



Παρατηρητήριο ελέγχου ΗΜ Ακτινοβολίας
στην Περιφέρεια ΠελοποΝνήσου για Δίκτυα
κινητής τηλεφΩνίας έως και 5G με
πΡοτεραιότητα στην προστΑσία του πολίτη

ΗΜΕΡΙΔΑ ΠΑΝΔΩΡΑ

27 Σεπτεμβρίου 2024



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNESE



WMC LAB



ΠΑΝΔΩΡΑ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΗΜΕΡΙΔΑΣ

- Εισαγωγή, Γ. Αθανασιάδου Αναπλ. Καθηγήτρια, Αναπλ. ΕΥ ΠΑΝΔΩΡΑ
- Στοιχεία του έργου, Γ. Τσούλος, Καθηγητής, ΕΥ ΠΑΝΔΩΡΑ
- Αποτελέσματα του έργου, Δρ Δ. Ζαρμπούτη, ΕΔΙΠ
- Μετα-ΠΑΝΔΩΡΑ εποχή, Γ. Τσούλος, Καθηγητής, ΕΥ ΠΑΝΔΩΡΑ
- Demonstrations, Π. Παπαδόπουλος, Β. Τσούλος, Ν. Χριστόπουλος, Γ. Νικητόπουλος, Α. Χριστόπουλος



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Ευρωπαϊκή Ανάπτυξη για Όλους



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNESE



WMC LAB



ΠΑΝΔΩΡΑ

Εργαστήριο Ασυρμάτων και Κινητών Επικοινωνιών

wmclab.uop.gr

Menu

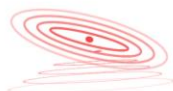
- HOME PAGE
- PEOPLE
- PROJECTS
- PUBLICATIONS
- NEWS
- LAB NEWS
- PANDORA NEWS
- GALLERY

Recent news

23 August 2024
New publication: Empirical analysis of 5G deployments: A comparative assessment of network performance with 4G

22 Ιουλίου 2024
Ορίστηκαν φοιτητές του ΠΑΝΔΩΡΑ

02 July 2024
Our WSN Solution for the Synergies Project



Wireless and Mobile Communications Lab

ACADEMIC RESEARCH WITH INDUSTRIAL APPLICATION



Welcome to the Wireless and Mobile Communications Research Group. Established in 2002, our lab pioneers advanced systems that integrate smart antennas and sophisticated ray tracing propagation modeling—a legacy that traces back to our involvement in European R&D projects since the early 1990s.

Our current **focus** extends to cutting-edge research in 5G-6G technologies, propagation, electromagnetic field (EMF), system measurements, and the development of smart wireless networks that utilize sensors and drones. These networks support applications across diverse sectors such as smart cities, energy, environmental monitoring, and agriculture.

Our facility is **equipped** with state of the art wireless network and system measurement tools, EMF testing equipment, and multiple drones, enabling us to support all research and development activities.

The lab consists of faculty **members** who are not only prolific in their field — authoring two books, 15 book chapters, and 275 international publications — but are also highly recognized with 18 patents and over 8,640 citations. Our faculty rank among the top 2% of scientists worldwide and include the Executive Director of the 6G Smart Networks and Services Industry Association (6G-IA), highlighting our influential role in shaping the future of telecommunications.

➔ **Join us** as we continue to push the boundaries of wireless and mobile communications research, driving innovations that pave the way for a smarter, more connected world.



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης

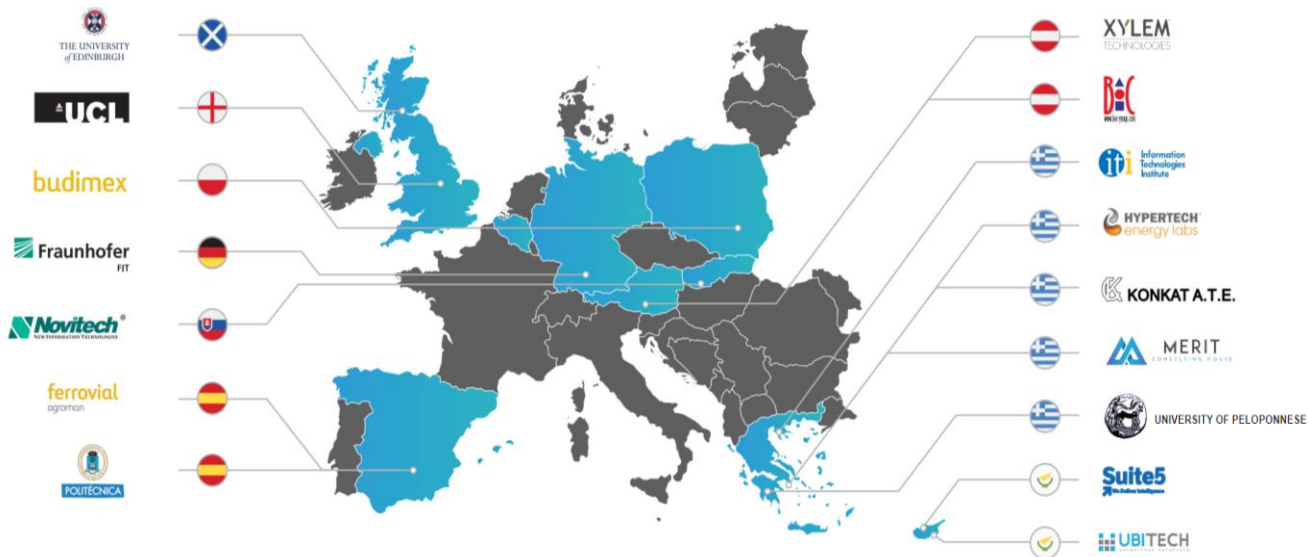


ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



Εργαστήριο Ασυρμάτων και Κινητών Επικοινωνιών

wmclab.uop.gr



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N° 820621.



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



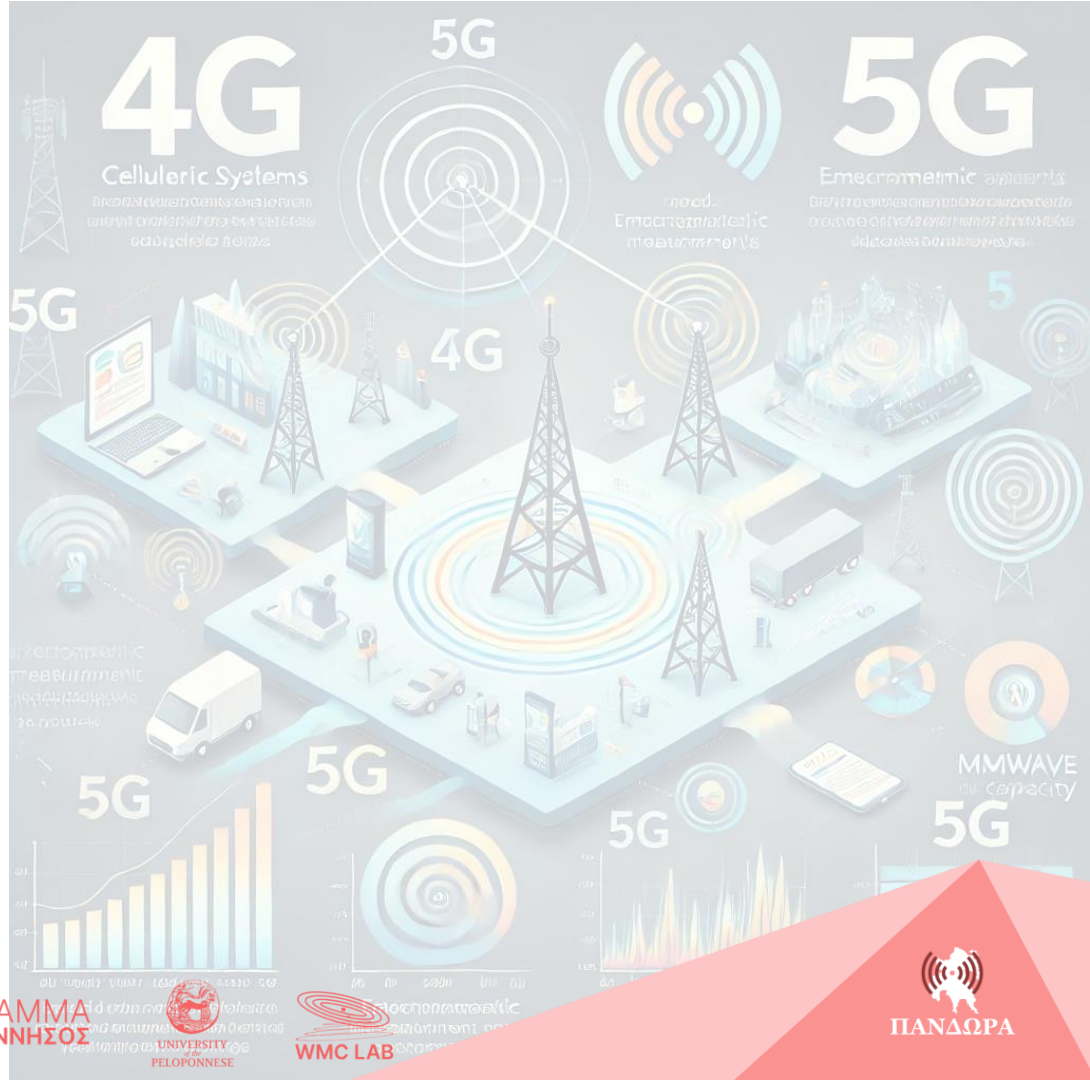
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



ΜΕΡΟΣ Α'

Στοιχεία του Έργου

Γ. Τσούλος
Καθηγητής, ΕΥ ΠΑΝΔΩΡΑ



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



Στοιχεία έργου

Φορέας Χρηματοδότησης

Περιφέρεια Πελοποννήσου
ΕΣΠΑ/ΕΠ «Πελοπόννησος»

Διάρκεια έργου

1^η Μαΐου 2021 έως
30 Νοεμβρίου 2024

Προϋπολογισμός

394.837,88 €

Φορέας Υλοποίησης

Ειδικός Λογαριασμός Κονδυλίων Έρευνας
Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

↳ Εργαστήριο Ασυρμάτων και Κινητών
Επικοινωνιών



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



Στόχοι & Καινοτομία του έργου

Στόχοι

- Πυλώνας 1
 - Αγορά ερευνητικού εξοπλισμού για την ανάπτυξη της απαραίτητης σύγχρονης υποδομής στο πλαίσιο ενός ανεξάρτητου, τοπικού παρατηρητήριου ΗΜ ακτινοβολίας
- Πυλώνας 2
 - Εκπαίδευση νέων ερευνητών στις σύγχρονες τεχνολογίες
- Πυλώνας 3
 - Πραγματοποίηση πρώτων μετρήσεων στην Περιφέρεια Πελοποννήσου

Καινοτομία

- Συνδυασμός δύο μετρητικών μεθοδολογιών: α) σε επίπεδο λειτουργίας ασύρματου δικτύου και β) εκπομπών ΗΜ ακτινοβολίας



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2021-2027
Ευρωπαϊκή Ανάπτυξη για Όλους



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNESE



WMC LAB



ΠΑΝΔΩΠΑ

Εξοπλισμός, Λειτουργία, Στατιστικά

Μετρήσεις συστημάτων κινητής τηλεφωνίας

Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας

- ✓ Φορητοί σταθμοί
- ✓ Σταθεροί σταθμοί

Μετρήσεις με Drones



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNISE



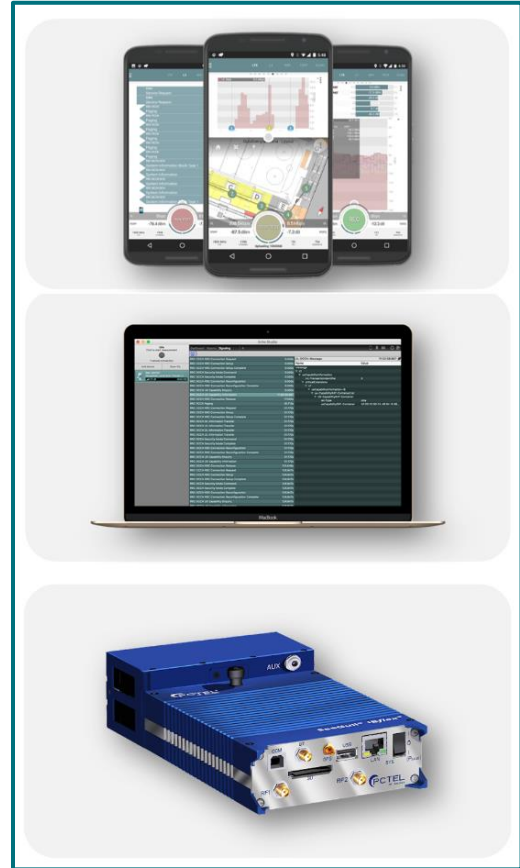
WMC LAB



ΙΑΝΑΔΟΠΑ

Μετρήσεις συστημάτων κινητής τηλεφωνίας

- Σύστημα **Echo** της εταιρίας **Enhancell** (Netscope Solutions)
- Το σύστημα περιλαμβάνει λογισμικό:
 - **Echo One** για τα διαφορετικά 5G smartphones
 - **Echo Measure** για μετρήσεις με τα κινητά
 - **Echo Cloud** για αποθήκευση των μετρήσεων
 - **Echo Studio** για την ανάλυση των δεδομένων



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



Μετρήσεις συστημάτων κινητής τηλεφωνίας

Setup & Training της Ομάδας Έργου



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNESOS



WMC LAB

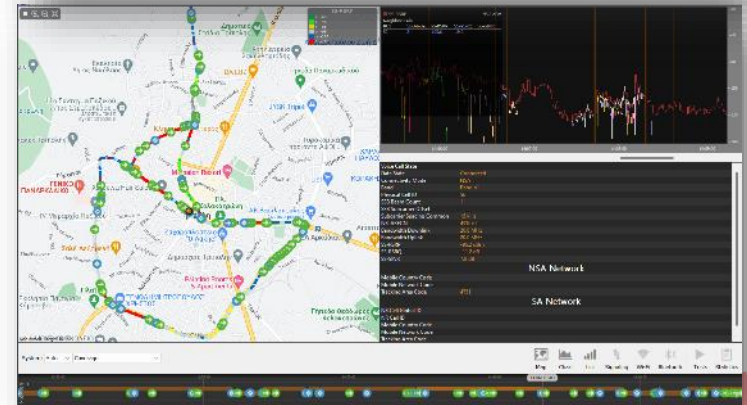


ΠΑΝΔΩΡΑ

Μετρήσεις συστημάτων κινητής τηλεφωνίας

Μεθοδολογία

- Κάρτες SIM στους 3 παρόχους κινητής τηλεφωνίας (Cosmote, Vodafone, Nova)
- Σταθερή τοποθέτηση στο ταμπλό αυτοκινήτου
- Διαδρομές σε
 - πόλεις (αστικό περιβάλλον)
 - εθνικές οδούς
- Συνεχείς μετρήσεις ποιότητας σήματος/δικτύου (ισχύς, παρεμβολές, ρυθμοί, καθυστερήσεις, κλπ)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNISE



WMC LAB



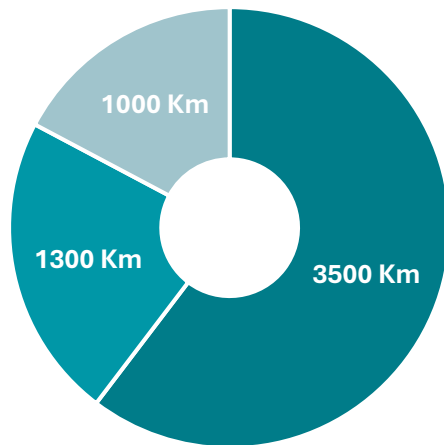
ΠΑΝΑΟΡΑ

Μετρήσεις συστημάτων κινητής τηλεφωνίας

Στατιστικά

Διάστημα: Φεβ-2022 έως Νοε-2023

Χιλιομετρικές αποστάσεις διαδρομών μετρήσεων



- Εθνικό δίκτυο Πελοποννήσου
- Εθνικό δίκτυο εκτός Πελοποννήσου
- Εντός πόλεων



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNISE



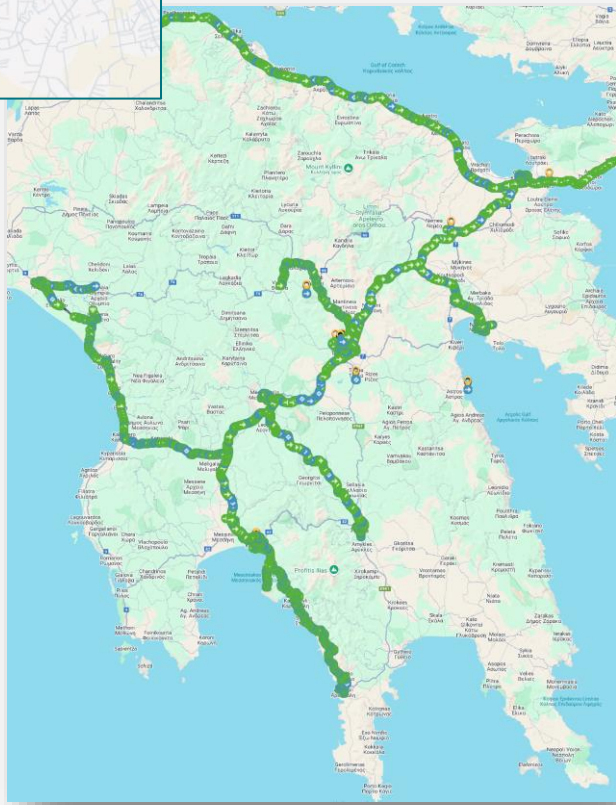
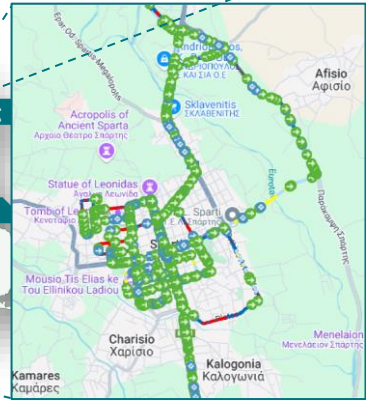
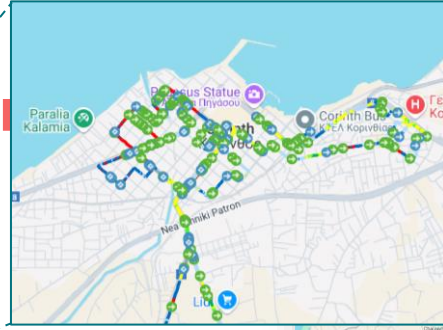
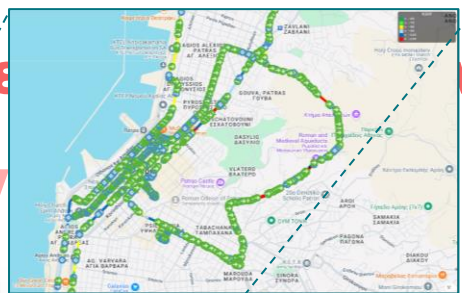
WMC LAB



ΠΑΝΑΛΦΑ

Μετρήσεις Πελοπόννησος

Πελοπόννησος



Πάτρα

Κόρινθος

Άργος

Τρίπολη

Ναύπλιο

Μεγαλόπολη

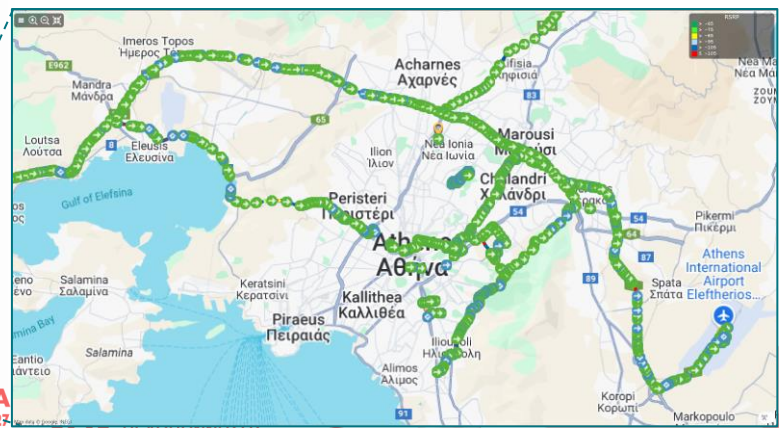
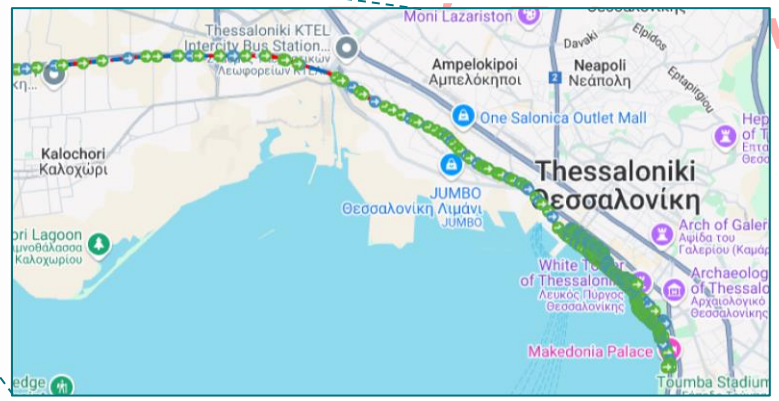
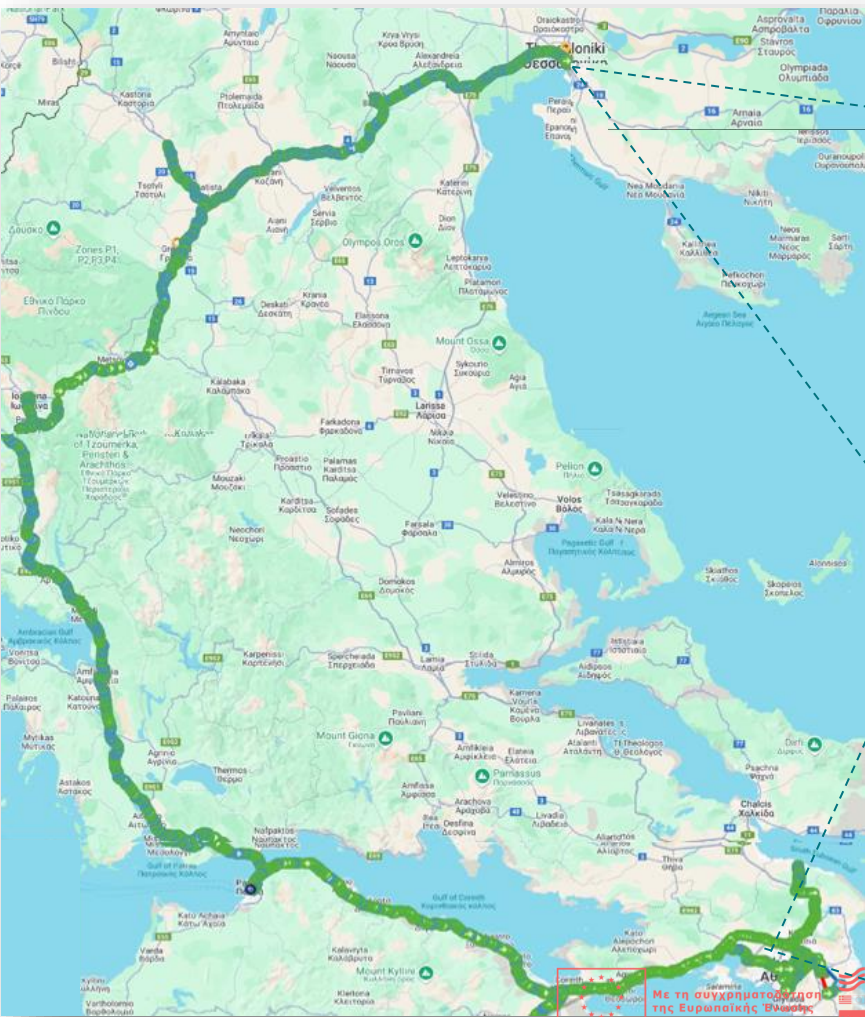
Σπάρτη

Καλαμάτα



Μετρήσεις συστημάτων κινητής τηλεφωνίας

θήσου



ΕΣΠΑ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης
2021-2027



Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας

Α. Φορητοί σταθμοί

- Δύο συχνοεπιλεκτικοί σταθμοί SRM-3006 της εταιρίας Narda (ACTA Ltd., Advanced Communications):
 - Συχνότητες λειτουργίας 9KHz-6GHz
 - Ένας SRM-3006 με δυνατότητα αποδιαμόρφωσης **4G και 5G**
 - Ένας SRM-3006 με δυνατότητα αποδιαμόρφωσης **4G**
 - Κεραίες 420MHz-6GHz
 - Λογισμικό για την διαμόρφωση, τον απαμακρυσμένο έλεγχο του εξοπλισμού και την επεξεργασία των δεδομένων



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNESE



WMC LAB



ΠΑΝΑΟΡΑ

Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας

Setup & Training της Ομάδας Έργου



Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας

Μεθοδολογία

Χειρότερο σενάριο

- Επιλογή θέσεων που υπάρχουν κεραιές κινητής σε κάθε πόλη
- Σημεία ενδιαφέροντος (π.χ. παιδικές χαρές)
- Επιλογή σημείων με οπτική επαφή
- Κατεύθυνση προς την κεραία
- Σκανάρισμα χωρικό για την εύρεση του χειρότερου σημείου
- Ταυτόχρονη χρήση **2 SRM 3006**
 - Στόχος 1: όλες οι εκπομπές 420 MHz - 6 GHz
 - Στόχος 2: οι εκπομπές των σταθμών βάσης της κινητής τηλεφωνίας
- Διάρκεια μέτρησης: 3 λεπτά



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2021-2027
Ευρωπαϊκή Κοινωνία για την Καινοτομία



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNISE



WMC LAB



ΠΑΝΑΟΡΠΑ

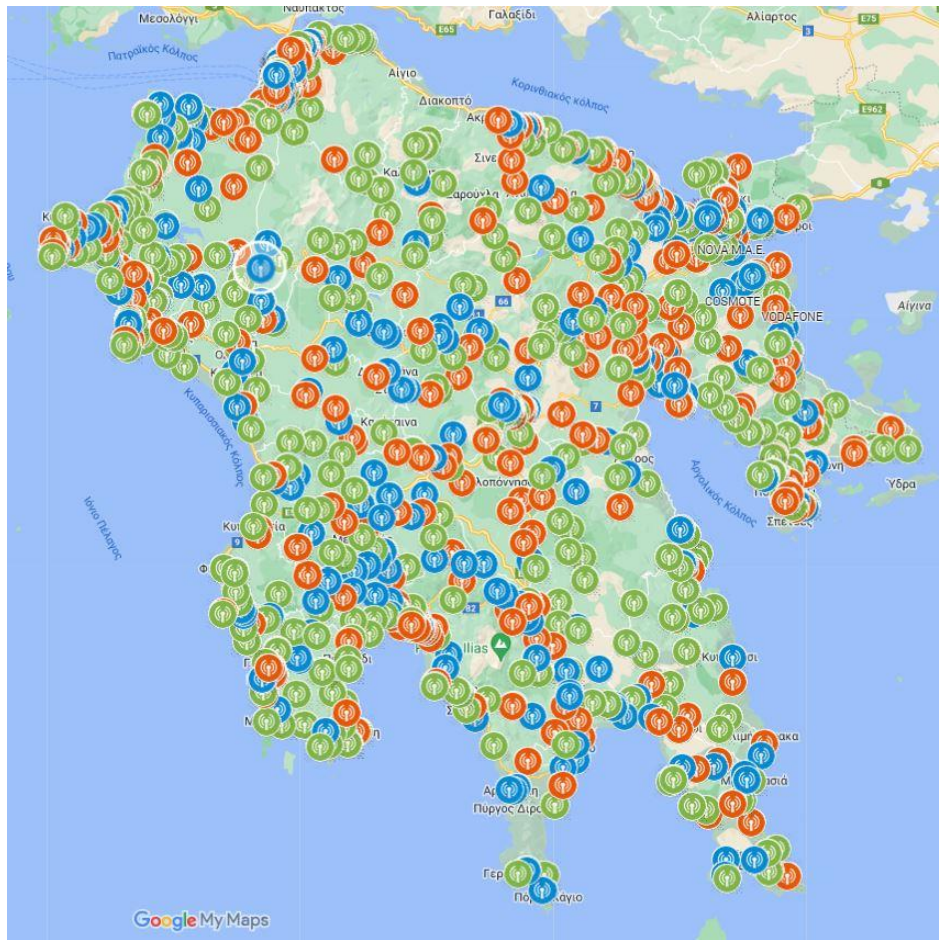
Κεραίες κινητής στην Περιφέρεια Πελοποννήσου

