

Διαχείριση Δικτύων

Network Management in Mission Critical Cases

Ελένη Φεσλιάν 1115202000204

Ιωάννης Ζάννες Βιδάλης 1115202000022

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών ΕΚΠΑ

Μάϊος 2023

Εισαγωγή

Τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών αποτελούν συστήματα επικοινωνίας που συνδέουν απομακρυσμένες τοποθεσίες μεταξύ τους με σκοπό τη μεταφορά δεδομένων και την ανταλλαγή πληροφοριών. Η λειτουργία των δικτύων τηλεπικοινωνιών βασίζεται στην τεχνολογία της ηλεκτρονικής μετάδοσης δεδομένων, η οποία επιτρέπει την αναμετάδοση ή την αναμετάφραση σημάτων και ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ανάμεσα σε δύο ή περισσότερους κόμβους του δικτύου. Τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών παίζουν σημαντικό ρόλο στη σύγχρονη κοινωνία, καθώς επιτρέπουν την απομακρυσμένη επικοινωνία και συνεργασία σε παγκόσμιο επίπεδο.

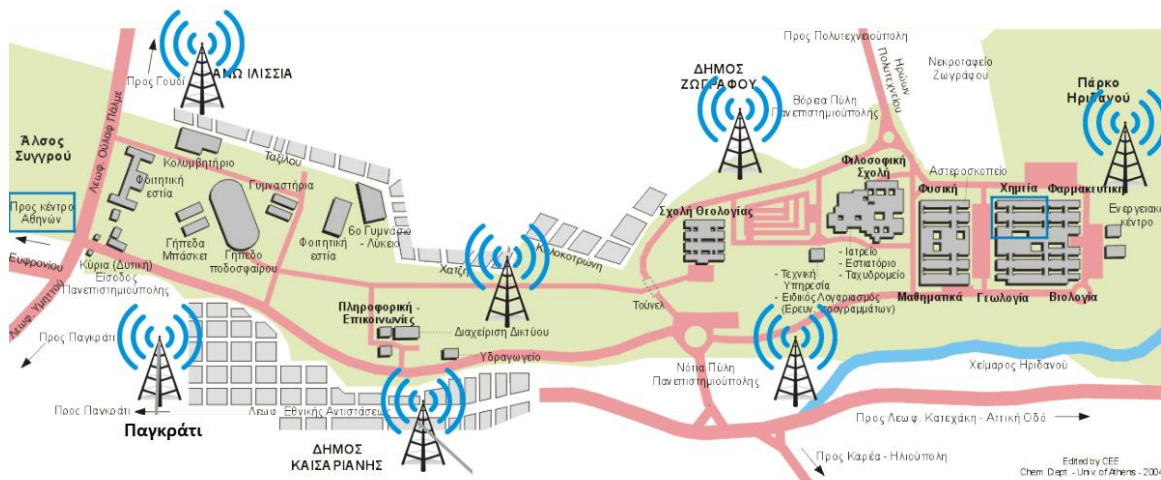
Τα κυψελωτά δίκτυα 4G και 5G αποτελούν τις τελευταίες εξελίξεις στην τεχνολογία της τηλεπικοινωνίας. Το 4G προσφέρει υψηλή ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων, επιτρέποντας τη λήψη και την αποστολή μεγάλου όγκου πληροφοριών με σταθερή συνδεσιμότητα και σταθερή ταχύτητα. Το 5G επιτρέπει ακόμη μεγαλύτερες ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων και μεγαλύτερη αξιοπιστία στη συνδεσιμότητα, επιτρέποντας την πραγματοποίηση πολλαπλών εργασιών ταυτόχρονα και τη συνδεσιμότητα των περισσότερων συσκευών στο δίκτυο. Το 5G έχει επιτρέψει την εμφάνιση νέων τεχνολογικών εφαρμογών και την εξισορρόπηση του φόρτου δεδομένων. Γενικά, τα 4G και 5G ορίζονται επίσης μέσω προτύπων εγγράφων, τα οποία ονομάζονται Τεχνικές Προδιαγραφές. Πιο συγκεκριμένα, με τον όρο κυψελωτά αναφερόμαστε στο γεγονός ότι η περιοχή, που καλύπτεται από ένα κυψελωτό δίκτυο, υποδιαιρείται σε πολλές περιοχές γεωγραφικής κάλυψης, γνωστές ως κυψέλες. Κάθε κυψέλη περιέχει ένα σταθμό βάσης, ο οποίος μεταδίδει σήματα προς, και λαμβάνει σήματα από τις κινητές συσκευές, που βρίσκονται εκείνη την στιγμή μέσα στην κυψέλη του. Η περιοχή κάλυψης μιας κυψέλης εξαρτάται από την ισχύ μετάδοσης του σταθμού βάσης, την ισχύ μετάδοσης των συσκευών, παρεμποδίζοντα κτήρια εντός της κυψέλης και το ύψος και ο τύπος των κεραιών του σταθμού βάσης.

Όλα τα στοιχεία του δικτύου επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο IP. Τα διάφορα αυτά στοιχεία είναι:

- Οι **Κινητές Συσκευές** μπορεί να είναι ένα έξυπνο τηλέφωνο, ένας φορητός υπολογιστής ή ταμπλέτα, οι οποίες συνδέονται με το δίκτυο ενός φορέα κυψελωτών επικοινωνιών. Διαθέτουν επίσης ένα μοναδικό παγκοσμίως διακριτικό 64 bit, το οποίο ονομάζεται Διεθνής Ταυτότητα Συνδρομητή Κινητής Τηλεφωνίας (IMSI). Το IMSI ταυτοποιεί τον συνδρομητή στο παγκόσμιο σύστημα δικτύων φορέων κυψελωτών επικοινωνιών. Η κινητή συσκευή δεν είναι πάντοτε κινητή, για παράδειγμα μπορεί να πρόκειται για ένα σταθερό αισθητήρα ή μια σταθερή κάμερα παρακολούθησης.
- Ο **Σταθμός Βάσης** βρίσκεται στην «περιφέρεια» του δικτύου του φορέα και είναι υπεύθυνος για την διαχείριση των ασύρματων ραδιοφωνικών πόρων και των κινητών συσκευών μέσα στην εμβέλεια του. Μια κινητή συσκευή αλληλεπιδρά με ένα σταθμό βάσης προκειμένου να συνδεθεί με το δίκτυο του φορέα. Ο σταθμός βάσης συντονίζει την αυθεντικοποίηση των συσκευών και την κατανομή των πόρων στο δίκτυο προσπέλασης.
- Η **Οντότητα Διαχείρισης Κινητικότητας (MME)** παίζει σημαντικό ρόλο στην αυθεντικοποίηση μιας συσκευής που θέλει να συνδεθεί στο δίκτυο της.

