



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

ΠΜΣ Σύγχρονες Ασύρματες Επικοινωνίες

MSc Modern Wireless Communications

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

MODERN WIRELESS COMMUNICATIONS

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

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

Ευάγγελος Γιαννούλης

2022202201006

επιβλέπων: Γεώργιος Τσούλος, Καθηγητής

Εξεταστική Επιτροπή: Αναπλ. Καθ. Γ. Αθανασιάδου, Αναπλ. Καθηγ. Κ. Γιαννόπουλος

Τρίπολη, Φεβρουάριος 2023

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό όπως αναφέρει και ο τίτλος της «Χαρτογράφηση Σταθμών Βάσης και Φασματικής κατανομής των συστημάτων των Παρόχων Κινητής Τηλεφωνίας στην Ελλάδα», την παρουσίαση των Σταθμών Βάσης όλων των παρόχων κινητής τηλεφωνίας στην Πελοπόννησο , τις ζώνες συχνοτήτων του φάσματος που χρησιμοποιούνται για τηλεπικοινωνιακούς σκοπούς ανά πάροχο και να δουμε την αναπαράσταση αυτών πάνω σε χάρτη και τέλος, την παρουσίαση μιας εφαρμογής που έχει υλοποιηθεί η οποία θα αποτυπώνει όλους τους σταθμούς βάσης των Ελληνικών παρόχων κινητής τηλεφωνίας στο χάρτη και ο χρήστης θα μπορεί να εντοπίζει τους πλησιέστερους από το σημείο που βρίσκεται. Η συγκεκριμένη εφαρμογή μπορεί να εξυπηρετεί μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

## **Abstract**

The present thesis aims, as indicated by its title "Mapping of Base Stations and Spectral Distribution of Mobile Telephony Providers in Greece," to present the overview of all Base Stations of mobile telephony providers in the Peloponnese region, the frequency zones of the spectrum used for telecommunication purposes per provider, and to visualize them on a map. Additionally, the thesis includes the presentation of an implemented application that maps all the base stations of Greek mobile telephony providers on a map, allowing users to locate the nearest stations from their current position. This application can also serve for measuring electromagnetic radiation.

# Περιεχόμενα

Περίληψη .....	2
Abstract.....	3
Περιεχόμενα .....	4
1 Εισαγωγή.....	5
1.1 Φασματική Κατανομή.....	7
1.2 Χαρτογράφηση Σταθμών Βάσης.....	15
1.3 Χρήση της εφαρμογής .....	21
2 Παράρτημα Κώδικα .....	24
2.1 Λειτουργικότητα Χρήστη .....	24
2.2 Εμφάνιση της εφαρμογής.....	29
2.3 Δημιουργία Βάσης Δεδομένων.....	34
3 Βιβλιογραφία.....	39

# 1 Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η χαρτογράφηση των Σταθμών Βάσης των παρόχων κινητής τηλεφωνίας καθώς επίσης και η φασματική κατανομή όλων των τεχνολογιών.

Αρχικά θα αναλύσουμε τη χρήση του εύρους της φασματικής κατανομής και θα προχωρήσουμε στην επεξήγηση της εφαρμογής που υλοποιήθηκε για την απεικόνιση των Σταθμών Βάσης στο χάρτη αλλά και την απόσταση αυτών από ένα σταθερό σημείο.

Ζώντας καθημερινά σε έναν κόσμο όπου η ανάγκη για πιο “δυνατό και γρήγορο Internet” αυξάνεται κατακόρυφα, η τεχνολογία κάνει άλματα προόδου και πλέον το LTE και το 5G αποτελούν τις κύριες τεχνολογίες που εξυπηρετούν τους χρήστες καθημερινά, είτε για απλή καθημερινή χρήση είτε για την εργασία μας είτε για πιο σύνθετες εφαρμογές.

Το LTE[5] αποτελεί πρότυπο για την ασύρματη επικοινωνία και εξέλιξη του GSM/UMTS. Ο στόχος του LTE είναι να αυξήσει τη χωρητικότητα και τη ταχύτητα των υφιστάμενων δικτύων με τη χρησιμοποίηση καινοτόμων τεχνικών ψηφιακής επεξεργασίας και διαμόρφωσης σήματος. Λειτουργεί σε διαφορετικό εύρος ζώνης συχνοτήτων καθώς η διεπαφή του δεν είναι συμβατή με τα υφιστάμενα δίκτυα 2ης και 3ης γενιάς.

Το LTE προτάθηκε για πρώτη φορά στην Ιαπωνία το 2004. Το πρότυπο οριστικοποιήθηκε το 2008 και τα πρώτα δίκτυα στο κόσμο που εγκαταστάθηκαν για δημόσια χρήση, ήταν στο Όσλο και τη Στοκχόλμη από την εταιρεία TeliaSonera, τον Δεκέμβρη του 2009. Τα πρώτα εμπορικά διαθέσιμα LTE smartphone που κυκλοφόρησαν ήταν τα Samsung Galaxy Indulge και HTC Thunderbolt για την αγορά της Β. Αμερικής. Αρχικώς, οι διαχειριστές των δικτύων Code-division multiple access(CDMA) είχαν σχεδιάσει να αναβαθμίσουν τα συστήματά τους σε μια ανταγωνιστική τεχνολογία ονόματι UMB, ωστόσο όλες οι μεγάλες εταιρείες κινητής τηλεφωνίας αποφάσισαν να συνεχίσουν με το LTE. Η εξέλιξη του LTE είναι το LTE Advanced, το οποίο προτυποποιήθηκε το Μάρτιο του 2011.

Το πρότυπο του LTE είναι σχεδιασμένο ώστε να παρέχει ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων στη καθοδική ζεύξη (downlink) της τάξης των 300 Mbps και στην ανοδική (uplink) μέχρι και 75 Mbps. Το εύρος ζώνης του φέροντος σήματος είναι μεταβλητό, κυμαινόμενο από τα 1.4 έως τα 20 MHz και υποστηρίζονται τόσο η πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (FDD- Frequency Division Duplex) όσο και η πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου (TDD-Time Division Duplex). Η αρχιτεκτονική του δικτύου βασίζεται σε μια απλοποιημένη μορφή αρχιτεκτονικής IP, το Evolved Packet Core (EPC), το οποίο σχεδιάστηκε για να αντικαταστήσει το GPRS Core Network και υποστηρίζει την απρόσκοπτη μετάδοση τόσο δεδομένων όσο και φωνής ακόμα και σε δίκτυα με παλαιότερη τεχνολογία δικτύου. Η απλούστερη αρχιτεκτονική αποσκοπεί σε χαμηλότερα λειτουργικά έξοδα.

Το κύριο έργο είναι η μετάβαση από τα ενοποιημένα δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος και πακέτων (3G-UMTS) , που χρησιμοποιούνται σήμερα, και η απλοποίησή τους σε ένα ολοκληρωμένο δίκτυο αρχιτεκτονικής IP. Η διεπαφή αυτού του δικτύου ονομάζεται E-UTRA και τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι:

- Ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων στη καθοδική ζεύξη έως και 300 Mbps και στην ανοδική έως και 75 Mbps, ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει ο εξοπλισμός του χρήστη. Έχουν οριστεί πέντε κατηγορίες ή κλάσεις τερματικών συσκευών. Η πιο χαμηλή υποστηρίζει μόνο απλή τηλεφωνία ενώ η μεγαλύτερη (η οποία απευθύνεται σε τερματικές συσκευές υψηλών προδιαγραφών) υποστηρίζει τις μέγιστες δυνατές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων. Όλες οι τερματικές συσκευές είναι ικανές να επεξεργαστούν σήμα εύρους ζώνης 20 MHz.
- Χαμηλές καθυστερήσεις κατά τη μεταφορά δεδομένων (καθυστερήση IP πακέτων κάτω από 5 ms)
- Βελτιωμένη υποστήριξη για κινητές συσκευές ακόμη και αν αυτές κινούνται με μεγάλες ταχύτητες ανάλογα και με τη συχνότητα που χρησιμοποιείται.
- Υποστήριξη κυψελών μεταβλητού μεγέθους από μερικές δεκάδες μέτρα έως και 100 χλμ. Το ιδανικό μέγεθος κυψέλης στις αγροτικές περιοχές (στις οποίες χρησιμοποιούνται χαμηλότερες συχνότητες) είναι στα 5 χλμ, με μέγεθος 30 χλμ η απόδοση είναι αρκετά καλή ενώ με μέγεθος 100 χλμ η απόδοση του δικτύου είναι ικανοποιητική. Σε αστικά περιβάλλοντα και γενικότερα σε περιβάλλοντα πόλεων χρησιμοποιούνται υψηλές συχνότητες έτσι ώστε να υποστηρίζονται υψηλές ευρυζωνικές ταχύτητες πρόσβασης. Σε αυτή τη περίπτωση κάθε κυψέλη του δικτύου έχει μέγεθος το πολύ 1 χλμ.
- Απλούστερη αρχιτεκτονική δικτύου.
- Υποστήριξη τουλάχιστον 200 ενεργών συνδέσεων δεδομένων σε κάθε κανάλι, συχνότητας 5 MHz.
- Υποστήριξη διαλειτουργικότητας και συνύπαρξη με παλαιότερα πρότυπα ( π.χ. GSM-Global System for Mobile Communications, UMTS- Universal Mobile Telecommunications System). Οι χρήστες θα μπορούν να πραγματοποιούν μια τηλεφωνική συνομιλία ή σύνδεση δεδομένων σε μια περιοχή με κάλυψη LTE και θα μπορούν να συνεχίσουν τη σύνδεσή τους χωρίς πρόβλημα ακόμα και σε περιοχές χωρίς κάλυψη LTE, χρησιμοποιώντας το υφιστάμενο δίκτυο GSM/GPRS ή UMTS.
- Ραδιοεπικοινωνιακό δίκτυο μεταγωγής πακέτων.[5]

Σχετικά με την ανάπτυξη των δικτύων κινητής 5<sup>ης</sup> γενιάς (5G) , η οποία διατίθεται πλέον προς εμπορική χρήση για τους συνδρομητές έχει υλοποιηθεί για νέες υπηρεσίες όπως η επικοινωνία αισθητήρων , οχημάτων , ρομπότ , και άλλων συσκευών στα πλαίσια IoT διαδικασιών.