- Web εφαρμογή
- τοποθεσίες σταθμών βάσης
 - Cosmote/OTE
 - Vodafone
 - Nova
- Data από την EETT

https://bit.ly/pandora_ANTENNAS_map



ANTENNAS Map



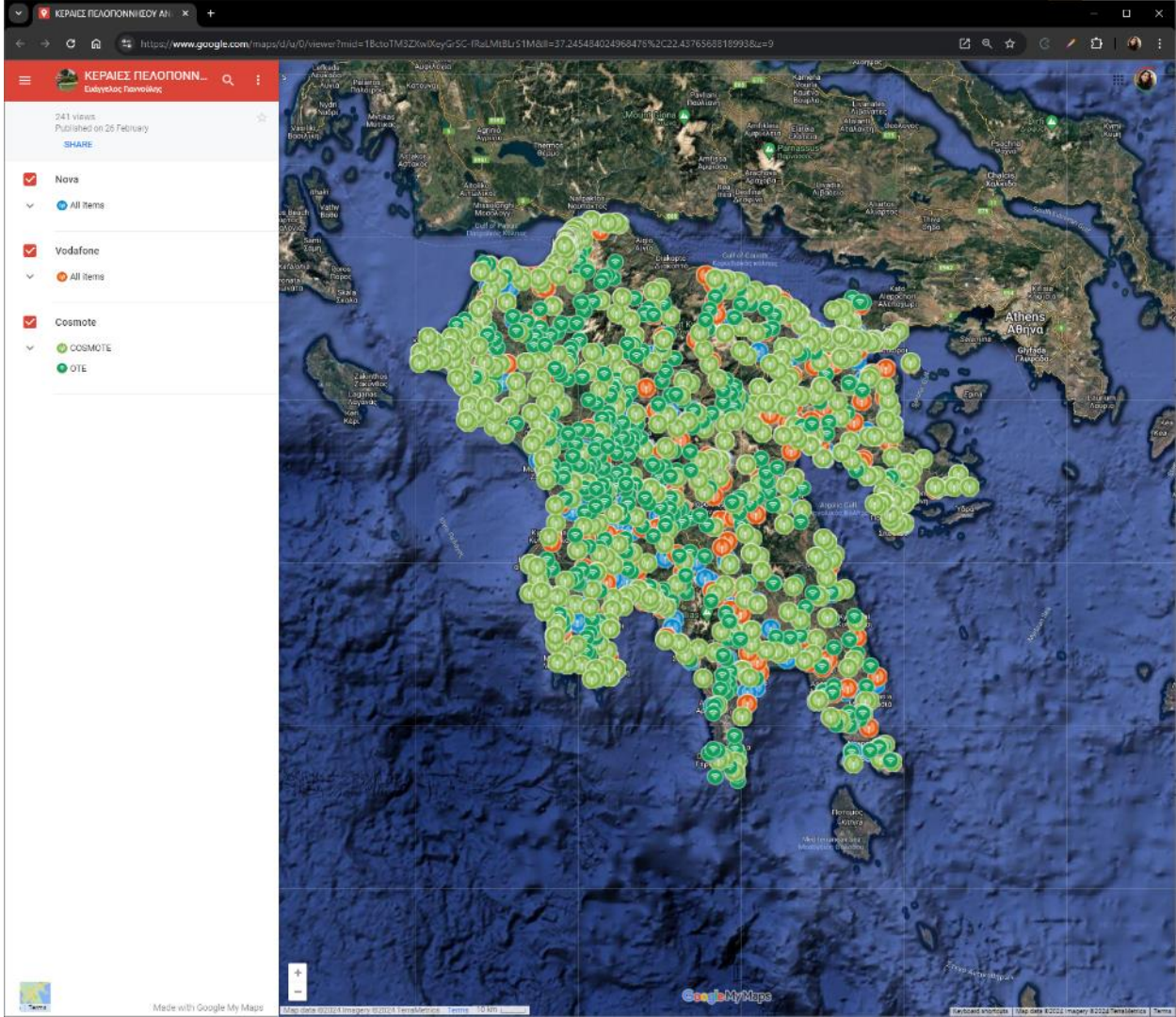
Κεραίες κινητής στην Περιφέρεια Πελοποννήσου

- Web εφαρμογή
- τοποθεσίες σταθμών βάσης
 - Cosmote/OTE
 - Vodafone
 - Nova
- Data από την EETT

https://bit.ly/pandora_ANTENNAS_map



ANTENNAS Map



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ

Κεραίες κινητής στην Περιφέρεια Πελοποννήσου

- Web εφαρμογή
- Εντοπισμός κεραιών κινητής τηλεφωνίας στην Περιφέρεια Πελοποννήσου **βάσει της τοποθεσίας του χρήστη**

https://bit.ly/cellular_antennas_peloponnese



Cellular Antennas App

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Χαρτογράφηση Σταθμών Βάσης και Φασματικής κατανομής των συστημάτων των Παρόχων Κινητής Τηλεφωνίας στην Ελλάδα.

ΠΜΣ Σύγχρονες Ασύρματες Επικοινωνίες

Location

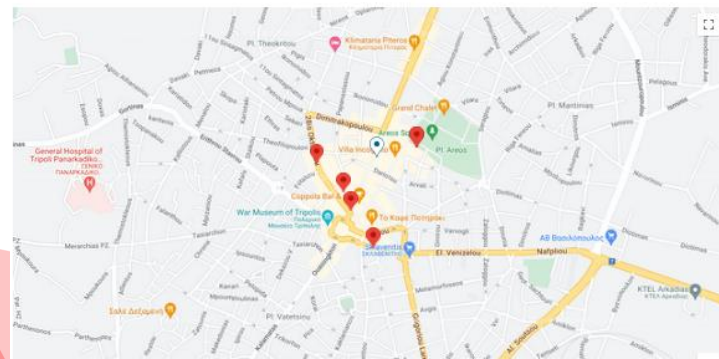
Latitude
37.51244811280333

Longitude
22.373738263713075

Number of Antennas
6

Search

#	Company	Legal	Address	Municipality	Latitude	Longitude	Distance (km)
1404597	CO2SMOTE	Δι/Νοση ΕΚΚΟΙΟ	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΡΕΩΣ	Τρίπολις	37.512778	22.375278	0.14
1149087	VOOAFONE	Δι/Νοση ΕΚΚΟΙΟ	Πλατεία Άρεως Τρίπολη	Τρίπολις	37.512778	22.375278	0.14
1200897	NOVA N.A.E.	Α.Βιοδοσημένη	ΜΑΛΙΑΡΟΠΟΛΙΟΥ 13	Τρίπολις	37.511389	22.3725	0.16
1405108	CO2SMOTE	Α.Βιοδοσημένη	ΚΤΙΡΙΟ ΟΤΕ ΑΦΤΑΚΟΥ & 28ης ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ (ΠΡΟΧΗ ΑΓ. ΒΑΡΒΑΡΑΣ)	Τρίπολις	37.51269669054355	22.37147099539402	0.20
1105720	VOOAFONE	Α.Βιοδοσημένη	ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ 4 & KENNEDY	Τρίπολις	37.510833	22.372778	0.20
1405782	CO2SMOTE	Δι/Νοση ΕΚΚΟΙΟ	ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ ΓΕΡΜΑΝΟΣ ΒΑΣΙΛΕΩΣ ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α'	Τρίπολις	37.509722	22.373611	0.30



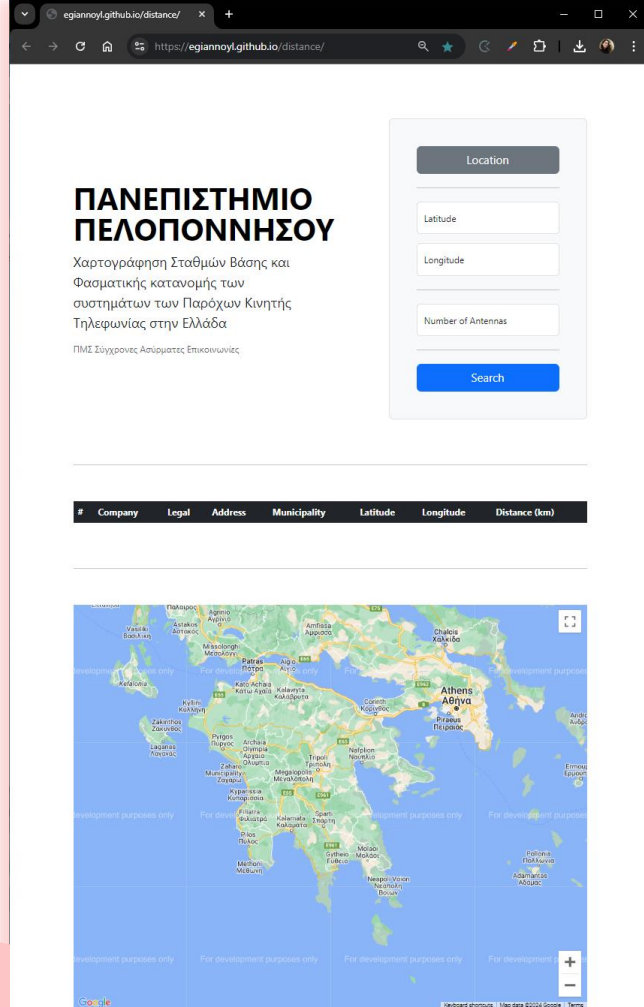
Κεραίες κινητής στην Περιφέρεια Πελοποννήσου

- Web εφαρμογή
- Εντοπισμός κεραιών κινητής τηλεφωνίας στην Περιφέρεια Πελοποννήσου **βάσει της τοποθεσίας του χρήστη**

https://bit.ly/cellular_antennas_peloponnese



Cellular Antennas App



Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας

Στατιστικά πόλεων

- Μετρήσεις σε **7 πόλεις** της Περιφέρειας Πελοποννήσου
- Άργος, Καλαμάτα, Κόρινθος, Μεγαλόπολη, Ναύπλιο, Σπάρτη, Τρίπολη

Πόλη	Πληθυσμός ($\times 10^3$)	Πλήθος Κεραιών ανά πάροχο		
		Πάροχος Α	Πάροχος Β	Πάροχος Γ
Άργος	40.0	26	23	12
Καλαμάτα	72.9	25	30	24
Κόρινθος	55.9	49	44	45
Μεγαλόπολη	8.8	8	9	10
Ναύπλιο	32.6	17	13	17
Σπάρτη	32.8	17	19	15
Τρίπολη	44.1	39	28	20



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
OF
PELOPONNESE



WMC LAB



ΠΑΝΑΟΡΑ

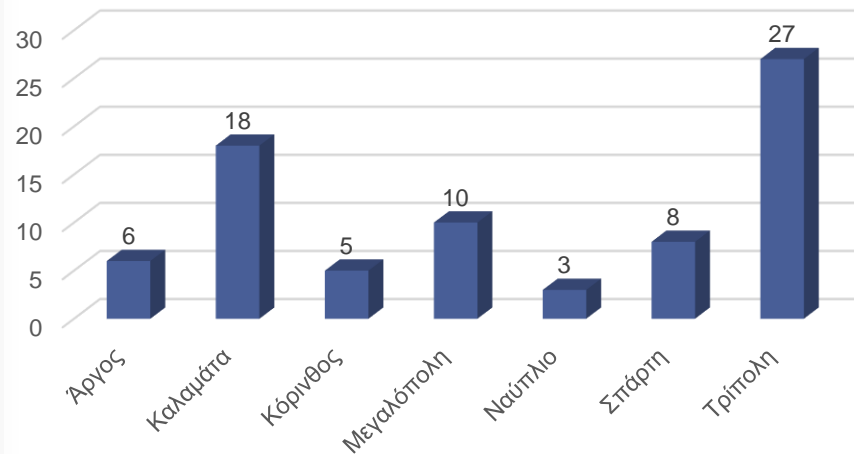
Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας

Στατιστικά Μετρήσεων: Πλήθος



Σύνολο 77 μετρήσεις
εδάφους

Πλήθος μετρήσεων ανά πόλη



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2021-2027
Επένδυση Ανθρώπου για την Ελλάδα



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNESSE



WMC LAB



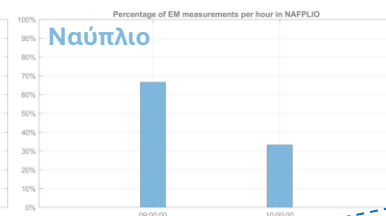
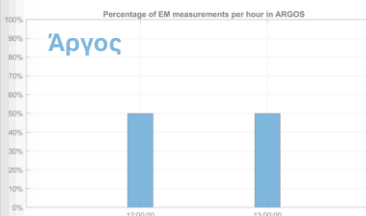
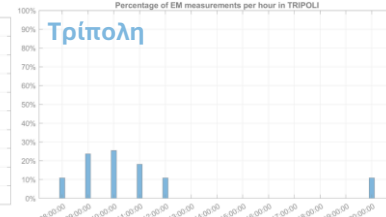
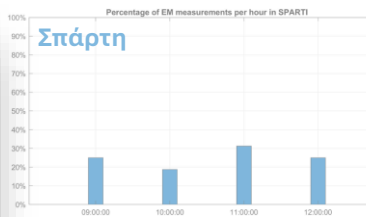
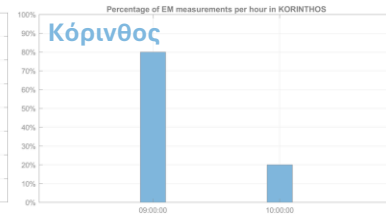
ΠΑΝΑΟΡΑ

Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας

Στατιστικά Μετρήσεων: Ώρα μέσα στη μέρα

Ποσοστό μετρήσεων ανά ώρα

Περιφέρεια Πελοποννήσου



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY OF PELOPONNOSSE



WMC LAB



ΠΑΝΑΛΦΑ

Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας

- τοποθεσίες
- φωτογραφίες
- μέτρηση ανά συχνοτική μπάντα

https://bit.ly/pandora_EM_map



EM Map

ΠΑΝΔΩΡΑ - Σημεία ε...
PANDORA Project

Σημεία στα οποία πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις πεδίου στο πλαίσιο του έργου ΠΑΝΔΩΡΑ. Σε κάθε σημείο μετρήσης 664 views
Published on 4 September