OUTDOOR ΣΕΝΑΠΙΟ

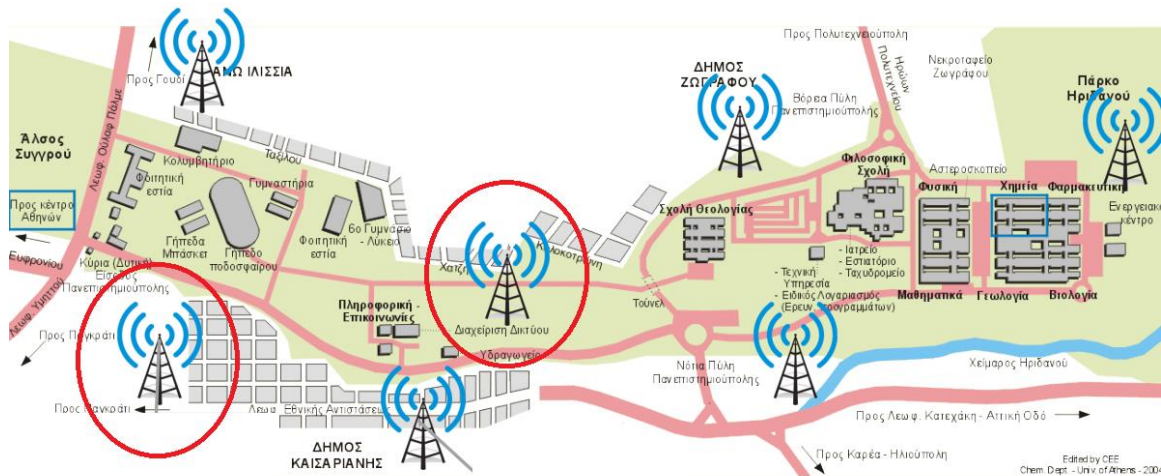
Προσομοιώνοντας ένα εξωτερικό δίκτυο σαν το παρακάτω, το οποίο δείχνει κεραίες οι οποίες εξυπηρετούν τους φοιτητές μιας πανεπιστημιούπολης:



Στο παραπάνω δίκτυο υποθέτουμε ότι καταστρέφεται η κεραία του δήμου Κιαισαριανής και θέλουμε να ερευνήσουμε τι θα απογίνουν οι κινητές συσκευές που ήταν συνδεδεμένες σε αυτήν την κεραία.

Οι χρήστες θα μοιραστούν στις πιο κοντινές κεραιές, δηλαδή **Παγκράτι & Διαχείριση Δικτύου**, διότι θα αυξηθεί η ισχύς τους ώστε να καλύπτουν μεγαλύτερο εύρος κάλυψης. Ο εκάστοτε χρήστης επιλέγει ένα σταθμό βάσης στόχο και στέλνει ένα μήνυμα αίτησης ώστε να συνδεθεί. Ο σταθμός βάσης στόχος ελέγχει κατά πόσο διαθέτει τους πόρους προκειμένου να υποστηρίξει την κινητή συσκευή και τις απαιτήσεις της ως προ την ποιότητα των υπηρεσιών. Αν ναι, εκχωρεί εκ των προτέρων πόρους καναλιού και άλλους πόρους για εκείνη τη συσκευή. Αυτή η εκ των προτέρων εκχώρηση πόρων απαλλάσσει την κινητή συσκευή από την εκτέλεση του χρονοβόρου πρωτοκόλλου συσχέτισης με τον σταθμό βάσης, επιτρέποντας να πραγματοποιηθεί η μεταπομπή όσο το δυνατό ταχύτερα. Ο σταθμός βάσης στόχος αποκρίνεται στην κινητή συσκευή με ένα μήνυμα επιβεβαίωσης το οποίο περιέχει όλες τις πληροφορίες του σταθμού βάσης

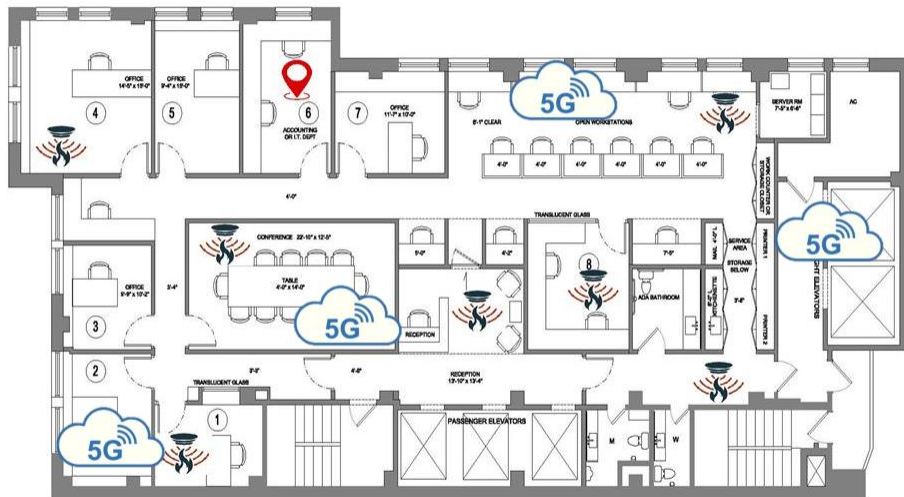
στόχου, που θα χρειαστεί η κινητή συσκευή για να συσχετιστεί με αυτόν τον νέο σταθμό βάσης. Η κινητή συσκευή λαμβάνει την ταυτότητα του σταθμού βάσης στόχου και πληροφορίες προσπέλασης του καναλιού. Στο σημείο αυτό, η κινητή συσκευή μπορεί να αρχίσει να στέλνει και να λαμβάνει δεδομενογράμματα προς και από το νέο σταθμό βάσης στόχο. Ο σταθμός βάσης στόχος ενημερώνει την MME ότι αυτός θα είναι ο νέος σταθμός εξυπηρέτησης της κινητής συσκευής. Η MME διαμηνύει στην Πύλη Εξυπηρέτησης και στο σταθμό βάσης στόχο μήνυμα αναδιαμόρφωσης. Πλέον ο σταθμός βάσης στόχος μπορεί να αρχίσει να παραδίδει δεδομενογράμματα στην κινητή συσκευή, και μπορεί επίσης να προωθεί εξερχόμενα δεδομενογράμματα που λαμβάνονται από την κινητή συσκευή προς την Πύλη Εξυπηρέτησης.