Η επίτευξη υπερ-υψηλών ταχυτήτων, μεγάλο όγκο δεδομένων και ελάχιστες καθυστερήσεις θα επιτυγχάνονται λόγω της ποσότητας των πόρων και στον τρόπο που αυτοί θα διαμοιράζονται. Νέες μπάντες συχνοτήτων υψηλού εύρους φάσματος και εξελιγμένες τεχνικές χωρικής πολυπλεξίας, διαμόρφωσης και κατάτμησης πόρων (higher order MIMO και beamforming με ενεργές κεραιές, network slicing κλπ), θα οδηγήσουν σε σημαντική αναβάθμιση της επίδοσης και της χωρητικότητας.

## 1.1 Φασματική Κατανομή

Στον Πίνακα 1 βλέπουμε την κατανομή ζώνης συχνοτήτων και καναλιών όλων των παρόχων της Ελλάδας ανά τεχνολογία.

Όπως βλέπουμε και παρακάτω χρησιμοποιούνται low, mid και high band συχνότητες.

Για παράδειγμα βλέπουμε πως όλοι οι πάροχοι χρησιμοποιούν ,στο GSM την μπάντα των 900MHz, στο LTE την μπάντα των 2100MHz και στο 5G την μπάντα των 3500MHz.

Επίσης παρατηρούμε ότι χρησιμοποιείται και FDD(Frequency-division duplexing) και TDD(Time-division duplexing).

Η FDD τεχνολογία σημαίνει διπλεξία στο χώρο της συχνότητας, ουσιαστικά γίνεται χρησιμοποίηση δύο ζωνών, μία για την άνω ζεύξη και μια για την κάτω.

Η TDD τεχνολογία χρησιμοποιεί μια κεραία που διαιρεί τον χρόνο μεταξύ της εκπομπής και της λήψης των σημάτων.

Band	Band Name	Operator	Total Bandwidth	Technology	Bandwidth per Tech.	DL Frequencies Channels		
700 Mhz	n28	WIND	10 MHz	5G_700	10 MHz	703,0	708,0	
		VODAFONE	10 MHz	5G_700	10 MHz	708,0	713,0	
		VODAFONE	10 MHz	5G_700	10 MHz	713,0	718,0	
		VODAFONE	10 MHz	5G_700	10 MHz	718,0	723,0	
		COSMOTE	10 MHz	5G_700	10 MHz	723,0	728,0	
		COSMOTE	10 MHz	5G_700	10 MHz	728,0	733,0	
800 Mhz	b20	WIND	10 MHz	LTE_800	10 MHz	791,0	796,0	
		WIND	10 MHz	LTE_800	10 MHz	796,0	801,0	
		VODAFONE	10 MHz	LTE_800	10 MHz	801,0	806,0	
		VODAFONE	10 MHz	LTE_800	10 MHz	806,0	811,0	
		COSMOTE	10 MHz	LTE_800	10 MHz	811,0	816,0	
		COSMOTE	10 MHz	LTE_800	10 MHz	816,0	821,0	
900 MHz		COSMOTE	10 MHz	2G_900	10 MHz	925,2	930,0	975 - 999
		COSMOTE	10 MHz	2G_900	10 MHz	930,2	935,0	1000 - 1023
		WIND	10 MHz	2G_900	10 MHz	935,2	940,0	1 - 25
		WIND	10 MHz	2G_900	10 MHz	940,2	945,0	26 - 50
		VODAFONE	15 MHz	2G_900	15 MHz	945,2	950,0	51 - 75
		VODAFONE	15 MHz	2G_900	15 MHz	950,2	955,0	76 - 100
					955,2	959,8	101 - 124	

1800 Mhz	b3	WIND	15 MHz	2G_1800		1805,2	1809,8	512 - 535			
						1810,0	1814,8	536 - 561			
						1815,0	1819,8	561 - 585			
		VODAFON E	25 MHz	4G_1800		1820,0	1824,8	586 - 610			
						1825,0	1829,8	611 - 635			
						1830,0	1834,8	636 - 660			
						1835,0	1839,8	661 - 685			
		COSMOTE	35 MHz	4G_1800	20 MHz (1st Carrier)		1840,0	1844,8	686 - 710		
							1845,0	1849,8	711 - 735		
							1850,0	1854,8	736 - 760		
							1855,0	1859,8	761 - 785		
				2G_1800	5 MHz		10 MHz (2nd Carrier)		1860,0	1864,8	786 - 810
									1865,0	1869,8	811 - 835
									1870,0	1874,8	836 - 860
					1875,0	1879,8	861 - 885				

2100 Mhz FDD	b1 n1	VODAFON E	20 MHz	3G_2100		2110,3	2115,3	2112,8	
						2115,3	2120,3	2117,8	
						2120,3	2125,3	2122,8	
						2125,3	2130,3	2127,8	
		WIND	10 MHz	3G_2100		2130,3	2135,3	2132,8	
						2135,3	2140,3	2137,8	
		COSMOTE	20 MHz	4G_2100	20 MHz		2140,3	2145,3	2142,8
							2145,3	2150,3	2147,8
							2150,3	2155,3	2152,8
							2155,0	2160,0	2157,5
2100 Mhz TDD		COSMOTE	5 MHz	---		2160,0	2165,0	2162,5	
						2165,0	2170,0	2167,5	
						2170,0	2175,0	2172,5	

2600 Mhz FDD		VODAFON E	20 MHz	4G_2600		2620,0	2625,0	2622,5
						2625,0	2630,0	2627,5
						2630,0	2635,0	2632,5
						2635,0	2640,0	2637,5



	b7	COSMOTE	30 MHz	4G_2600	20 MHz (1st Carrier)	2640,0	2645,0	2642,5
						2645,0	2650,0	2647,5
						2650,0	2655,0	2652,5
						2655,0	2660,0	2657,5
						2660,0	2665,0	2662,5
						2665,0	2670,0	2667,5
		WIND	20 MHz	4G_2600		2670,0	2675,0	2672,5
						2675,0	2680,0	2677,5
2600 Mhz TDD	COSMOTE	5 MHz	4G_2600					
		5 MHz						
		5 MHz						
		5 MHz						
	VODAFON E	5 MHz	4G_2600					
		5 MHz						
		5 MHz						
		5 MHz						

3500 Mhz TDD	n78	VODAFON E	40 MHz	5G_3500	40 MHz
		COSMOTE	150 MHz	5G_3500	50 MHz
				5G_3500	100 MHz
		VODAFON E	100 MHz	5G_3500	100 MHz
WIND	100 MHz	5G_3500	100 MHz		

26000 Mhz TDD	n258	WIND	200 MHz	5G_26000	100 MHz
					100 MHz
		COSMOTE	400 MHz	5G_26000	100 MHz
					100 MHz
					100 MHz
					100 MHz
		VODAFON E	400 MHz	5G_26000	100 MHz
					100 MHz
					100 MHz
					100 MHz

Πίνακας 1: Κατανομή ζώνης συχνοτήτων και καναλιών[10].

Στους παρακάτω πίνακες , τους οποίους έχουμε αντλήσει από τη σελίδα της ΕΕΤΤ [2],[10] βλέπουμε αναλυτικά όλες τις ζώνες συχνοτήτων που χρησιμοποιούν οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι ανά τεχνολογία.

### Ζώνη των 700MHz

Τεχνολογία		Εγκατάσταση, λειτουργία και εκμετάλλευση επίγειων συστημάτων ικανών να παρέχουν ασύρματες ευρυζωνικές υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών		
Πάροχος	Ζώνες συχνοτήτων (MHz)		Δικαίωμα χρήσης	
			Έναρξη	Λήξη
COSMOTE	723-733	778-788	16/12/2020	15/12/2035*
WIND	703-713	758-768	16/12/2020	15/12/2035*
VODAFONE	713-723	768-778	16/12/2020	15/12/2035*

\* Τυπική ημερομηνία λήξης. Ουσιαστικά ο χρόνος λήξης παρατείνεται μέχρι τη συμπλήρωση 15 ετών από την πλήρη απελευθέρωση της συγκεκριμένης υποζώνης από τις υπηρεσίες ψηφιακής ευρυεκπομπής και από τα κρατικά δίκτυα.