ΤΡΙΠΟΛΗ

- Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών
- εΠΠΕ Τριπόλης (The Mart)
- 1ο Δημοτικό Σχολείο Τριπόλης
- 28ης Οκτωβρίου
- ... 31 more

ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ

- Αρχαίο Θέατρο (1ο σημείο)
- Αρχαίο Θέατρο (2ο σημείο)
- Αρχαίο Θέατρο (3ο σημείο)
- Αρχαίο Θέατρο (4ο σημείο)
- ... 6 more

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

- Πνευματικό Κέντρο Καλαμάτας
- Εκδοχείο Horizonθλι
- Ιστορικό Δημαρχείο Καλαμάτας
- Καλαμάτα Κεντρική Πλατεία Κατάστημα Ν...
- ... 16 more

ΝΑΥΠΛΙΟ

- Ναύλιο Κατάστημα Cosmote(1ο σημείο)
- Ναύλιο - Βουλευτικό
- Ναύλιο Κατάστημα Cosmote(2ο σημείο)

ΑΡΓΟΣ

- 1ο Δημοτικό Σχολείο Αργούς
- Αργός Κατάστημα Cosmote(1ο σημείο)
- Αργός Κατάστημα Cosmote(2ο σημείο)
- Αργός Κατάστημα Cosmote(3ο σημείο)
- Αργός - Καποδιστρίου και Αγίου Κωνσταντί...
- Αργός - Τημένους και Ηρώδοτου

ΚΟΡΙΝΘΟΣ

- Κόρινθος Αδειμανόου 57Α
- Κόρινθος Κολοκοστράνη 37
- Κόρινθος Κατάστημα Hellenic Centre



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ

Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας

Β. Σταθεροί σταθμοί

- Σταθμός AMS-8061
 - Συχνοεπιλεκτικές μετρήσεις 100KHz-6GHz, έως 20 διαφορετικές μπάντες
- Σταθμός AMB-8059
 - Ευρυζωνικές μετρήσεις 100KHz-7GHz & Συχνοεπιλεκτικές 900 MHz, 1800 MHz, 2100MHz
 - Ευρυζωνικές μετρήσεις 300KHz-40GHz
- Οι σταθμοί διαθέτουν:
 - φωτοβολταϊκά πάνελ για αυτονομία
 - σύστημα μετάδοσης δεδομένων μέσω κινητής



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNISE



WMC LAB



ΠΑΝΟΠΛΙΑ

Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας

Setup & Training της Ομάδας Έργου



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNESOS



WMC LAB

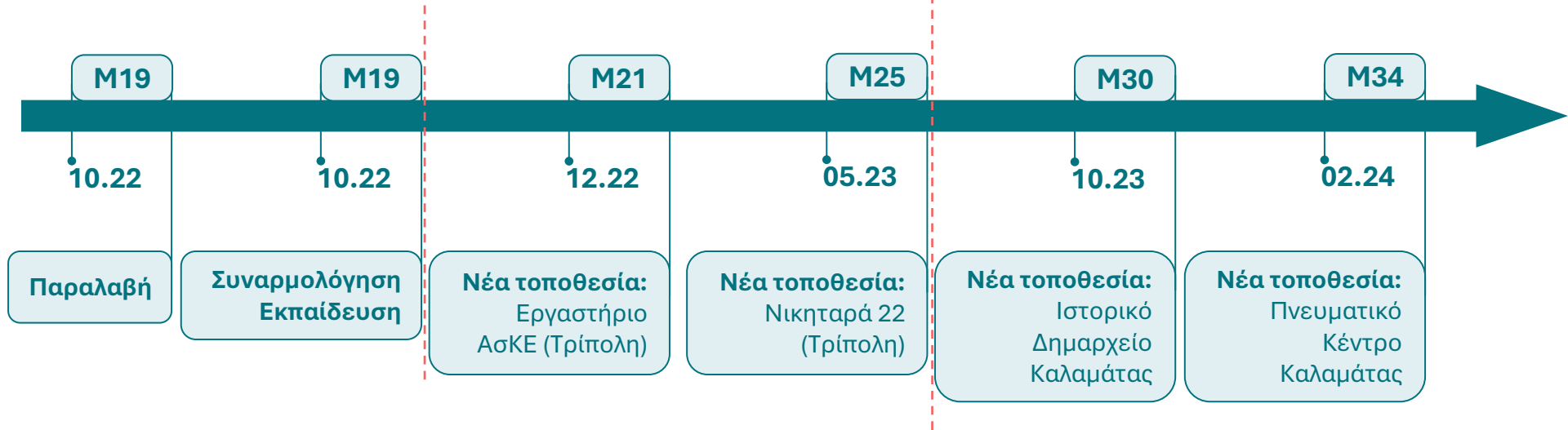


ΠΑΝΔΩΡΑ

Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας AMB-8059 & AMS-8061

Δοκιμαστική λειτουργία & Troubleshooting

Κανονική λειτουργία



Ο AMS-8061 βρίσκεται στο Εργαστήριο Ασυρμάτων και Κινητών Επικοινωνιών όλο το αντίστοιχο διάστημα



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ 2021-2027



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY OF PELLOPONNISE



WMC LAB



ΠΑΝΑΟΡΑ

Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας (Σταθεροί μετρητές)

- 2 σταθεροί μετρητές (8059 και 8061)
- μετρήσεις
 - χωρίς επεξεργασία
 - ανά εβδομάδα
 - ανά συχνοτική μπάντα
 - μέγιστη τιμή, rms τιμή

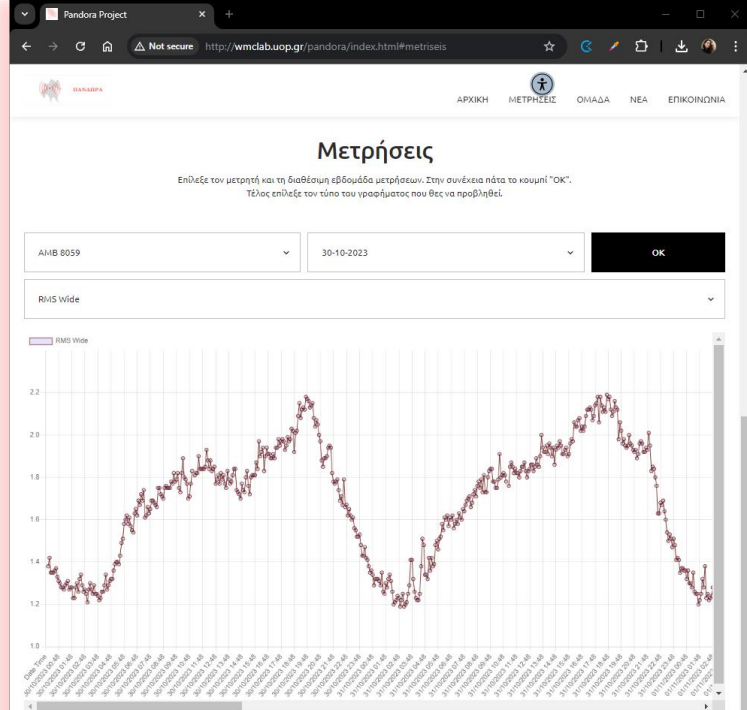
https://bit.ly/pandora_8059_8061_measurements



8059_8061_Measurements



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Στοιχεία του έργου

Τίτλος έργου

Παραμετρικό έλεγχο Η/Μ Ακτινοβολίας στην Περιφέρεια Πελοποννήσου για Δίκτυα κινητής τηλεφωνίας έως και 5G με προτεραιότητα την προστασία του πολίτη.

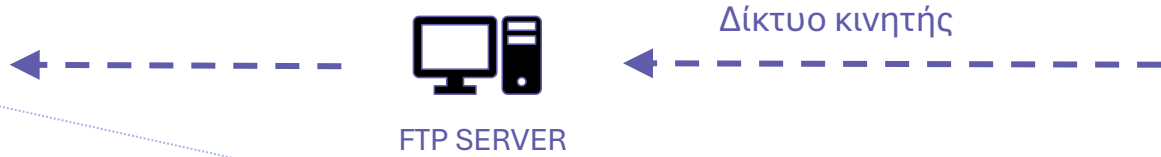
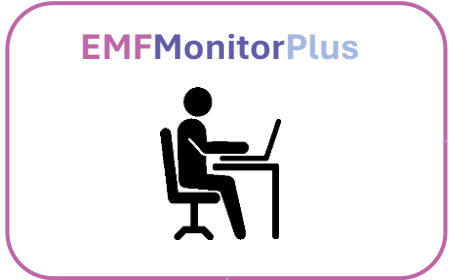
Άξονας προτεραιότητας

Φορέας Χρηματοδότησης

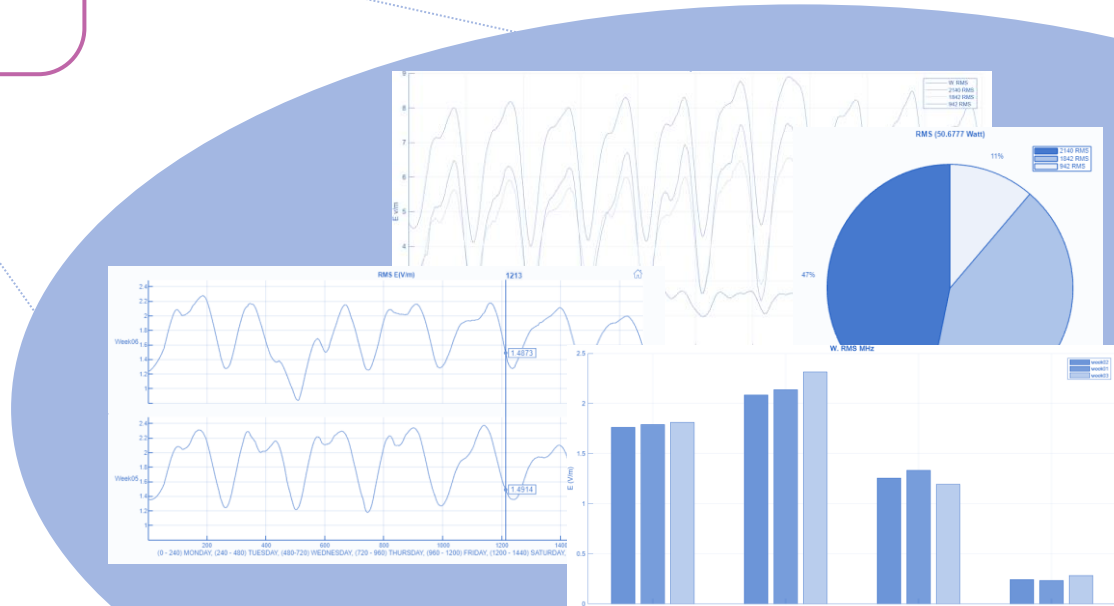
Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας

AMB-8059 & AMS-8061

EMFMonitorPlus



Σύνδεση μόνο εντός του δικτύου του ΠαΠελ (ή με VPN)



- Διαγράμματα ως προς το χρόνο
- Πίτες
- Ραβδογράμματα
- Διαγράμματα σύγκρισης

Μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας AMB-8059 & AMS-8061

EMFMonitorPlus



- Standalone Desktop εφαρμογή
- Στόχος
 - Αποθήκευση
 - Επεξεργασία
 - Οπτικοποίηση

των μετρήσεων των σταθερών

- Υλοποίηση σε Matlab

The screenshot shows a software window titled 'WMCLAB APP' with a red header bar labeled 'FILTER'. The window is divided into several sections: 'Station' with a dropdown menu showing '8061', '8061', and '8059S'; 'Range' with 'From' and 'To' date pickers; 'Average' with a dropdown menu set to 'default'; 'Metrics' with a list of checkboxes for 'Bands', 'Calculations', 'Extras', and 'Yaxes'; and 'Data Process' with two dropdown menus, both set to 'default'. At the bottom, there are 'CANCEL' and 'APPLY' buttons.

Μετρήσεις με Drones

- Haemus Skylle 1550 industrial hexacopter
- Max φορτίο 10 kg
- Ταχύτητα έως 15 m/s
- Max διάρκεια πτήσης 75 λεπτά
- Max ακτίνα πτήσης 10 km
- Cube Orange autopilot για αυτόνομη πτήση και τηλεμετρία
- Επίγειος σταθμός με λογισμικό Mission Planner και ανεξάρτητο πομπό



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
OF
PELOPONNESE



WMC LAB



ΠΑΝΔΩΡΑ

Μετρήσεις με Drones

Setup & Training της Ομάδας Έργου



- 4 μέλη της ομάδας εκπαιδεύτηκαν και απέκτησαν πιστοποιητικό επάρκειας χειριστή για κατηγορίες A1/A2/A3



Μετρήσεις με Drones

Μεθοδολογία - Στατιστικά

- Συστημάτων Κινητής Τηλεφωνίας
 - Με 3 Echo smartphones πάνω στο drone
 - Ταυτόχρονες μετρήσεις και για τα τρία δίκτυα κινητής
- ΗΜ ακτινοβολίας
 - με SRM 3006 πάνω στο drone
- Διαγράμμα ακτινοβολίας κεραίας
- Ταυτόχρονες μετρήσεις και με τα 2 drones



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης





George Tsoulos
Professor



Georgia Athanasiadou
Associate Professor



Dimitra Zarbouti
Lab Teaching Staff, PhD



Dimitris Kontaxis
PostDoc Researcher



Kostas Angelopoulos
Lab Teaching Staff, PhD



George Nikitopoulos
Undergrad Student



Nikos Christopoulos
Undergrad Student



Athanasios Papakondylis
Undergrad Student



Thanasis Christopoulos
Undergrad Student



Theofylaktos Koufosotiris
MSc student

Η ομάδα του ΠΑΝΔΩΡΑ



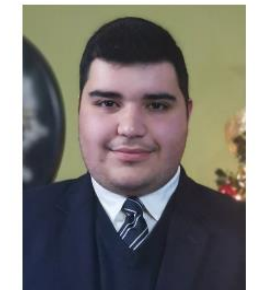
Nikos Chaloulacos
Undergrad Student



George Papadopoulos
Undergrad Student



Vassilis Tsoulos
Undergrad Student



Panagiotis Papadopoulos
Undergrad Student



Eyaggelos Giannoulis
MSc student



Sotirios Tsakalidis
Postgrad Researcher



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΜΕΡΟΣ Β'