INDOOR ΣΕΝΑΡΙΟ

Σε ένα έξυπνο σενάριο εκκένωσης εσωτερικών χώρων, χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνολογίες και αισθητήρες για την ανίχνευση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης και τη γρήγορη καθοδήγηση των ανθρώπων προς την ασφάλεια. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τη χρήση αισθητήρων κίνησης για τον εντοπισμό ανθρώπων που κινούνται προς τις εξόδους και την παροχή ενημερώσεων σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την ασφαλέστερη διαδρομή που πρέπει να ακολουθηθεί. Η επικοινωνία είναι επίσης κρίσιμη. Αυτή μπορεί να περιλαμβάνει τη χρήση μηνυμάτων κειμένου, μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή εφαρμογών για κινητά τηλέφωνα, ώστε να ειδοποιούνται οι άνθρωποι για μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης και να παρέχονται σαφείς οδηγίες για το τι πρέπει να κάνουν.

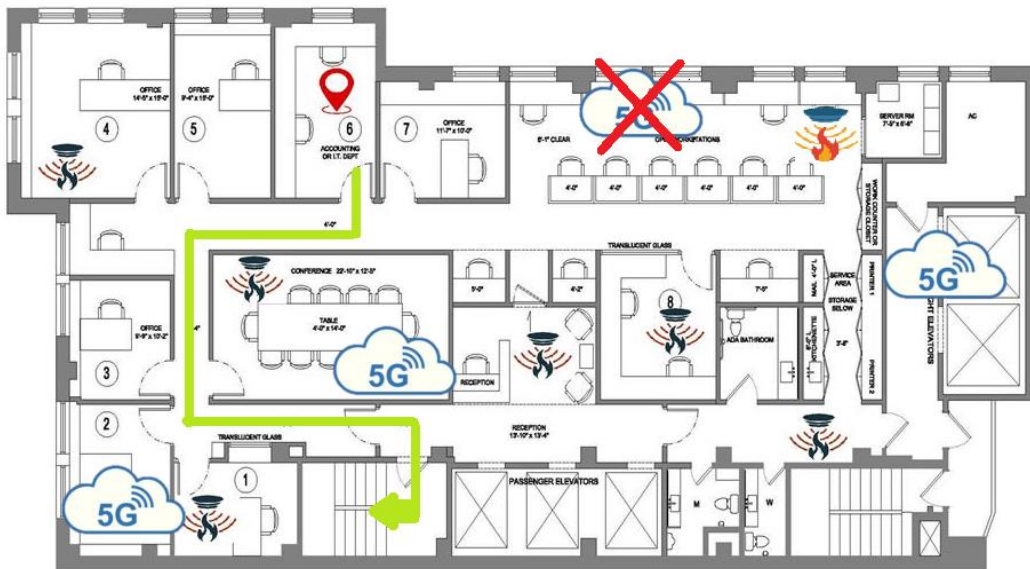
Προσομοιώνοντας ένα εσωτερικό δίκτυο σαν το παρακάτω, το οποίο αναπαριστά ένα κλειστό χώρο στο οποίο θέλουμε να αναπαραστήσουμε μια αναγκαστική εκκένωση λόγω πυρκαγιάς:

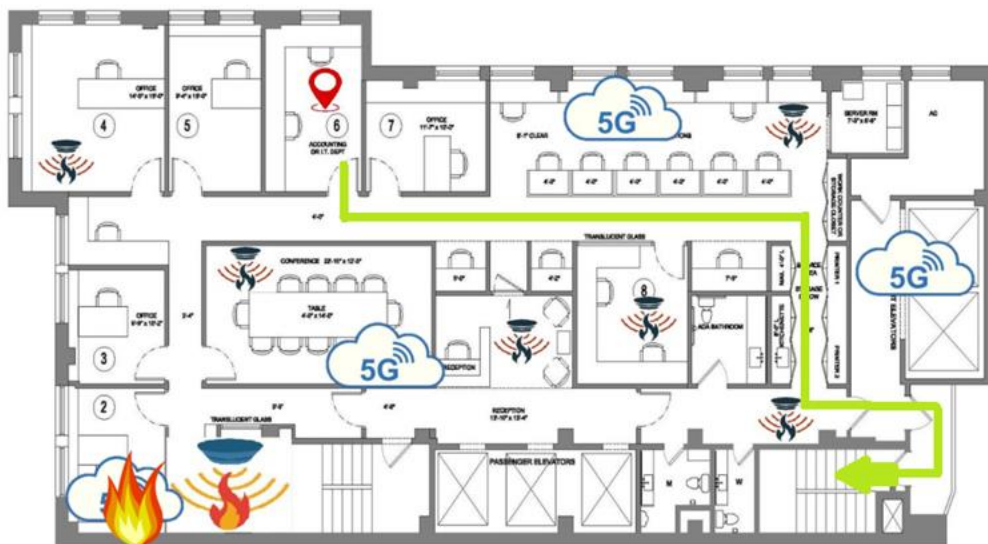
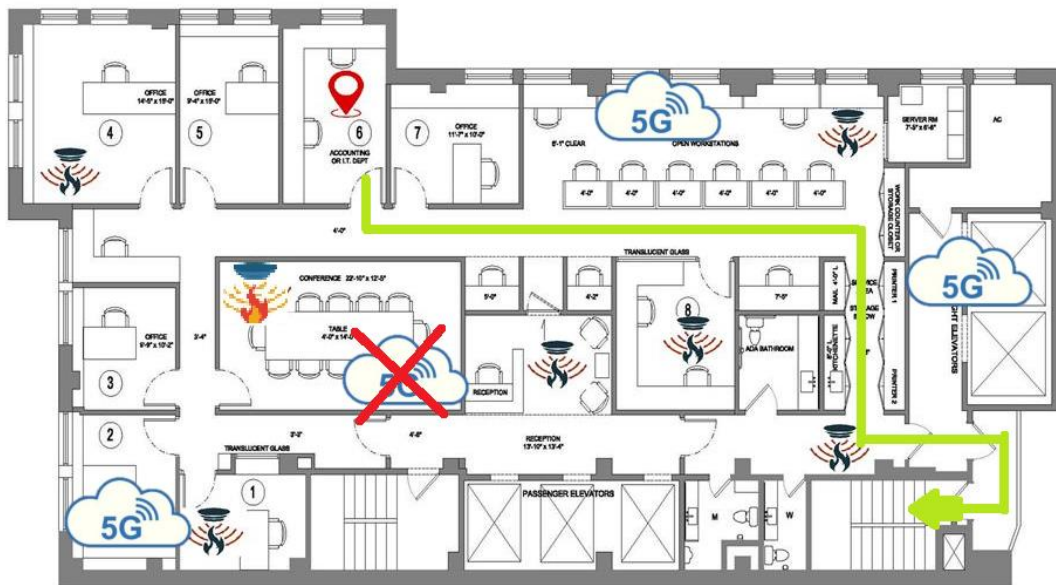


Αρχικά, έστω ότι εξετάζουμε την περίπτωση ότι **ένας** χρήστης βρίσκεται στον κλειστό χώρο. Ανάλογα με τη θέση του είναι συνδεδεμένος στην κοντινότερη διαθέσιμη κεραία, από την οποία λαμβάνει και στέλνει

δεδομενογράμματα. Αντίστοιχα με το προηγούμενο σενάριο, η κοντινότερη κεραία θα αυξήσει την ισχύ της ώστε να αναδιαμορφώσει την κάλυψή της. Γνωρίζουμε ότι το εύρος της κεραίας διαμορφώνεται από την ισχύ.

Σε περίπτωση που συμβεί κάποιο ατύχημα ή συμβάν που θα προκαλέσει την δυσλειτουργία κάποιας κεραίας, θα πρέπει ο χρήστης να μπορεί να αποδράσει με ασφάλεια και ταχύτητα μέσω κατάλληλης ενημέρωσης από τα συστήματα ασφαλείας τα οποία είναι απαραίτητο να είναι ικανά να εξακριβώσουν ακριβώς την τρέχουσα θέση του. Θεωρούμε πως καίγεται κάποια από τις κεραίες. Το συγκεκριμένο σύστημα ασφαλείας λαμβάνει μετρήσεις από όλους τους αισθητήρες που βρίσκονται στο χώρο και σε περίπτωση που υπάρξει απότομη μεταβολή στη θερμοκρασία ειδοποιεί με κατάλληλο προειδοποιητικό μήνυμα το άτομο για το ότι έχει προκληθεί πυρκαγιά σε κάποιο σημείο του εσωτερικού χώρου που βρίσκεται, παρουσιάζοντας παράλληλα μια διαδρομή ασφαλούς εκκένωσης. Η διαδρομή αυτή καθορίζεται από το σύστημα με βάση δύο κριτήρια: να βρίσκεται όσο πιο μακριά γίνεται από την περιοχή που έχει πληγεί και να οδηγεί το συντομότερο δυνατό σε κάποια έξοδο κινδύνου. Παραθέτουμε μερικά σενάρια έξυπνης εκκένωσης:





Οι παραπάνω εικόνες θα εμφανίζονται στο κινητό του χρήστη μετά από το προειδοποιητικό μήνυμα. Καθώς προχωράει ο χρήστης προς την έξοδο που του έχει υποδείξει η εφαρμογή, συνδέεται πάντα στην κοντινότερη κεραία, δεδομένου ότι υπάρχουν οι διαθέσιμοι πόροι.

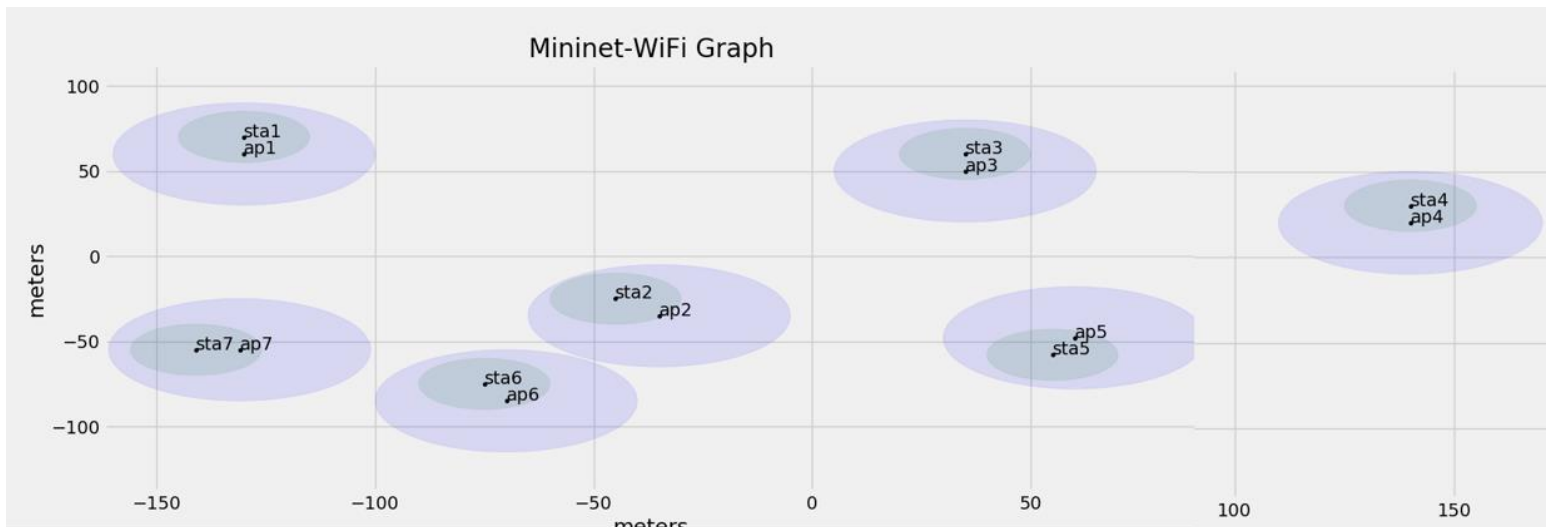
MOCKUPS

Η κάθε κεραία δημιουργεί μια κυψέλη, η κάθε κυψέλη καλύπτει κάποια εμβέλεια, συνήθως κάποια χιλιόμετρα, και μέσα σε αυτά τα χιλιόμετρα οι χρήστες οι οποίοι έχουν την καλύτερη λήψη σήματος συνδέονται σε αυτήν την κεραία. Η κάθε κεραία καλύπτει κάποιους χρήστες. Οι κυψέλες δεν τέμνονται ώστε να προκαλούν παρεμβολή η μία στην άλλη. Το εύρος της κεραίας και της κυψέλης διαμορφώνεται από την ισχύ. Οι κεραίες στα σύγχρονα συστήματα έχουν την δυνατότητα να αυξομειώνουν την ισχύ τους, άρα να αναδιαμορφώνουν την κάλυψη τους. Σε περίπτωση καταστροφής κάποιας γειτονικής κεραίας, σαν διαχειριστές δικτύων θα προσπαθήσουμε να αυξήσουμε την ισχύ της κεραίας που απομένει ώστε να καλύψουμε την περιοχή η οποία έμεινε ακάλυπτη δεδομένου ότι η αρχική κεραία καταστράφηκε.

