοδήποτε σημείο της οθόνης και η πλήρης μεταβολή των διαστάσεων τους. Οι ιδιότητες αυτές αφορούν και το αναδυόμενο παράθυρο που φέρει το αραχνοειδές γράφημα των συχνοτήτων κατεύθυνσης του ανέμου.



**Εικόνα 6.21:** Στιγμιότυπο οθόνης με εναλλακτική προσαρμογή της θέσης και των διαστάσεων των πλαισίων/παραθύρων.

## Κεφάλαιο 7 - Συμπεράσματα και προτάσεις

Η κατανόηση των φυσικών και ανθρωπογενών διεργασιών και η αποτελεσματική πρόβλεψη και διαχείριση αυτών, είναι μερικοί από τους λόγους που καθιστούν απαραίτητη την παρατήρηση και καταγραφή των φυσικών φαινομένων μέσα από οργανωμένα συστήματα αισθητήρων. Η αναγκαιότητα, σε πολλές περιπτώσεις της επίλυσης σημαντικών προβλημάτων, καθώς και η διεξαγωγή ερευνών για την παραγωγή νέας γνώσης, επιβάλλουν την ανάγκη για ένα μοντέλο δεδομένων βασισμένο σε διεθνώς αναγνωρισμένα πρότυπα που διασφαλίζουν τη διαλειτουργικότητα. Κομβικό ρόλο, σε αυτή την κατεύθυνση, έχει διαδραματίσει ο οργανισμός *Open Geospatial Consortium (OGC)*, ενώ επιστημονικές μελέτες και εργασίες έχουν αναπτύξει ένα πλαίσιο εφαρμογών και λογισμικών, όπως το *istSOS*, που απλοποιούν τις δύσκολες πτυχές των προτύπων, ενισχύοντας τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με αυτά, ενώ ταυτόχρονα συμβάλλουν στη διάδοση των ανοικτών προτύπων.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας υπήρξε η υλοποίηση διαδικτυακής εφαρμογής για τη διαχείριση χωροαναφερόμενων δεδομένων με κύριο χαρακτηριστικό τη διαλειτουργικότητα, μέσω της αξιοποίησης εργαλείων ανοιχτού κώδικα. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε βάσει των προτύπων OGC και πληροί τις απαιτήσεις μοντελοποίησης, ενώ ορίζει το πλαίσιο για τη δημιουργία ενός αποθετηρίου μετρητικών δεδομένων, αλλά και υπηρεσιών που παρέχουν πρόσβαση στα μεταδεδομένα, στη διαχείριση και οπτικοποίηση αυτών.

Ύστερα από την κατανόηση και την ανάλυση των ανοικτών προτύπων που προσφέρει ο οργανισμός OGC, και την τελική εμβάθυνση στις παραμέτρους και στα λειτουργικά χαρακτηριστικά του προτύπου *Sensor Observation Service (SOS)*, επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ο υλοποιημένος διακομιστής ανοικτού κώδικα *istSOS<sup>2</sup>*, με σκοπό την προτυποποίηση, οργάνωση και αποθήκευση μετρητικών δεδομένων βάσει το προτύπου OGC SOS.

Σε συνέχεια της εγκατάστασης του *istSOS<sup>2</sup>*, ακολούθησε η αναζήτηση πηγών ανοικτών μετρητικών δεδομένων παραχθέντων από αισθητήρες, με τις βασικές προϋποθέσεις για την επιλογή αυτών, να ήταν εγκυρότητα, καθώς και η χρονική και χωρική αναφορά του συμβάντος παρατήρησης αυτών. Ως βασική έγκυρη πηγή μετρητικών δεδομένων, επιλέχθηκε το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, το οποίο διαθέτει ημερήσια μετεωρολογικά δεδομένα μέσω της ιστοσελίδας του *meteo.gr*, ενώ επιπλέον προσφέρθηκαν ωριαίες παρατηρήσεις φυσικών φαινομένων για δεκαωχτό μετεωρολογικούς σταθμούς της ηπειρωτικής Ελλάδας. Για την εισαγωγή των δεδομένων στο *istSOS<sup>2</sup>*, απαραίτητη ήταν η αρχική τους επεξεργασία και μετατροπή τους σε μορφή συμβατή με αυτό. Πριν την εισαγωγή των δεδομένων, ήταν αναγκαία η εκτέλεση μιας σειράς διαδικασιών αρχικοποίησης των υπηρεσιών (*services*), των διαδικασιών (*procedures*) και των προσφορών (*offerings*) των δεδομένων, συνθέτοντας το πλαίσιο οργάνωσης αυτών, ενώ για την τελική εισαγωγή των παρατηρήσεων, έγινε χρήση, διαθέσιμου από το *istSOS<sup>2</sup>*, *python script* το οποίο δέχτηκε κατάλληλες τροποποιήσεις για