**Πίνακας 2:Ζώνη συχνοτήτων 700MHz**

### Ζώνη των 800MHz

Τεχνολογία		Εγκατάσταση, λειτουργία και εκμετάλλευση επίγειου δικτύου ηλεκτρονικών επικοινωνιών και παροχή υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών		
Πάροχος	Ζώνες συχνοτήτων (MHz)		Δικαίωμα χρήσης	
			Έναρξη	Ληξη
COSMOTE	811-821	852-862	01/11/2014	28/02/2030
WIND	791-801	832-842	01/11/2014	28/02/2030
VODAFONE	801-811	842-852	01/11/2014	28/02/2030

**Πίνακας 3:Ζώνη συχνοτήτων 800MHz**

## Ζώνη των 900MHz

Τεχνολογία			Επίγεια συστήματα ικανά να συνυπάρξουν με GSM	
Πάροχος	Ζώνες συχνοτήτων (MHz)		Δικαίωμα χρήσης	
			Έναρξη	Λήξη
COSMOTE	925-930	880-885	30/09/2012	29/09/2027
COSMOTE	930-935	885-890	09/09/2017	29/09/2027
WIND	935-945	890-900	30/09/2012	29/09/2027
VODAFONE	950-960	905-915	30/09/2012	29/09/2027
VODAFONE	945-950	900-905	06/08/2016	29/09/2027

Πίνακας 4:Ζώνη συχνοτήτων 900MHz

## Ζώνη των 1800MHz

Τεχνολογία	Πάροχος	Ζώνες συχνοτήτων (MHz)		Δικαίωμα χρήσης	
				Έναρξη	Λήξη
Επίγεια συστήματα ικανά να συνυπάρξουν με GSM	WIND	1805-1820	1710-1725	06/02/2018	05/12/2035
	VODAFONE	1820-1830	1725-1735	15/11/2012	14/11/2027
	VODAFONE	1830-1845	1735-1750	06/02/2018	05/12/2035
	COSMOTE	1845-1855	1750-1760	01/07/2012	30/06/2027
DCS*	COSMOTE	1855-1880	1760-1785	06/12/2020	05/12/2035
	COSMOTE	1855-1880	1760-1785	05/12/1995	05/12/2020

\* Πλέον χωρίς τεχνολογικούς περιορισμούς.

Πίνακας 5:Ζώνη συχνοτήτων 1800MHz

## Ζώνη των 2GHz

Τεχνολογία	Πάροχος	Ζώνες συχνοτήτων (MHz)		Δικαίωμα χρήσης	
				Έναρξη	Λήξη
UMTS*	COSMOTE	1960-1975	2150-2165	06/08/2001	05/08/2021
	WIND	1940-1950	2130-2140	06/08/2001	05/08/2021
	VODAFONE	1920-1940	2110-2130	06/08/2001	05/08/2021
Εγκατάσταση, λειτουργία και εκμετάλλευση επίγειων συστημάτων παροχής υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών	COSMOTE	1960-1975	2150-2165	06/08/2021	05/08/2036
		1975-1980	2165-2170	16/12/2020	05/08/2036
	WIND	1940-1950	2130-2140	06/08/2021	05/08/2036
		1950-1960	2140-2150	16/12/2020	05/08/2036
	VODAFONE	1920-1940	2110-2130	06/08/2021	05/08/2036

\* Πλέον χωρίς τεχνολογικούς περιορισμούς.

**Πίνακας 6: Ζώνη συχνοτήτων 2GHz**

## Ζώνη των 2600MHz

Τεχνολογία		Εγκατάσταση, λειτουργία και εκμετάλλευση επίγειου δικτύου ηλεκτρονικών επικοινωνιών και παροχή διαθέσιμων στο κοινό υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών			
Πάροχος	Ζώνες συχνοτήτων (MHz)		Δικαίωμα χρήσης		
			Έναρξη	Λήξη	
COSMOTE	2520-2550	2640-2670	01/11/2014	28/02/2030	
COSMOTE	2575-2595		01/11/2014	28/02/2030	
WIND	2550-2570	2670-2690	01/11/2014	28/02/2030	
VODAFONE	2500-2520	2620-2640	01/11/2014	28/02/2030	
VODAFONE	2595-2615		01/11/2014	28/02/2030	

**Πίνακας 7: Ζώνη συχνοτήτων 2600MHz**

## Ζώνη των 3400- 3800MHz

Τεχνολογία		Εγκατάσταση, λειτουργία και εκμετάλλευση επίγειων συστημάτων ικανών να παρέχουν ασύρματες ευρυζωνικές υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών	
Πάροχος	Ζώνες συχνοτήτων (MHz)	Δικαίωμα χρήσης	
		Έναρξη	Λήξη
COSMOTE	3450-3470 <sup>1</sup>	16/12/2020	15/12/2035
	3470-3540	16/12/2020	15/12/2035
	3540-3600 <sup>3</sup>	01/12/2020	15/12/2035
OTE	3540-3600	16/08/2016	30/04/2029
WIND	3700-3800	16/12/2020	15/12/2035
VODAFONE	3410-3420 <sup>2</sup>	16/12/2020	15/12/2035
	3420-3450 <sup>1</sup>	16/12/2020	15/12/2035
	3600-3700	16/12/2020	15/12/2035

<sup>1</sup> Μόνο σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές.

<sup>2</sup> Αποκλειστικά για χρήση σε εσωτερικούς χώρους και σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές.

<sup>3</sup> Κοινή χρήση με OTE μέχρι 30-04-2029.

**Πίνακας 8:Ζώνη συχνοτήτων 3400-3800MHz**

## Ζώνη των 26GHz

Τεχνολογία	Πάροχος	Ζώνες συχνοτήτων (MHz)		Δικαίωμα χρήσης	
				Έναρξη	Λήξη
Εγκατάσταση, λειτουργία και εκμετάλλευση επίγειων συστημάτων ικανών να παρέχουν ασύρματες ευρυζωνικές υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών	COSMOTE	26,7-27,1		16/12/2020	15/12/2035
	WIND	26,5-26,7		16/12/2020	15/12/2035
	VODAFONE	27,1-27,5		16/12/2020	15/12/2035
Σταθερή Ασύρματη Πρόσβαση	COSMOTE	24,913-25,025	25,921-26,033	16/02/2017	15/02/2032
	WIND	24,549-24,605	25,557-25,613	16/02/2017	15/02/2032
	VODAFONE	25,053-25,109	26,061-26,117	16/02/2017	15/02/2032

Πίνακας 9: Ζώνη συχνοτήτων 26GHz

## 1.2 Χαρτογράφηση Σταθμών Βάσης

Στους παρακάτω πίνακες παρατηρούμε τον αριθμό των Σταθμών Βάσης κάθε παρόχου ανά Δήμο και ανά Νομό. Όπως είναι φυσιολογικό παρατηρούμε ότι στις μεγαλύτερες πόλεις συναντάμε περισσότερους Σταθμούς Βάσης καθώς πρέπει να εξυπηρετήσουν μεγαλύτερο πληθυσμό.

ΠΟΛΗ	Συνολικός Αριθμός Σ/Β	COSMOTE	NOVA	VODAFONE
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	138	49	45	44
ΠΑΤΡΑ	228	96	58	74
ΠΥΡΓΟΣ	52	28	11	13
ΤΡΙΠΟΛΗ	87	39	20	28
ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ	27	8	10	9
ΝΑΥΠΛΙΟ	47	17	17	13
ΑΡΓΟΣ	61	26	12	23
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	79	25	24	30
ΣΠΑΡΤΗ	51	17	15	19