Αποτελέσματα έργου

Δήμητρα Ζαρμπούτη (Δρ.)
ΕΔΙΠ



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY OF
PELOPONNESSE



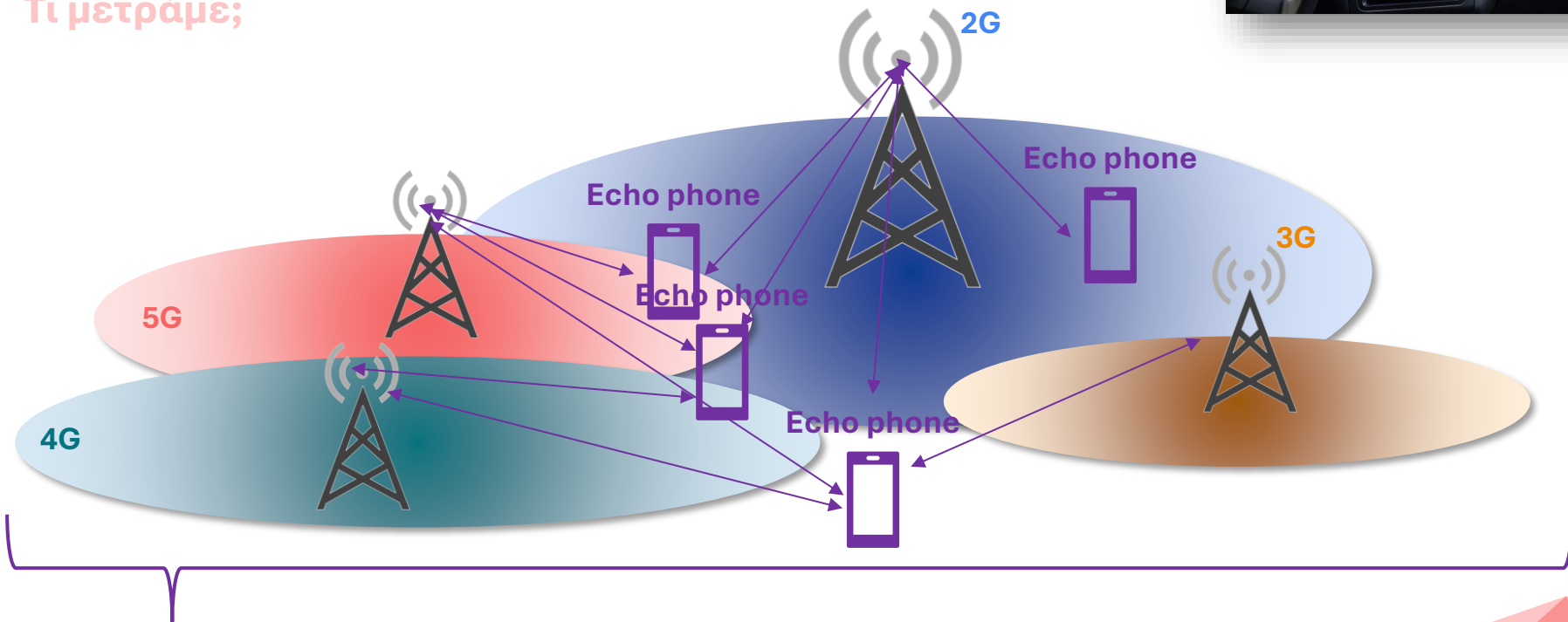
WMC LAB



ΠΑΝΔΩΡΑ

Αποτελέσματα μετρήσεων συστήματος (Echo)

Τι μετράμε;



Ταυτόχρονη μέτρηση από όλα τα συστήματα και όλους του σταθμούς βάσης που συνδέται

Αποτελέσματα μετρήσεων συστήματος (Echo)

Διαφορετικά περιβάλλοντα



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



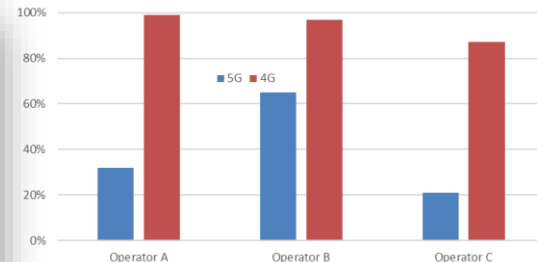
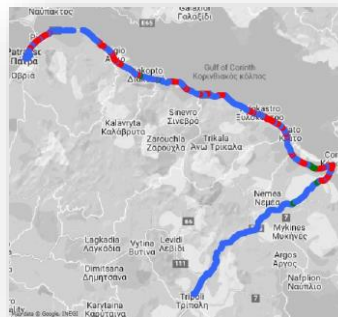
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNΗΣΟΣ



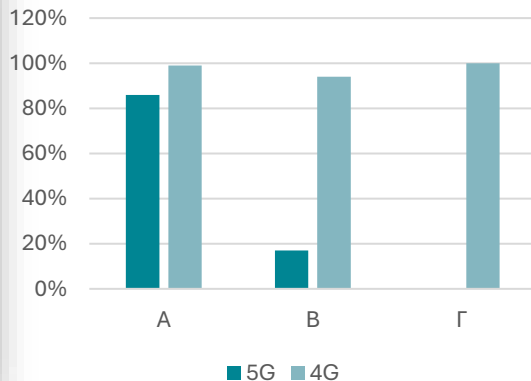
Εθνικές οδοί: Πάτρα Τρίπολη



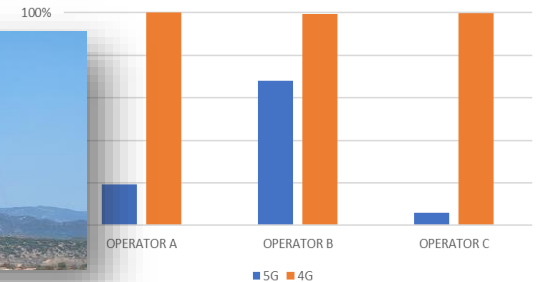
Αστικό περιβάλλον: Τρίπολη



Διαθεσιμότητα



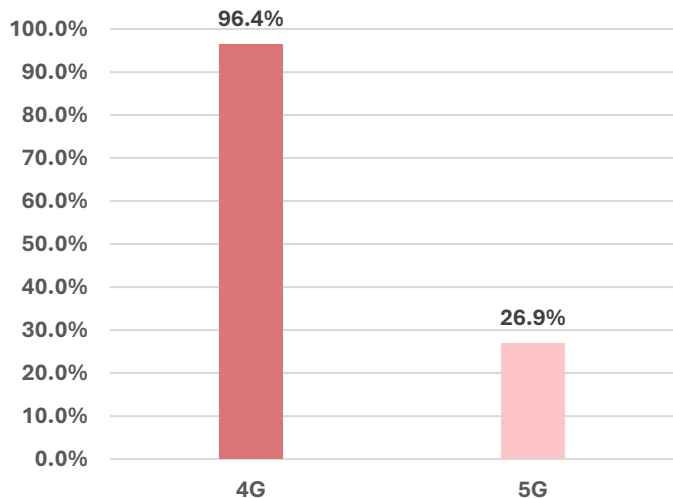
Στον αέρα (Αρκαδία)



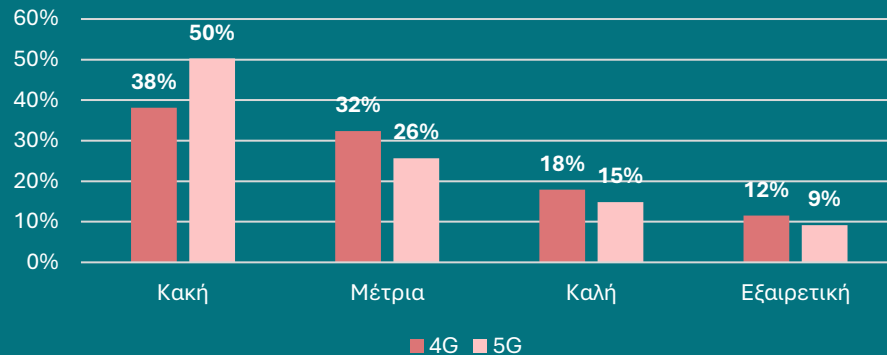
Αποτελέσματα μετρήσεων συστήματος (Echo)

Συνολικά για την Περιφέρεια Πελοποννήσου

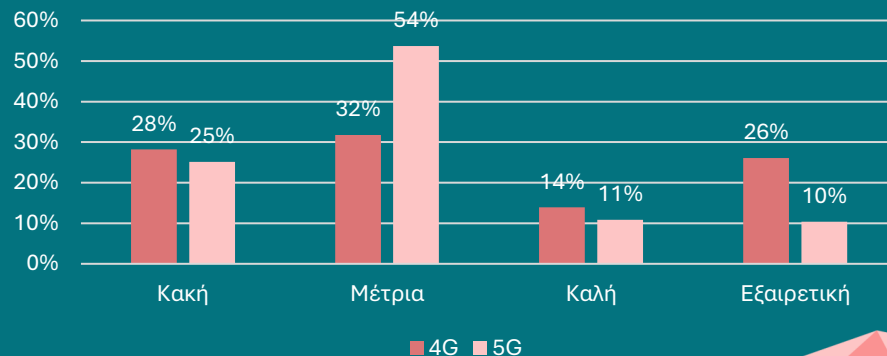
Διαθεσιμότητα συστήματος



Ποιότητα σήματος (ισχύς)



Ποιότητα υπηρεσίας (SINR)



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY OF PELOPONNISE



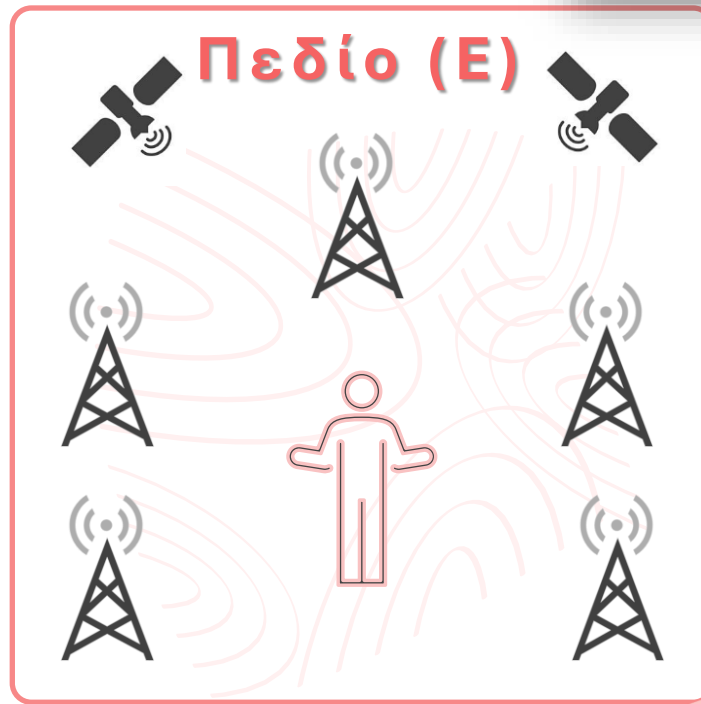
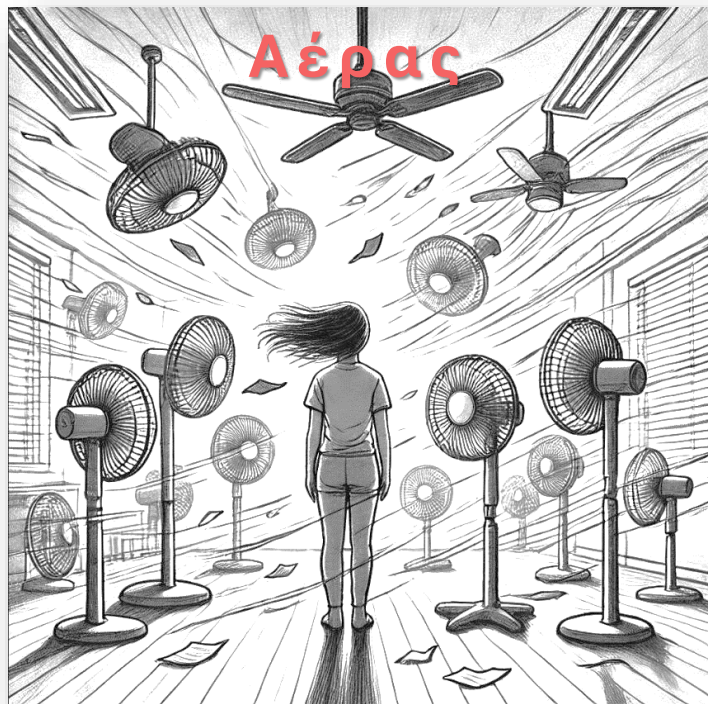
WMC LAB



ΠΑΝΔΩΡΑ

Αποτελέσματα μετρήσεων ΗΜ ακτινοβολίας (SRM)

Τι μετράμε;



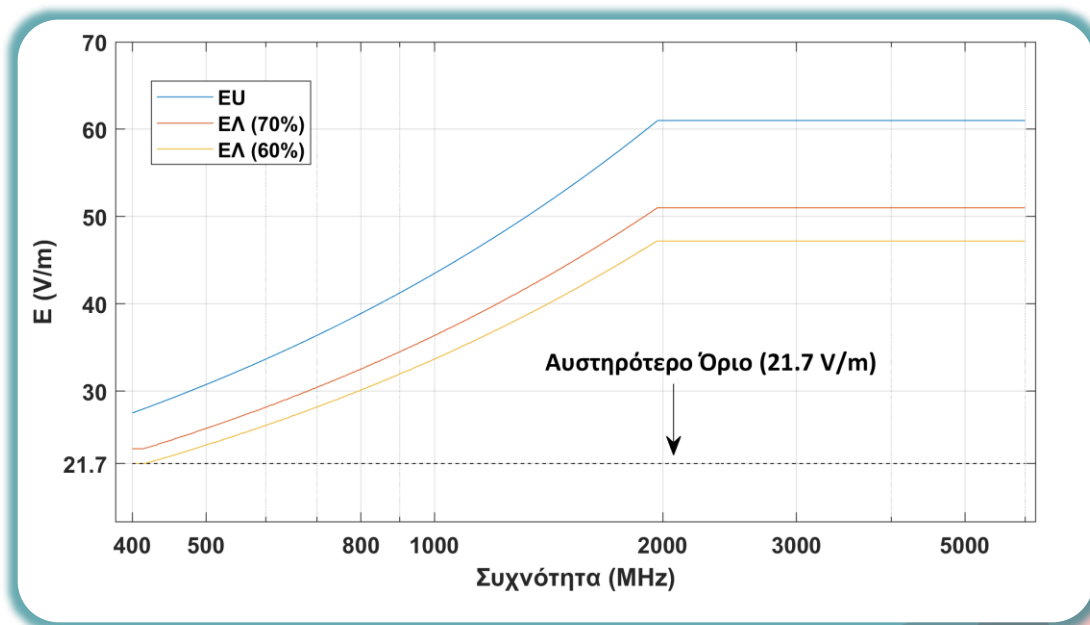
Αποτελέσματα μετρήσεων ΗΜ ακτινοβολίας (SRM)

