

1. SENSOR WEB ENABLEMENT

Με τον όρο Sensor Web Enablement (SWE) αναφερόμαστε στην οργανωμένη προσπάθεια του Open Geospatial Consortium (OGC) για δημιουργία ανοιχτών προτύπων διαλειτουργικότητας (interoperability) για τους συνδεδεμένους στο διαδίκτυο αισθητήρες. Η προτυποποίηση περιλαμβάνει την καθιέρωση διεπαφών τέτοιων ώστε οι ετερογενείς αισθητήρες ή σύνθετες αρχιτεκτονικές αυτών να μπορούν με ομοίμορφο τρόπο να δημοσιεύουν (publish) τις μετρήσεις τους σε υπηρεσίες του Ιστού (web services), από όπου θα είναι προσπελάσιμες με χρήση διαδεδομένων πρωτοκόλλων όπως το HTTP και το SOAP, μέσα από μηνύματα κωδικοποιημένα σε XML.

Το SWE περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, γλώσσες σήμανσης (markup) για την περιγραφή των μετρήσεων και συμβάντων που σχετίζονται με τους αισθητήρες και τα υπό παρατήρηση φαινόμενα, υπηρεσίες Ιστού για τη συλλογή και παρακολούθηση της ροής δεδομένων, καθώς και τις αντίστοιχες προγραμματιστικές διεπαφές εφαρμογών (API - Application Programming Interface), που καθιστούν δυνατή την διάδραση με υπάρχουσες ή νέες πλατφόρμες λογισμικού.

Το SWE στοχεύει στη δημιουργία ενός επιπέδου αφαίρεσης (abstraction) των εφαρμογών που συνεργάζονται με αισθητήρες από την υποδομή αισθητήρων καθαυτή. Μέσα από τα πρωτόκολλα που εισάγει, οι αισθητήρες πρέπει να μπορούν να αυτοπεριγραφούν (self-description) δημοσιοποιώντας τα μεταδεδομένα (metadata) τους, να ανακαλυφθούν (discovery) από ενδιαφερόμενους χρήστες και διεργασίες, να εντολοδοτηθούν (tasking), να συλλέξουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο (real-time) ή σωρευτικά (time series) και να υποστηρίζουν εγγραφή σε μηχανισμούς ειδοποίησης όταν πληρούνται συνθήκες «συναγερμού» (subscribe – alert).

1.1 Γλώσσες σήμανσης

Οι γλώσσες σήμανσης που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια του SWE είναι η O&M, η SensorML και η TransducerML.

Η γλώσσα O&M ([Observations and Measurements](#)) [2] χρησιμοποιείται για την περιγραφή των παρατηρήσεων και μετρήσεων, καθώς και της ακρίβειας αυτών. Οι μετρήσεις και παρατηρήσεις μπορούν να είναι τόσο ποσοτικές, όσο και ποιοτικές. Μια ποσοτική μέτρηση θα μπορούσε να είναι π.χ. μια στάθμη θερμοκρασίας, ενώ μια ποιοτική παρατήρηση θα μπορούσε να είναι μια εκτίμηση της κατάστασης του ουρανού, π.χ. «συννεφώδης».

Τα μεταδεδομένα ενός αισθητήρα, όπως οι δυνατότητες μέτρησης, επεξεργασίας και προγραμματισμού που διαθέτει, η θέση του στο χώρο, κ.ά. περιγράφονται στη γλώσσα SensorML ([Sensor Model Language](#)) [3].

Η γλώσσα TransducerML ή TML ([Transducer Markup Language](#)) [4] μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την περιγραφή των αισθητήριων μονάδων, καθώς και για τη μετάδοση δεδομένων από και προς αυτούς με συνεχή τρόπο (streaming).

Οι τρέχουσες εκδόσεις των προτύπων για τις άνωθι γλώσσες είναι:

- **O&M:** 1.0
- **SensorML:** 1.0.0
- **TML:** 1.0.0

1.2 Υπηρεσίες του SWE

Το SWE καταμερίζει τη λειτουργικότητα του σε τέσσερις επιμέρους υπηρεσίες Ιστού (web services): το SOS, SAS, SPS και WNS.

Η Υπηρεσία Παρατηρήσεων Αισθητήρων SOS ([Sensor Observation Service](#)) [5] παρέχει μια διεπαφή για την προσπέλαση σε μετρήσεις και παρατηρήσεις αισθητήρων, το φιλτράρισμα αυτών σύμφωνα με κάποια κριτήρια, καθώς και την πρόσβαση στα μεταδεδομένα των ίδιων των αισθητήρων. Ουσιαστικά, αποτελεί τον ενδιάμεσο μεταξύ του καταναλωτή γεωγραφικών δεδομένων και της αποθήκης δεδομένων παρατήρησης (observation repository) ή της (σχεδόν) πραγματικού χρόνου ροής δεδομένων από τις αισθητήριες μονάδες (near real-time sensor channel). Από την άποψη του καταναλωτή-πελάτη, η πρωτοβουλία για την ανάκτηση μετρήσεων έγκειται στον ίδιο, οπότε πρόκειται για μια υλοποίηση υπηρεσίας κατά το Data-Pull model.

Η Υπηρεσία Συναγερμών Αισθητήρων SAS ([Sensor Alert Service](#)) [5] παρέχει τη δυνατότητα σε αρχιτεκτονικές αισθητήρων να «διαφημίζουν» τα προς μέτρηση φαινόμενα που υποστηρίζουν, και να δημοσιεύουν (publish) τις μετρήσεις τους με σκοπό να συγκριθούν με κριτήρια ειδοποίησης που μπορεί να θέσει ο καταναλωτής. Αν τα κριτήρια πληρούνται, για παράδειγμα ξεπεραστεί κάποια τιμή κατωφλίου, ο πελάτης που εκδήλωσε ενδιαφέρον μέσα από συνδρομητική αίτηση (subscription), ειδοποιείται (alert) για αυτό το συμβάν. Από την οπτική γωνία του καταναλωτή-πελάτη, αν εξαιρεθεί η διαδικασία συνδρομητικής αίτησης, η πρωτοβουλία προώθησης μετρήσεων προέρχεται από το Sensor Web, οπότε έχουμε μια περίπτωση υπηρεσίας που ακολουθεί το Data-Push model.

Η Υπηρεσία Προγραμματισμού Αισθητήρων SPS ([Sensor Planning Service](#)) [7] επιτρέπει σε αισθητήρες να δηλώσουν κατά πόσον υποστηρίζουν εντολοδότηση και σύνθετες αποστολές (tasking), και στους πελάτες του πληροφοριακού συστήματος να αναθέσουν σε μια υποδομή αισθητήρων μια προσχεδιασμένη ακολουθία ενεργειών, σε καθορισμένο χρονικό διάστημα και επιθυμητό πλήθος επαναλήψεων. Πριν την ανάθεση ελέγχεται η πρακτική επιτευξιμότητα (feasibility) της προγραμματισμένης συλλογής δεδομένων.

Τέλος, η Υπηρεσία Ειδοποιήσεων Ιστού WNS ([Web Notification Service](#)) [8] επιτρέπει στο SAS και SPS να αποστέλλουν τις ειδοποιήσεις τους με ασύγχρονο τρόπο μέσω SMS, email ή άλλων μεθόδων.

Οι τρέχουσες εκδόσεις των προτύπων και συστάσεων για τις παραπάνω υπηρεσίες είναι:

- **SOS:** 1.0.0
- **SAS:** 0.9.0

- **SPS:** 1.0.0
- **WNS:** 0.0.9

Πρέπει να σημειώσουμε ότι το SOS και SPS έχουν σταθεροποιηθεί και βρίσκονται σε ώριμο στάδιο (δικαιολογώντας το χαρακτηρισμό «έκδοση 1.0.0»), ενώ το SAS παρέμεινε σε επίπεδο σύστασης (best practice) και αναμένεται να αντικατασταθεί από την Υπηρεσία Συμβάντων Αισθητήρων SES ([Sensor Event Service](#)) [9], που θα καλύπτει τις αδυναμίες του. Το WNS βρίσκεται επίσης σε επίπεδο σύστασης.

1.3 Ορολογία GIS / OGC και WSN

Πρωτού εμβαθύνουμε στην έννοια του Sensor Web Enablement, είναι χρήσιμο να εξοικειωθούμε με βασικούς όρους από το χώρο των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και των δικτύων αισθητήρων, ειδικότερα των ασύρματων.

Γεωγραφικό Γνώρισμα (Feature of interest)

Ένα γεωγραφικό γνώρισμα είναι μια οντότητα του πραγματικού κόσμου, π.χ. μια γέφυρα, μια αποθήκη, ένα κτίριο, που χαρακτηρίζεται από μια δεδομένη θέση (location) στο χώρο.

Βάση Χωρικών Δεδομένων (Spatial Database)

Μια βάση χωρικών δεδομένων είναι μια βάση δεδομένων βελτιστοποιημένη για την αποθήκευση των χωρικών δεδομένων που περιγράφουν γεωγραφικά γνωρίσματα. Τα χωρικά δεδομένα αυτά είναι ως επί το πλείστον συλλογές σημείων (points), γραμμών (lines) και πολυγώνων (polygons), που προσεγγίζουν τη θέση και μορφή της οντοτήτας στο χώρο, στο βαθμό ακρίβειας που απαιτείται για μια δεδομένη εφαρμογή.

Φαινόμενο (Phenomenon)

Ως φαινόμενο καλείται οτιδήποτε μπορεί να παρατηρηθεί, όπως η βαρύτητα, η θερμότητα, η χημική σύσταση, η ηλεκτρική φόρτιση κτλ.

Παρατηρούμενη Ιδιότητα (Observed Property)

Οι παρατηρούμενες ιδιότητες ενός γεωγραφικού γνωρίσματος είναι τα διαθέσιμα προς παρατήρηση φαινόμενα στην περιοχή του γνωρίσματος αυτού. Παραδείγματος χάρη, το φαινόμενο «στάθμη ύδατος» κάτω από μια γέφυρα, αποτελεί παρατηρούμενη ιδιότητα του γνωρίσματος «γέφυρα».

Παρατήρηση (Observation) και Μέτρηση (Measurement)

Η παρατήρηση αποτελεί την ενέργεια της παρακολούθησης ενός φαινομένου με σκοπό την παραγωγή μιας εκτίμησης για τιμή μιας παρατηρούμενης ιδιότητας αυτού. Ένα συγκεκριμένο συμβάν ή στιγμιότυπο της ενέργειας αυτής καλείται επίσης μια παρατήρηση (observation). Μια παρατήρηση περιλαμβάνει ένα αποτέλεσμα (result) που αποτελεί την τιμή (value), ποιοτική ή ποσοτική, που εξήχθη.

Ειδικότερα, μέτρηση (measurement) είναι μια παρατήρηση της οποίας η τιμή είναι βαθμωτή (scalar) σε κάποιο σύστημα αναφοράς, και με κάποια μονάδα μέτρησης.

Μια ομάδα από συναφών ειδών παρατηρήσεων που προσφέρονται από ένα σύστημα ονομάζεται προσφορά παρατηρήσεων (observation offering).

Διαδικασία (Procedure)

Με τον όρο διαδικασία αναφερόμαστε σε μια μέθοδο, αλγόριθμο, όργανο ή συνδυασμό αυτών, που συμμετέχει στην ενέργεια της συλλογής παρατηρήσεων.

Αισθητήρας (Sensor)

Οι αισθητήρες υπάγονται στην κατηγορία των μορφοτροπέων (transducers), δηλαδή συσκευών που μετατρέπουν ενέργεια από μία μορφή σε άλλη, π.χ. ηλεκτρική, μηχανική, ηλεκτρομαγνητική, κ.ά. Οι αισθητήρες συγκεκριμένα χαρακτηρίζονται από τη δυνατότητα παρατήρησης ενός φαινομένου μετατρέποντας εξωτερικά ερεθίσματα του περιβάλλοντος, όπως θερμότητα, κίνηση, επίπεδο υγρασίας, φωτεινή ακτινοβολία, ακουστικά κύματα κτλ. σε ηλεκτρικό, ως επί το πλείστον, σήμα, είτε αναλογικό, είτε ψηφιακό, μέσω αναλογικοψηφιακής μετατροπής (ADC - Analog to Digital Conversion).