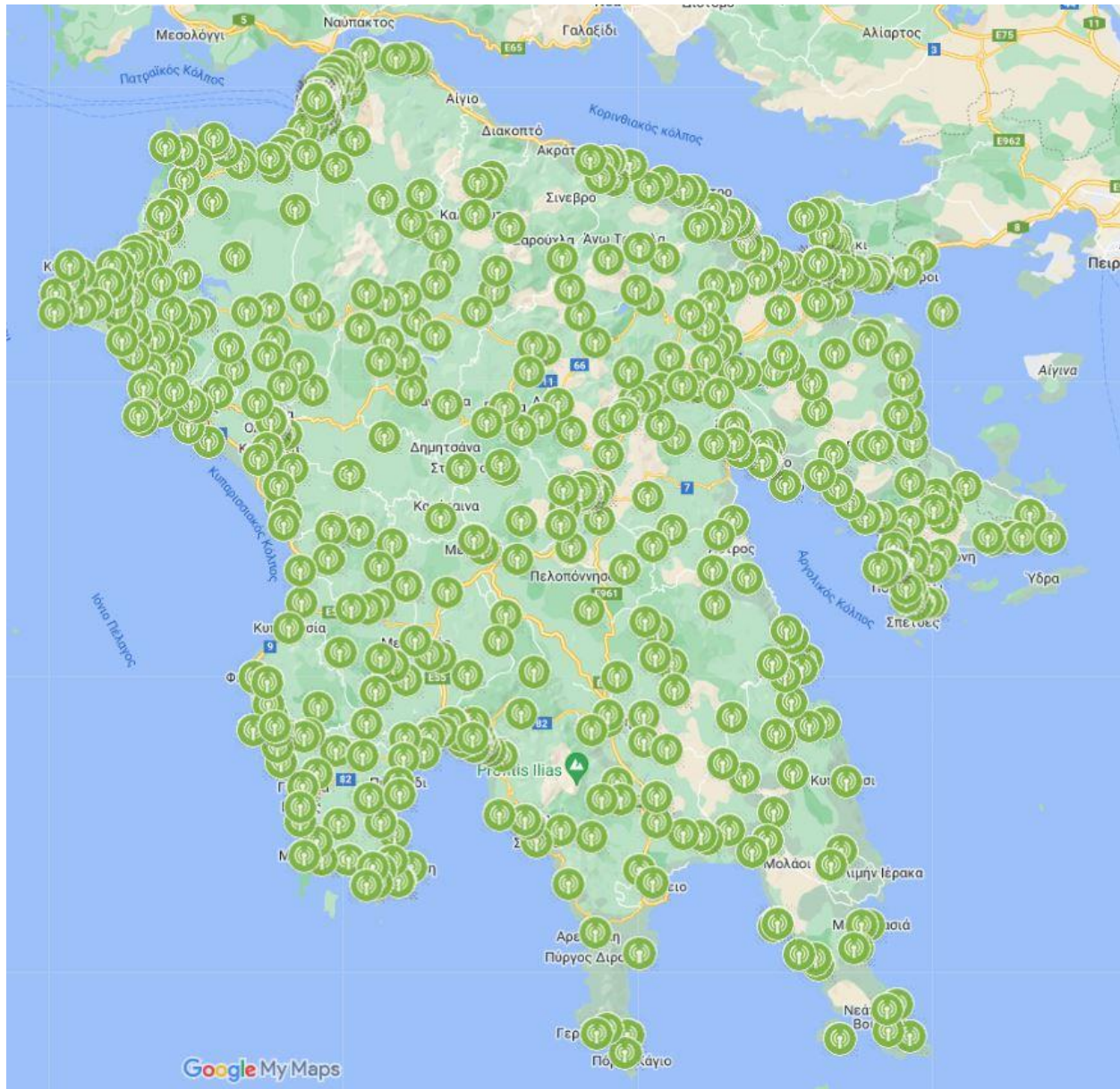
Πίνακας 10: Σταθμοί Βάσης ανά Πόλη

Επίσης παρατηρούμε ότι η Cosmote έχει μεγαλύτερο αριθμό Σταθμών Βάσης από τους 2 άλλους παρόχους, κάτι που σημαίνει μεγαλύτερη γεωγραφική και πληθυσμιακή κάλυψη.

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	Συνολικός Αριθμός Σ/Β	COSMOTE	NOVA	VODAFONE
ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ(ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ)	204	92	51	61
ΑΡΚΑΔΙΑΣ(ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ)	191	79	60	52
ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ(ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ)	289	118	81	90
ΛΑΚΩΝΙΑΣ(ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ)	157	56	54	47
ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ(ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ)	240	106	65	69
ΑΧΑΪΑΣ(ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ)	319	141	77	101
ΗΛΕΙΑΣ(ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ)	205	108	48	49

Πίνακας 11: Σταθμοί Βάσης ανά Νομό

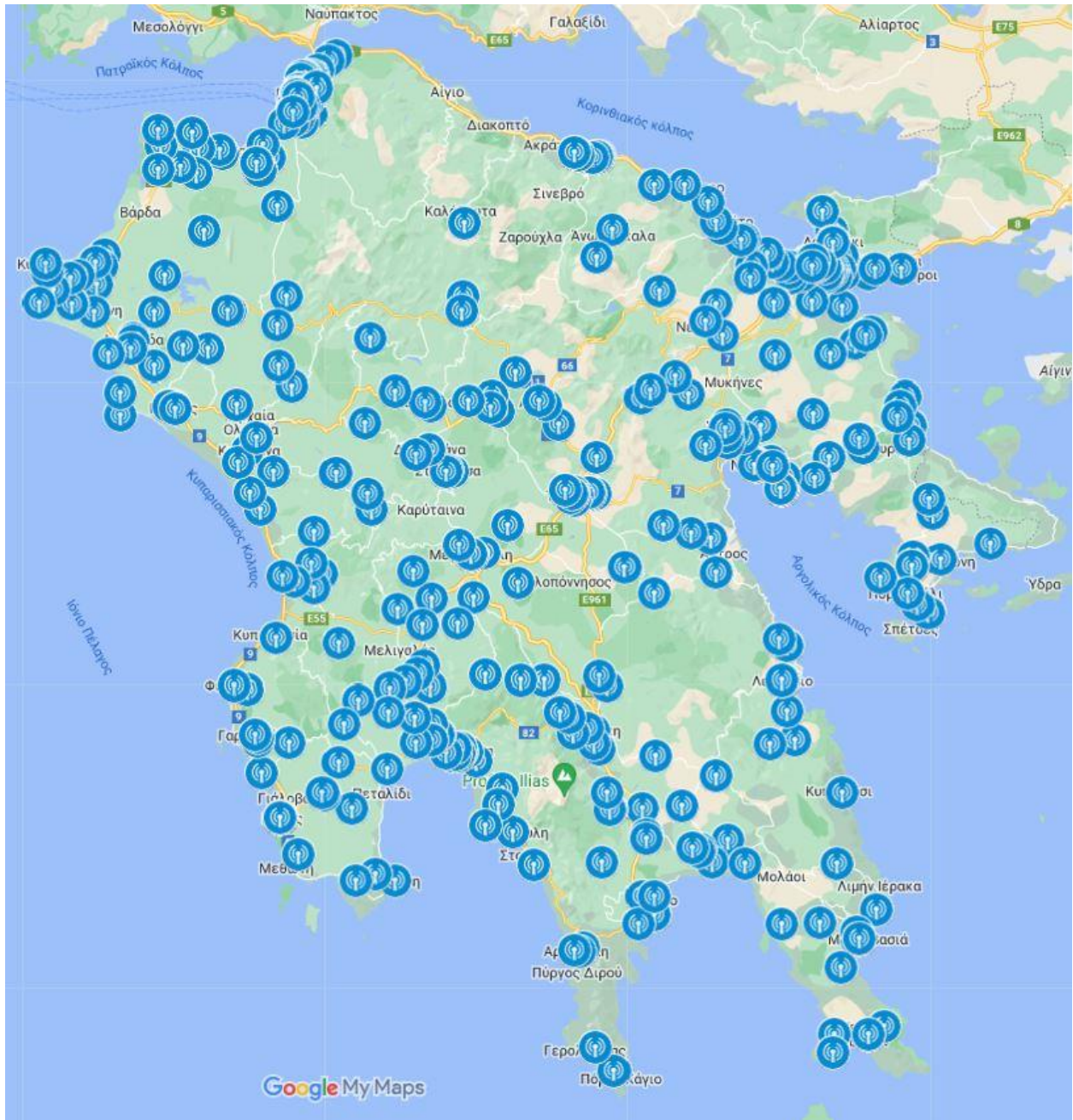
Στην εικόνα 1 βλέπουμε τους Σταθμούς Βάσης της Cosmote στην Πελοπόννησο. Παρατηρούμε ότι στις μεγάλες πόλεις και σε παραλιακές περιοχές η πυκνότητα των κεραιών είναι αρκετά μεγαλύτερη από την ενδοχώρα και από αραιοκατοικημένες περιοχές.