Όρια ασφαλείας

- ICNIRP (1998)
- Ευρωπαϊκή Ένωση (1999)
- Ελλάδα (2000)
- Ελλάδα, επιπλέον μείωση των ορίων (τελ. 2019)
 - συντελεστές μείωσης 70% για το γενικό πληθυσμό
 - και 60% για περιοχές με ευαίσθητο πληθυσμό
- Αφορούν το E
- Είναι συχνοεξαρτώμενα

Παράδειγμα

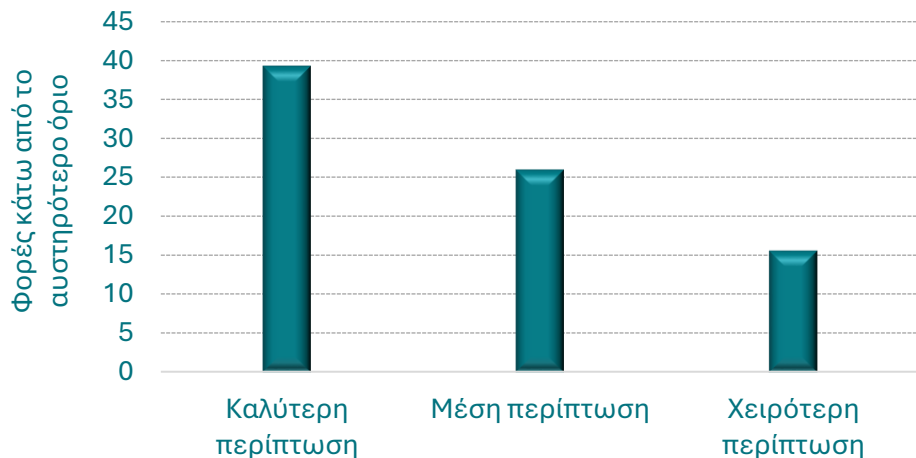
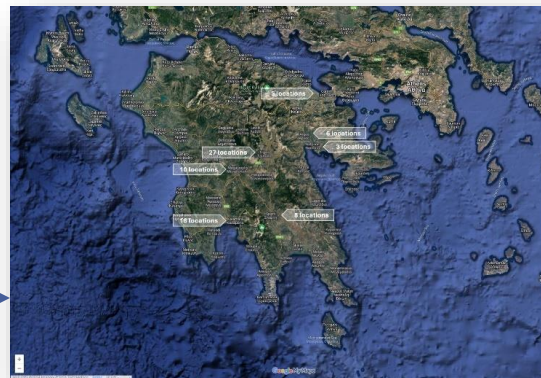
	ΕΥ	ΕΛ (70%)	ΕΛ (60%)
700 MHz	36.4	30.4	28.2
800 MHz	38.9	30.1	32.5



Αποτελέσματα μετρήσεων ΗΜ ακτινοβολίας (SRM)

Συνολικά για την Περιφέρεια
Πελοποννήσου

Σύνολο
77 μετρήσεις
εδάφους σε 7 πόλεις



- Ταυτόχρονη επεξεργασία του συνόλου των μετρήσεων
- Υπολογισμός χωρικού μέσου όρου
- Στη διάρκεια της τρίλεπτης μέτρησης, υπάρχουν αυξομειώσεις
 - Το όργανο καταγράφει την ελάχιστη, τη μέση και την μέγιστη τιμή που μετρήθηκε
 - Η καλύτερη/χειρότερη περίπτωση βασίζεται στην ελάχιστη/μέγιστη τιμή
 - Ενώ η μέση περίπτωση προκύπτει από το (χρονικό) μέσο όρο των τιμών που μετρήθηκαν



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



Αποτελέσματα μετρήσεων ΗΜ ακτινοβολίας (SRM)

Συνολικά για την Περιφέρεια
Πελοποννήσου



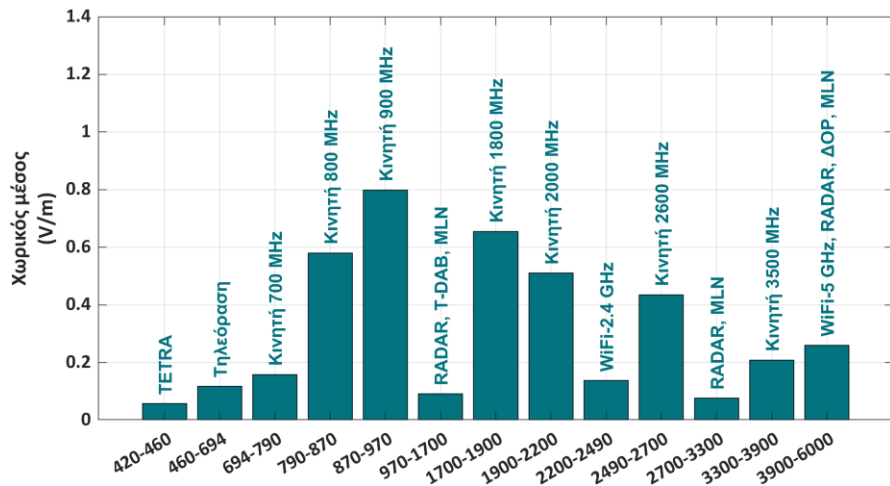
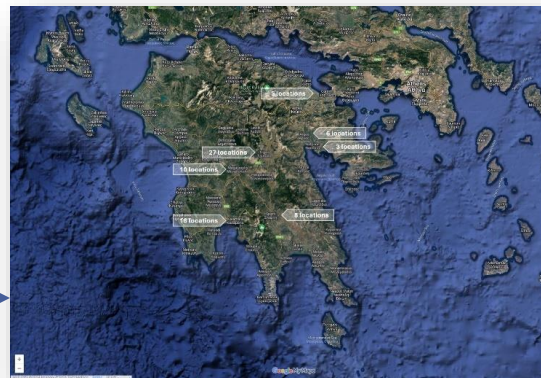
Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



Σύνολο
77 μετρήσεις
εδάφους σε 7 πόλεις



Συχνότητα
(MHz)

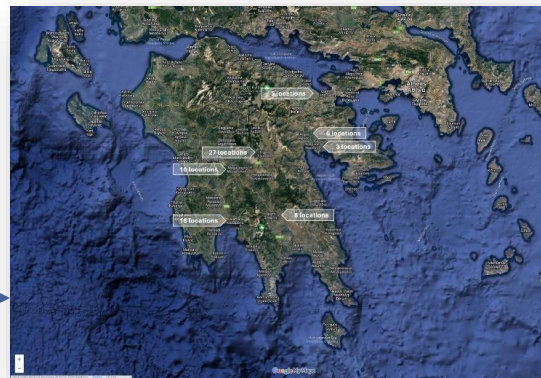
Υπηρεσία/Δίκτυο

420-460	TETRA
460-694	Τηλεόραση (UHF-TV, DVB-T)
694-790	Κινητή στα 700 MHz
790-870	Κινητή στα 800 MHz
870-970	Κινητή στα 900 MHz
970-1700	RADAR, Μικροκυματικά δίκτυα
1700-1900	Κινητή στα 1800 MHz
1900-2200	Κινητή στα 2000 MHz
2200-2490	WiFi-2.4 GHz
2490-2700	Κινητή στα 2600 MHz
2700-3300	RADAR, Μικροκυματικά δίκτυα
3300-3900	Κινητή στα 3500 MHz
3900-6000	WiFi-5 GHz, RADAR, Δορυφορικά και μικροκυματικά δίκτυα

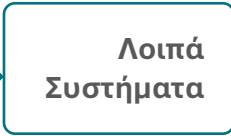
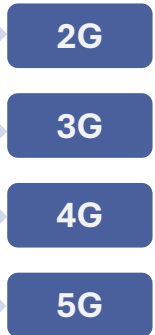
Αποτελέσματα μετρήσεων ΗΜ ακτινοβολίας (SRM)

Συνολικά για την Περιφέρεια Πελοποννήσου

Σύνολο
77 μετρήσεις
εδάφους σε 7 πόλεις



Συχνότητα (MHz)	Υπηρεσία/Δίκτυο
420-460	TETRA
460-694	Τηλεόραση (UHF-TV, DVB-T)
694-790	Κινητή στα 700 MHz
790-870	Κινητή στα 800 MHz
870-970	Κινητή στα 900 MHz
970-1700	RADAR, Μικροκυματικά δίκτυα
1700-1900	Κινητή στα 1800 MHz
1900-2200	Κινητή στα 2000 MHz
2200-2490	WiFi-2.4 GHz
2490-2700	Κινητή στα 2600 MHz
2700-3300	RADAR, Μικροκυματικά δίκτυα
3300-3900	Κινητή στα 3500 MHz
3900-6000	WiFi-5 GHz, RADAR, Δορυφορικά και μικροκυματικά δίκτυα



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



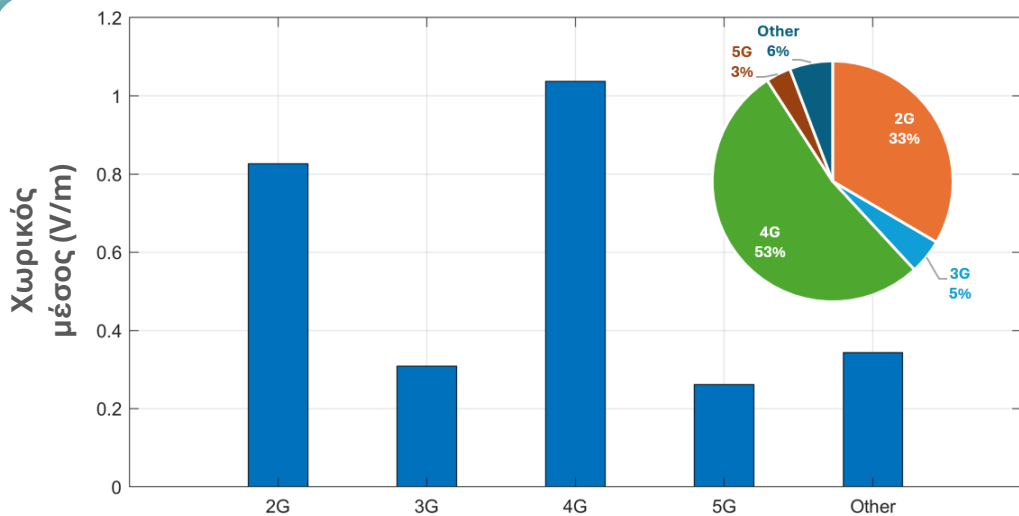
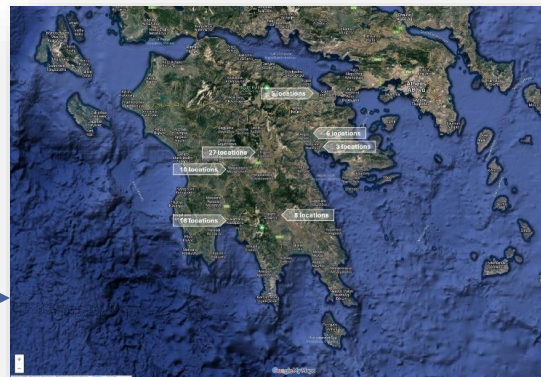
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



Αποτελέσματα μετρήσεων ΗΜ ακτινοβολίας (SRM)

Συνολικά για την Περιφέρεια
Πελοποννήσου

Σύνολο
77 μετρήσεις
εδάφους σε 7 πόλεις



Γενιές Κινητής Τηλεφωνίας

2G

3G

4G

5G



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



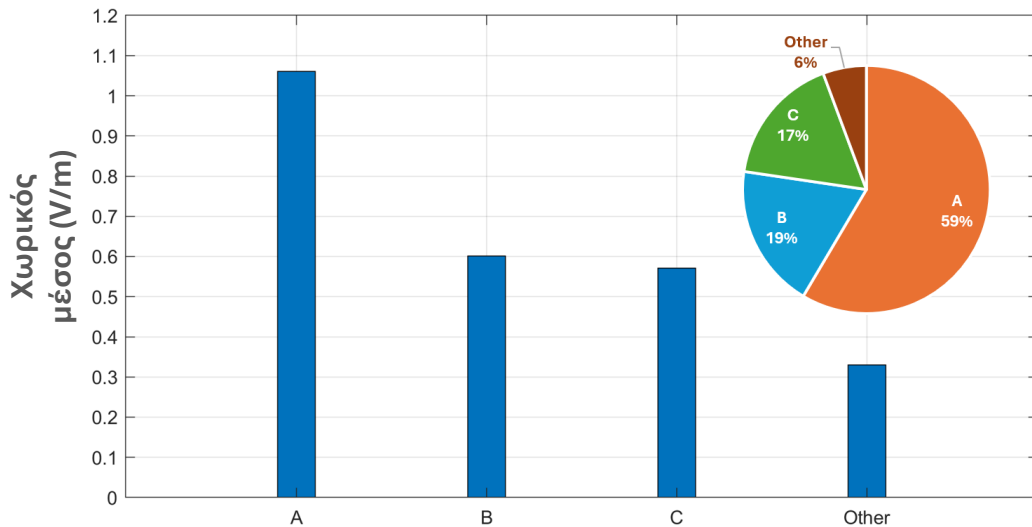
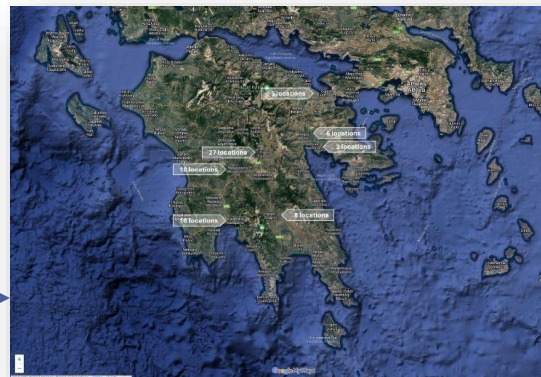
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