Συσκευές που πραγματοποιούν την αντίθετη μετατροπή, π.χ. από ηλεκτρικό σήμα σε κίνηση καλούνται ενεργοποιητές (actuators).

Ανάλογα με το αν έχουν δυνατότητα κίνησης (mobility), κατατάσσονται σε στατικούς (in situ) και κινητούς (mobile). Με κριτήριο τη διεπαφή με το κεντρικό σημείο συλλογής δεδομένων ή και τη συνδεσιμότητα με μια πηγή ρεύματος, οι αισθητήρες, όπως και όλες οι συσκευές, χωρίζονται σε ενσύρματους και ασύρματους.

Ασύρματος Αισθητήρας (Wireless Sensor)

Για λόγους οικονομικής ή πρακτικής δυσκολία ενσύρματης δικτύωσης και τροφοδοσίας ρεύματος, οι ασύρματοι αισθητήρες έχουν αποκτήσει ιδιαίτερη θέση στον κόσμο των γεωγραφικών συστημάτων πληροφόρησης.

Με τους ασύρματους αισθητήρες μπορούν να αποφευχθούν πολλά προβλήματα χωροταξίας που θα προκαλούνταν από την ύπαρξη καλωδίων, ενώ επίσης μπορούν να τοποθετηθούν σε περιοχές δύσβατες για τον άνθρωπο και με τρόπους που είναι πρακτικά ή οικονομικά ανέφικτοι για ενσύρματες διατάξεις, όπως π.χ. εναέρια ρίψη. Ας μην ξεχνάμε ότι συχνά σε δίκτυα το κόστος της καλωδίωσης μπορεί συχνά να κυριαρχεί στον οικονομικό προϋπολογισμό.

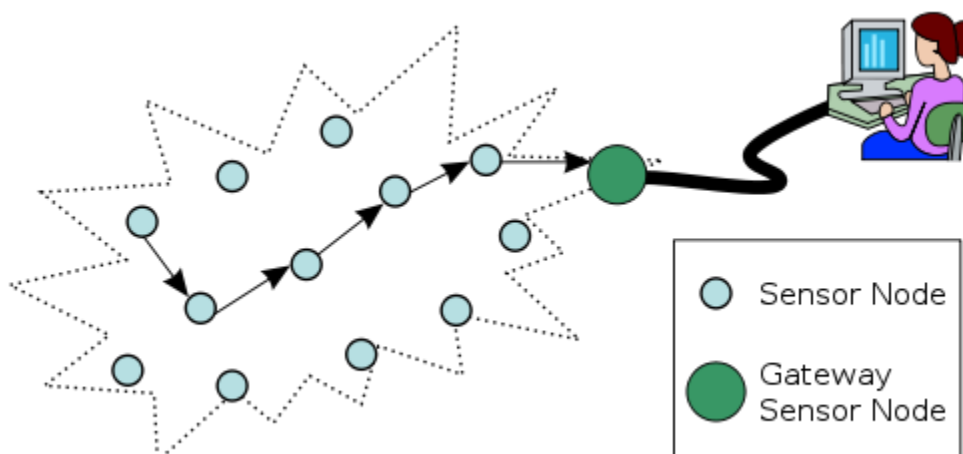
Η χρήση της εναέριας διεπαφής (aerial interface) ασφαλώς εισάγει όλες τις επιπτώσεις των φυσικών νόμων που διέπουν τις ασύρματες μεταδόσεις, όπως παρεμβολές, εξασθένηση (path loss), αυξημένες ενεργειακές δαπάνες, κ.ά. Οι μεμονωμένοι κόμβοι πρέπει να είναι ως επί το πλείστον μικροί σε μέγεθος, παράγοντας ο οποίος περιορίζει τη χωρητικότητα του συσσωρευτή (μπαταρίας) που μπορούν να φέρουν, συνεπώς και τα ενεργειακά τους αποθέματα.

Εξαιτίας της περιορισμένης ενέργειας, αλλά και της ανάγκης για μείωση των παρεμβολών, η ισχύς εκπομπής δεν μπορεί να είναι πολύ μεγάλη. Κατά συνέπεια, η εμβέλεια των εκπομπών είναι εν γένει μικρή, οπότε κάθε κόμβος

συνήθως είναι αδύνατον να έχει την πλήρη εποπτεία του δικτύου στο οποίο ανήκει. Επίσης, ο ενεργειακός παράγοντας, σε συνδυασμό με την ανάγκη για λειτουργία των αισθητήρων για διάρκεια μηνών ή ετών, ενδεχομένως χωρίς επαναφόρτιση, θέτει ένα άνω φράγμα στην υπολογιστική ισχύ που μπορεί να φιλοξενηθεί.

Δημιουργείται έτσι η πρακτική ανάγκη για συσσώρευση και συνάθροιση δεδομένων (data aggregation) και μερική ή ολική επεξεργασία (processing) αυτών από περιορισμένο υποσύνολο των κόμβων του δικτύου, και όχι όλων καθώς αυτό είναι υπολογιστικά ασύμφορο. Επίσης γίνεται κατανομή ακριβών ή εξειδικευμένων αισθητήρων, όπως π.χ. δέκτη GPS, σε λίγους ή μόνο έναν κόμβο ή σε διατάξεις που δεν είναι απαραίτητα ασύρματοι αισθητήρες όπως οι υπόλοιποι (π.χ. υπολογιστές, ελεγκτές κτλ.). Τα σημεία συνάθροισης δεδομένων λέγονται συγκεντρωτές (sinks). Δεδομένα μπορεί να συμψηφιστούν ή να υπολογιστεί η μέση τιμή τους ώστε να προωθηθεί αυτή παραπέρα, για να μειωθεί ο όγκος της πληροφορίας προς επεξεργασία και επαναμετάδοση. Είναι κοινή πρακτική ο συγκεντρωτής (ή οι συγκεντρωτές) του δικτύου ασύρματων αισθητήρων να αναλαμβάνει και το ρόλο της πύλης (gateway) προς ετερογενή δίκτυα, π.χ. TCP/IP.

Όλα τα παραπάνω έχουν δώσει ώθηση για την ανάπτυξη ειδικών πρωτοκόλλων για τη δρομολόγηση (routing) των ληφθέντων μετρήσεων, τη γενικότερη διασπορά της πληροφορίας (information dissemination) και τη ρύθμιση της ενεργής κατάστασης ή μη των κόμβων στο δίκτυο. Τα πρωτόκολλα κάνουν χρήση διάφορων μετρικών και λαμβάνουν υπόψη το γεγονός ότι οι κόμβοι συχνά δεν μπορούν να επικοινωνήσουν όλοι μεταξύ τους, ενώ πιθανότατα είναι αναγκασμένοι να απενεργοποιούν τακτικά τους πομποδέκτες ή και περισσότερα τμήματα του υλικού (hardware) τους για διατήρηση ενέργειας (power conservation).



Σχήμα 1: Αναπαράσταση ενός δικτύου ασύρματων αισθητήρων

Αξίζει να σημειωθεί ότι στα πλαίσια του OGC / SWE, δεν υπάρχει εστίαση σε κάποια κατηγορία αισθητήρων ειδικότερα, ενσύρματων ή ασύρματων. Οι προδιαγραφές καλύπτουν όλα τα είδη αισθητήρων μέσω ενός επιπέδου αφαίρεσης, αντιμετωπίζοντας τους ως διαδικασίες, καθότι ο λογικός ρόλος

τους είναι να συλλέγουν παρατηρήσεις. Τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε αισθητήρα μπορούν βέβαια να αποτυπωθούν σε μεταδεδομένα (metadata), στο βαθμό που αυτό εξυπηρετεί τις ανάγκες του SWE.

Στην παρούσα εργασία, θα δοθεί βάση κυρίως στους ασύρματους αισθητήρες, καθώς η τεχνολογία SunSPOTs της Sun Microsystems που αποτελεί γόνιμο έδαφος πειραματισμού για την ακαδημαϊκή κοινότητα, υπάγεται στην κατηγορία αυτή. Να σημειωθεί ότι στην πράξη η έκφραση «ασύρματος αισθητήρας» χρησιμοποιείται καταχρηστικά για όλο τον ασύρματο κόμβο, παρά το γεγονός ότι αυτός μπορεί να φέρει πολλούς αισθητήρες. Ένας πιο δόκιμος όρος για να αναφερθούμε σε έναν κόμβο εφοδιασμένο με αισθητήρες είναι «αισθητήριος κόμβος».

1.4 Διαγράμματα ροής μηνυμάτων

Στη συνέχεια θα εξοικειωθούμε με τις βασικές ροές μηνυμάτων για τις Push και Pull-based υπηρεσίες του SWE, δηλαδή το SOS και το SAS. Πρόκειται για απλά πρωτόκολλα αίτησης-απάντησης (request – response).

Για κάθε είδος υπηρεσίας θα διαχωρίσουμε την ανάλυση μας στα σκέλη που αφορούν στον παραγωγό παρατηρήσεων / μετρήσεων (sensor data) και τον καταναλωτή, αντίστοιχα. Θα εστιάσουμε στις πιο απαραίτητες λειτουργίες, αναφέροντας τις δευτερεύουσες πιο συνοπτικά.

1.4.1 Data pull – SOS

Το SOS, όπως και οι άλλες υπηρεσίες του SWE περιλαμβάνουν έναν αριθμό από ενέργειες που είναι υποχρεωτικό (mandatory) να υποστηρίζονται από τις υλοποιήσεις των υπηρεσιών αυτών και από τις συνεργαζόμενες εφαρμογές, και από μερικές προαιρετικές (optional) λειτουργίες.

Οι λειτουργίες που θα μας απασχολήσουν είναι οι ακόλουθες:

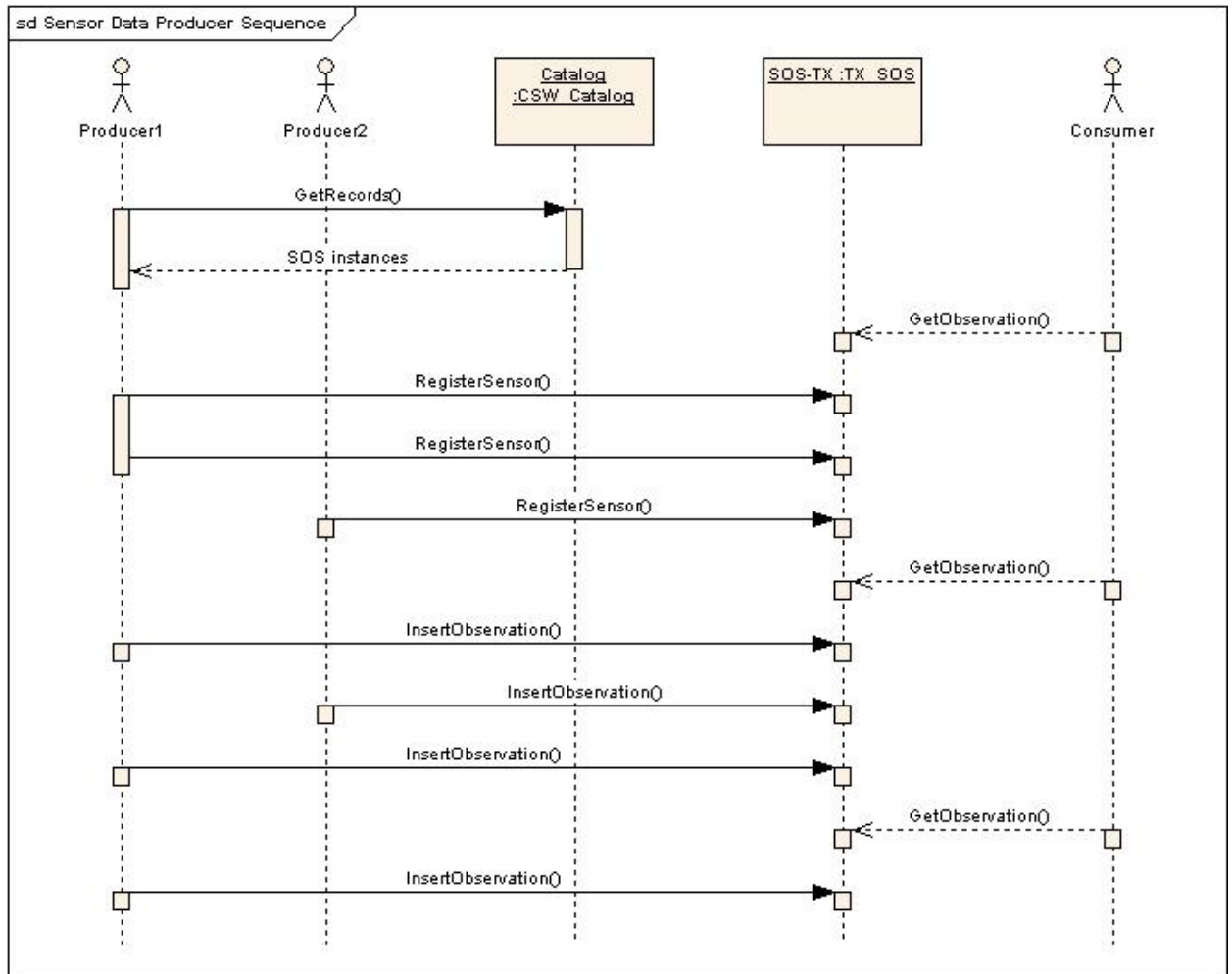
- **RegisterSensor** (προαιρετική): Για καταχώρηση ενός αισθητήρα στο μητρώο του SOS.
- **InsertObservation** (προαιρετική): Εισαγωγή μιας παρατήρησης / μέτρησης στη βάση δεδομένων του SOS.
- **GetCapabilities** (υποχρεωτική): Επερώτηση για τις δυνατότητες του SOS.
- **GetObservation** (υποχρεωτική): Επερώτηση για παρατηρήσεις αποθηκευμένες στη βάση δεδομένων του SOS.