Εικόνα 1 : Χάρτης της εφαρμογής

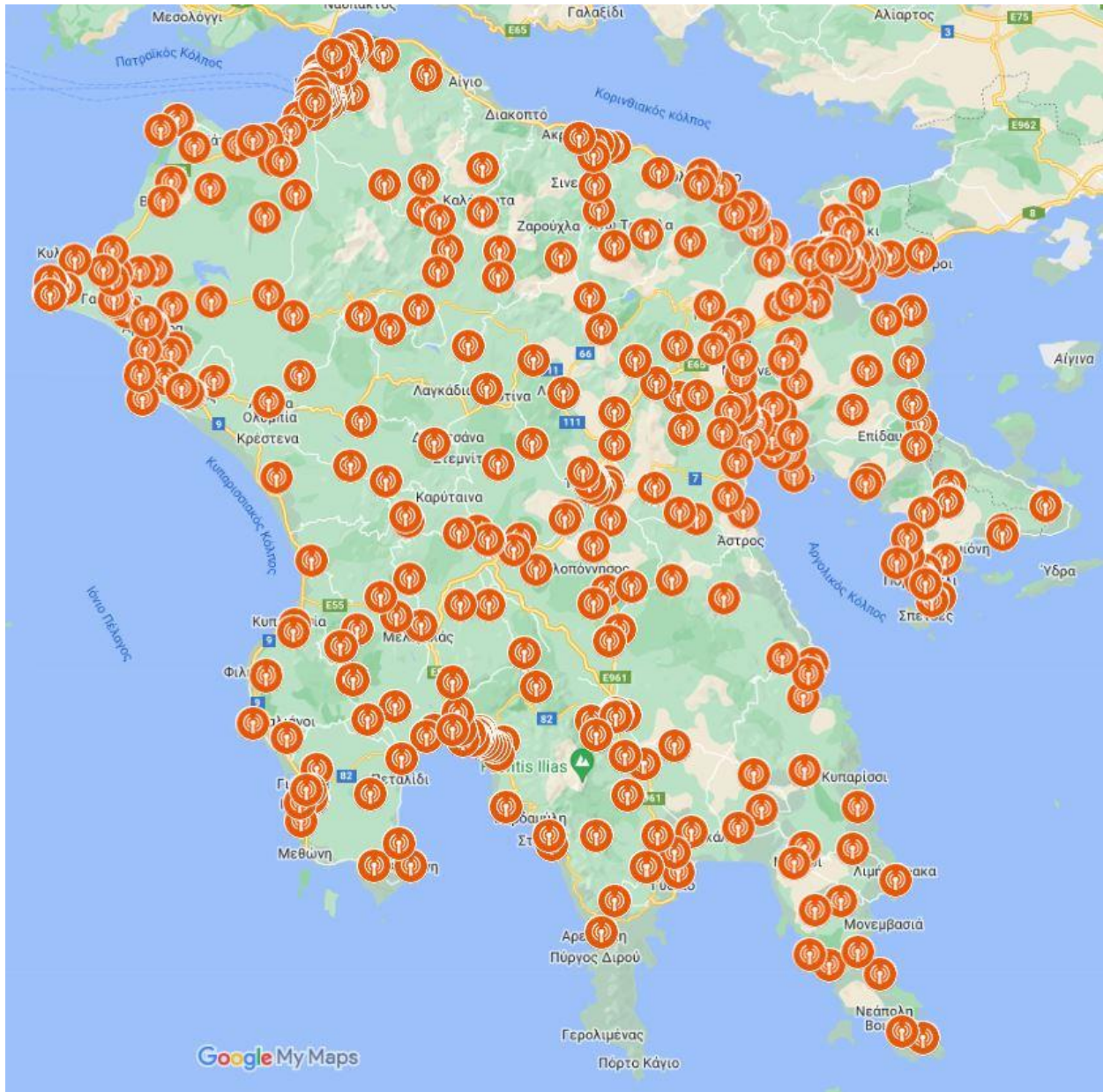


Στην παρακάτω εικόνα αποτυπώνονται οι Σταθμοί Βάσης της Νονα στην Πελοπόννησο. Η διαφορά σε σχέση με την Cosmote είναι εμφανής. Μικρότερη πυκνότητα η οποία μπορεί να αιτιολογηθεί και ως προς τη δυσκολία εύρεσης νέας θέσης για εγκατάσταση κεραίας. Η Cosmote έχει την ιδιομορφία να χρησιμοποιεί κτήρια του ΟΤΕ.



Εικόνα 2 : Χάρτης της εφαρμογής

Παρόμοια εικόνα με αυτή της Nona συναντάμε και στη Vodafone σε επίπεδο πυκνότητας Σταθμών Βάσης κι αυτό οφείλεται στο ότι οι και δυο πάροχοι κάνουν συχνά συνεγκατάσταση, δηλαδή χρησιμοποιούν τον ίδιο ιστό.



Εικόνα 3 : Χάρτης της εφαρμογής

Στην παρακάτω εικόνα αποτυπώνονται οι Σταθμοί Βάσης και των τριών παρόχων που προσφέρουν τις υπηρεσίες τους στην Ελληνική επικράτεια.



Εικόνα 4 : Χάρτης της εφαρμογής

Για να μπορέσουμε να αποτυπώσουμε τους Σταθμούς Βάσης και να συλλέξουμε στατιστικά ανά Δήμο και ανά Νομό αλλά και περισσότερες πληροφορίες που μπορεί να μας χρειαστούν στο μέλλον αντλήσαμε τα δεδομένα μας από τη σελίδα Ενημερωτική Πύλη Κατασκευών Κεραιών (keraies.eett.gr).



Αρχική σελίδα   Ενημερωτική πύλη   Αναζήτηση κεραίας   Νομοθετικό πλαίσιο   Συχνές ερωτήσεις

Ενημερωτική πύλη

Νομοθετικό πλαίσιο

Συχνές ερωτήσεις

Η Ενημερωτική Πύλη Κατασκευών Κεραιών (keraies.eett.gr) είναι μια διαδικτυακή εφαρμογή που παρέχει στους πολίτες τη δυνατότητα να ενημερώνονται για τις κατασκευές κεραιών που είναι αδειοδοτημένες ή έχουν δηλωθεί στην ΕΕΤΤ.

Στόχος είναι η ενίσχυση της διαφάνειας σε θέματα αδειοδότησης κατασκευών κεραιών και η παροχή υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης προς τους πολίτες.

Το keraies.eett.gr αναπτύχθηκε από την ΕΕΤΤ.

Χρήσιμοι σύνδεσμοι

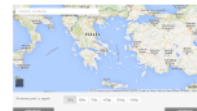
- Για μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας: [www.eeae.gr](http://www.eeae.gr)
- Για θέματα περιβαλλοντικής αδειοδότησης: [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)

Αναζητήστε την κεραία που σας ενδιαφέρει

Αναζήτηση βάσει Δήμου/διεύθυνσης/θέσης

Μπορείτε να αναζητήσετε τις κατασκευές κεραιών σε έναν Δήμο ή σε συγκεκριμένη διεύθυνση.

Αναζήτηση σε περιοχή μέσω χάρτη



Μπορείτε να αναζητήσετε τις κατασκευές κεραιών σε μια περιοχή μέσω χάρτη.

#### Εικόνα 5:Ενημερωτική Πύλη Κατασκευών Κεραιών

Η συγκεκριμένη σελίδα παρέχει στους πολίτες και γενικότερα σε οποιονδήποτε χρειαστεί πληροφορίες για τις αδειοδοτημένες κεραίες όλων των τύπων, αλλά κυρίως τις κεραίες όλων των παρόχων κινητής τηλεφωνίας της Ελλάδας.

Υπάρχουν 2 τρόποι αναζήτησης κεραίας, είτε μέσω χάρτη είτε μέσω διεύθυνσης και μπορούμε να εξάγουμε αρκετές χρήσιμες πληροφορίες.

Γενικότερα υπάρχει όλη η πληροφορία για κάθε αδειοδοτημένη κεραία, είτε αυτό αφορά μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είτε εγκρίσης και γνωμοδοτήσεις.

Αφού συλλέξαμε και επεξεργαστήκαμε τα δεδομένα από την παραπάνω σελίδα χρησιμοποιήσαμε την εφαρμογή mappoint της GOOGLE([www.google.com](http://www.google.com)).

Μέσω του mapars μπορέσαμε να δουλέψουμε σε διαφορετικά επίπεδα, να δώσουμε στον κάθε πάροχο διαφορετικό εικόνιδο αλλά και να κάνουμε share των χάρτη μας ώστε να έχουν πρόσβαση κι άλλοι χρήστες.

### 1.3 Χρήση της εφαρμογής

Η διαδικτυακή εφαρμογή που υλοποιήσαμε με τίτλο «Αναζήτηση πλησιέστερων Σταθμών Βάσης κινητής τηλεφωνίας» έχει αναπτυχθεί σε HTML5-CSS3 και JavaScript και μπορεί να τρέξει σε όλα τα περιβάλλοντα που υποστηρίζουν Web standards, όπως Windows και Linux. Τα δεδομένα των Σταθμών Βάσης τα έχουμε αποθηκεύσει σε αρχείο JSON, κάτι το οποίο μας εξυπηρετεί γιατί είναι αρκετά λειτουργικό, ευέλικτο και ελαφρύ ως προς τη χρήση.

Όταν ο χρήστης ανοίξει για πρώτη φορά την εφαρμογή θα δει την αρχική σελίδα η οποία περιέχει όπως θα δείτε και στην παρακάτω εικόνα :

- Το button **Location** , το οποίο ενημερώνει τα text box Latitude και Longitude με τις συντεταγμένες(γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος), στις οποίες βρίσκεται ο χρήστης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του geolocation του εκάστοτε browser η της συσκευής που χρησιμοποιεί ο χρήστης.
- Τα text boxes **Latitude** και **Longitude** που μπορεί ο χρήστης να συμπληρώσει με τις συντεταγμένες που ο ίδιος χρησιμοποιεί, σε περίπτωση που δεν επιθυμεί αυτόματη ενημέρωση.
- Το text box **Number of Antennas** όπου ο χρήστης επιλέγει τον αριθμό των Σταθμών Βάσης που επιθυμεί να ανακτήσει.
- Το button **Search** που θα εκτελέσει την αναζήτηση που επιθυμεί ο χρήστης.