Αποτελέσματα μετρήσεων ΗΜ ακτινοβολίας (SRM)

Συνολικά για την Περιφέρεια
Πελοποννήσου

Σύνολο
77 μετρήσεις
εδάφους σε 7 πόλεις



Πάροχοι Κινητής Τηλεφωνίας

Cosmote

Vodafone

Nova



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



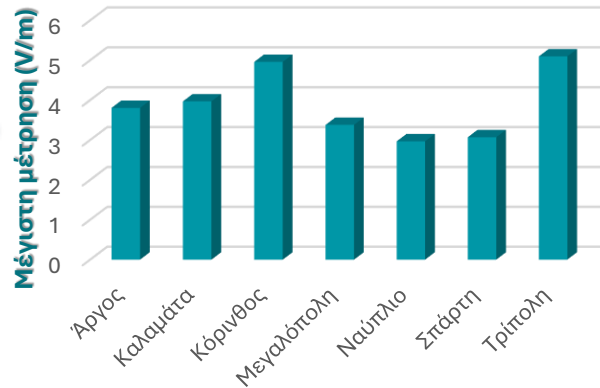
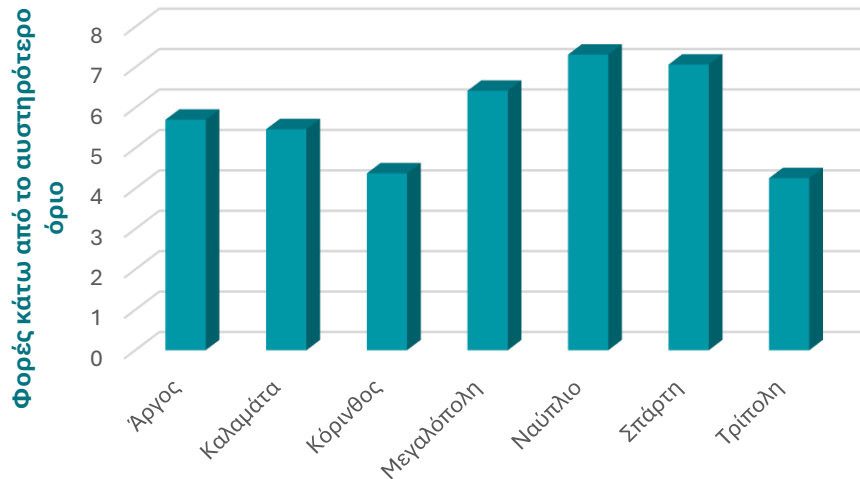
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



Αποτελέσματα μετρήσεων ΗΜ ακτινοβολίας (SRM)

Ανά πόλη

Χειρότερη περίπτωση



ID: 20230718_ARGOS_1

ID: 20231009_KALAMATA_NOTOS

ID: 20230724_KORINTHOS_KOLOKOTRONI_KAI_PYLARINOU

ID: 20230727_MEGALOPOLI_ARCHAIOY_THEATROY_40

ID: 20230719_NAFPLIO_VOULI

ID: 20230725_SPARTI_PALAIOLOGOU_52

ID: 20230731_DALUZ_APENANTI



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ

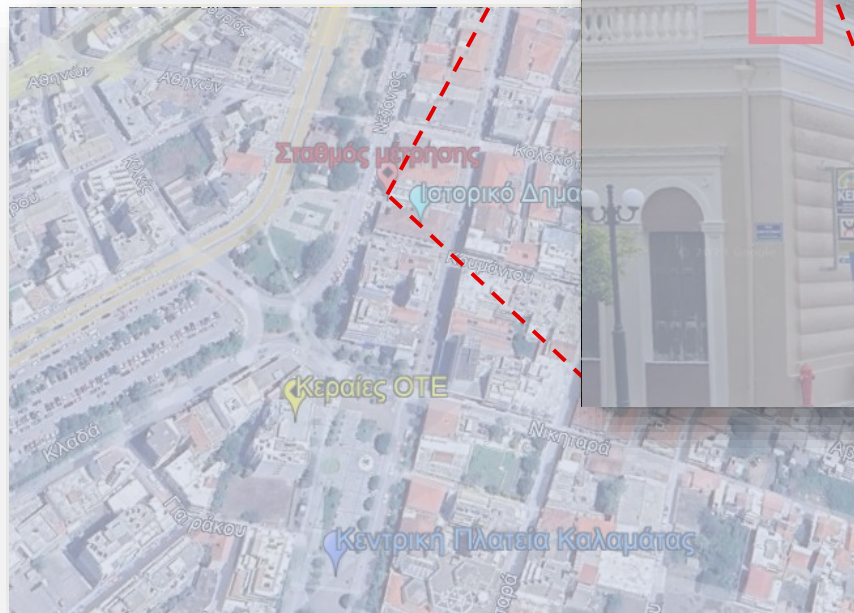
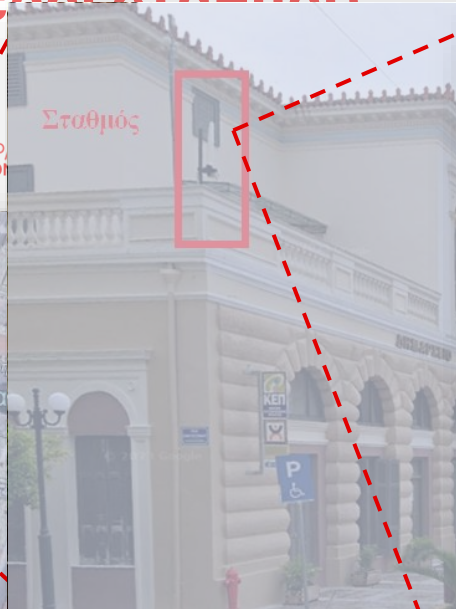


Αποτελέσματα μετρήσεων ΗΜ ακτινοβολίας (Σταθμοί σταθμοί)

AMB-8059



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Μετρήσεις στο διάστημα: 10/10/2023 έως 18/02/2024 (18 εβδομάδες)

Αποτελέσματα μετρήσεων ΗΜ ακτινοβολίας (Σταθεροί σταθμοί)

Ανά ημέρα (AMB - 8059)



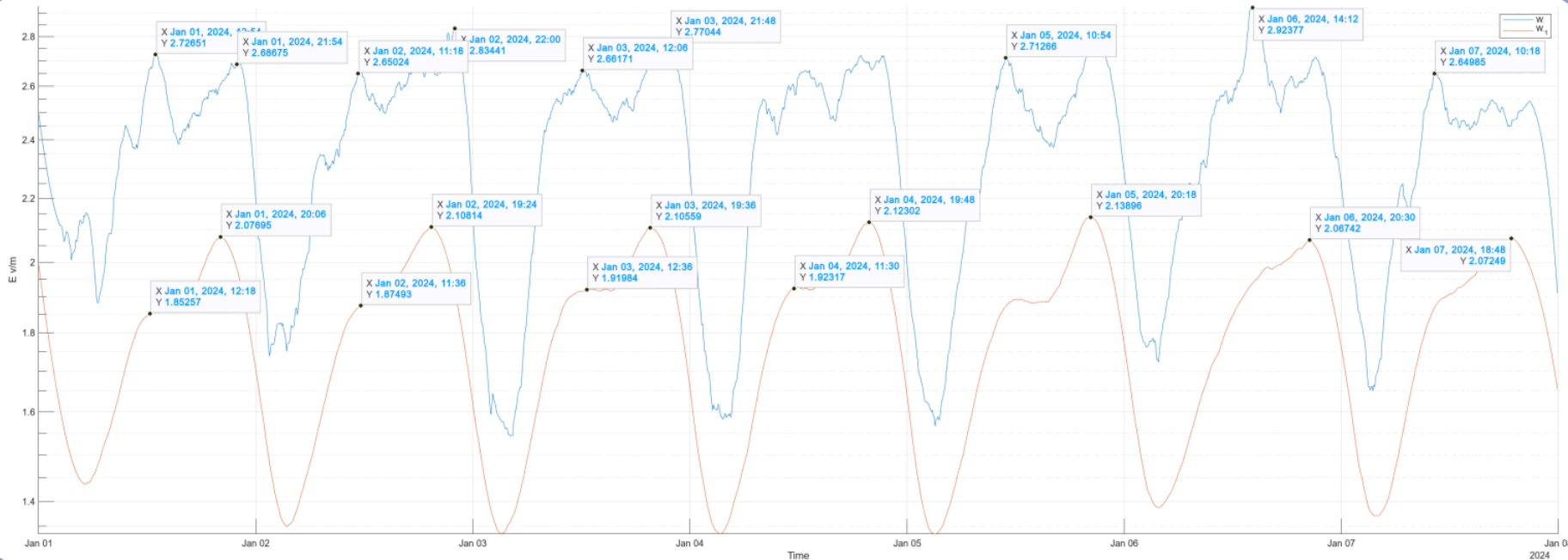
Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



- 1^η εβδομάδα Ιανουαρίου 2024
- μετρήσεις 6 λεπτών (μέγιστη και μέση τιμή στο 6λεπτο)
- αυξομειώσεις μες στο 24ωρο
- μέγιστα στα διαστήματα περίπου
 - ☞ 11:00 – 13:00
 - ☞ 19:30 – 20:30



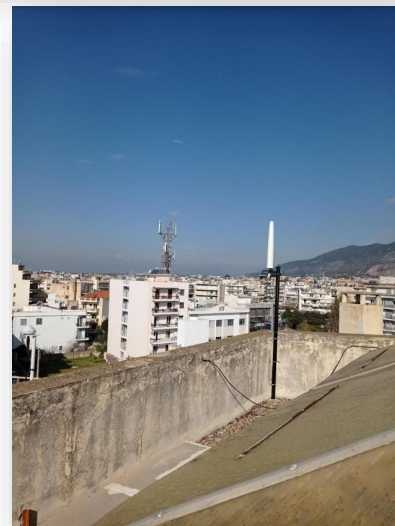
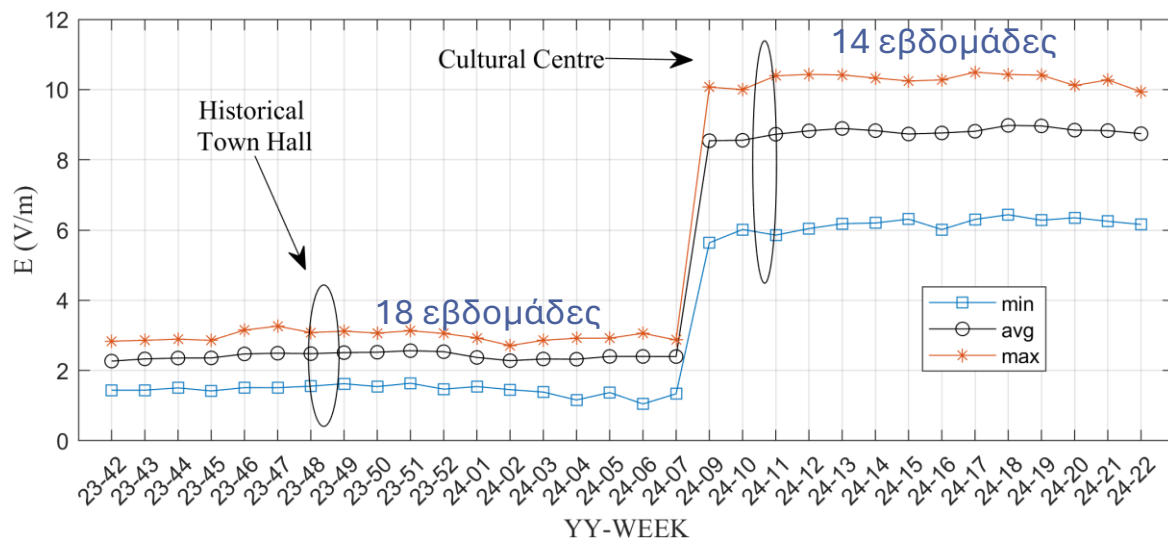
Αποτελέσματα μετρήσεων ΗΜ ακτινοβολίας (Σταθεροί σταθμοί)

- 2^ο σημείο: Πνευματικό Κέντρο Καλαμάτας
 - Μετρήσεις: 20/02/2024 - σήμερα
- 📍 Σταθμοί βάσης κινητής



Αποτελέσματα μετρήσεων ΗΜ ακτινοβολίας (Σταθεροί σταθμοί)

Ανά εβδομάδα (AMB - 8059)



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY PELOPONNENSE



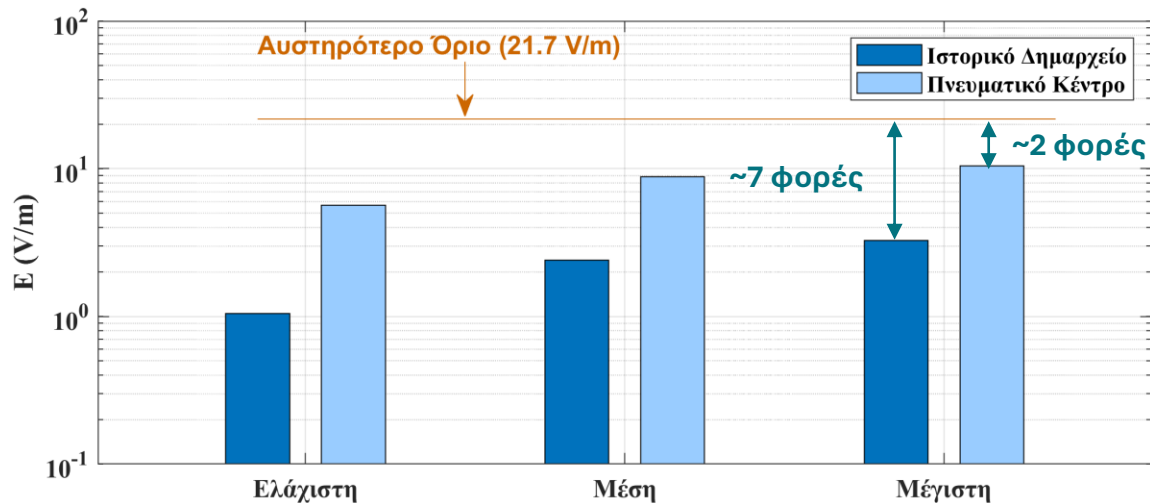
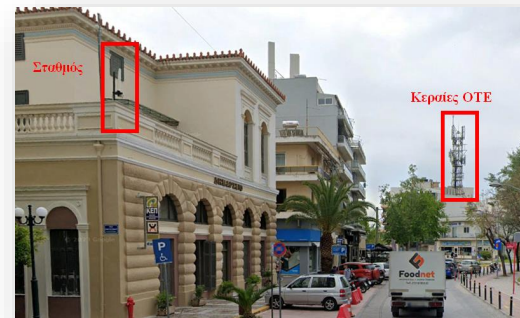
WMC LAB