1.4.1.1 Από την πλευρά του παραγωγού

Όσο και αν φαίνεται περίεργο, οι βασικές λειτουργίες για τον παραγωγό δεδομένων στο SOS τυπικά θεωρούνται προαιρετικές. Οι προδιαγραφές του SOS δεν απαγορεύουν στην υποδομή αισθητήρων να ενημερώνει το SOS web service μέσω κάποιας αυθαίρετης (custom) διεπαφής. Σε αυτήν την περίπτωση ο πάροχος του SOS θα πρέπει να ταυτίζεται με τον πάροχο των δεδομένων ή θα πρέπει να προσυμφωνείται μεταξύ τους η συγκεκριμένη διεπαφή.

Για την πιο γενική περίπτωση που ο πάροχος του SOS και ο παραγωγός δεδομένων δεν ταυτίζονται, το πρότυπο του SOS περιλαμβάνει και μια επέκταση που υποστηρίζει την εγγραφή αισθητήρων και την καταχώρηση μετρήσεων με αυστηρώς ορισμένα μηνύματα. Η επέκταση αυτή ονομάζεται SOS-T Profile (SOS Transactional) και περιέχει τις αιτήσεις RegisterSensor και InsertObservation.

Η διάδραση του παραγωγού δεδομένων με το SOS φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Σχήμα 2: Διάγραμμα ακολουθίας μηνυμάτων μεταξύ παραγωγού δεδομένων και SOS

Εν συντομία, ο παραγωγός δεδομένων *Producer1* συμβουλευείται έναν κατάλογο (*Catalog / Directory*) για να ανακαλύψει το *SOS*, κατά τη συνήθη διαδικασία ανακάλυψης υπηρεσιών Ιστού. Κατόπιν, αποστέλλει στο *SOS* αιτήσεις εγγραφής για τους αισθητήρες που διαχειρίζεται μέσω της λειτουργίας *RegisterSensor*. Εφόσον αυτές πραγματοποιηθούν επιτυχώς, τότε ο *Producer1* προχωρά στην αποστολή παρατηρήσεων εμφωλευμένων σε *InsertObservation* αιτήσεων. Στο εν λόγω διάγραμμα δεν φαίνονται οι απαντήσεις, αλλά κάθε επιτυχημένη αίτηση *RegisterSensor* συνοδεύεται ακολουθείται από μια απάντηση *RegisterSensorResponse* που περιέχει το αναγνωριστικό (*ID / URI*) με το οποίο έχει καταχωρηθεί ο αισθητήρας στη βάση του *SOS*. Παρομοίως, για κάθε επιτυχημένη καταχώρηση παρατήρησης επιστρέφεται το αναγνωριστικό της (*ID*) μέσα σε ένα *InsertObservationResponse*. Αποτυχημένες αιτήσεις λαμβάνουν ως απάντηση ένα μήνυμα εξαίρεσης (*exceprion*) με ένα σχετικό κωδικό ή περιγραφή σφάλματος.

Ο παραγωγός *Producer2* τυχαίνει να γνωρίζει τη θέση (*URL*) του *SOS* εκ των προτέρων, οπότε μπορεί να ξεκινήσει απευθείας με την εγγραφή των αισθητήρων του και την αποστολή μετρήσεων. Στο δεξί μέρος της εικόνας φαίνεται ένας ενδιαφερόμενος πελάτης που αιτείται μετρήσεων από το *SOS*

μέσω της GetObservation μεθόδου. Η πλευρά του καταναλωτή θα αναλυθεί περισσότερο στη συνέχεια, αλλά πρώτα θα δούμε σε μεγαλύτερο βάθος τις λειτουργίες RegisterSensor και InsertObservation.

1.4.1.1.1 RegisterSensor

Όπως φάνηκε από τα παραπάνω, η λειτουργία RegisterSensor επιτρέπει σε έναν παραγωγό δεδομένων να καταχωρήσει έναν αισθητήρα ή γενικότερα μια διαδικασία (procedure) σε ένα SOS. Η αίτηση περιέχει ως επί το πλείστον μεταδεδομένα του αισθητήρα, την τρέχουσα του θέση, την πληροφορία αν είναι κινητός ή όχι, ποια φαινόμενα μπορεί να παρατηρήσει (phenomenon, observed property) και για ποια γεωγραφικά γνωρίσματα (feature of interest).

Η καταχώρηση αυτή είναι απαραίτητη, γιατί το SOS δεν μπορεί να δεχτεί μέσω GetObservation μετρήσεις από αισθητήρα που δεν είναι εγγεγραμμένος στο μητρώο του. Τα μεταδεδομένα είναι προσπελάσιμα από τον πελάτη μέσω μιας επερώτησης GetCapabilities, όπου οι δυνατότητες (capabilities) του SOS ουσιαστικά προκύπτουν από το σύνολο των δυνατοτήτων των αισθητήρων που είναι εγγεγραμμένοι σε αυτό. Τα επιμέρους τμήματα μιας RegisterSensor αίτησης είναι χρήσιμο να τα δούμε σε ένα πρακτικό παράδειγμα.

Ένα δείγμα RegisterSensor σε XML είναι το εξής:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<RegisterSensor service="SOS" version="1.0.0"
  xmlns="http://www.opengis.net/sos/1.0"
  xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/1.0.1"
  xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:om="http://www.opengis.net/om/1.0"
  xmlns:sml="http://www.opengis.net/sensorML/1.0.1"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sos/1.0
  http://schemas.opengis.net/sos/1.0.0/sosRegisterSensor.xsd
  http://www.opengis.net/om/1.0
  http://schemas.opengis.net/om/1.0.0/extensions/observationSpecializat
  ion_override.xsd">
  <!-- Sensor Description parameter; Currently, this has to be a
  sml:System -->
  <SensorDescription>
```

```

    <sml:SensorML version="1.0.1">
    <sml:member>
    <sml:System xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance" >

        <!--sml:identification element must contain the ID of the
sensor-->
        <sml:identification>
            <sml:IdentifierList>
                <sml:identifier>
                    <sml:Term
definition="urn:ogc:def:identifier:OGC:uniqueID">

<sml:value>urn:ogc:object:feature:Sensor:IFGI:ifgi-sensor-
1</sml:value>

                    </sml:Term>
                </sml:identifier>
            </sml:IdentifierList>
        </sml:identification>

        <!-- sml:capabilities element has to contain status and
mobility information -->
        <sml:capabilities>
            <swe:SimpleDataRecord>
                <!-- status indicates, whether sensor is
collecting data at the moment (true) or not (false) -->
                <swe:field name="status">
                    <swe:Boolean>
                        <swe:value>true</swe:value>
                    </swe:Boolean>
                </swe:field>
                <!-- status indicates, whether sensor is mobile
(true) or fixed (false) -->
                <swe:field name="mobile">
                    <swe:Boolean>
                        <swe:value>>false</swe:value>
                    </swe:Boolean>
                </swe:field>
            </swe:SimpleDataRecord>
        </sml:capabilities>

        <!-- last measured position of sensor -->

```

```

    <sml:position name="sensorPosition">
      <swe:Position
referenceFrame="urn:ogc:def:crs:EPSG:4326">
        <swe:location>
          <swe:Vector gml:id="STATION_LOCATION">
            <swe:coordinate name="easting">
              <swe:Quantity axisID="x">
                <swe:uom code="degree"/>
                <swe:value>7.52</swe:value>
              </swe:Quantity>
            </swe:coordinate>
            <swe:coordinate name="northing">
              <swe:Quantity axisID="y">
                <swe:uom code="degree"/>
                <swe:value>52.90</swe:value>
              </swe:Quantity>
            </swe:coordinate>
            <swe:coordinate name="altitude">
              <swe:Quantity axisID="z">
                <swe:uom code="m"/>
                <swe:value>52.0</swe:value>
              </swe:Quantity>
            </swe:coordinate>
          </swe:Vector>
        </swe:location>
      </swe:Position>
    </sml:position>

```

```

    <!-- list containing the input phenomena for this
sensor system -->

```

```

    <sml:inputs>
      <sml:InputList>
        <sml:input name="waterlevel">
          <swe:ObservableProperty
definition="urn:ogc:def:phenomenon:OGC:1.0.30:waterlevel"/>
        </sml:input>
      </sml:InputList>
    </sml:inputs>

```

```

    <!-- list containing the output phenomena of this
sensor system; ATTENTION: these phenomena are parsed and inserted
into the database; they have to contain offering elements to

```

determine the correct offering for the sensors and measured phenomena
-->

```
<sml:outputs>
  <sml:OutputList>
    <sml:output name="waterlevel">
      <swe:Quantity
definition="urn:ogc:def:phenomenon:OGC:1.0.30:waterlevel">
        <gml:metaDataProperty>
          <offering>
            <id>GAUGE_HEIGHT</id>
            <name>gauge height in
Muenster</name>
          </offering>
        </gml:metaDataProperty>
        <swe:uom code="cm"/>
      </swe:Quantity>
    </sml:output>
  </sml:OutputList>
</sml:outputs>
```

<!-- description of components of this sensor system;
these are currently not used by the 52N SOS -->

```
<sml:components>
  <sml:ComponentList>
    <sml:component name="gaugeSensor">
      <sml:Component>
        <sml:identification>
          <sml:IdentifierList>
            <sml:identifier>
              <sml:Term
definition="urn:ogc:def:identifier:OGC:uniqueID">
<sml:value>urn:ogc:object:feature:Sensor:water_level_sensor</sml:valu
e>
              </sml:Term>
            </sml:identifier>
          </sml:IdentifierList>
        </sml:identification>
        <sml:inputs>
          <sml:InputList>
            <sml:input
name="gaugeHeight">
```

```

<swe:ObservableProperty
definition="urn:ogc:def:phenomenon:OGC:1.0.30:waterlevel"/>
        </sml:input>
    </sml:InputList>
</sml:inputs>
<sml:outputs>
    <sml:OutputList>
        <sml:output
name="gaugeHeight">
            <swe:Quantity
definition="urn:ogc:def:phenomenon:OGC:1.0.30:waterlevel">
                <swe:uom
code="cm"/>
            </swe:Quantity>
        </sml:output>
    </sml:OutputList>
</sml:outputs>
</sml:Component>
</sml:component>
</sml:ComponentList>
</sml:components>
</sml:System>
</sml:member>
</sml:SensorML>
</SensorDescription>