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

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

ΠΜΣ Σύγχρονες Ασύρματες Επικοινωνίες

Location

---

Latitude

---

Longitude

---

Number of Antennas

---

Search

#	Company	Legal	Address	Municipality	Latitude	Longitude	Distance (km)
---	---------	-------	---------	--------------	----------	-----------	---------------

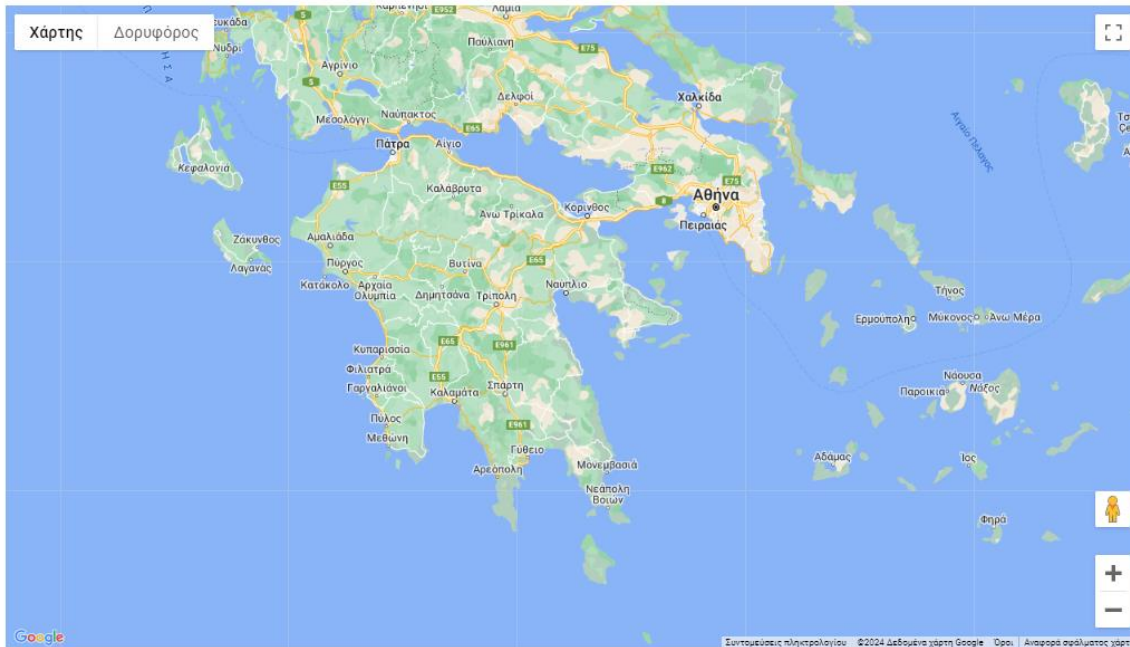
Εικόνα 6 : Αρχική σελίδα της εφαρμογής

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τον χάρτη της εφαρμογής καθώς επίσης και τα πεδία τα οποία μας ενδιαφέρουν κατά την αναζήτηση μας:

- **Company** , ο πάροχος κινητής τηλεφωνίας
- **Legal** , αν ο Σταθμός Βάσης είναι αδειοδοτημένος
- **Address** , η διεύθυνση που βρίσκεται ο Σταθμός Βάσης
- **Municipality** , ο Δήμος που βρίσκεται ο Σταθμός Βάσης
- **Latitude** , το γεωγραφικό πλάτος του Σταθμού Βάσης
- **Longitude** , το γεωγραφικό μήκος του Σταθμού Βάσης
- **Distance(km)** , η απόσταση του Σταθμού Βάσης από το σταθερό σημείο του χρήστη

Επίσης πάνω στον χάρτη κατά την αναζήτηση του χρήστη θα αποτυπωθούν με πινέζες οι Σταθμοί Βάσης καθώς και το στίγμα του χρήστη.

#	Company	Legal	Address	Municipality	Latitude	Longitude	Distance (km)
---	---------	-------	---------	--------------	----------	-----------	---------------



Εικόνα 7 : Χάρτης της εφαρμογής

## 2 Παράρτημα Κώδικα

### 2.1 Λειτουργικότητα Χρήστη

<script>

```
let map, AdvancedMarkerElement, markers = [];
```

**Αυτή η συνάρτηση παίρνει δύο ζεύγη τιμών, γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος και υπολογίζει την απόσταση τους σε χιλιόμετρα.**

```
function getDistanceFromLatLonInKm(lat1, lon1, lat2, lon2) {  
  const R = 6371; // Radius of the earth in km  
  const dLat = deg2rad(lat2 - lat1); // deg2rad below  
  const dLon = deg2rad(lon2 - lon1);  
  const a =  
    Math.sin(dLat / 2) * Math.sin(dLat / 2) +  
    Math.cos(deg2rad(lat1)) * Math.cos(deg2rad(lat2)) *  
    Math.sin(dLon / 2) * Math.sin(dLon / 2)  
  ;  
  const c = 2 * Math.atan2(Math.sqrt(a), Math.sqrt(1 - a));  
  const d = R * c; // Distance in km  
  return d;  
}
```

**Αυτή η συνάρτηση μετατρέπει τις μοίρες σε rad.**

```
function deg2rad(deg) {  
  return deg * (Math.PI / 180)  
}
```

**Αυτή η συνάρτηση προετοιμάζει τον πίνακα των σημείων που θα αποτυπωθούν πάνω στο χάρτη.**

```
function setMapOnAll(map) {  
  for (let i = 0; i < markers.length; i++) {
```



```
    markers[i].setMap(map);  
  }  
}
```

**Η παρακάτω συνάρτηση επιστρέφει την τοποθεσία μας με βάση είτε του browser μας είτε της συσκευής που χρησιμοποιούμε για να κάνουμε την μέτρηση μας.**

```
function getLocation() {  
  if (navigator.geolocation) {  
    navigator.geolocation.getCurrentPosition(showPosition);  
  } else {  
    x.innerHTML = "Geolocation is not supported by this browser."  
  }  
}
```

**Αυτή η συνάρτηση εκτελείται όταν ο χρήστης πατάει το κουμπί Location και εμφανίζει τις συντεταγμένες στις οποίες βρίσκεται ο χρήστης στα δύο text box.**

```
function showPosition(position) {  
  $('#lati').val(position.coords.latitude);  
  $('#long').val(position.coords.longitude);  
  
}
```

**Αυτή η συνάρτηση είναι η βασική του προγράμματος μας και υπολογίζει τις κοντινότερες κεραιές του σημείου που έχει δοθεί σαν Location με βάση τον συγκεντρωτικό πίνακα των Σταθμών Βάσης όλων των Τηλεπικοινωνιακών παρόχων που βρίσκονται στην Πελοπόννησο.**

```
function findClose() {  
  
  const lati = document.getElementById('lati').value || 37.4;  
  const long = document.getElementById('long').value || 22.4;  
  const ncount = document.getElementById('ncount').value || 10;
```

**Για κάθε κεραία που υπάρχει στη βάση υπολογίζεται η απόσταση από το σημείο που έχει δοθεί σαν Location**

```
for (ant of antennas) {  
  //ant.distance = Math.sqrt((ant.latitude - latt)**2 + (ant.longitude - long)**2);  
  ant.distance = (getDistanceFromLatLonInKm(lati, long, ant.latitude, ant.longitude)).toFixed(2);  
}
```

**Εδώ πραγματοποιείται η ταξινόμηση των αποτελεσμάτων από το μικρότερο προς το μεγαλύτερο.**

```
antennas.sort((a, b) => a.distance - b.distance);
```

```
$('.rowsfordeletion').remove();
```

```
setMapOnAll(null);
```

```
markers = [];
```

**Εδώ προετοιμάζουμε την Πινέζα που θα τοποθετηθεί στον χάρτη για το Location.(API GOOGLE)**

```
const pinBackground = new google.maps.marker.PinElement({  
  background: "white",  
  borderColor: "#006699",  
  glyphColor: "#006699",  
});  
const markerViewBackground = new google.maps.marker.AdvancedMarkerElement({  
  map,  
  position: { lat: +lati, lng: +long },  
  content: pinBackground.element,  
});  
markers.push(markerViewBackground);
```

**Επιλέγουμε τους n ταξινομημένους Σταθμούς Βάσης και τοποθετούμε τις πληροφορίες τους από την βάση δεδομένων.**

```
for (ant of antennas.slice(0, ncount)) {  
  let {id, company, legal, address, municipality, latitude, longitude, distance} = ant;
```

```

let row = `<tr class="rowsfordeletion">
  <td>${id}</td>
  <td>${company}</td>
  <td>${legal}</td>
  <td>${address}</td>
  <td>${municipality}</td>
  <td>${latitude}</td>
  <td>${longitude}</td>
  <td>${distance}</td>
</tr>`;

```

```

$('table').find('tbody').append(row);

```

**Στο συγκεκριμένο σημείο του κώδικα τοποθετούμε τις πληροφορίες του κάθε Σταθμού Βάσης πάνω στην Πινέζα.(API GOOGLE)**

```

try {
  const infowindow = new google.maps.InfoWindow({
    content: `<span class="badge text-bg-secondary rounded-pill">Antenna #${id}</span>
    <hr>
    <h1 class="text-
    ${company==='OTE'? 'primary':company==='VODAFONE'? 'danger':company==='COSMOTE'? 'success': 'second
    ary'}">${company}</h1>
    <h3 class="">${legal}</h3>
    <hr>
    <p>${address}</p>
    <p>${municipality}</p>
    <hr>
    <h1 class="text-secondary">${distance} km</h1>
    `;
    ariaLabel: id,
  });
}

```

```

let marker = new google.maps.Marker({
  position: {
    lat: +latitude,
    lng: +longitude
  },
  map: map,
  title: id
});

marker.addListener("click", () => {
  infowindow.open({
    anchor: marker,
    map,
  });
});

markers.push(marker);
} catch (e) {

}
}

}

async function initMap() {
  const { Map } = await google.maps.importLibrary("maps");
  const { AdvancedMarkerElement, PinElement } = await google.maps.importLibrary("marker");

  map = new Map(document.getElementById("map"), {

```

```
center: { lat: 37.4, lng: 22.4 },  
zoom: 8,  
mapId: "4504f8b37365c3d0"  
});  
}  
initMap();
```

</script>

## 2.2 Εμφάνιση της εφαρμογής

Στο παρακάτω υποπαράρτημα θα επεξηγήσουμε τον κώδικα που χρησιμοποιήθηκε για το front end της εφαρμογής μας.