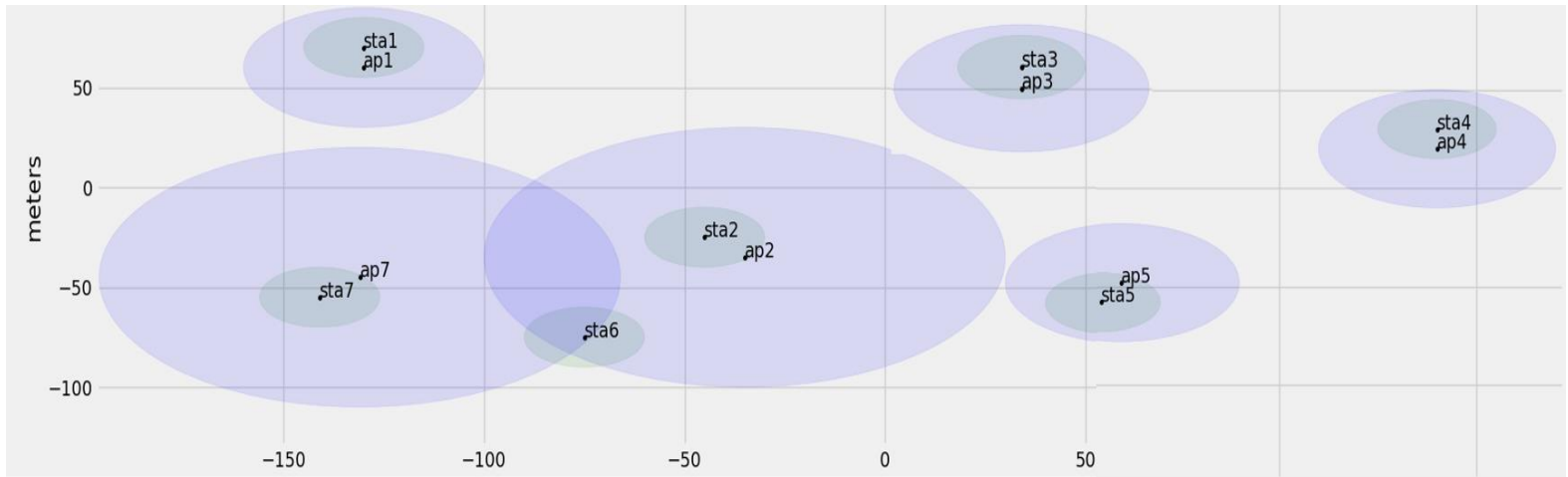
Θεωρούμε και στα 2 σενάρια ότι το κάθε access point (κεραία) είναι συνδεδεμένο με ένα station (σταθμό βάσης).

▪ Outdoor Σενάριο

Pre-Fire Graph:

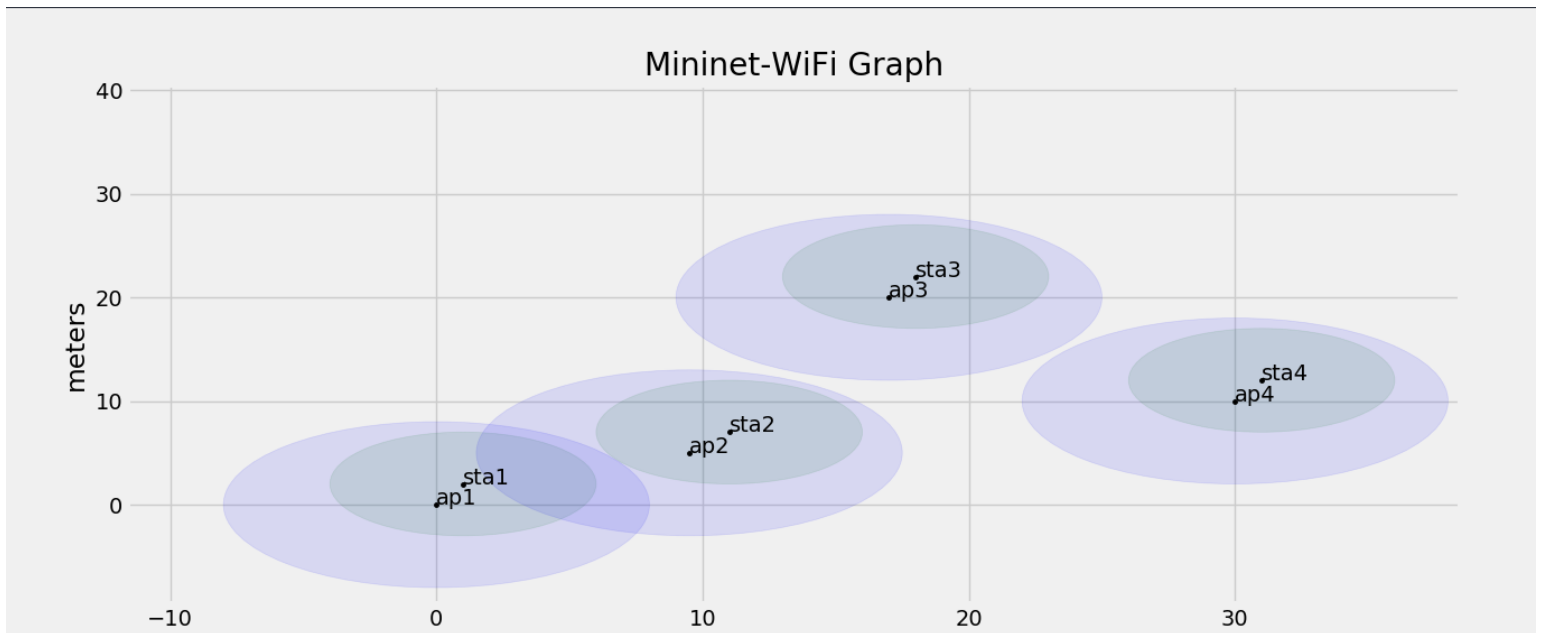


After Fire Graph:

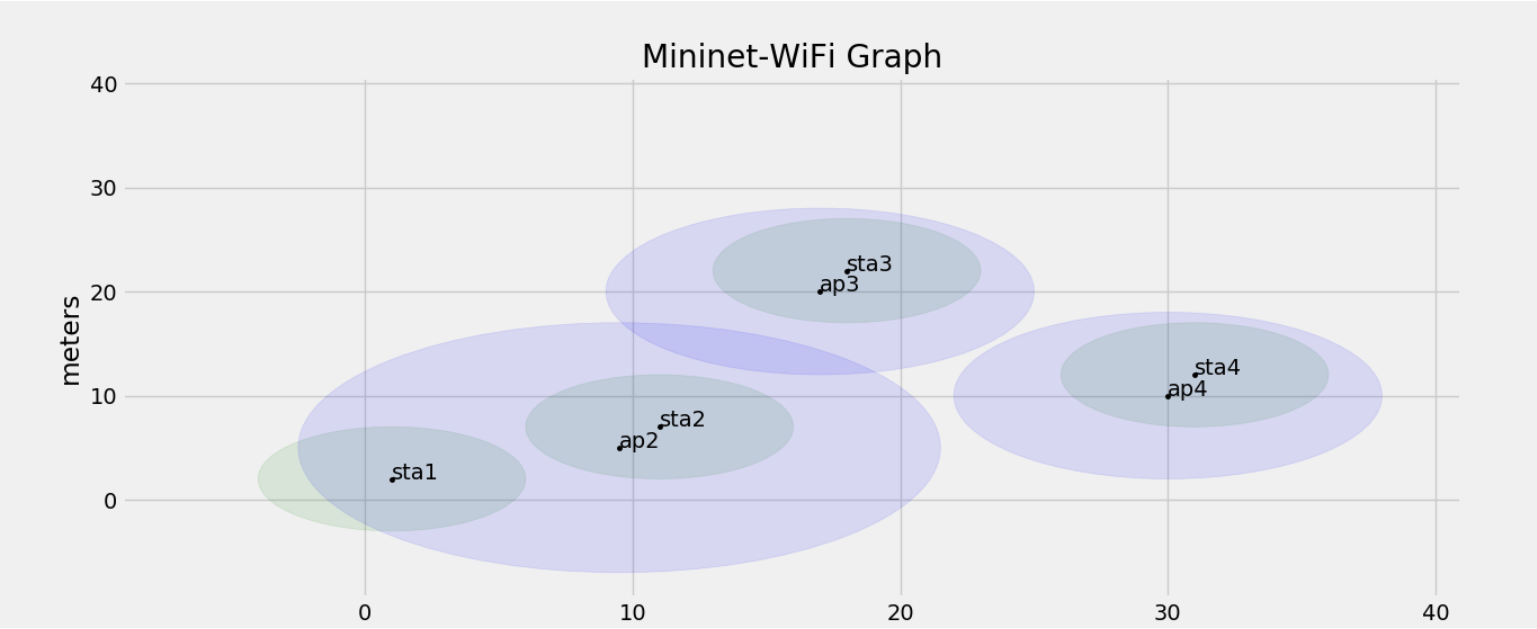


▪ Indoor Σενάριο

Pre-Fire Graph:



After Fire Graph:



THINGSBOARD

■ Outdoor Σενάριο

Όταν ο χρήστης ανοίγει την συγκεκριμένη εφαρμογή, βλέπει το εξής παράθυρο, το οποίο περιλαμβάνει ένα widget με χάρτη του campus που απεικονίζει τα θερμόμετρα της κάθε κεραίας που εξετάζουμε, ένα widget που δείχνει έναν κατάλογο με τις τιμές του κάθε θερμομέτρου και ένα ακόμη που παρουσιάζει τις τιμές της υγρασίας για κάθε κεραία.

The screenshot shows the ThingsBoard interface for a 'University Campus' dashboard. The left sidebar contains navigation options: Profiles, OTA updates, Entity Views, Edge Instances, Edge management, Widgets Library, Dashboards, Version control, Audit Logs, Api Usage, and System Settings. The main area displays three widgets:

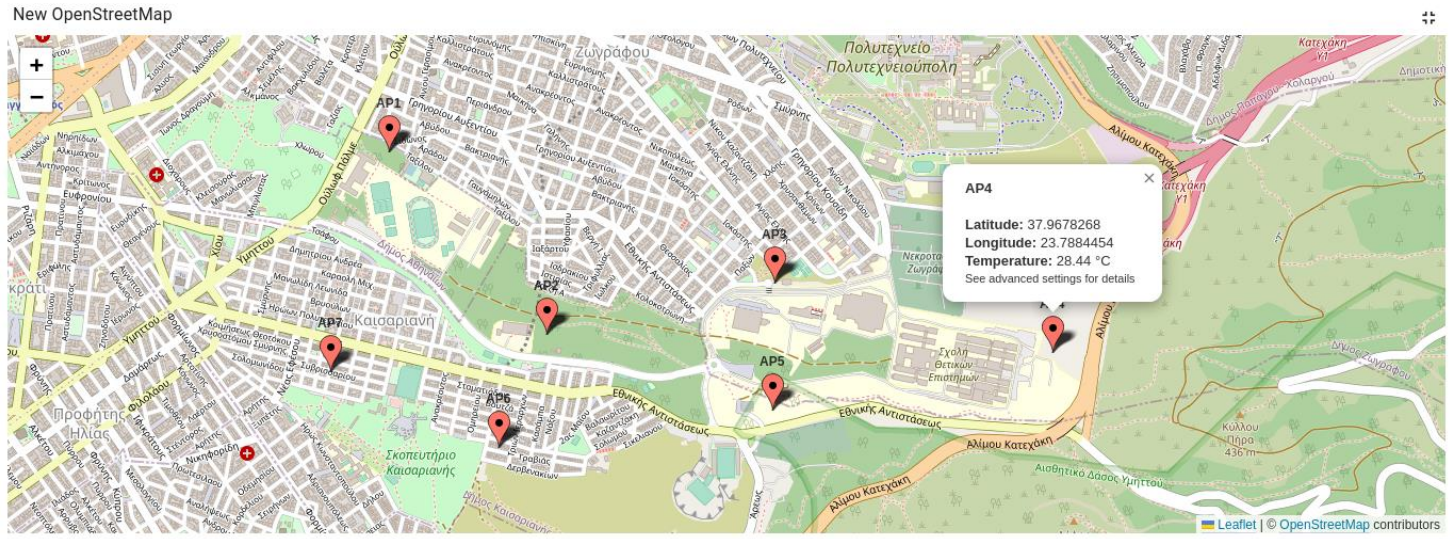
- New OpenStreetMap**: A map showing the campus layout with several red location pins labeled AP1 through AP7.
- Thermometers**: A table displaying temperature data for three devices (AP1, AP2, AP3).
- Humidity List**: A table displaying humidity data for three devices (AP1, AP2, AP3).

At the bottom right, there is a red circular button with a pencil icon and the text 'Powered by Thingsboard v.3.4.4'.