<!-- ObservationTemplate parameter; this has to be an empty
measurement at the moment, as the 52N SOS only supports Measurements
to be inserted -->
<ObservationTemplate>
    <om:Measurement>
        <om:samplingTime/>
        <om:procedure/>
        <om:observedProperty/>
        <om:featureOfInterest></om:featureOfInterest>
        <om:result uom=""></om:result>
    </om:Measurement>
</ObservationTemplate>

</RegisterSensor>

```

Εν ολίγοις, το παραπάνω XML έγγραφο δηλώνει ότι:

- Επιθυμείται η εγγραφή ενός αισθητήρα με το αναγνωριστικό (sensor ID / unique ID / URI) urn:ogc:object:feature:Sensor:IFGI:ifgi-sensor-1.
- Ο αισθητήρας είναι ενεργός (active) και κινητός (mobile).
- Η τρέχουσα του θέση (sensorPosition) είναι 7.52 μοίρες Ανατολικά, 52.9 μοίρες Βόρεια και σε υψόμετρο 52 μέτρων.
- Σαν είσοδος του αισθητήρα (input phenomenon / observable property) λαμβάνεται η στάθμη του νερού (water level).
- Σαν έξοδος ο αισθητήρας προσφέρει (offering) τη μέτρηση της στάθμης νερού (GAUGE_HEIGHT) με μονάδα μέτρησης τα εκατοστόμετρα (cm).
- Ο κόμβος περιέχει προφανώς ως συστατικό (component) από πλευράς υλικού (hardware) έναν αισθητήρα νερού (water_level_sensor).
- Οι μετρήσεις που αποστέλλει ο αισθητήρας αναμένονται σε μια φόρμα που ορίζεται από δεδομένο πρότυπο (template), η οποία περιέχει τα εξής πεδία:
 - Χρονική στιγμή δειγματοληψίας (sampling time)
 - Όνομα διαδικασίας (procedure), με άλλα λόγια αναγνωριστικό του αισθητήρα
 - Παρατηρούμενη ιδιότητα (observed property)
 - Γνώρισμα ενδιαφέροντος (feature of interest)
 - Αποτέλεσμα παρατήρησης (result), δηλαδή η μέτρηση καθαυτή.

Η απάντηση στο αίτημα αυτό μπορεί να έχει την ακόλουθη μορφή:

```
<sos:RegisterSensorResponse
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sos/1.0
http://schemas.opengis.net/sos/1.0.0/sosAll.xsd">
  <sos:AssignedSensorId>urn:ogc:object:feature:Sensor:IFGI:ifgi-
sensor-1</sos:AssignedSensorId>
</sos:RegisterSensorResponse>
```

Η πληροφορία που περιέχεται στην απάντηση είναι ότι ο αισθητήρας καταχωρήθηκε με το αναγνωριστικό urn:ogc:object:feature:Sensor:IFGI:ifgi-sensor-1.

Αν η ενέργεια είναι αποτυχή, η απάντηση μπορεί να είναι μια αναφορά λάθους (exception report), που περιέχει το συγκεκριμένο λόγο αποτυχίας. Για παράδειγμα αν ο αισθητήρας έχει ήδη εγγραφεί στο μητρώο του SOS προηγουμένως, μια διπλότυπη εγγραφή θα απορριφθεί με ένα μήνυμα σαν το ακόλουθο:

```

<ows:ExceptionReport version="1.0.0"
xsi:schemaLocation="http://schemas.opengis.net/ows/1.1.0/owsException
Report.xsd">
  <ows:Exception exceptionCode="NoApplicableCode">
    <ows:ExceptionText>
      Sensor with ID: 'urn:ogc:object:feature:Sensor:IFGI:ifgi-
sensor-1' is already registered at this SOS!
    </ows:ExceptionText>
  </ows:Exception>
</ows:ExceptionReport>

```

Όπως φαίνεται, η εγγραφή απορρίφθηκε γιατί αισθητήρας με το ίδιο αναγνωριστικό υπάρχει ήδη στη βάση δεδομένων.

1.4.1.1.2 InsertObservation

Ένα παράδειγμα αίτησης InsertObservation φαίνεται στη συνέχεια:

```

<InsertObservation xmlns="http://www.opengis.net/sos/1.0"
  xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/1.1"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:om="http://www.opengis.net/om/1.0"
  xmlns:sos="http://www.opengis.net/sos/1.0"
  xmlns:sa="http://www.opengis.net/sampling/1.0"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/1.0.1"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sos/1.0
http://schemas.opengis.net/sos/1.0.0/sosInsert.xsd
http://www.opengis.net/sampling/1.0
http://schemas.opengis.net/sampling/1.0.0/sampling.xsd
http://www.opengis.net/om/1.0
http://schemas.opengis.net/om/1.0.0/extensions/observationSpecializat
ion_override.xsd"
  service="SOS" version="1.0.0">
  <AssignedSensorId>urn:ogc:object:feature:Sensor:IFGI:ifgi-sensor-
1</AssignedSensorId>
  <om:Measurement>

```



```

    <om:samplingTime>
      <gml:TimeInstant>
        <gml:timePosition>2008-04-
01T17:44:15+00</gml:timePosition>
      </gml:TimeInstant>
    </om:samplingTime>

    <om:procedure
xlink:href="urn:ogc:object:feature:Sensor:IFGI:ifgi-sensor-1"/>
    <om:observedProperty
xlink:href="urn:ogc:def:phenomenon:OGC:1.0.30:waterlevel"/>

    <om:featureOfInterest>
      <sa:SamplingPoint gml:id="foi_1001">
        <gml:name>SamplingPoint 1</gml:name>
        <sa:sampledFeature xlink:href=""/>
        <sa:position>
          <gml:Point>
            <gml:pos
srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG:4326">7.52 52.90</gml:pos>
          </gml:Point>
        </sa:position>
      </sa:SamplingPoint>
    </om:featureOfInterest>

    <om:result uom="cm">10.0</om:result>
  </om:Measurement>

</InsertObservation>

```

Το άνωθι XML κείμενο δηλώνει τα εξής:

- Η μέτρηση προέρχεται από τη διαδικασία / αισθητήρα με αναγνωριστικό (assigned sensor ID / procedure) urn:ogc:object:feature:Sensor:IFGI:ifgi-sensor-1.
- Η χρονική στιγμή δειγματοληψίας (sampling time) κατά ISO8601 είναι 2008-04-01T17:44:15+00.
- Η παρατηρούμενη ιδιότητα (observed property) είναι η στάθμη ύδατος (water level).
- Το γνώρισμα ενδιαφέροντος (feature of interest) είναι το Sampling Point 1.

- Το αναγνωριστικό (ID) που αντιστοιχίζεται στο γνώρισμα είναι foi_1001.
- Η θέση του γνωρίσματος είναι στο γεωγραφικό μήκος / πλάτος (7.52, 52.9).
- Το αποτέλεσμα (result) της μέτρησης είναι στάθμη ύδατος 10.0 εκαστόμετρων.

Παρατηρούμε ότι το κείμενο της InsertObservation συμμορφώνεται, καθώς οφείλει, με το πρότυπο (template) της παρατήρησης που υπεβλήθη για το δεδομένο αισθητήρα κατά την εγγραφή του με την RegisterSensor.

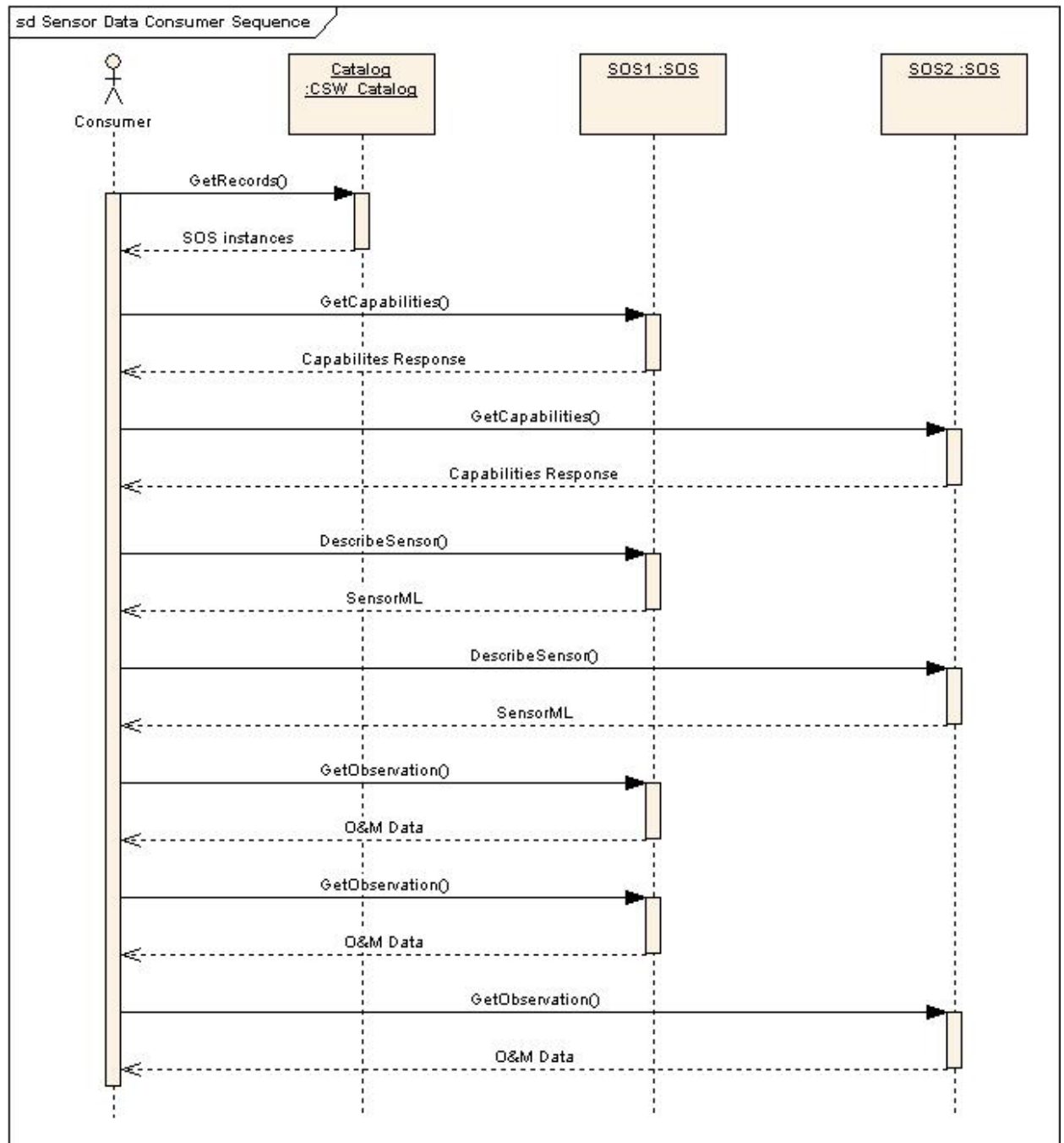
Σε περίπτωση επιτυχούς καταχώρησης της μέτρησης ή παρατήρησης, αναμένεται μια απάντηση InsertObservationResponse) σαν την ακόλουθη:

```
<sos:InsertObservationResponse>  
  <sos:AssignedObservationId>o_126</sos:AssignedObservationId>  
</sos:InsertObservationResponse>
```

Το SOS έχει συνεπώς αντιστοιχίσει στη μέτρηση το αναγνωριστικό (assigned observation ID) o_126. Η τιμή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια εξειδίκευση της GetObservation, την GetObservationById, η οποία επιστρέφει τη μέτρηση που αντιστοιχεί στο αναγνωριστικό που παρέχεται σαν είσοδος. Η παραλλαγή αυτή δε θα μας απασχολήσει περαιτέρω.

1.4.1.2 Από την πλευρά του πελάτη – καταναλωτή

Η οπτική γωνία του πελάτη ενός SOS (ή περισσότερων) φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 3: Διάγραμμα ακολουθίας μηνυμάτων μεταξύ πελάτη και SOS

Εφόσον ο πελάτης δε γνωρίζει δια άλλων οδών τα URL των SOS που μπορούν να τον εξυπηρετήσουν μπορεί να υποβάλει μια επερώτηση σε δικτυακό κατάλογο SWE υπηρεσιών για να τα ανακαλύψει.

Ακολουθεί επερώτηση σε συγκεκριμένο SOS για προσδιορισμό των δυνατοτήτων του μέσω μιας αίτησης GetCapabilities. Με αυτόν τον τρόπο ο πελάτης μπορεί να μάθει ποια φαινόμενα είναι διαθέσιμα προς παρατήρηση, πόσοι και ποιοι αισθητήρες είναι εγγεγραμμένοι στο SOS, καθώς και το τι δυνατότητες φιλτραρίσματος διαθέτει. Τα στοιχεία αυτά περιέχονται στο GetCapabilitiesResponse.

Ανάλογα με τη γενικότητα της υλοποίησης του πελάτη, αυτός μπορεί να έχει υποδομή για πολλά διαφορετικά είδη μετρήσεων. Ειδάλλως μπορεί απλά να διαχωρίσει αν το SOS προφέρει το είδος μετρήσεων που αυτός υποστηρίζει. Αν είναι απαραίτητο, μπορεί να προσπελάσει περισσότερες πληροφορίες για επιμέρους αισθητήρες μέσω μιας αίτησης DescribeSensor, παρέχοντας σαν είσοδο το αναγνωριστικό (ID) κάποιου δεδομένου αισθητήρα. Η συγκεκριμένη αίτηση δε θα μας απασχολήσει ιδιαίτερα στη συνέχεια.

Μετά την αναγκαία συλλογή μεταδεδομένων, ο πελάτης μπορεί να αιτηθεί μετρήσεων μέσω της λειτουργίας GetObservation, προσδιορίζοντας τα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται για την ανάκτηση τους από τη βάση του SOS. Τα κριτήρια αυτά μπορεί να είναι χρονικά, χωρικά κτλ. Η χρήση των δεδομένων από την εφαρμογή, είτε περιλαμβάνει επεξεργασία, αποθήκευση είτε παρουσίαση στο χρήστη εξαρτάται από τη συγκεκριμένη περίπτωση. Η απάντηση σε μια αίτηση GetObservation περιέχει μια συλλογή από μηδέν ή περισσότερες μετρήσεις, κωδικοποιημένες στη γλώσσα σήμανσης O&M (Observations & Measurements).

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε περισσότερα τα βασικά πεδία των κύριων μηνυμάτων που χρησιμοποιούνται από τον καταναλωτή δεδομένων.

1.4.1.2.1 GetCapabilities

Αν υποθεθεί ότι ο πελάτης δε γνωρίζει εκ των προτέρων για την ύπαρξη ενός στιγμιοτύπου (instance) SOS, η λειτουργία GetCapabilities είναι η πρώτη αίτηση που πρέπει να αποστείλει προς αυτό για την ανακάλυψη των μεταδεδομένων της ίδιας της υπηρεσίας και των αισθητήρων που αντιπροσωπεύει. Ειδάλλως δεν μπορεί να ανακτήσει τις απαραίτητες παραμέτρους για τις μετέπειτα αιτήσεις.

Ένα παράδειγμα αίτησης GetCapabilities είναι το εξής:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<GetCapabilities xmlns="http://www.opengis.net/sos/1.0"
  xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/1.1"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sos/1.0
  http://schemas.opengis.net/sos/1.0.0/sosGetCapabilities.xsd"
  service="SOS">
  <ows:AcceptVersions>
```

```
<ows:Version>1.0.0</ows:Version>
</ows:AcceptVersions>

<ows:Sections>
  <ows:Section>OperationsMetadata</ows:Section>
  <ows:Section>ServiceIdentification</ows:Section>
  <ows:Section>ServiceProvider</ows:Section>
  <ows:Section>Filter_Capabilities</ows:Section>
  <ows:Section>Contents</ows:Section>
</ows:Sections>

</GetCapabilities>
```

Εν ολίγοις ο πελάτης ζητά από το SOS να του παρέχει τα μεταδεδομένα του για έναν αριθμό προσδιορισθέντων τμημάτων (sections), όπως τα μεταδεδομένα των ενεργειών / αιτήσεων που υποστηρίζει (operations metadata), πληροφορίες για την ταυτοποίηση της υπηρεσίας (service identification) και του παρόχου (service provider), τις δυνατότητες φιλτραρίσματος αποτελεσμάτων (filter capabilities) που διαθέτει και τα είδη των παρατηρήσεων που προσφέρονται.

Χάριν συντομίας δε θα παραθέσουμε την απάντηση σε μια τέτοια αίτηση, μιας και είναι αρκετά μακροσκελής. Μπορούμε όμως να πούμε ότι οι δυνατότητες του SOS - κατά τμήματα - περιλαμβάνουν:

- Ταυτοποίηση υπηρεσίας
 - Τίτλος
 - Έκδοση
- Διαχειριστής του SOS
 - Όνομα
 - Δικτυακό τόπο
 - Στοιχεία επικοινωνίας
- Μεταδεδομένα ενεργειών
 - Ονόματα υποστηριζόμενων αιτήσεων
 - Επιτρεπτές παράμετροι αιτήσεων
- Δυνατότητες Φιλτραρίσματος
 - Χωρικοί τελεστές (BBOX, Contains, Intersects, Overlaps)
 - Χρονικοί τελεστές (During, Equals, After, Before)

- Συγκριτικοί τελεστές αποτελέσματος (Between, EqualTo, NotEqualTo, LessThan, LessThanEqualTo, GreaterThan, GreaterThanEqualTo, Like)
- Περιεχόμενα
 - Λίστα προσφερόμενων ειδών παρατηρήσεων (observation offering list)
 - Φαινόμενα προς παρατήρηση
 - Παρατηρούμενες ιδιότητες
 - Γνωρίσματα προς παρατήρηση
 - Αναγνωριστικά εγγεγραμμένων διαδικασιών / αισθητήρων

1.4.1.2.2 GetObservation

Με την επερώτηση GetObservation ο πελάτης μπορεί να ανακτήσει από τη βάση δεδομένων του SOS μετρήσεις που πληρούν κάποια δεδομένα κριτήρια:

- Προσφοράς (offering)
- Γνωρίσματος ενδιαφέροντος (feature of interest)
- Συγκεκριμένου αισθητήρα / διαδικασίας (procedure)
- Γεωγραφικής περιοχής βάσει συντεταγμένων
- Χρονικής περιόδου (time period) ή χρονικής στιγμής (time instant) λήψης
- Φίλτρου αποτελεσμάτων (μεγαλύτερο / μικρότερο από X κτλ.)

Ένα παράδειγμα XML εγγράφου που περιέχει μια GetObservation επερώτηση είναι:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<GetObservation xmlns="http://www.opengis.net/sos/1.0"
  xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/1.1"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:om="http://www.opengis.net/om/1.0"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sos/1.0
  http://schemas.opengis.net/sos/1.0.0/sosGetObservation.xsd"
  service="SOS" version="1.0.0"
  srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG:4326">

  <offering>GAUGE_HEIGHT</offering>
```

```

    <eventTime>
      <ogc:TM_During>
        <ogc:PropertyName>urn:ogc:data:time:iso8601</ogc:PropertyName>
          <gml:TimePeriod>
            <gml:beginPosition>2008-03-
01T17:44:15+00</gml:beginPosition>
            <gml:endPosition>2008-05-
01T17:44:15+00</gml:endPosition>
          </gml:TimePeriod>
        </ogc:TM_During>
      </eventTime>

      <observedProperty>urn:ogc:def:phenomenon:OGC:1.0.30:waterlevel
    </observedProperty>

<responseFormat>text/xml; subtype="om/1.0.0"</responseFormat
>

</GetObservation>

```

Όπως φαίνεται στο παράδειγμα, ζητείται η ανάκτηση των μετρήσεων που περιλαμβάνονται στην προσφορά (offering) ΥΨΟΣ_ΜΕΤΡΗΤΗ (GAUGE_HEIGHT), για την παρατηρούμενη ιδιότητα «στάθμη ύδατος» (water level), για τη χρονική περίοδο 2008-03-01T17:44:15+00 έως 2008-05-01T17:44:15+00.

Εφόσον υπάρχουν μία ή περισσότερες μετρήσεις ή παρατηρήσεις που ανταποκρίνονται στα κριτήρια της επερώτησης, αναμένεται μια απάντηση σαν την εξής:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<om:ObservationCollection xmlns:om="http://www.opengis.net/om/1.0"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/1.0.1"
xmlns:sa="http://www.opengis.net/sampling/1.0" gml:id="oc_0"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/om/1.0
http://schemas.opengis.net/om/1.0.0/om.xsd
http://www.opengis.net/sampling/1.0
http://schemas.opengis.net/sampling/1.0.0/sampling.xsd">
  <gml:boundedBy>
    <gml:Envelope srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG:4326">

```

```

    <gml:lowerCorner>7.52 52.9</gml:lowerCorner>
    <gml:upperCorner>7.52 52.9</gml:upperCorner>
  </gml:Envelope>
</gml:boundedBy>
<om:member>

  <om:Observation gml:id="ot_126">
    <om:samplingTime>
      <gml:TimePeriod xsi:type="gml:TimePeriodType">
        <gml:beginPosition>2008-04-
01T20:44:15.000+03:00</gml:beginPosition>
        <gml:endPosition>2008-04-
01T20:44:15.000+03:00</gml:endPosition>
      </gml:TimePeriod>
    </om:samplingTime>
    <om:procedure
xlink:href="urn:ogc:object:feature:Sensor:IFGI:ifgi-sensor-1"/>

    <om:observedProperty>
      <swe:CompositePhenomenon gml:id="cpid0" dimension="1">
        <gml:name>resultComponents</gml:name>
        <swe:component xlink:href="urn:ogc:data:time:iso8601"/>
        <swe:component
xlink:href="urn:ogc:def:phenomenon:OGC:1.0.30:waterlevel"/>
      </swe:CompositePhenomenon>
    </om:observedProperty>
    <om:featureOfInterest>

      <gml:FeatureCollection>
        <gml:featureMember>
          <sa:SamplingPoint gml:id="foi_1001">
            <gml:name>SamplingPoint 1</gml:name>
            <sa:position>
              <gml:Point>
                <gml:pos srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG:4326">7.52
52.9</gml:pos>
              </gml:Point>

            </sa:position>
          </sa:SamplingPoint>
        </gml:featureMember>
      </gml:FeatureCollection>

```



```

</om:featureOfInterest>
<om:result>
  <swe:DataArray>
    <swe:elementCount>
      <swe:Count>

        <swe:value>1</swe:value>
      </swe:Count>
    </swe:elementCount>
    <swe:elementType name="Components">
      <swe:SimpleDataRecord>
        <swe:field name="Time">
          <swe:Time definition="urn:ogc:data:time:iso8601"/>
        </swe:field>

        <swe:field name="feature">
          <swe:Text definition="urn:ogc:data:feature"/>
        </swe:field>
        <swe:field name="waterlevel">
          <swe:Quantity
definition="urn:ogc:def:phenomenon:OGC:1.0.30:waterlevel">
            <swe:uom code="cm"/>
          </swe:Quantity>
        </swe:field>
      </swe:SimpleDataRecord>

    </swe:elementType>
    <swe:encoding>
      <swe:TextBlock decimalSeparator="." tokenSeparator=","
blockSeparator=";"/>
    </swe:encoding>
    <swe:values>2008-04-
01T20:44:15.000+03:00,foi_1001,10.0;</swe:values>
  </swe:DataArray>
</om:result>
</om:Observation>

</om:member>
</om:ObservationCollection>

```

Η απάντηση περιέχει ένα στοιχείο (element) του τύπου ObservationCollection, δηλαδή μιας συλλογής παρατηρήσεων κωδικοποιημένων σε O&M, η οποία στο παράδειγμά μας περιέχει μία ακριβώς μέτρηση, με χρόνο δειγματοληψίας 2008-04-01T20:44:15.000+03:00 και αποτέλεσμα μέτρησης 10 εκατοστά στάθμη ύδατος στην περιοχή του γνωρίσματος SamplingPoint 1.

Αν δε βρεθούν μετρήσεις που να πληρούν τα κριτήρια της επερώτησης, επιστρέφεται κενό (nil) σύνολο αποτελεσμάτων:

```
<om:ObservationCollection xmlns:om="http://www.opengis.net/om/1.0"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" gml:id="oc_0"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/om/1.0
http://schemas.opengis.net/om/1.0.0/om.xsd
http://www.opengis.net/sampling/1.0
http://schemas.opengis.net/sampling/1.0.0/sampling.xsd">
  <om:member xlink:href="urn:ogc:def:nil:OGC:inapplicable"/>
</om:ObservationCollection>
```

1.4.1.3 Λοιπές λειτουργίες και σχόλια επί των λειτουργιών του SOS

Παρέχονται επίσης από τις προδιαγραφές του SOS οι ακόλουθες ενέργειες, τις οποίες τις αναφέρουμε χωρίς παραιτέρω εμβάθυνση:

- **DescribeSensor** (υποχρεωτική): Περιγραφή ενός αισθητήρα μέσα από τα μεταδεδομένα του, δεδομένου του αναγνωριστικού του (ID / URI).
- **GetObservationById** (προαιρετική): Ανάκτηση συγκεκριμένης παρατήρησης με βάση το αναγνωριστικό της (ID).
- **GetResult** (προαιρετική): Επιτρέπει την τακτική ανάκτηση δεδομένων από συγκεκριμένους αισθητήρες, χωρίς να απαιτεί επαναλαμβανόμενες πανομοιότυπες επερωτήσεις.
- **GetFeatureOfInterest** (προαιρετική): Ανάκτηση μεταδεδομένων για συγκεκριμένο γνώρισμα ενδιαφέροντος.
- **GetFeatureOfInterestTime** (προαιρετική): Ανάκτηση της χρονικής περιόδου για την οποία υπάρχουν αποτελέσματα μετρήσεων για συγκεκριμένο γεωγραφικό γνώρισμα.
- **DescribeFeatureType** (προαιρετική): Ανάκτηση του XML σχήματος (schema) που προσδιορίζει ένα είδος γνωρίσματος ενδιαφέροντος.
- **DescribeObservationType** (προαιρετική): Ανάκτηση του XML σχήματος (schema) που περιγράφει έναν τύπο παρατήρησης.
- **DescribeResultModel** (προαιρετική): Ανάκτηση του XML σχήματος (schema) με το οποίο συμμορφώνονται τα αποτελέσματα (results) των παρατηρήσεων, π.χ. βαθμωτού τύπου ή μη, μονάδα μέτρησης κτλ.

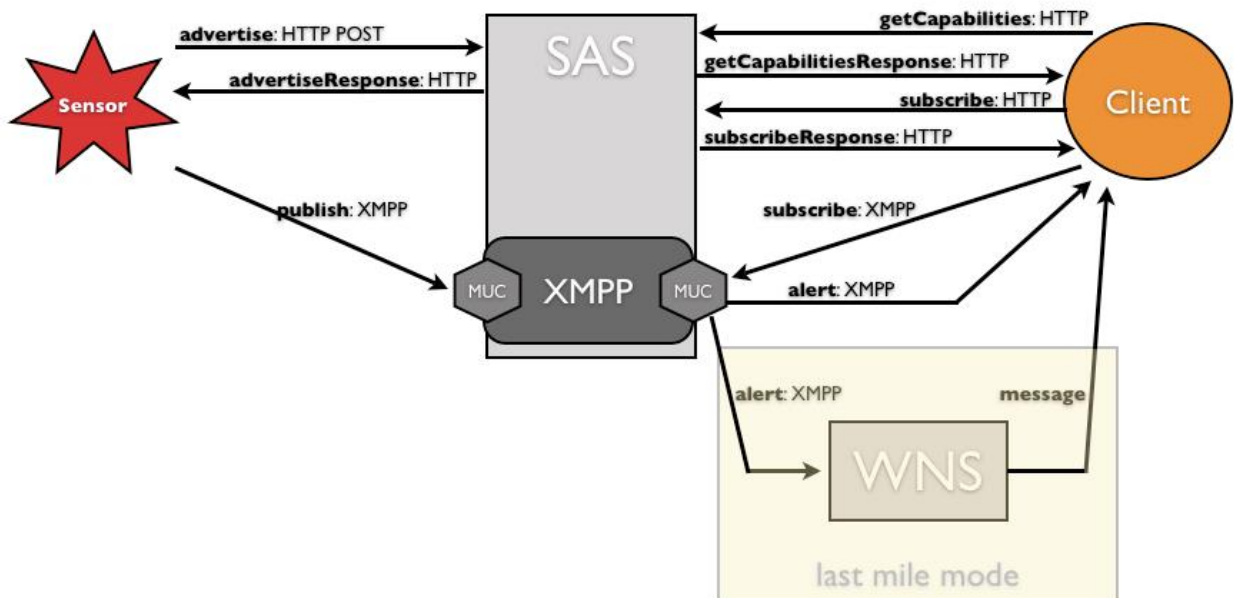
Από τις άνωθι λειτουργίες, οι προαιρετικές και πιο εξειδικευμένες αποτελούν το Enhanced Profile του SOS. Να σημειωθεί πως το πρωτόκολλο παρουσιάζει κάποιες ελλείψεις, όπως π.χ. η ανυπαρξία κάποιας αίτησης για αναίρεση της εγγραφής ενός αισθητήρα (DeRegisterSensor). Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε απόρριψη αιτήσεων εγγραφής από αισθητήρες που είχαν καταχωρηθεί παλιότερα και που επανέρχονται κάποια στιγμή σε ενεργή κατάσταση. Συνεπώς το λογισμικό του παραγωγού πρέπει να λαμβάνει υπόψη αυτό το πρόβλημα και να συγκρατεί το ίδιο ποιοι αισθητήρες είναι εγγεγραμμένοι ή να θεωρεί την απόρριψη διπλότυπης εγγραφής σαν καταφατική απάντηση και να προχωράει στη συλλογή δεδομένων.

Μια δευτερεύουσα έλλειψη είναι η αδυναμία αφαίρεσης παρατηρήσεων που έχουν καταχωρηθεί, αν και αυτό μπορεί εν τέλει να μην κρίνεται και απαραίτητο ή επιθυμητό γιατί μπορεί να είναι σκόπιμη η διατήρηση όλων των μετρήσεων για λόγους αρχειοθέτησης (archiving), καθώς επίσης και για την αποφυγή κακόβουλης διαγραφής δεδομένων.

1.4.2 Data push – SAS

Η υλοποίηση Push-based υπηρεσιών κατά τη σύσταση του SAS είναι πιο περίπλοκη από το απλό Pull-based σχήμα που εξετάσαμε προηγουμένως. Πέρα από τον παραγωγό, τον πελάτη, το SAS και τη βάση δεδομένων του, απαιτεί και τη συμμετοχή ενός διακομιστή πρωτοκόλλου XMPP για αποστολή ειδοποιήσεων σε πραγματικό χρόνο μέσω άμεσης μηνυματοδοσίας (IM - Instant Messaging). Αρχικά το σκεπτικό του OGC ως προς ποιο πρωτόκολλο θα χρησιμοποιείται για την ειδοποίηση του πελάτη προσανατολιζόταν προς ανεξαρτησία από συγκεκριμένα πρωτόκολλα. Εν τέλει δόθηκε προτίμηση στο XMPP, παλιότερα γνωστό ως Jabber και ευρέως διαδεδομένο στο χώρο.

Το παρακάτω σχήμα συνοψίζει την αλληλεπίδραση του παραγωγού και καταναλωτή δεδομένων με την υπηρεσία SAS:



Σχήμα 4: Αναπαράσταση της αλληλεπίδρασης του παραγωγού και καταναλωτή δεδομένων με το SAS

Η ακολουθία των μηνυμάτων ξεκινάει με μία ή περισσότερες διαφημίσεις από τον παραγωγό, εμφανιζόμενο στο σχήμα ως Sensor, για το ποια φαινόμενα μπορεί να παρατηρήσει και στην περιοχή ποιων γεωγραφικών γνωρισμάτων, με το σκοπό την αποστολή μηνυμάτων συναγερμού όταν ισχύσει μια δεδομένη συνθήκη. Η αίτηση Advertise περιέχει επίσης πληροφορίες για τη συχνότητα με την οποία μπορεί ο παραγωγός δεδομένων να ενημερώνει, τη μονάδα μέτρησης για τις μετρούμενες ποσότητες, και το χρονικό όριο μέχρι το οποίο αυτή η ροή πληροφορίας θα είναι διαθέσιμη. Η διαφήμιση αυτή καλείται και δημοσίευση (publication).

Εφόσον η αίτηση είναι έγκυρη, το SAS θα απαντήσει με ένα `AdvertiseResponse` που περιέχει το αναγνωριστικό της δημοσίευσης (publication ID) και το XMPP URI της ομαδικής διάσκεψης (conference) που δημιούργησε το SAS για τη συγκεκριμένη διαφήμιση. Ο παραγωγός

εισέρχεται στο group chat / conference και δημοσιεύει (publish) εκεί τις μετρήσεις σε XML μορφή εντός άμεσων μηνυμάτων (Instant Messages). Το SAS, σα δημιουργός, ιδιοκτήτης και μέλος του group chat, έχει την εποπτεία των μηνυμάτων που εισέρχονται.

Για να αποσταλεί μήνυμα συναγερμού πρέπει ο πελάτης να εκδηλώσει ενδιαφέρον για κάποια από τις παρατηρούμενες ιδιότητες που διαφημίζονται. Σε πρώτο στάδιο, μέσω μιας επερώτησης GetCapabilities και της αντίστοιχης απάντησης GetCapabilitiesResponse, ο πελάτης πληροφορείται ποιες δημοσιεύσεις ισχύουν. Κατόπιν, μέσω αίτησης Subscribe προς το SAS, καταχωρεί μια συνδρομή για μια συγκεκριμένη παρατηρούμενη ιδιότητα και γνώρισμα ενδιαφέροντος, προσδιορίζοντας και το κριτήριο συναγερμού, για παράδειγμα αποτέλεσμα μέτρησης πάνω ή κάτω από κάποιο όριο. Μπορεί επίσης να ορίσει ένα XMPP group chat room (MUC – Multi User Chat) στο οποίο επιθυμεί να λάβει τις ειδοποιήσεις κατάστασης συναγερμού. Αν δεν το ορίσει ρητά, η απάντηση SubscriptionResponse θα περιέχει το conference που δημιούργησε το SAS για την περίπτωση αυτή. Στο XMPP URI αυτό πρέπει να συνδεθεί ο πελάτης στη συνέχεια για να μπορεί να δεχτεί τα σχετικά μηνύματα. Το SAS συνδέεται κι αυτό στην ίδια σύνοδο.

Παρατηρούμε ότι ο μηχανισμός publish-subscribe-alert περιλαμβάνει τη δημιουργία δύο συνόδων XMPP πολλαπλών συμμετεχόντων. Η λογική της χρησιμοποίησης τους είναι η εξής: αν μια μέτρηση που δημοσιευθεί στο πρώτο conference (producer-SAS) βρεθεί από το SAS να πληροί μια συνθήκη συναγερμού όπως αυτή έχει οριστεί στη συνδρομή του πελάτη, τότε αποστέλλει στο δεύτερο conference (SAS-client) μήνυμα XML τύπου SASAlert. Το μήνυμα αυτόματα αναπαράγεται από τον XMPP Server προς τον client που είναι ο έτερος συμμετέχων και με αυτόν τον τρόπο ολοκληρώνεται η διαδικασία ειδοποίησης. Το λογισμικό του πελάτη στη συνέχεια μπορεί να επεξεργαστεί το μήνυμα συναγερμού με όποιον τρόπο απαιτείται από την εφαρμογή.

Ο παραγωγός μπορεί να ακυρώσει τη δημοσίευση με μια αίτηση CancelAdvertisement, ενώ ο πελάτης μπορεί να ακυρώσει μια συνδρομή αποστέλλοντας στο SAS την αίτηση CancelSubscription. Οι αντίστοιχες σύνοδοι σε XMPP conferences καταστρέφονται κατά την ακύρωση, και οι συμμετέχοντες αποσυνδέονται από τα chat rooms.

Στην εκτεταμένη του μορφή το παραπάνω σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει και την ασύγχρονη ειδοποίηση του πελάτη μέσω email, SMS, fax ή άλλων IM clients, με χρήση της υπηρεσία ειδοποιήσεων ιστού (WNS - Web Notification Service). Σε αυτήν την περίπτωση στην αίτηση Subscribe πρέπει να ορίσει σαν αποδέκτη των μηνυμάτων συναγερμού το WNS.