Δουλέψαμε πάνω σε HTML 5 και CSS3 με προσθήκες των βιβλιοθηκών jquery και bootstrap.

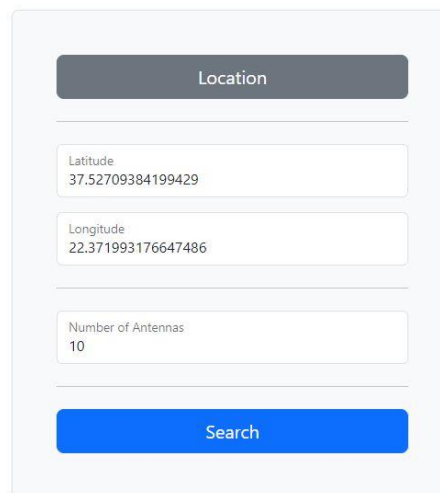
**Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε την αρχική σελίδα της εφαρμογής όπου ο χρήστης μπορεί είτε να συμπληρώσει τις συντεταγμένες τις οποίες θέλει να χρησιμοποιήσει είτε να πατήσει το Location και ο browser να του επιστρέψει μέσω του geolocation τις συντεταγμένες όπου βρίσκεται ο χρήστης.**

**Επίσης ο χρήστης μπορεί δυναμικά να επιλέξει τον αριθμό των Σταθμών Βάσης που επιθυμεί να αναζητήσει.**

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

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

ΠΜΣ Σύγχρονες Ασύρματες Επικοινωνίες



The screenshot shows a web form with a dark grey header button labeled "Location". Below it are three input fields: "Latitude" with the value "37.52709384199429", "Longitude" with the value "22.371993176647486", and "Number of Antennas" with the value "10". At the bottom is a blue button labeled "Search".

Εικόνα 8: Αρχική σελίδα της εφαρμογής

```

<html>

<head>

  <link href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.3.2/dist/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet"
    integrity="sha384-T3c6Coli6uLrA9TneNEoa7RxnatzjcDSCmG1MXxSR1GAsXEV/Dwwykc2MPK8M2HN"
    crossorigin="anonymous">

  <meta charset="UTF-8">

  <style>
#map {
  height: 720px;
}
</style>
</head>

```

```

<body>

```

```

  <script src="jquery.js"></script>

```

**Το παρακάτω script χρησιμοποιείται για να φορτώσει το google maps api.**

```

<script>(g=>{var h,a,k,p="The Google Maps JavaScript
API",c="google",l="importLibrary",q="__ib__",m=document,b=window;b=b[c]||(b[c]={});var
d=b.maps||(b.maps={}),r=new Set,e=new URLSearchParams,u(())=>h||(h=new
Promise(async(f,n)=>{await (a=m.createElement("script"));e.set("libraries",[...r]+"");for(k in
g)e.set(k.replace(/[A-
Z]/g,t=>"_"+t[0].toLowerCase()),g[k]);e.set("callback",c+".maps."+q);a.src=`https://maps.$c}apis.com/m
aps/api/js?`+e;d[q]=f;a.onerror=(()=>h=n(Error(p+" could not
load."));a.nonce=m.querySelector("script[nonce]")?.nonce||"";m.head.append(a)});d[l]?console.warn(p
+" only loads once. Ignoring:",g):d[l]=(f,...n)=>r.add(f)&&u().then(()=>d[l](f,...n))}})

```

```

  ({key: "AlzaSyBkMqZRk6gX6NfY8Q508NvJqBsQ67Qdwvg", v: "weekly"});</script>

```

```

<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.3.2/dist/js/bootstrap.bundle.min.js"
  integrity="sha384-C6RzsynM9kWDrMNeT87bh95OGNyZPhcTNXj1NW7RuBCsyN/o0jlpcV8Qyq46cDfL"
  crossorigin="anonymous"></script>

```

**Από τον παρακάτω κώδικα φορτώνονται τα δεδομένα των Σταθμών Βάσης από τη βάση δεδομένων της οποίας η δημιουργία εξηγείται στο παράρτημα 5.2.**

```
<script src="data.js"></script>

<div class="container col-xl-10 col-xxl-8 px-4 py-5">
  <div class="row align-items-center g-lg-5 py-5">
    <div class="col-lg-7 text-center text-lg-start">
      <h1 class="display-4 fw-bold lh-1 text-body-emphasis mb-3">ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
      ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ</h1>
      <p class="col-lg-10 fs-4">Χαρτογράφηση Σταθμών Βάσης και Φασματικής κατανομής των
      συστημάτων των Παρόχων Κινητής Τηλεφωνίας στην Ελλάδα</p>
      <p class="text-body-secondary">ΠΜΣ Σύγχρονες Ασύρματες Επικοινωνίες</p>
    </div>
    <div class="col-md-10 mx-auto col-lg-5">
      <form class="p-4 p-md-5 border rounded-3 bg-body-tertiary">
        <button type="button" class="w-100 btn btn-lg btn-secondary"
        onclick="getLocation()">Location</button>
        <hr class="my-4">
        <div class="form-floating mb-3">
          <input type="text" class="form-control" id="lati" placeholder="Latitude">
          <label for="lati">Latitude</label>
        </div>
        <div class="form-floating mb-3">
          <input type="text" class="form-control" id="long" placeholder="Longitude">
          <label for="long">Longitude</label>
        </div>
        <hr class="my-4">
        <div class="form-floating mb-3">
          <input type="text" class="form-control" id="ncount" placeholder="Number of Antennas">
```

```

    <label for="ncount">Number of Antennas</label>
  </div>

  <hr class="my-4">

  <button      type="button"      class="w-100      btn      btn-lg      btn-primary"
  onclick="findClose()">Search</button>

</form>
</div>
</div>
<hr>
<div class="row align-items-center g-lg-5 py-5">
  <div class="col-lg-12 text-center text-lg-start">

```

**Εδώ εμφανίζεται ο πίνακας με τις πληροφορίες των Σταθμών Βάσης.**

#	Company	Legal	Address	Municipality	Latitude	Longitude	Distance (km)
1405824	COSMOTE	Αδειοδοτημένη	ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ 80	Τρίπολης	37.520833	22.378333	0.89
1415824	COSMOTE	Δήλωση ΕΚΚΧΟ	ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ 80, ΤΡΙΠΟΛΗ	Τρίπολης	37.520833	22.378333	0.89
1414523	COSMOTE	Αδειοδοτημένη	ΚΑΡΑΪΣΚΑΚΗ 29, Δ.Ε. ΤΡΙΠΟΛΗΣ	Τρίπολης	37.518333	22.372222	0.97
1404523	COSMOTE	Δήλωση ΕΚΚΧΟ	ΚΑΡΑΪΣΚΑΚΗ 29	Τρίπολης	37.518333	22.372222	0.97
1201682	NOVA M.A.E.	Δήλωση ΕΚΚΧΟ	Εθνικής Αντιστάσεως 48	Τρίπολης	37.516111	22.376111	1.27
1000383	VODAFONE	Αδειοδοτημένη	ΑΠΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΠΕΡΙΘΩΡΙ ΤΡΙΠΟΛΗΣ	Τρίπολης	37.528333	22.356944	1.33
1197123	VODAFONE	Δήλωση ΕΚΚΧΟ	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΡΕΩΣ 2	Τρίπολης	37.515556	22.376667	1.35
1268518	NOVA M.A.E.	Δήλωση ΕΚΚΧΟ	ΤΡΙΠΟΛΗ	Τρίπολης	37.52	22.358056	1.46
1404597	COSMOTE	Δήλωση ΕΚΚΧΟ	ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΡΕΩΣ	Τρίπολης	37.512778	22.375278	1.62
1149087	VODAFONE	Δήλωση ΕΚΚΧΟ	Πλατεία Άρεως, Τρίπολη.	Τρίπολης	37.512778	22.375278	1.62