την συνδεσή του με την αυτοματοποιημένη διαδικασία απόκτησης, επεξεργασίας και εισαγωγής των δεδομένων στη βάση. Για την πλήρη αυτοματοποίηση της διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό *cron* για τον προγραμματισμό της περιοδικής εργασίας με χρονική περίοδο επανάληψης τα 60 λεπτά.

Την οργάνωση των δεδομένων, ακολούθησε η ανάλυση των βασικών τεχνολογιών και υπηρεσιών του διαδικτύου που υλοποιούν το πλαίσιο αλληλεπίδρασης με χωρική πληροφορία, μέρος των οποίων αξιοποιήθηκε για την υλοποίηση της διαδικτυακής εφαρμογής διαχείρισης των χωροαναφερόμενων μετρητικών δεδομένων. Βασικό κριτήριο για τον σχεδιασμό και προγραμματισμό της εφαρμογής, αποτέλεσε η παροχή προς τον χρήστη του συνόλου των δυνατοτήτων που προσφέρει το πρότυπο OGC SOS 1.0.0 για το φιλτράρισμα των δεδομένων, αλλά και η δυνατότητα απόκτησης βασικών μεταδεδομένων της κάθε υπηρεσίας. Επιπρόσθετα, με στόχο την υλοποίηση μιας εφαρμογής στα πρότυπα των “έξυπνων πόλεων” για τη διαχείριση χωρικών και μετρητικών δεδομένων, αξιοποιήθηκαν κατάλληλες διαδικτυακές βιβλιοθήκες ανοιχτού κώδικα, όπως οι JQuery, ChartJS και Mapbox GL, για την προσαρμογή του γραφικού περιβάλλοντος, αλλά και τη λειτουργικότητα της εφαρμογής. Στη τελική της μορφή η εφαρμογή αποτελείται από το ένα διαδραστικό χαρτογραφικό υπόβαθρο που καταλαμβάνει και το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας της και επί του οποίου πραγματοποιείται η γεω-οπτικοποίηση των δεδομένων, καθώς και από τρία βασικά αναδυόμενα παράθυρα για την πλοήγηση, την απόκτηση και τη διαγραμματική απεικόνιση των δεδομένων. Η διαδραστική εφαρμογή βρίσκεται στη διεύθυνση: <http://sensorsapp.spatialintelligence.gr>.

Η διαδικτυακή εφαρμογή *Sensorsapp*, όντας προέκταση του αποθετηρίου δεδομένων που υλοποιείται μέσω του istSOS<sup>2</sup>, είναι απαραίτητο να πληροί όλες τις προϋποθέσεις που την καθιστούν ικανή να διαχειριστεί δεδομένα διαφορετικής αρχικής προέλευσης, και φυσικής σημασίας. Για την αναβάθμιση της εφαρμογής προτείνεται η αξιοποίηση επιπρόσθετων δεδομένων, τόσο για τον εμπλουτισμό του αποθετηρίου, όσο και για τον έλεγχο και την προσαρμογή της ίδιας της εφαρμογής σε νέα δεδομένα που χρήζουν διαφορετικής αντιμετώπισης, βελτιστοποιώντας και αυτοματοποιώντας σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό τις διαδικασίες κατηγοριοποίησης και οπτικοποίησης των δεδομένων, τόσο στα διαγράμματα, όσο και στον χάρτη.

Επιπλέον, το istSOS<sup>2</sup> προσφέρει τη δυνατότητα διαχείρισης και εισαγωγής παρατηρήσεων σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση του πρωτοκόλλου σύνδεσης *MQTT*, για την υλοποίηση μιας *machine-to-machine (M2M) / Internet of Things* υπηρεσίας επικοινωνία με τους αισθητήρες παραγωγής των παρατηρήσεων. Η αξιοποίηση της συγκεκριμένης επέκτασης και η περαιτέρω προσαρμογή της εφαρμογής στη διαχείριση δεδομένων πραγματικού χρόνου, θα διεύρυνε το πλαίσιο αξιοποίησης της εφαρμογής και ταυτόχρονα θα προσέφερε αυξημένες ικανότητες απόκρισης και επιπλέον ασφάλεια στις συναλλαγές και κατά την επικοινωνία του κύριου διακομιστή με του αισθητήρες, αλλά και τους καταναλωτές των δεδομένων.

## Βιβλιογραφία

1. Butler, H., Daly, M., Doyle, S., A., Gillies, S., Hagen, S. (2016). The GeoJSON Format. Available online: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/draft-ietf-geojson-01> (accessed on 21 December 2020).
2. Cannata, M., Antonovic, M., Molinari, M., & Pozzoni, M. (2014). Istsos, sensor observation management system: A real case application of hydro-meteorological data for flood protection. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XL-5/W3*, 111–117.
3. Filters - GeoServer 2.19.x User Manual. (n.d.). Retrieved May 13, 2021, from Geoserver.org website: <https://docs.geoserver.org/stable/en/user/styling/sld/reference/filters.html>
4. INSPIRE Directive. (n.d.). Retrieved June 15, 2021, from Europa.eu website: <https://inspire.ec.europa.eu/inspire-directive/2>
5. Open Geospatial Consortium. Available online: <http://www.opengeospatial.org/> (accessed on 13 November 2020).
6. Open Geospatial Consortium History. Available online: <http://www.opengeospatial.org/ogc/historylong> (accessed on 13 November 2020).
7. Open Geospatial Consortium Members. Available online: <https://www.ogc.org/ogc/members> (accessed on 16 November 2020).
8. Open Geospatial Consortium. (2011). Observations and Measurements - XML Implementation. Available online: <http://www.opengis.net/doc/IS/OMXML/2.0> (accessed on 6 December 2020).
9. Open Geospatial Consortium. (2015). OGC Observations and Measurements – JSON implementation. Available online: <http://www.opengis.net/doc/dp/om-json/> (accessed on 22 December 2020).
10. Open Geospatial Consortium. (2011). OGC® SWE Common Data Model Encoding Standard. Available online: [https://portal.ogc.org/files/?artifact\\_id=38476](https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=38476) (accessed on 22 December 2020).
11. Open Geospatial Consortium. (2012). OGC® Sensor Observation Service Interface Standard. Available online: <http://www.opengis.net/doc/IS/SOS/2.0> (accessed on 8 January 2021).
12. Open Geospatial Consortium. (2006). Sensor Observation Service. Available online: [https://portal.ogc.org/files/?artifact\\_id=12846](https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=12846) (accessed on 9 January 2021).
13. Open Geospatial Consortium. (2010). OpenGIS® Web Map Tile Service Implementation Standard. Available online: [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=35326](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=35326) (accessed on 22 February 2021).



14. Institute of Earth Sciences (IST), SUPSI. (2020). Exploring the Sensor Observation Service Standard Enhanced by istSOS Special Features. Available online: <https://sourceforge.net/projects/istsos/> (accessed on 15 November 2020).
15. Sofos, I., Vescoukis, V., Gkegkas, A., & Tsilimantou, E. (2017). Applying OGC standards to develop a land surveying measurement model. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(3), 67.
16. Strigaro, D., Cannata, M., Cardoso, M., Antonovic, M., & Hoffmann, M. (2017). Extending the scalability of istSOS within the 4onse project. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-4/W2, 155–160.
17. Ventura, B., Vianello, A., Frisinghelli, D., Rossi, M., Monsorno, R., & Costa, A. (2019). A methodology for heterogeneous sensor data organization and near real-time data sharing by adopting OGC SWE standards. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(4), 167.