1.4.2.1 Από την πλευρά του παραγωγού

Οι ενέργειες που αφορούν στον παραγωγό είναι οι αιτήσεις Advertise και CancelAdvertisement προς το SAS και η δημοσίευση (publication) μετρήσεων στον XMPP Server.

1.4.2.1.1 Advertise

Όπως εξηγήσαμε και παραπάνω, με την αίτηση Advertise ο παραγωγός δεδομένων γνωστοποιεί στο SAS τις παρατηρούμενες ιδιότητες για τις οποίες υποστηρίζεται ο μηχανισμός ειδοποίησης. Τα βασικά πεδία που περιέχει που περιέχει το XML κείμενο μιας τέτοιας αίτησης φαίνονται στο επόμενο παράδειγμα:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Advertise xmlns="http://www.opengis.net/sas"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sas ../sasAll.xsd"
xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe" service="SAS" version="1.0.0">
  <FeatureOfInterest>
    <Name>Muenster</Name>
    <Description>
The humidity is measured by a sensor which is mounted at a weather
station located on the roof of the IFGI in Muenster</Description>
  </FeatureOfInterest>
  <OperationArea>
    <swe:GeoLocation>
      <swe:longitude>
        <swe:Quantity>51.96</swe:Quantity>
      </swe:longitude>
      <swe:latitude>
        <swe:Quantity>7.607</swe:Quantity>
      </swe:latitude>
      <swe:altitude>
        <swe:Quantity>77.8</swe:Quantity>
      </swe:altitude>
    </swe:GeoLocation>
  </OperationArea>
  <AlertMessageStructure>
    <QuantityProperty>
      <Content definition="urn:ogc:humidity" uom="percent" min="0"
max="99"/>
    </QuantityProperty>
  </AlertMessageStructure>
  <AlertFrequency>2</AlertFrequency>
  <DesiredPublicationExpiration>2008-04-
01T00:00:00Z</DesiredPublicationExpiration>
</Advertise>
```

Εν ολίγοις διαφημίζονται μετρήσεις υγρασίας (humidity) σε ποσοστιαίες μονάδες (%) από έναν αισθητήρα βρισκόμενο στη θέση (51.96, 7.607) και σε υψόμετρο 77.8 μέτρων, στην περιοχή του Muenster, που αποτελεί το γνώρισμα ενδιαφέροντος (feature of interest) για την περίπτωση αυτή. Η επιθυμητή, από την πλευρά του παραγωγού, χρονική στιγμή λήξης αυτής της δημοσίευσης είναι 2008-04-01-T00:00:00Z και η συχνότητα αποστολής νέων μετρήσεων από τον αισθητήρα (Alert Frequency) είναι 2 Hz, δηλαδή 2 φορές το δευτερόλεπτο. Να σημειωθεί ότι ο παραγωγός δεν έχει περιορισμό στον αριθμό διαφημίσεων που μπορεί να υποβάλει.

Το SAS αφού καταχωρήσει αυτά τα δεδομένα στη βάση του και δημιουργήσει στον XMPP Server ένα νέο conference, απαντά στην αίτηση Advertise με το AdvertiseResponse:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<AdvertiseResponse xmlns="http://www.opengis.net/sas"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sas ../sasAll.xsd"
expires="2007-01-01T00:00:00Z">
  <PublicationID>Pub301</PublicationID>
  <XMPPURI>xmpp://52North.org/sas/publications/c301</XMPPURI>
</AdvertiseResponse>
```

Το SAS έχει αντιστοιχίσει στη δημοσίευση του παραγωγού το αναγνωριστικό (publication ID) Pub301. Η απάντηση επίσης περιέχει το πλήρες URI του conference στο οποίο πρέπει ο παραγωγός να συνδεθεί για να δημοσιεύσει τις μετρήσεις. Το SAS έχει ήδη συνδεθεί στη σύνοδο και παρακολουθεί τη ροή των μηνυμάτων προς αυτήν.

1.4.2.1.2 CancelAdvertisement

Με την αίτηση CancelAdvertisement ο παραγωγός μπορεί να αναιρέσει μια ισχύουσα διαφήμιση παρέχοντας στο SAS το αναγνωριστικό της δημοσίευσης που πρέπει να ακυρωθεί, όπως αυτό είχε αρχικά αντιστοιχιστεί από το SAS στο AdvertisementResponse:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CancelAdvertisement xmlns="http://www.opengis.net/sas"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sas ../sasAll.xsd"
service="SAS" version="1.0.0">
  <PublicationID>Pub301</PublicationID>
</CancelAdvertisement>
```

Η απάντηση CancelAdvertisementResponse περιέχει την ένδειξη επιτυχούς ή μη ολοκλήρωσης της ακύρωσης:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CancelAdvertisementResponse xmlns="http://www.opengis.net/sas"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sas ../sasAll.xsd">
  <PublicationID>Pub301</PublicationID>
  <CancellationStatus>confirmed</CancellationStatus>
</CancelAdvertisementResponse>
```

1.4.2.1.3 Publish

Πρέπει να σημειώσουμε ότι από τη σύσταση του SAS μπορεί να προκύψει σύγχυση για την ορολογία με την οποία πρέπει να αναφερόμαστε στα δεδομένα που δημοσιεύονται στον XMPP. Ο όρος που χρησιμοποιείται από τη σύσταση για όλα ανεξαιρέτως τα μηνύματα, ανεξάρτητα αν αυτά τελικά θα προκαλέσουν ένα μήνυμα συναγερμού προς τον πελάτη ή όχι, είναι "alert", ο οποίος μεταφράζεται σαν συναγερμός / ειδοποίηση. Ως συναγερμός όμως θεωρείται και το μήνυμα που αποστέλλεται στον πελάτη αν ισχύσει συνθήκη συναγερμού, επίσης ως ειδοποίηση (notification) θεωρείται η γνωστοποίηση κατάστασης συναγερμού προς ένα WNS. Στην παρούσα εργασία θα αποκλίνουμε από τη σύσταση και θα αναφερόμαστε με τους όρους:

- Μήνυμα δημοσίευσης δεδομένων / μέτρησης: Το XML μήνυμα με το οποίο κοινοποιεί ο παραγωγός μια μέτρηση στο conference. Θα αποφύγουμε τον όρο alert μιας και από τη σκοπιά του παραγωγού αυτή η διαδικασία δεν έχει στην ουσία κάποια διαφορά από την αποστολή μετρήσεων όπως την εξετάσαμε στην αίτηση InsertObservation του SOS, με τη διαφορά ότι εδώ οι μετρήσεις δεν αποθηκεύονται παρά μόνο συγκρίνονται με κριτήρια συναγερμού, εφόσον έχουν τεθεί από τον πελάτη.
- Συναγερμός / Ειδοποίηση / Ειδοποίηση συναγερμού: Το XML μήνυμα που αποστέλλει το SAS στο conference μεταξύ του ιδίου και του πελάτη, όταν ληφθεί στο πρώτο conference (μεταξύ SAS και παραγωγού) μέτρηση που να ικανοποιεί μια συνθήκη συναγερμού.
- Μιας και δε θα δώσουμε βάση στο WNS, δε θα μας απασχολήσουν οι ειδοποιήσεις προς αυτό.

Η δημοσίευση των μετρήσεων όπως είπαμε πραγματοποιείται στο conference που έχει δημιουργήσει το SAS στον XMPP Server κατόπιν της αίτησης Advertise. Τα μηνύματα στο XMPP πρωτόκολλο είναι σε μορφή XML εγγράφων. Κατά τη σύσταση του OGC για το SAS ο πελάτης πρέπει να αποστέλλει τα δεδομένα του στο conference στην ακόλουθη μορφή:

```
<Latitude Longitude Altitude TimeOfAlert AlertExpires Value>
```

Δηλαδή:

<Γεωγραφικό-Πλάτος Γεωγραφικό-Μήκος Υψόμετρο Χρονική-Στιγμή-
Ειδοποίησης Χρονική-Στιγμή-Λήξης-Ειδοποίησης Τιμή>

Τα πεδία (fields) βλέπουμε ότι δεν περιέχονται σε ξεχωριστά XML elements με τα δικά τους tags, απλά σε προσυμφωνημένη σειρά των με διαχωριστικό (delimiter) το κενό. Ένα δείγμα τέτοιας δημοσίευσης για τον παράδειγμα που είδαμε παραπάνω είναι:

<51.96 7.607 77.8 2008-03-25T10-00-00+2 0 60.8>

Αντιστοιχεί σε μέτρηση για την ακριβώς ίδια θέση για την οποία έγινε η διαφήμιση, με χρονική στιγμή αποστολής την 2008-03-25T10-00-00+2 και τιμή υγρασίας 60.8%.

1.4.2.2 Από την πλευρά του πελάτη – καταναλωτή

Οι λειτουργίες που αφορούν στον πελάτη είναι οι αιτήσεις GetCapabilities, Subscribe, CancelSubscription και η λήψη μηνυμάτων SASAlert από το SAS μέσω του XMPP Server.

1.4.2.2.1 GetCapabilities

Όπως είδαμε και στην αντίστοιχη αίτηση για το SOS, η GetCapabilities χρησιμεύει κυρίως για να ενημερωθεί η εφαρμογή του πελάτη για τα μεταδεδομένα της υπηρεσίας SAS. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να κρίνει αν υπάρχει κάποια ισχύουσα διαφήμιση μετρήσεων βάσει των οποίων μπορούν να εκδοθούν ενδιαφέρουσες ειδοποιήσεις κατάστασης συναγερμού, χωρίς ο ίδιος ο πελάτης να απαιτείται να ανακτά συνέχεια (rolling) μετρήσεις για να πραγματοποιεί τη σύγκριση ο ίδιος.

Ένα απλό δείγμα αίτησης GetCapabilities που ζητά το τμήμα των κυρίως περιεχομένων (Contents) των μεταδεδομένων του SAS είναι:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<GetCapabilities xmlns="http://www.opengis.net/sas"
xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sas ../sasAll.xsd"
service="SAS">
  <ows:Sections>
    <ows:Section>Contents</ows:Section>
  </ows:Sections>
</GetCapabilities>
```

Λόγω της έκτασης του XML κειμένου της απάντησης, δε θα την παραθέσουμε εδώ. Αναφέρουμε όμως τα βασικά πεδία της απάντησης που έχουν ενδιαφέρον για τον πελάτη:

- Ένδειξη AcceptAdvertisements, με τιμή true ή false, που δηλώνει αν το SAS δέχεται αιτήσεις Advertise ή όχι. Η συγκεκριμένη παράμετρος έχει ενδιαφέρον για τον παραγωγό, σε περίπτωση που αυτός κάνει την αίτηση GetCapabilities για να βεβαιωθεί ότι οι μετέπειτα διαφημίσεις θα γίνουν δεκτές.
- Λίστα με τις προσφερόμενες δημοσιεύσεις διαθέσιμες για συνδρομητικές αιτήσεις (subscription offering list). Κάθε μέλος της λίστας περιέχει:
 - Αναγνωριστικό της προσφερόμενης συνδρομής (subscription offering ID).
 - Περιγραφή της παρατηρούμενης ιδιότητας (alert message structure, quantity / category property).
 - Γεωγραφικό γνώρισμα ενδιαφέροντος (feature of interest).

- ο Γεωγραφική περιοχή / θέση (operation area).

Με την εξαίρεση του αναγνωριστικού, τα υπόλοιπα στοιχεία είναι ακριβώς όπως τα έχει υποβάλει ο αντίστοιχος παραγωγός σε Advertise αίτηση.

1.4.2.2.2 Subscribe

Έχοντας προμηθευτεί τη λίστα των διαφημίσεων, ή αλλιώς δημοσιεύσεων για τις οποίες μπορεί να εκδηλώσει ενδιαφέρον, ο πελάτης μπορεί να στείλει αίτηση συνδρομής για μία συγκεκριμένη, καθορίζοντας και το κριτήριο φιλτραρίσματος των μετρήσεων που υποβάλλει ο πάραγωγός, έτσι ώστε να αποστέλλεται στον πελάτη μήνυμα συναγερμού όποτε πληρείται η προσδιορισθείσα συνθήκη.

Μια τυπική αίτηση συνδρομής φαίνεται στη συνέχεια:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Subscribe xmlns="http://www.opengis.net/sas"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sas ../sasAll.xsd"
service="SAS" version="1.0.0">
  <ResultFilter ObservedPropertyDefinition="urn:ogc:humidity"
uom="percent">
    <isGreaterThan>80.0</isGreaterThan>
  </ResultFilter>
  <FeatureOfInterestName>Muenster</FeatureOfInterestName>
  <ResultRecipient>
    <XMPPURI>xmpp://foo.bar.org/52NorthSasClient/c3</XMPPURI>
  </ResultRecipient>
</Subscribe>
```

Εν προκειμένω, ο πελάτης ζητά να ειδοποιηθεί όταν το ποσοστό υγρασίας υπερβεί το 80%, και καθορίζει ρητά το URI ενός XMPP Server conference στο οποίο επιθυμεί να ενημερώνεται. Αν παραλείψει αυτήν την πληροφορία, το SAS θα δημιουργήσει το ίδιο ένα conference για το σκοπό αυτό. Να σημειώσουμε ότι ο πελάτης μπορεί να έχει πολλαπλές ενεργές συνδρομές, για διαφορετικά είδη μετρήσεων ή για διαφορετικά κριτήρια επί του ίδιου είδους.

Το SAS απαντά με ένα SubscribeResponse που περιέχει το αναγνωριστικό της συνδρομής (subscription ID), προκειμένου να μπορεί να ζητήσει αργότερα ο πελάτης την τυχόν ακύρωση της. Επίσης περιλαμβάνει τη χρονική στιγμή λήξης της συνδρομής ("expires") και την επιβεβαίωση επιτυχούς καταχώρησης της συνδρομής (status):

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<SubscribeResponse xmlns="http://www.opengis.net/sas"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sas ../sasAll.xsd"
SubscriptionID="Sub102" expires="2009-01-01T00:00:00Z">
  <Status>OK</Status>
</SubscribeResponse>
```

1.4.2.2.3 CancelSubscription

Ο πελάτης μπορεί να ακυρώσει μια συνδρομή αποστέλλοντας στο SAS το αναγνωριστικό της συνδρομής (subscription ID), όπως αυτό του δόθηκε μέσα στο SubscribeResponse:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CancelSubscription xmlns="http://www.opengis.net/sas"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sas ../sasAll.xsd"
service="SAS" version="1.0.0">
  <SubscriptionID>Sub102</SubscriptionID>
</CancelSubscription>
```

Το SAS επιβεβαιώνει την επιτυχή ακύρωση της συνδρομής με ένα CancelSubscriptionResponse:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CancelSubscriptionResponse xmlns="http://www.opengis.net/sas"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sas ../sasAll.xsd">
  <SubscriptionID>Sub102</SubscriptionID>
  <Status>OK</Status>
</CancelSubscriptionResponse>
```

Η ακύρωση της συνδρομής συνεπάγεται και την καταστροφή του αντίστοιχου XMPP conference για την επικοινωνία μεταξύ SAS και πελάτη.

1.4.2.2.4 SASAlert

Όταν το SAS λάβει μέσω του XMPP Server δημοσιευμένη μέτρηση που ικανοποιεί μια συνθήκη προσδιορισμένη στις ισχύουσες συνδρομές πελατών, τότε σχηματίζει ένα μήνυμα συναγερμού SASAlert με τη μέτρηση που πυροδότησε το συναγερμό και τη στέλνει στο XMPP URI της αντίστοιχης συνδρομής.

Για το παράδειγμα του αισθητήρα υγρασίας που εξετάζουμε στην τρέχουσα ενότητα, ένα SASAlert θα μπορούσε να είναι:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<SASAlert xmlns="http://www.opengis.net/sas"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sas ../sasAll.xsd">
  <Header>
    <AlertMessageStructure>
      <QuantityProperty>
        <Content definition="urn:ogc:humidity" uom="percent"
min="0" max="99"/>
      </QuantityProperty>
    </AlertMessageStructure>
  </Header>
  <Body>51.96 7.607 77.8 2008-03-26T11-15-48+2 0 82.5</Body>
</SASAlert>
```

Ο πελάτης, ο οποίος οφείλει να έχει συνδεθεί στο conference αυτό, λαμβάνει αντίτυπο του μηνύματος και με αυτόν τον τρόπο πληροφορείται για την κατάσταση συναγερμού. Εδώ βλέπουμε ότι ο αισθητήρας υγρασίας έχει καταγράψει 82.5% υγρασία, το οποίο σαφώς υπερβαίνει το ποσοστό 60% που τέθηκε σαν κάτω όριο στην αίτηση Subscribe που είδαμε προηγουμένως. Το λογισμικό του πελάτη στη συνέχεια ενδεχομένως θα ειδοποιήσει με κάποιον εποπτικό τρόπο τον χρήστη, θα καταγράψει το συμβάν σε κάποιο ημερολόγιο (log) ή θα ενεργοποιήσει μηχανισμούς αντιμετώπισης της κατάστασης, ανάλογα με το τι προβλέπεται από τον προγραμματισμό.

1.4.2.3 Λοιπές λειτουργίες και σχόλια επι των λειτουργιών του SAS

Το SAS υποστηρίζει επίσης τα ακόλουθα αιτήματα, στα οποία αναφερόμαστε επιγραμματικά:

- **DoNotification:** Ειδοποίηση προς μια υπηρεσία WNS για ασύγχρονη ενημέρωση
- **RenewAdvertisement:** Ανανέωση μιας διαφήμισης από τον παραγωγό πριν τη λήξη της
- **RenewSubscription:** Ανανέωση μιας συνδρομής από τον πελάτη πριν τη λήξη της

Ένα σημείο που μπορεί να καταλογιστεί στα αρνητικά του SAS, αλλά και των υπηρεσιών του SWE γενικότερα, είναι η έλλειψη επαναχρησιμοποίησης (reusability) υπάρχουσας λειτουργικότητας και ολοκλήρωσης (integration).

Συγκεκριμένα, βλέπουμε ότι για το μηχανισμό συνδρομής-συναγερμού (subscribe-alert) ο παραγωγός πρέπει να δημοσιοποιεί τις μετρήσεις του σε ένα XMPP conference. Αν όμως ενημερώνει παράλληλα ένα SOS τότε ουσιαστικά έχουμε αποστολή των ίδιων δεδομένων εις διπλούν, το οποίο είναι αντιπαραγωγικό.

Αν το SAS μπορούσε να παρακολουθήσει τη ροή δεδομένων προς το SOS, ή αν το SAS συνεργαζόταν με το SOS, θα χρειαζόταν μοναδική και όχι διπλότυπη αποστολή μετρήσεων από τον παραγωγό. Κατά αυτόν τον τρόπο η μία υπηρεσία θα είχε αυστηρά το ρόλο της αποθήκευσης δεδομένων και η άλλη μόνο το ρόλο του ελέγχου κριτηρίων συναγερμού, χωρίς να πρέπει να αναπαράγει τμήμα της λειτουργικότητας της πρώτης. Το OGC έχει λάβει υπόψη του αυτήν την αδυναμία και διερευνεί τις διεπαφές μεταξύ των υπηρεσιών του SWE προς την κατεύθυνση αυτή.

Η επικέντρωση στο XMPP ως πρωτόκολλο ειδοποίησης είναι επίσης θέμα προς συζήτηση, παρά την ευρεία διάδοση και αποδοχή του από την κοινότητα. Ακόμα και η αναγκαιότητα ενός εξωτερικού πρωτοκόλλου για το σκοπό αυτό είναι συζητήσιμη, καθώς θεωρητικά και το ίδιο το SAS θα μπορούσε να αναλάβει αυτήν τη λειτουργία.

1.5 Υλοποιήσεις των υπηρεσιών του SWE

Οι υπηρεσίες του SWE έχουν ήδη αρχίσει να υλοποιούνται από διάφορους φορείς [10], όπως τη NASA (National Aeronautics and Space Administration) και τη Northrop Grumman που δραστηριοποιούνται στο χώρο της αεροδιαστημικής και των οπλικών συστημάτων και αεροναυπηγικής, αντίστοιχα. Το πρόγραμμα της Northrop είναι γνωστό με το όνομα PulseNet [11].

Από εταιρίες που δραστηριοποιούνται εμπορικά στο χώρο των γεωγραφικών συστημάτων πληροφόρησης έχουν ασχοληθεί με το SWE η 1Spatial Group Ltd, η Compusult Limited και άλλες.

Ερευνητικοί οργανισμοί και Πανεπιστημιακού φορείς που έχουν δείξει έμπρακτο ενδιαφέρον είναι μεταξύ άλλων το SANY Consortium, η Geomatys με το σύστημα Constellation SDI, το Πανεπιστήμιο της Μεμβούρνης, κ.ά.

Ενδιαφέρον για την ακαδημαϊκή κοινότητα έχουν οι πρότυπες υλοποιήσεις των υπηρεσιών του SWE από τη γερμανική εταιρία ερευνών [52°North Initiative for Geospatial Open Source Software GmbH](#). Η εταιρία αυτή είναι από τους λίγους φορείς που έχουν υλοποιήσει την πλήρη σουίτα των υπηρεσιών του SWE, δηλαδή και τις τέσσερις υπηρεσίες (SOS, SAS, SPS, WNS) [12]. Επίσης αναπτύσσει λογισμικό και για συνοδευτικές εφαρμογές όπως μητρώα υπηρεσιών (registries) για την ανακάλυψη των υπηρεσιών του SWE, προγραμματιστικές διεπαφές εφαρμογών (API) για πελάτες των υπηρεσιών, περιβάλλοντα προσομοίωσης, κ.ά. Ο κώδικας της 52°North διέπεται από την άδεια GPL (General Public License) και είναι ανοιχτός στο κοινό (Open Source).

Την στιγμή εκπόνησης της τρέχουσας εργασίας οι εκδόσεις των υλοποιήσεων της 52°North ήταν οι εξής:

- **SOS:** 3.1.0
- **SAS:** 1.0.0
 - Υπάρχει και η έκδοση 2.0.0 η οποία όμως θα εγκαταλειφθεί προς όφελος της υπηρεσίας SES που δεν πάσχει από κάποιους από τους έμφυτους περιορισμούς του SAS.
- **SPS:** 1.0.1
- **WNS:** 2.0.0

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] SunSPOTWorld “Our vision” <http://www.sunspotworld.com/vision.html>
- [2] OGC Standard *Observations and Measurement (O&M)*, Document 07-088r1, OGC, 2007
- [3] OGC Standard *Sensor Model Language (SensorML)*, Document 07-000, OGC, 2007
- [4] OGC Standard *Transducer Markup Language (TML)*, Document 06-010r6, OGC, 2007
- [5] OGC Standard *Sensor Observation Service (SOS)*, Document 06-009r6, OGC, 2007
- [6] OGC Best Practice *Sensor Alert Service (SAS)*, Document 06-028r3, OGC, 2006

- [7] OGC Standard *Sensor Planning Service (SPS)*, Document 07-014r3, OGC, 2007
- [8] OGC Best Practice *Web Notification Service (WNS)*, Document 06-095, 2006
- [9] OGC Discussion Paper *Sensor Event Service (SES) Interface Specification*, Document 08-133, OGC, 2008
- [10] OGC "All Registered Products" <http://www.opengeospatial.org/resource/products>
- [11] Sam Bacharach, OGC Inc., "New Implementations of OGC Sensor Web Enablement Standards", December 1, 2007 <http://www.sensorsmag.com/networking-communications/government-military/new-implementations-ogc-sensor-web-enablement-standards-1437>
- [12] 52°North Sensor Web Packages <http://52north.org/downloads/sensor-web>
- [13] SunSPOTWorld "Frequently Asked Questions" <http://www.sunspotworld.com/docs/general-faq.php>
- [14] Sun Labs, *SunSPOT Owner's Manual, Red Release 5.0*, June 2009
- [15] IEEE Standard 1451 Smart Transducer Interface Standard, IEEE, 1997-2010
- [16] OGC Discussion Paper *Event Pattern Markup Language (EML)*, Document 08-132, 2008
- [17] Geostandards "Sensor Alert Service – Outlook on future developments", 2009 http://geostandards.geonovum.nl/index.php/5.4.3_Sensor_Alert_Service