Entity name	Entity type	temperature
AP1	Device	29.42
AP2	Device	29.34
AP3	Device	26.98

Entity name	Entity type	humidity
AP1	Device	49.52
AP2	Device	50.89
AP3	Device	48.51

Πιο συγκεκριμένα, το widget του χάρτη με τις λεπτομέρειες της κεραίας 4 (κοντά στην φαρμακευτική):

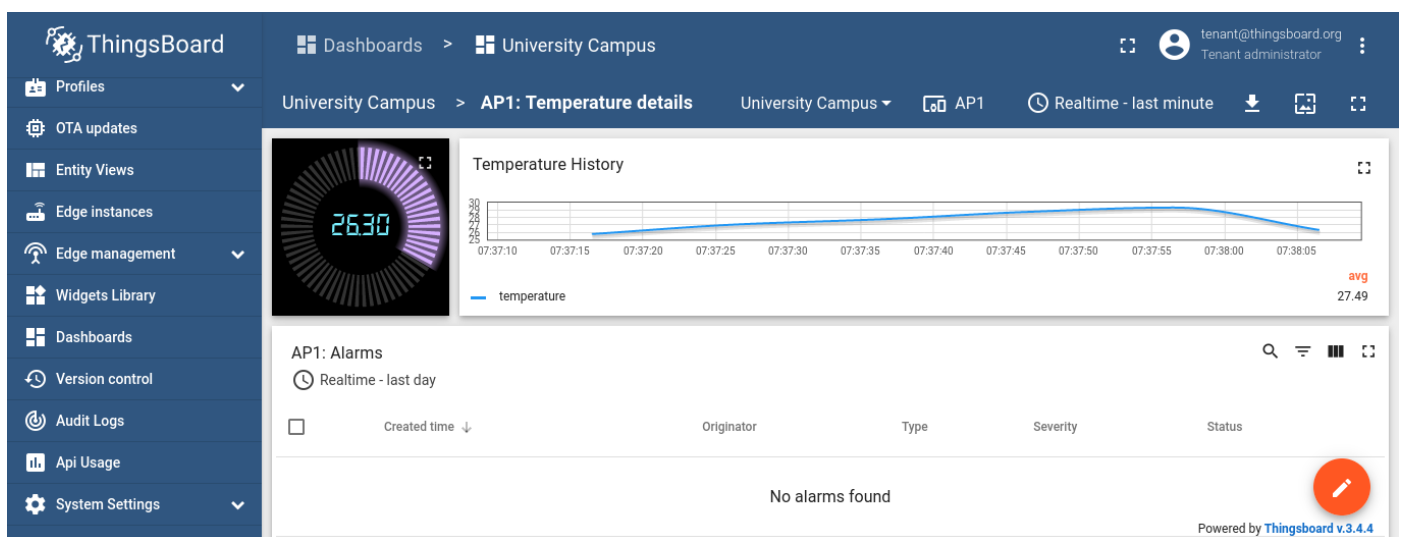


Το δεύτερο widget περιλαμβάνει την παρακάτω λίστα τιμών:

Thermometers				
Entity name ↑	Entity type	temperature		
AP1	Device	25.13		
AP2	Device	25.54		
AP3	Device	25.17		
AP4	Device	25.52		
AP5	Device	25.74		
AP6	Device	28.23		
AP7	Device	25.19		

Μόλις πατήσει κανείς κάποια από τις κεραίες του widget (στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέγουμε την κεραία 1) για τις θερμοκρασίες αντικρίζει το παρακάτω:

Στο συγκεκριμένο παράθυρο εμφανίζεται πάνω αριστερά ένας φωτιζόμενος μετρητής που δείχνει την τρέχουσα θερμοκρασία, δεξιά παρουσιάζεται το ιστορικό των θερμοκρασιών για την κεραία και κάτω από όλα υπάρχει ένα τμήμα που θα δείχνει αν κάποιο θερμόμετρο έχει στείλει alarm λόγω υψηλής θερμοκρασίας.



Το τρίτο widget περιλαμβάνει την παρακάτω λίστα τιμών υγρασίας:

Humidity List			🔍 ☰ ⚙
Entity name ↑	Entity type	humidity	
AP1	Device	47.99	
AP2	Device	49.16	
AP3	Device	50.7	
AP4	Device	50.55	
AP5	Device	48.19	
AP6	Device	45.54	
AP7	Device	47.12	

Items per page: 10 1 - 7 of 7 |< < > >|

■ Indoor Σενάριο

Όταν ο χρήστης ανοίγει την συγκεκριμένη εφαρμογή, βλέπει το εξής παράθυρο, το οποίο περιλαμβάνει ένα widget με χάρτη του εργαστηρίου που απεικονίζει τα θερμομέτρα του χώρου που εξετάζουμε, ένα widget που δείχνει έναν κατάλογο με τις τιμές του κάθε θερμομέτρου και ένα ακόμη που παρουσιάζει τις τιμές της υγρασίας.

ThingsBoard

Dashboards > InDoor Lab

tenant@thingsboard.org
Tenant administrator

InDoor Lab

New Image Map

Thermometers

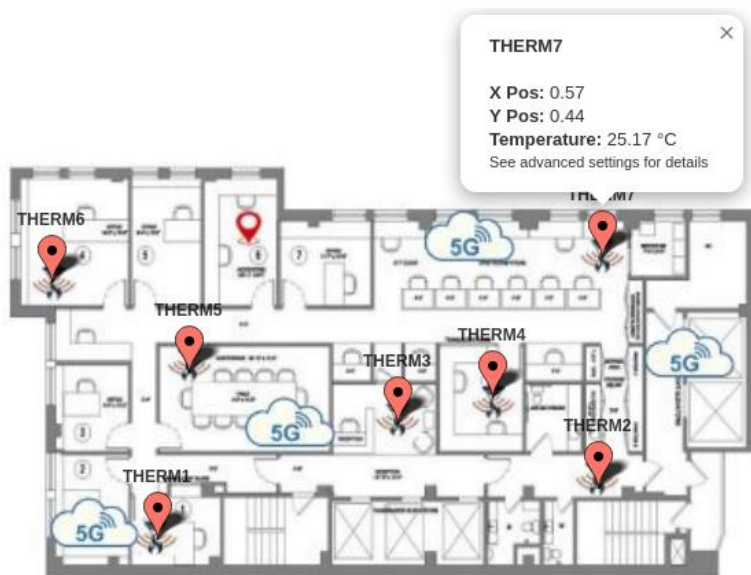
Entity name	Entity type	temperature
THERM1	Device	25.91
THERM2	Device	26.68
THERM3	Device	25.58

Humidity Meter

Entity name	Entity type	humidity
THERM1	Device	50.89
THERM2	Device	46.45
THERM3	Device	50.89

Powered by Thingsboard v.3.4.4

Πιο συγκεκριμένα,
το widget του χάρτη
με τις λεπτομέρειες
του θερμομέτρου 7:

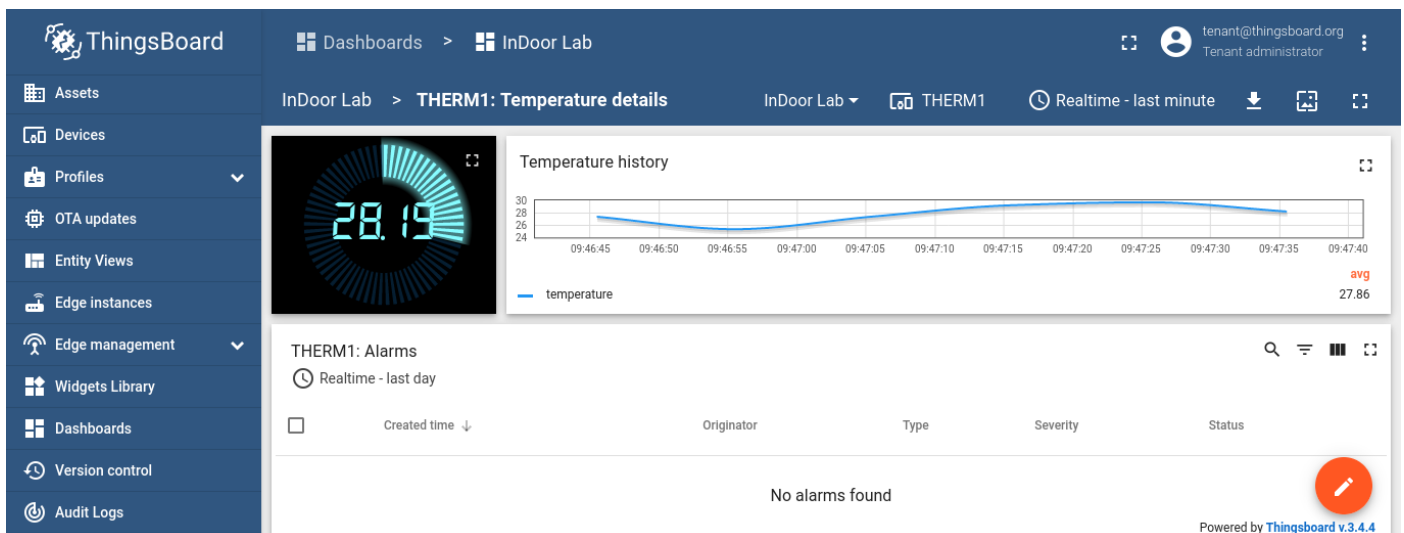


Το δεύτερο widget περιλαμβάνει την παρακάτω λίστα τιμών:

Thermometers				
Entity name ↑	Entity type	temperature		
THERM1	Device	25.34		
THERM2	Device	27.44		
THERM3	Device	27.78		
THERM4	Device	25.86		
THERM5	Device	27.46		
THERM6	Device	26.81		
THERM7	Device	28.21		

Items per page: 10 1 - 7 of 7 |< < > >|

Μόλις πατήσει κανείς κάποιο από τα θερμόμετρα του widget (στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέγουμε το θερμόμετρο 1) αντικρίζει το παρακάτω:



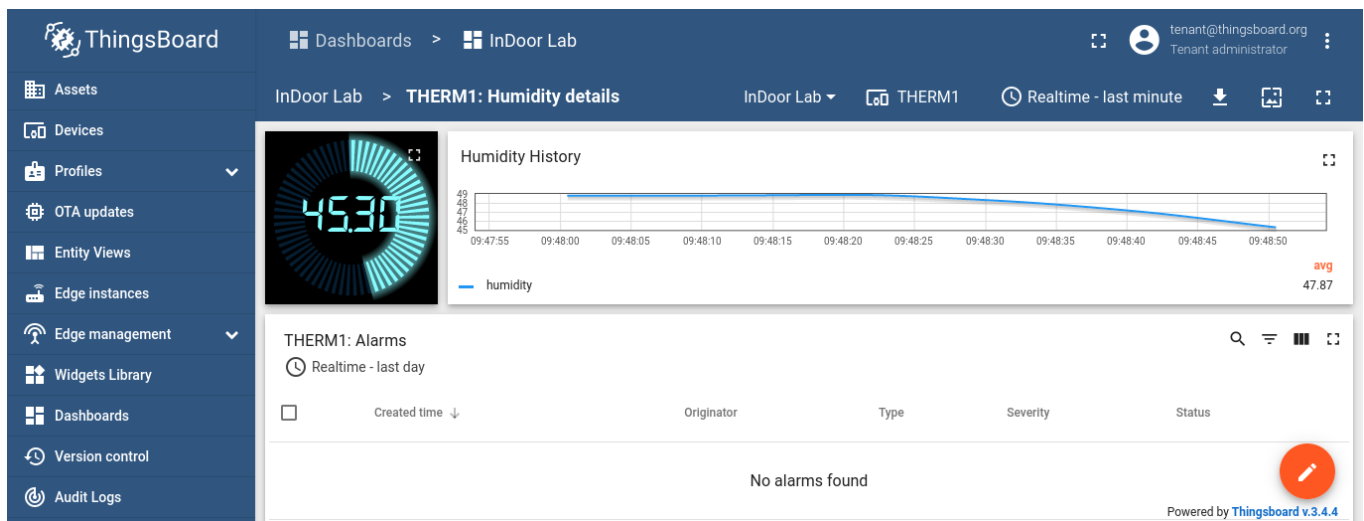
Παρουσιάζονται τα ίδια εικονίδια όπως και στο outdoor σενάριο.

Το τρίτο widget περιλαμβάνει την παρακάτω λίστα τιμών υγρασίας:

Humidity Meter			
Entity name ↑	Entity type	humidity	
THERM1	Device	48.82	
THERM2	Device	49.08	
THERM3	Device	45.33	
THERM4	Device	49.39	
THERM5	Device	46.79	
THERM6	Device	49.32	
THERM7	Device	49.06	

Items per page: 10 1 - 7 of 7 |< < > >|

Αν πατήσουμε πάνω σε κάποιο από τα θερμόμετρα, εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο:



Βλέπουμε πάνω αριστερά ένα μετρητή που δείχνει την τρέχουσα τιμή υγρασίας, δεξιά παρουσιάζεται το ιστορικό των τιμών που μετρήθηκαν για την υγρασία και κάτω από όλα υπάρχει ένα τμήμα που θα δείχνει αν κάποιο θερμόμετρο έχει στείλει alarm λόγω υψηλής υγρασίας και θερμοκρασίας.