**Εικόνα 9 : Πίνακας με τις πληροφορίες των Σταθμών Βάσης**



```
<table id="myTable" class="table table-dark table-striped">
```

```
<thead>
```

```
<tr>
```

```
<th scope="col">#</th>
```

```
<th scope="col">Company</th>
```

```
<th scope="col">Legal</th>
```

```
<th scope="col">Address</th>
```

```
<th scope="col">Municipality</th>
```

```
<th scope="col">Latitude</th>
```

```
<th scope="col">Longitude</th>
```

```
<th scope="col">Distance (km)</th>
```

```
</tr>
```

```
</thead>
```

```
<tbody>
```

```
</tbody>
```

```
</table>
```

```
</div>
```

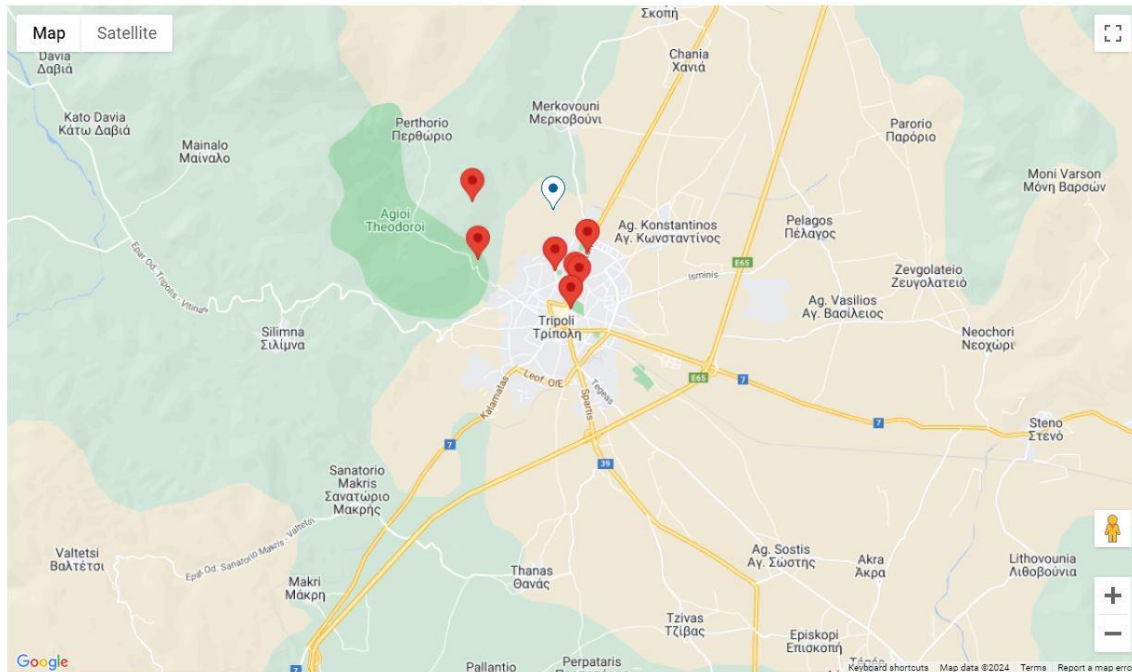
```
</div>
```

```
<hr>
```

```
<div class="row align-items-center g-lg-5 py-5">
```

```
<div class="col-lg-12 text-center text-lg-start">
```

Εδώ εμφανίζεται ο χάρτης, με τις πινέζες των Σταθμών Βάσης και το σημείο είτε που βρίσκεται ο χρήστης είτε τις συντεταγμένες που επέλεξε ο χρήστης.



Εικόνα 10 : Ο χάρτης με τους Σταθμούς Βάσης και το σημείο του χρήστη.

```
<div id="map"></div>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</body>
```

```
</html>
```

## 2.3 Δημιουργία Βάσης Δεδομένων

Για την δημιουργία της βάσης δεδομένων χρειάστηκε να ανακτήσουμε πληροφορίες από την σελίδα της Εθνικής επιτροπής Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων(ΕΕΤΤ) , η οποία περιέχει όλους τους Σταθμούς Βάσης όλων των παρόχων για όλη την επικράτεια.

**Στον παρακάτω κώδικα διαβάζονται τα δεδομένα σε ωμή μορφή όπως παρέχονται από τη σελίδα και μετατρέπονται σε αντικειμενοστραφές περιβάλλον για να χρησιμοποιηθούν στο χάρτη στη μορφή της πινέζας.**

```
import { readFile, writeFile } from 'fs/promises';

async function convert() {

    const rawdata = await readFile('raw.tsv', { encoding: 'utf8' })

    const rows = rawdata.replace(/\r/g,"").split("\n")

    const objdata = rows.map(row => {
        const col = row.split('\t')
        return ({
            id: col[0],
            legal: col[1],
            company: col[2],
            address: col[3],
            municipality: col[4],
            latitude: col[5],
            longitude: col[6]
        })
    })

    await writeFile('objdata.json', JSON.stringify(objdata, null, 4))
}
```

```
convert();
```

Στην παρακάτω συνάρτηση διαβάζουμε τα αρχεία των κεραιών του κάθε Δήμου που έχουμε αποθηκεύσει σε μορφή html και καλούμε τον server να μας δώσει τις επιπλέον πληροφορίες για κάθε σειρά , η οποία εμπεριέχει ένας Σταθμός Βάσης.

```
import fetch from 'node-fetch';
```

```
import { load } from 'cheerio';
```

```
import { readFile, writeFile } from 'fs/promises';
```

```
let data = [];
```

```
async function example(i) {
```

```
  try {
```

```
    const $ = load(await readFile('neo/'+i+'.html', { encoding: 'utf8' }));
```

```
    $('tbody > tr').each( function (i,e) {
```

```
      let appId = $(this).find('a').attr('onclick')?.split(';')[0]?.split('=')[1];
```

```
      data.push([...$(this).text().split('\n').filter(i => i.trim()).map(i => i.trim()),appId]);
    });
```

```
    //console.log(data);
```

```
  } catch (err) {
```

```
    // console.log(err);
```

```
  }
```

```
}
```

**Το παρακάτω κομμάτι είναι μέρος του http api πρωτόκολλου.**

```
async function platosmikos(appid, all) {  
  const $ = load(await (await fetch("https://keraies.eett.gr/getDetails.php", {  
    "headers": {  
      "accept":  
"text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/avif,image/webp,image/apng,*/*;q=0.8,  
application/signed-exchange;v=b3;q=0.7",  
      "accept-language": "en-GB,en;q=0.9,en-US;q=0.8,el;q=0.7",  
      "cache-control": "max-age=0",  
      "content-type": "application/x-www-form-urlencoded",  
      "sec-ch-ua": "\"Not/A)Brand\";v=\"99\", \"Google Chrome\";v=\"115\", \"Chromium\";v=\"115\"",  
      "sec-ch-ua-mobile": "?1",  
      "sec-ch-ua-platform": "\"Android\"",  
      "sec-fetch-dest": "document",  
      "sec-fetch-mode": "navigate",  
      "sec-fetch-site": "same-origin",  
      "sec-fetch-user": "?1",  
      "upgrade-insecure-requests": "1",  
      "Referer": "https://keraies.eett.gr/getData.php",  
      "Referrer-Policy": "strict-origin-when-cross-origin"  
    },  
    "body": "appId="+appid,  
    "method": "POST"  
  })).text());
```

**Εδώ κάνουμε εξαγωγή των τιμών γεωγραφικό πλάτος και γεωγραφικό μήκος από τον html κώδικα χρησιμοποιώντας jquery.**

```
let platos = $('body > div:nth-child(5) > div:nth-child(1) > div:nth-child(4) > div:nth-child(2) > p.list-group-item-heading2').text();
```

```
let mikos = $('body > div:nth-child(5) > div:nth-child(1) > div:nth-child(5) > div:nth-child(2) > p.list-group-item-heading2').text();
```

```
console.log (appid + '[]' + all.join('[]') + '[]' + platos + '[]' + mikos);
```

```
return [platos,mikos];
```

```
}
```

```
async function printem() {
```

```
  for (let i= 1 ;i<= 100 ;i++) {
```

```
    await example(i);
```

```
  }
```

```
  data = data.map((e,i) => [
```

```
    (++i).toString(),
```

```
    ...e,
```

```
    platosmikos(e.slice(-1)[0], e)
```

```
  ]);
```

```
}
```

```
printem();
```

### 3 Βιβλιογραφία

- [1]. "Αξιολόγηση & Διαχείριση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας για επαγγελματικά εκτιθέμενους", Καθ. Βασίλειος Μακρόπουλος , Δρ. Κωνσταντίνος Ν. Χαλκιώτης , Αθήνα 2002
- [2]. <https://keraies.eett.gr/>
- [3]. <https://eeae.gr/>
- [4]. <http://www.w3.org/TR/html5/>
- [5]. <https://www.w3.org/Style/CSS/Overview.en.html>
- [6]. <https://api.jquery.com/>
- [7]. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>
- [8]. <https://getbootstrap.com/docs/5.3/getting-started/introduction/>
- [9]. <https://el.wikipedia.org/wiki/LTE>
- [10]. <https://www.eett.gr>