ΠΑΝΔΩΡΑ

Αποτελέσματα μετρήσεων ΗΜ ακτινοβολίας (Σταθεροί σταθμοί)

Συνολικά για τις 32 εβδομάδες (AMB - 8059)



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



Δημοσιεύσεις

Διεθνή Περιοδικά & Συνέδρια

1. G. Tsoulos, G. Athanasiadou, D. Zarbouti, G. Nikitopoulos, V. Tsoulos, N. Christopoulos, ‘**Empirical Analysis of 5G Deployments: A Comparative Assessment of Network Performance with 4G**’, AEU - International Journal of Electronics and Communications, Volume 186, 2024, 155479, ISSN 1434-8411, DOI: 10.1016/j.aeue.2024.155479.
2. G. Tsoulos, G. Athanasiadou, G. Nikitopoulos, V. Tsoulos, D. Zarbouti, “**Empirical Insights into 5G Deployments in Highway Operational Environments and Comparative Performance with 4G**”, MDPI, Electronics, 2024, vol. 13 (8)
3. G. Athanasiadou, G. Tsoulos, D. Zarbouti, S. Tsakalidis, V. Tsoulos, N. Christopoulos, “**Empirical Evaluation of SINR and Throughput in 5G/4G Networks: A Drone-Assisted Measurement Approach**”, IEEE International Mediterranean Conference on Communications and Networking (IEEE MEDITCOM 2024), Madrid, Spain, July 8–11, 2024.
4. G. Athanasiadou, G. Tsoulos, D. Zarbouti, G. Nikitopoulos, V. Tsoulos, N. Christopoulos, “**Field Trials of Modern Cellular Networks in Diverse Operational Environments**”, 13th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCAS 2024), Sofia, Bulgaria, June 26-28, 2024. (Nominated for best paper award in communication systems)
5. G.V. Tsoulos, G. E. Athanasiadou, G. Nikitopoulos, V. Tsoulos, N. Christopoulos and D. Zarbouti, "**Field Trials for Different 5G NSA Cellular Networks**," 2024 18th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), Glasgow, United Kingdom, 2024, pp. 1-5, doi: 10.23919/EuCAP60739.2024.10500934.
6. G. Tsoulos, G. Athanasiadou, D. Zarbouti, G. Nikitopoulos, V. Tsoulos and N. Christopoulos, "**Comparative Field Trials for different 5G-4G Cellular Networks**," 2024 Panhellenic Conference on Electronics & Telecommunications (PACET), Thessaloniki, Greece, 2024, pp. 1-4, doi: 10.1109/PACET60398.2024.10497030.
7. G. Tsoulos, G. Athanasiadou, D. Zarbouti, G. Nikitopoulos, V. Tsoulos and N. Christopoulos, "**5G and 4G in the Field: Performance Assessment through Trials**," 2024 Panhellenic Conference on Electronics & Telecommunications (PACET), Thessaloniki, Greece, 2024, pp. 1-4, doi: 10.1109/PACET60398.2024.10497064.
8. G. V. Tsoulos, G. Athanasiadou, G. Nikitopoulos and V. Tsoulos, "**Non-standalone (NSA) 5G system measurements**," 2023 12th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCAS), Athens, Greece, 2023, pp. 1-4, doi: 10.1109/MOCAS57943.2023.10176661.



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2021-2027
Εθνική Αρχή υλοποίησης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNESE



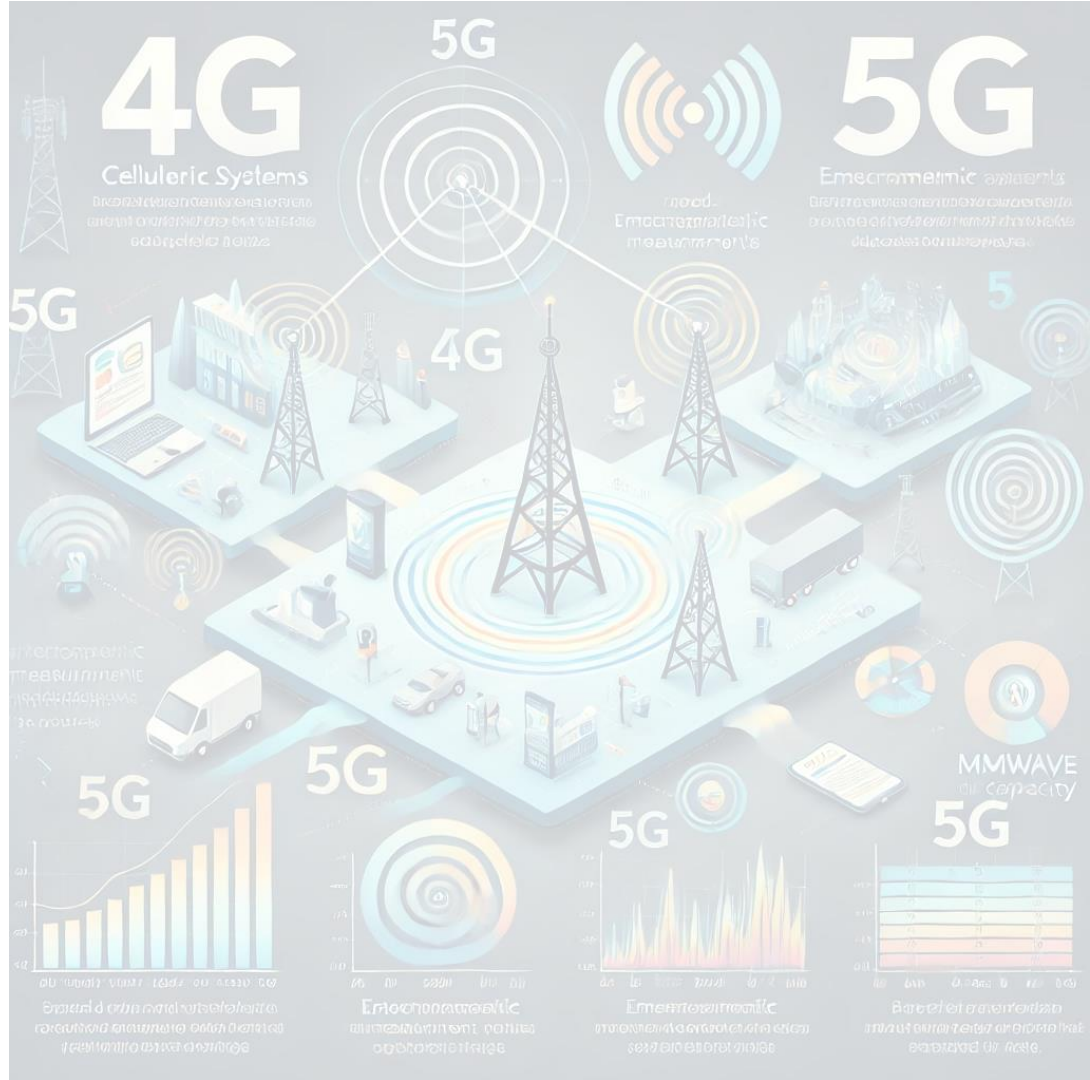
WMC LAB



ΕΛΛΑΔΑ

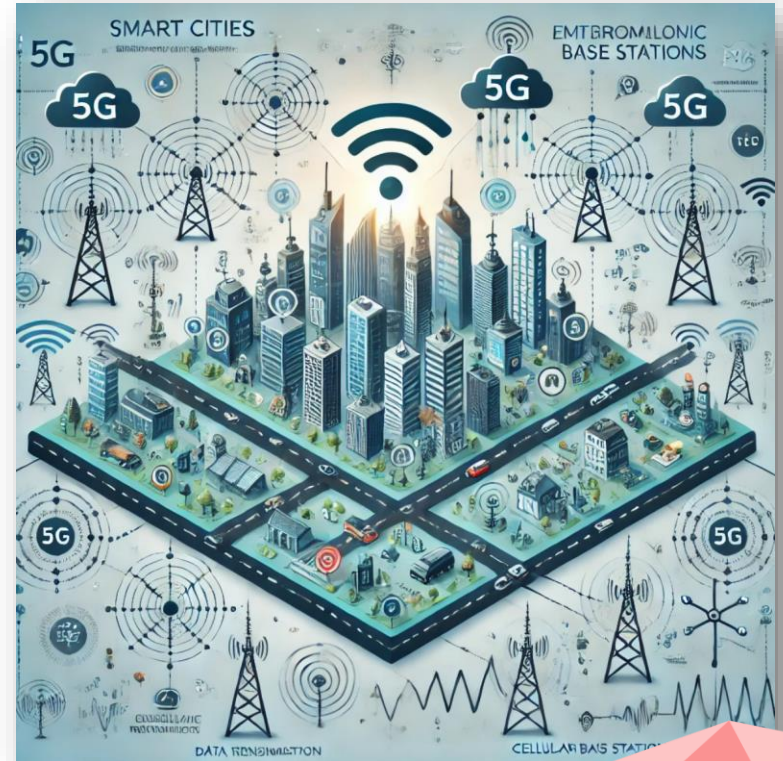
ΜΕΡΟΣ Γ΄ μετα-ΠΑΝΔΩΡΑ εποχή

Γ. Τσούλος
Καθηγητής, ΕΥ ΠΑΝΔΩΡΑ



Παρατήρησεις και θέματα

- Πάγιο αίτημα των εταιρειών κινητής τηλεφωνίας στην Ελλάδα, η **αύξηση των ορίων** ΗΜ ακτινοβολίας και η **εναρμόνισή** τους με τα διεθνώς ορισμένα.
- Η ευρεία ανάπτυξη έξυπνων εφαρμογών στο πλαίσιο **‘έξυπνων’** πόλεων/σπιτιών/εργοστασίων αναμένεται να οδηγήσει σε περαιτέρω ΗΜ επιβάρυνση του περιβάλλοντος.



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Ευρωπαϊκή Ανάπτυξη για Όλους



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNENSE



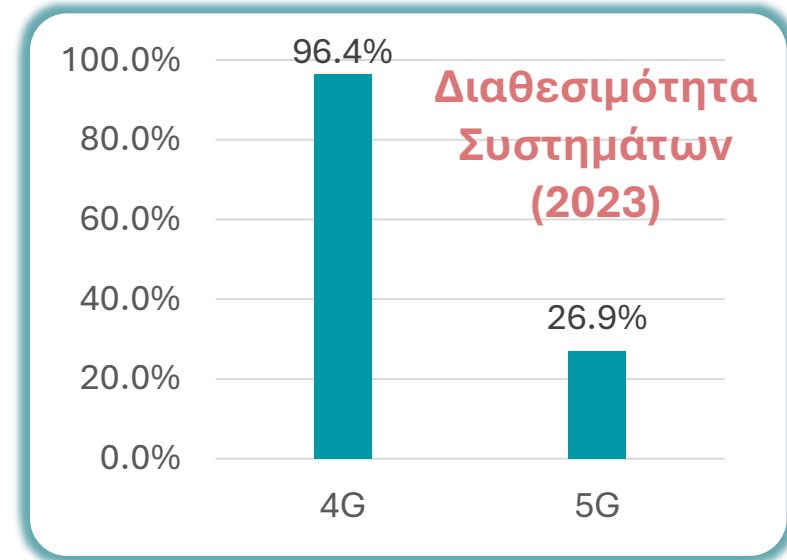
WMC LAB



ΠΑΝΔΩΡΑ

Παρατηρήσεις και θέματα

- Οι μετρήσεις του ΠΑΝΔΩΡΑ στην Περιφέρεια έδειξαν ότι το 5G ήταν σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης έως τα τέλη του 2023, (~27% διαθεσιμότητα).
- Απαιτείται **συνεχής παρακολούθηση** και **μέτρηση** της ΗΜ ακτινοβολίας έτσι ώστε να μπορεί να ακολουθείται και η εξέλιξη των δικτύων κινητής, αλλά και όλων των άλλων ασύρματων δικτύων.



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Ευρωπαϊκή Ανάπτυξη για Όλους



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNESE



WMC LAB



ΠΑΝΔΩΡΑ

Τα επόμενα βήματα για την εκμετάλλευση της υποδομής προς την Περιφέρεια και τους Δήμους

1. Μετρήσεις μεγάλης κλίμακας (π.χ. μεγάλες διαδρομές σε μια πόλη) και για τα τρία δίκτυα κινητής → πιθανά σημεία ενδιαφέροντος για μετρήσεις ΗΜ ακτινοβολίας
2. Επιτόπιες μετρήσεις σε ιδιαίτερες περιοχές ενδιαφέροντος (π.χ. γύρω από κεραιές που προκαλούν ανησυχία, σε σχολεία, νοσοκομεία, κλπ) → σημεία που χρήζουν συνεχή παρακολούθηση, είτε επαναλαμβανόμενους δειγματοληπτικούς ελέγχους
3. Συνεχείς μετρήσεις για τις πιο πάνω περιπτώσεις
4. Ανάλυση των μετρήσεων με μηχανική μάθηση → ΗΜ χαρακτηρισμό μεγάλων περιοχών (χάρτες ΗΜ ακτινοβολίας) και απλή και συνεχής ενημέρωσης των πολιτών



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2021-2027
Ευρωπαϊκή Ανάπτυξη για Όλους



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ



UNIVERSITY
PELOPONNISE



WMC LAB



ΠΑΝΔΩΡΑ

ΜΕΡΟΣ Δ' DEMONSTRATIONS

Π. Παπαδόπουλος
Β. Τσούλος
Ν. Χριστόπουλος
Γ. Νικητόπουλος
Α. Χριστόπουλος



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ
UNIVERSITY OF PELOPONNESSE



Επικοινωνιακή ικανότητα



Ευχαριστούμε!



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ

