

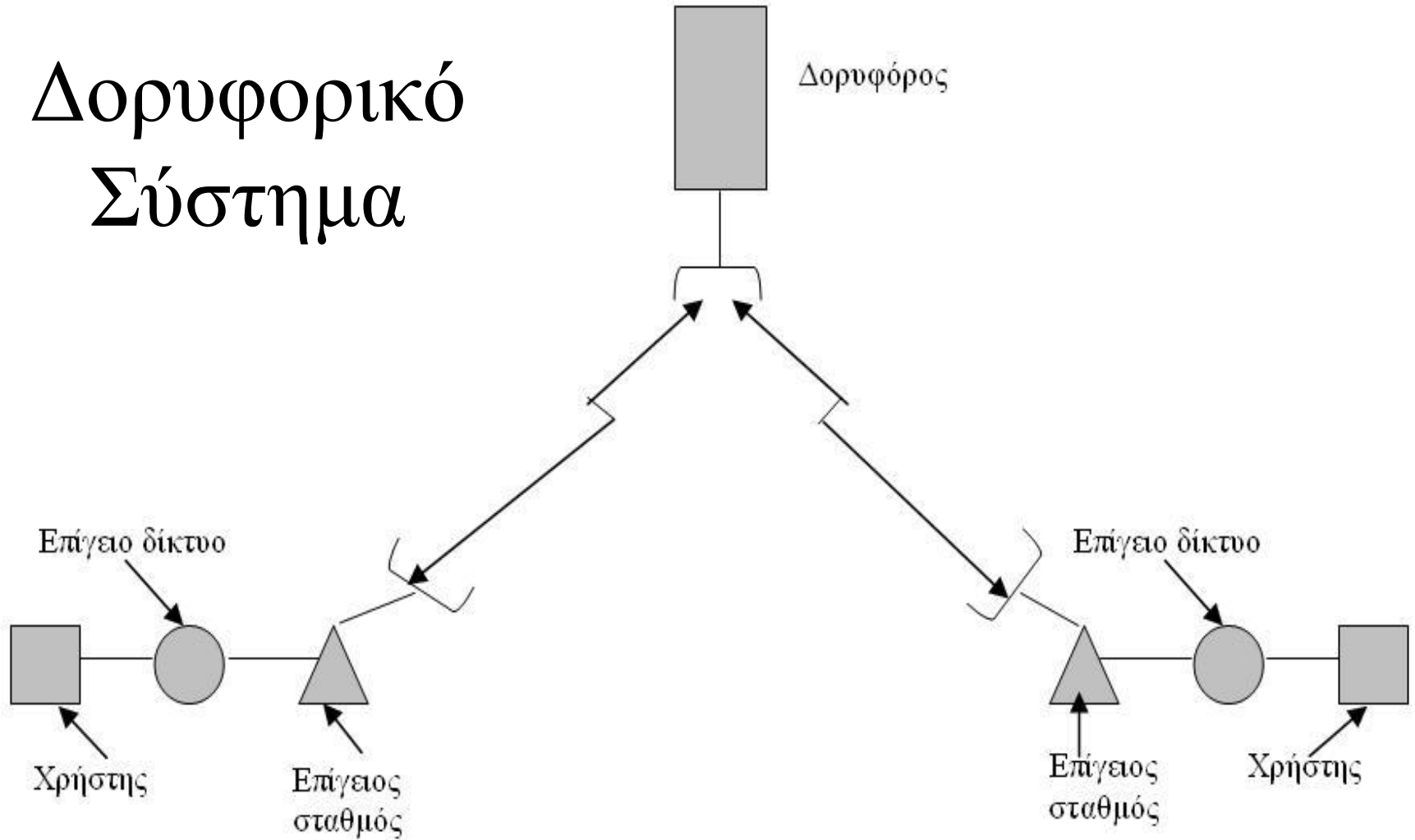


Προσδιορισμός του ρυθμού βροχόπτωσης $R_{0.01}$ με βάση τοπικά κλιματικά δεδομένα και χαρτογράφηση της Ελληνικής επικράτειας – Σύγκριση με τα προτεινόμενα της ITU. Υπολογισμός της απόσβεσης που εισάγεται λόγω βροχής σε διάφορες δορυφορικές ζεύξεις (Hellas Sat) με βάση το εμπειρικό μοντέλο της ITU (ITU-R P.618-8)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Πολυμέρης Κωνσταντίνος

ΦΟΙΤΗΤΡΙΕΣ
Τσολακίδου Γεωργία
Φραντζεσκάκη Ευτυχία

Δορυφορικό Σύστημα



Συχνότητες Λειτουργίας

Ζώνες συχνοτήτων

SHF -EHF

Υποζώνες συχνοτήτων

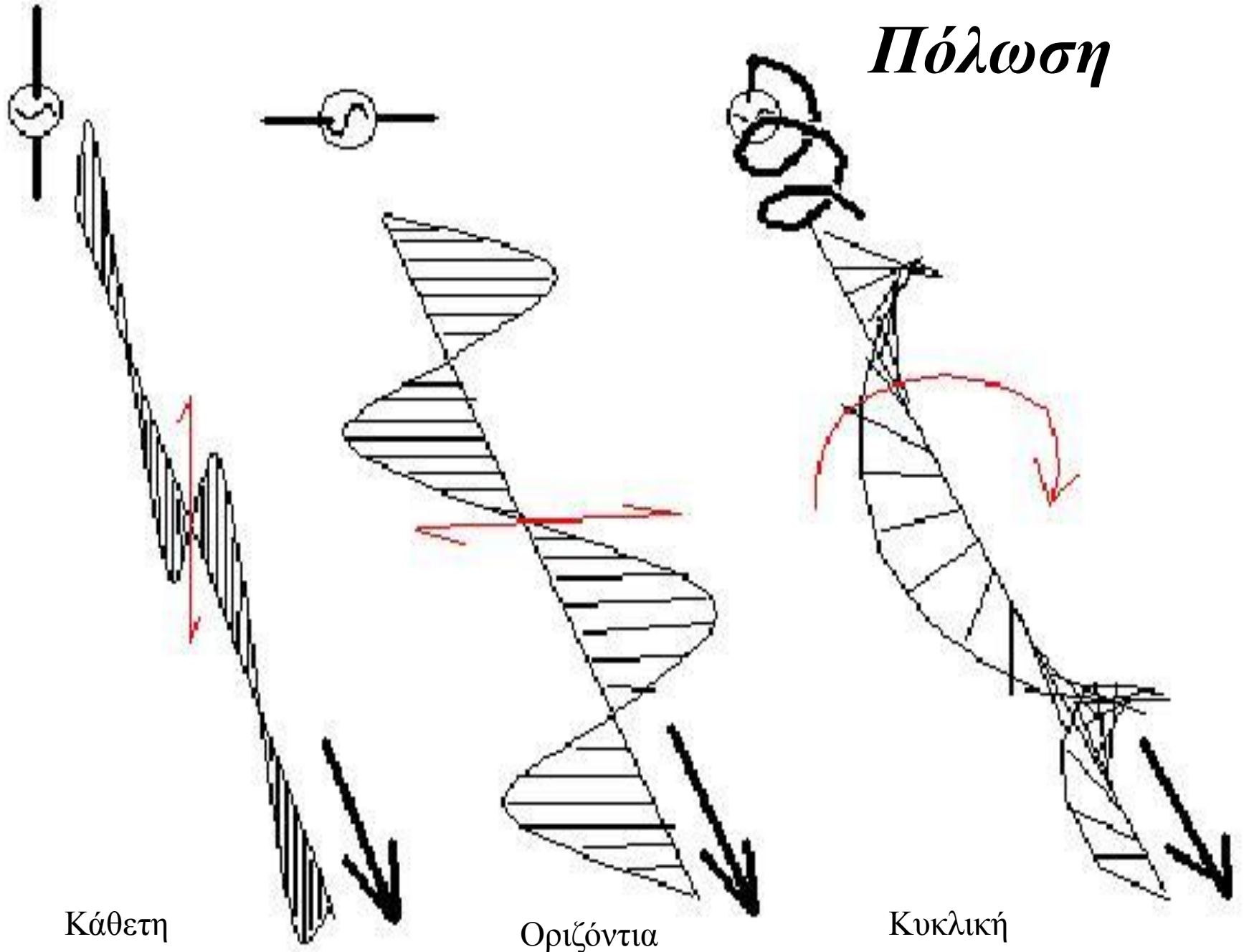
Περιοχή (GHz)

L	→	1-2
S	→	2-4
C	→	4-8
X	→	8-12
Ku	→	12-18
K	→	18-27
Ka	→	27-40
Χιλιοστομετρική περιοχή	→	40-300

Τροχιές Δορυφόρου

- Τροχιά χαμηλού ύψους (LEO)
- Πολική τροχιά
- Γεωστατική τροχιά

Πόλωση



Κάθετη

Οριζόντια

Κυκλική

Αξιοπιστία και διαθεσιμότητα δορυφορικών ζεύξεων

- *Αξιόπιστα εξαρτήματα*
- *Προστασία από δονήσεις*
- *Επιστάμενος έλεγχος*
- *Εφεδρικά όργανα*
- *Υπεραξιόπιστα συστήματα ελέγχου*
- *Χρήση πολλών δορυφόρων*

Μείωση ισχύος δορυφορικού σήματος λόγω βροχής

- Συχνότητα δορυφορικού σήματος
- Ένταση βροχόπτωσης
- Γωνία ανύψωσης κεραίας
- Ύψος επίγειου σταθμού

Μοντέλο υπολογισμού του $R_{0.01}$ και της απόσβεσης (A)

- ITU-R P.618-8
- ITU-R P.838-2
- ITU-R P.839-3

8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 20 1 2 3 4 01 2 3 4 5 6 7 8



Γραφική παράσταση βροχογράφου

Υπολογισμός $R_{0.01}$

Διακοπή λειτουργίας(%)= $1-0.9999$ (μη διαθεσιμότητα)=
0,01% του χρόνου

ή

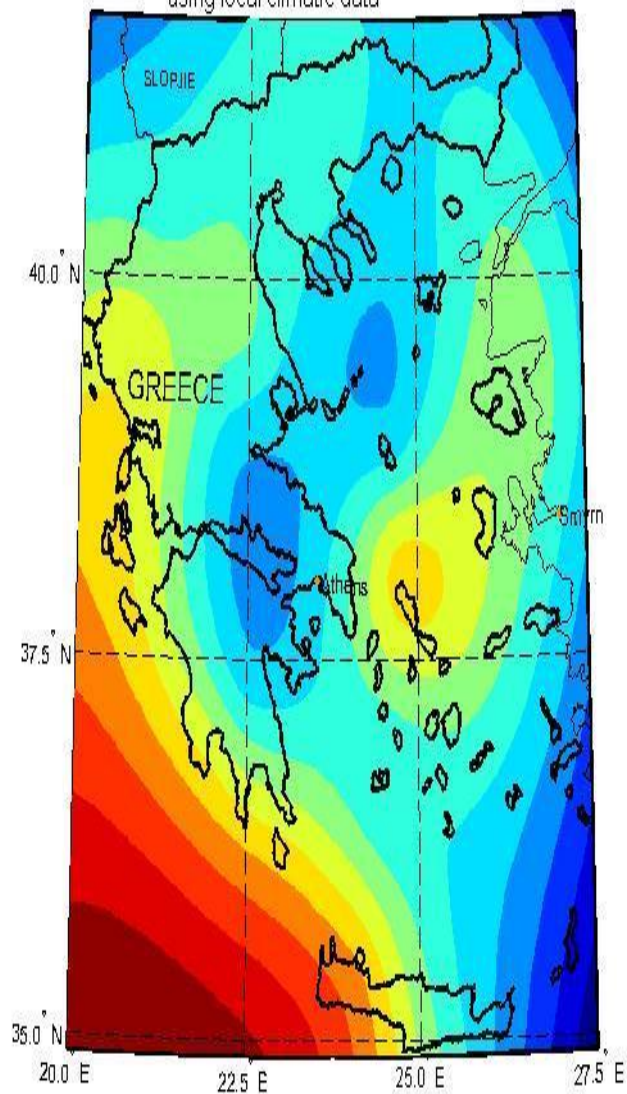
Ένα έτος έχει 8760 ώρες

$0,0001*8760*60= 52,56$ min ή περίπου 11 πεντάλεπτα

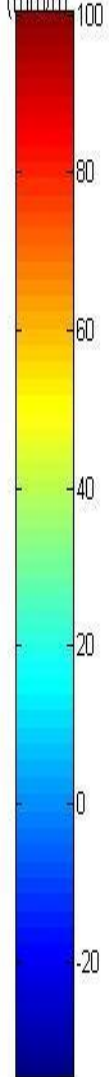
				LOCAL		Διαφορά κατά απόλυτη τιμή
Locations	Latitude	Longitude	Height (km)	RO,01 (mm/h)	ITU Recom. Data	Local Data με ITU
				0.01%	0.01%	
Agrinio	38,60	21.35	0.024	39.45	32.10	7.35
Alexandroupoli	40,85	25.92	0.003	27.55	30.57	3.02
Argos	37,38	22,44	N/A	16.80	24.55	7.75
Argostoli	38,12	20.50	0.022	60.00	42.61	17.39
Arta	39,17	21.00	0.011	51.45	31.31	20.14
Elliniko	37,90	23.73	0.015	24.00	26.58	2.58
Hrackleio	35,33	25.18	0.039	31.00	28.84	2.17
Ioannina	39,70	20.82	0.483	47.95	32.84	15.11
Kalamata	37,07	22.02	0.008	43.15	32.40	10.75
Kastoria	40,32	21,16	N/A	30.91	30.22	0.69
Kerkira	39,62	19.92	0.004	47.76	43.38	4.38
Kithira	36,28	23.02	0.167	58.65	32.02	26.63
Lamia	38,90	22,26	N/A	14.40	24.23	9.83
Larisa	39,63	22.42	0.074	34.75	25.10	9.65
Limnos	39,92	25.23	0.004	19.15	29.00	9.85
Macedonia	40,52	22.97	0.004	26.35	27.27	0.92
Milos	36,73	24,50	N/A	21.55	28.91	7.36
Mitilini	39,07	26.60	0.005	41.90	30.01	11.89
Pirgos	38,13	24.75	0.012	60.00	28.45	31.55
Serres	41,07	23.57	0.035	32.35	29.66	2.69
Skiros	38,90	24,70	N/A	17.90	27.68	9.78
Souda	35,48	24.12	0.151	67.05	29.66	37.39
Xios	38,37	26,80	N/A	30.00	30.62	0.62
Xrisoupoli	40,98	24.60	0.005	16.80	30.21	13.41

Χάρτες απεικόνισης του $R_{0.01}$ με τοπικών δεδομένων και δεδομένων της ITU

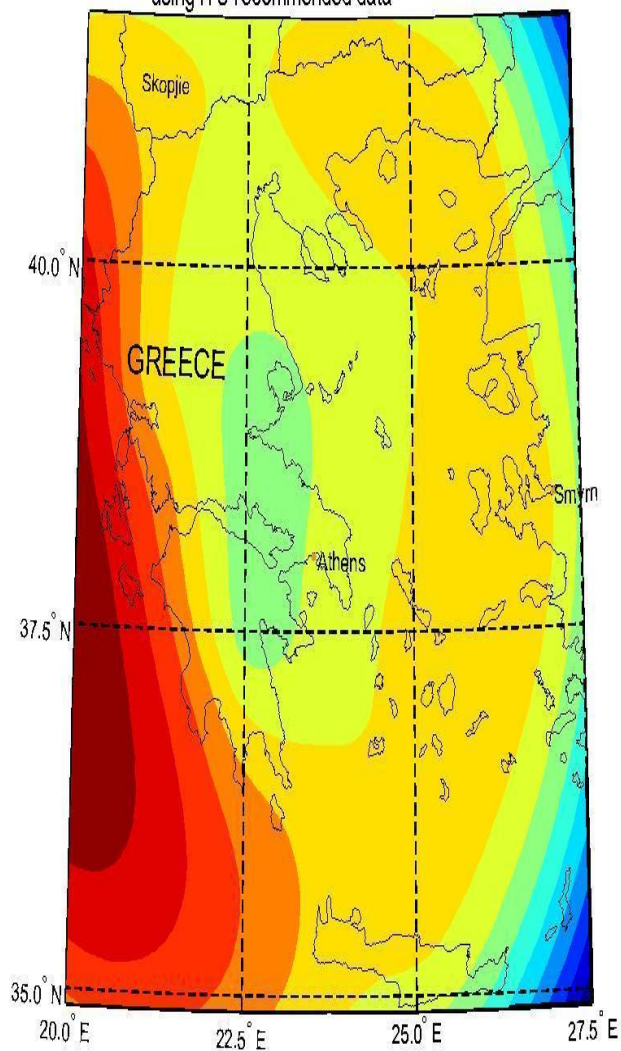
A rain intensity map of Greece for 0.01% of the time, using local climatic data



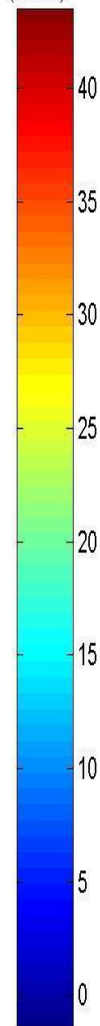
Rain Rate (mm/h)



A rain intensity map of Greece for 0.01% of the time, using ITU recommended data



Rain Rate (mm/h)



Απόσβεση

$$A_{0.01} = \gamma_R * L_E \quad (\text{dB})$$

Όπου

$\gamma_R = k * R^\alpha$ (dB/km) \rightarrow ειδική απόσβεση για όλα τα συστήματα

$L_e \rightarrow$ ενεργό μήκος ραδιοδρόμου

Hellas Sat

- Γεωσύγχρονος δορυφόρος
- Πλάτος = 0°
- Μήκος = 39°
- Ύψος = 42.167km
- Συχνότητες Δορυφορικής ζεύξης
Ku και Ka

Αποτελέσματα Απόσβεσης Local

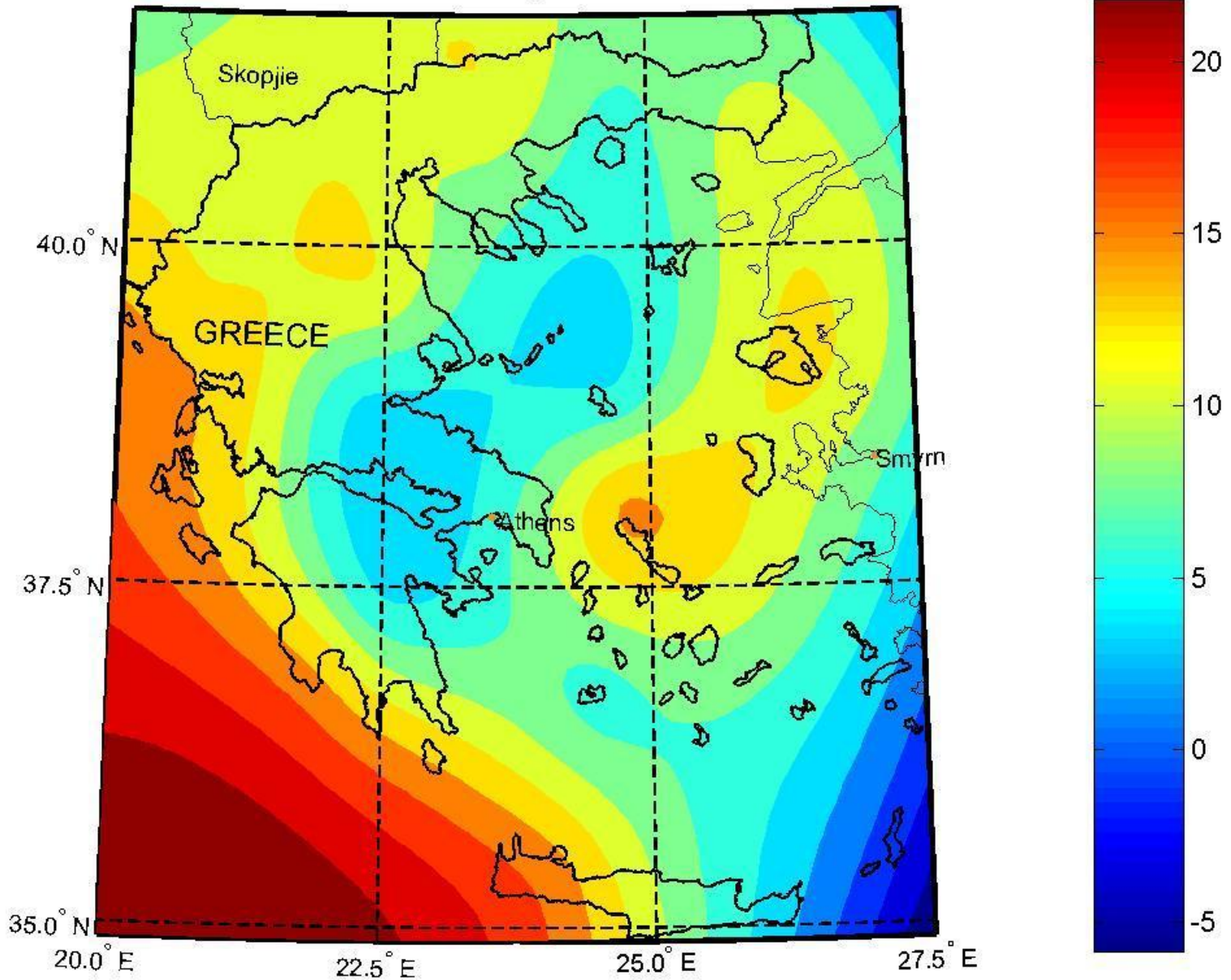
Locations	Latitude	Longitude	Height (km)	R 0.01%	HORIZONTAL		VERTICAL		CIRCULAR	
					f=12,675GHz	f=19,45Ghz	f=12,675GHz	f=19,45Ghz	f=12,675GHz	f=19,45Ghz
					A0,01	A0,01	A0,01	A0,01	A0,01	A0,01
Agrinio	38,60	21.35	0.024	39.45	5.6283	12.8365	5.268	11.8415	5.4423	12.3214
Alexandroupoli	40,85	25.92	0.003	27.55	5.0719	11.7939	4.7755	10.9597	4.919	11.3625
Argos	37,38	22,44	N/A	16.80	2.6769	6.7281	2.5252	6.2577	2.5985	6.4845
Argostoli	38,12	20.50	0.022	60.00	7.6046	17.1188	7.0835	15.6902	7.3356	16.3792
Arta	39,17	21.00	0.011	51.45	6.8336	15.4263	6.3647	14.1409	6.5914	14.7603
Elliniko	37,90	23.73	0.015	24.00	3.6468	8.7548	3.4081	8.1813	3.5234	8.4588
Hracleio	35,33	25.18	0.039	31.00	4.2364	9.8544	3.9646	9.2243	4.0962	9.53
Ioannina	39,70	20.82	0.483	47.95	6.151	13.8636	5.7214	12.6906	5.9289	13.2554
Kalamata	37,07	22.02	0.008	43.15	5.9822	13.6433	5.6137	12.623	5.7923	13.1162
Kastoria	40,32	21,16	N/A	30.91	5.5947	12.9289	5.2489	11.9613	5.4161	12.4279
Kerkira	39,62	19.92	0.004	47.76	7.1571	16.2446	6.67	14.9018	6.9054	15.5487
Kithira	36,28	23.02	0.167	58.65	6.8547	15.4535	6.4193	14.258	6.6305	14.8362
Lamia	38,90	22,26	N/A	14.40	2.4722	6.272	2.3353	5.8429	2.4014	6.0496
Larisa	39,63	22.42	0.074	34.75	5.6572	13.003	5.3049	12.0222	5.4754	12.4955
Limnos	39,92	25.23	0.004	19.15	3.3843	8.3226	3.1721	7.799	3.2745	8.0522
Macedonia	40,52	22.97	0.004	26.35	4.8294	11.2334	4.5447	10.4326	4.6824	10.819
Milos	36,73	24,50	N/A	21.55	3.1929	7.9205	3.0014	7.3353	3.0941	7.6176
Mitilini	39,07	26.60	0.005	41.90	6.1008	13.9418	5.7245	12.8979	5.9069	13.4024
Pirgos	38,13	24.75	0.012	60.00	7.2179	16.2537	6.742	14.9485	6.9726	15.579
Serres	41,07	23.57	0.035	32.35	5.6729	13.0778	5.318	12.0873	5.4896	12.5649
Skiros	38,90	24,70	N/A	17.90	2.7282	6.8179	2.5649	6.3153	2.6438	6.5573
Souda	35,48	24.12	0.151	67.05	7.4328	16.7243	6.9704	15.4535	7.195	16.0689
Xios	38,37	26,80	N/A	30.00	4.5507	10.5298	4.2941	9.8111	4.4186	10.1589
Xrisoupoli	40,98	24.60	0.005	16.80	3.2432	8.0715	3.044	7.5729	3.1401	7.8138

Αποτελέσματα Απόσβεσης ITU

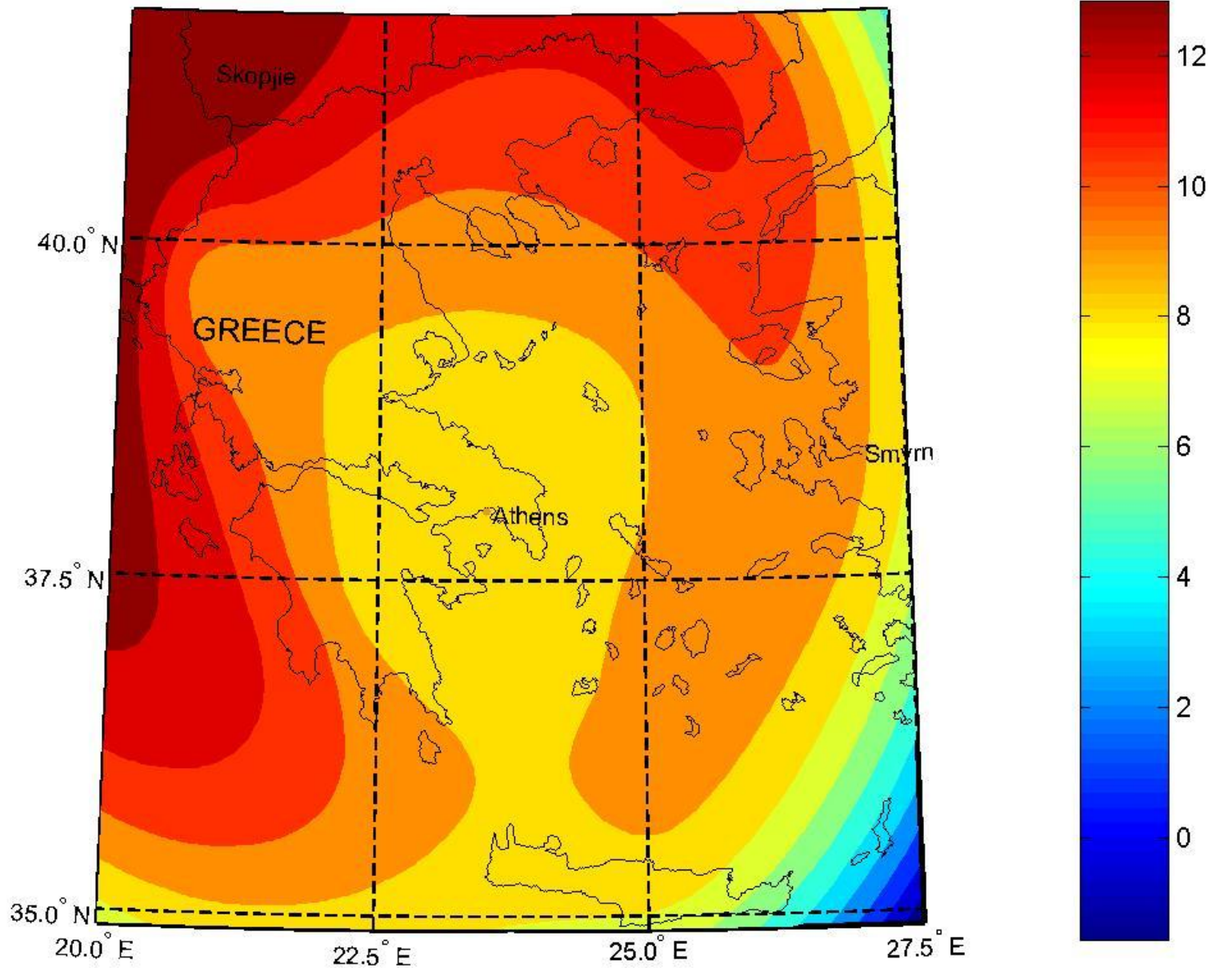
Locations	Latitude	Longitude	Height (km)	ITU Recom. Data	HORIZONTAL		VERTICAL		CIRCULAR	
					f=12,675GHz	f=19,45Ghz	f=12,675GHz	f=19,45Ghz	f=12,675GHz	f=19,45Ghz
					0.01%	A0,01	A0,01	A0,01	A0,01	A0,01
Agrinio	38,60	21.35	0.024	32.10	4.8254	11.095	4.53	10.2739	4.673	10.6703
Alexandroupoli	40,85	25.92	0.003	30.57	5.4807	12.6898	5.1521	11.7683	5.3111	12.2132
Argos	37,38	22,44	N/A	24.55	3.8755	9.2101	3.6209	8.6069	3.7438	8.8988
Argostoli	38,12	20.50	0.022	42.61	5.9719	13.5875	5.5855	12.5218	5.7725	13.0361
Arta	39,17	21.00	0.011	31.31	4.7483	10.9165	4.4532	10.0968	4.5959	10.4922
Elliniko	37,90	23.73	0.015	26.58	4.0237	9.4425	3.7509	8.8059	3.8825	9.1139
Hrackleio	35,33	25.18	0.039	28.84	3.9552	9.3453	3.7071	8.7587	3.8273	9.0434
Ioannina	39,70	20.82	0.483	32.84	4.6417	10.615	4.3414	9.7862	4.4865	10.1856
Kalamata	37,07	22.02	0.008	32.40	4.8390	11.1558	4.5583	10.3723	4.6944	10.7513
Kastoria	40,32	21,16	N/A	30.22	5.5023	12.7267	5.1639	11.7795	5.3275	12.2363
Kerkira	39,62	19.92	0.004	43.38	6.6887	15.2286	6.2413	13.9928	6.4575	14.5883
Kithira	36,28	23.02	0.167	32.02	4.3903	10.1127	4.1116	9.4206	4.2589	9.7557
Lamia	38,90	22,26	N/A	24.23	4.1159	9.6439	3.8337	8.989	3.9697	9.3055
Larisa	39,63	22.42	0.074	25.10	4.4283	10.3187	4.172	9.6016	4.297	9.9479
Limnos	39,92	25.23	0.004	29.00	4.8690	11.2801	4.5831	10.5858	4.7215	10.8658
Macedonia	40,52	22.97	0.004	27.27	4.9565	11.5118	4.6617	10.6836	4.8043	11.0833
Milos	36,73	24,50	N/A	28.91	4.2366	9.8557	3.9554	9.2057	4.0914	9.5205
Mitilini	39,07	26.60	0.005	30.01	4.7657	11.0307	4.4922	10.2646	4.6248	10.6351
Pirgos	38,13	24.75	0.012	28.45	4.1492	9.6397	3.862	8.9772	4.0006	9.2976
Serres	41,07	23.57	0.035	29.66	5.3200	12.3072	4.9939	11.3945	5.1516	11.8347
Skiros	38,90	24,70	N/A	27.68	4.1709	9.6757	3.8776	9.0012	4.019	9.3272
Souda	35,48	24.12	0.151	29.66	4.0301	9.4528	3.7697	8.8428	3.8957	9.1386
Xios	38,37	26,80	N/A	30.62	4.6225	10.6864	4.3604	9.9533	4.4875	10.3081
Xrisoupoli	40,98	24.60	0.005	30.21	5.3525	12.3794	5.0265	11.4668	5.1842	11.9071

Attenuation for 0.01% of the year, using local climatic data for 19.45GHz and for vertical polarization.

A0.01 (dB)

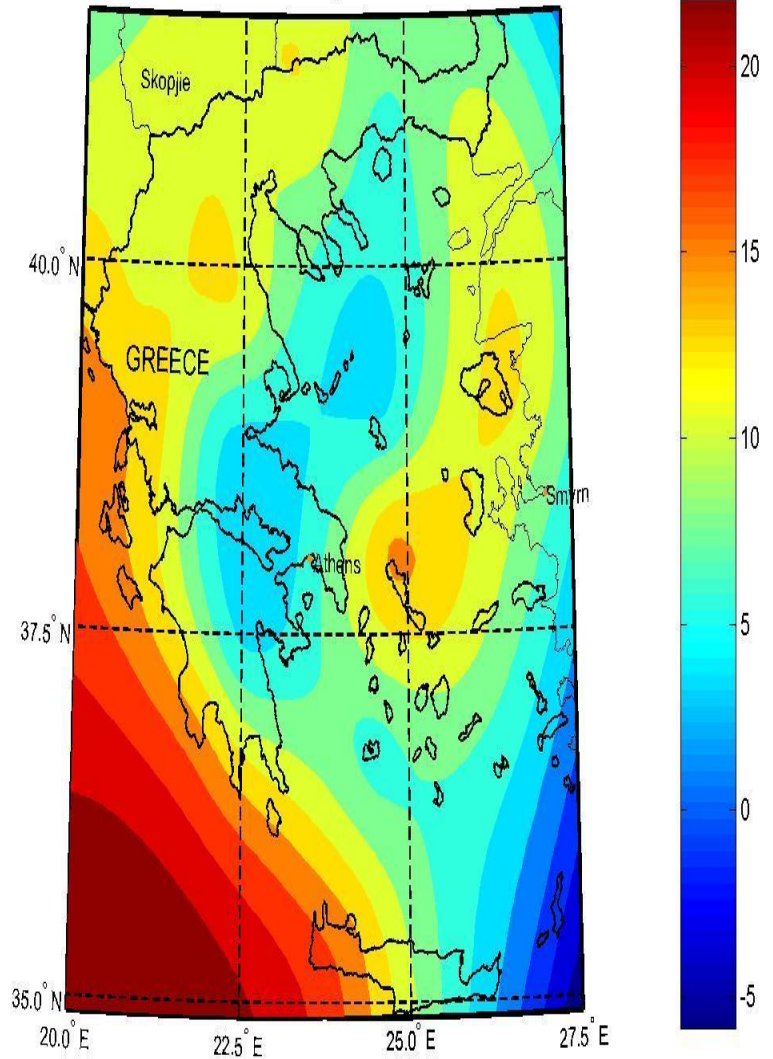


Attenuation for 0.01% of the year using ITU data for 19.45 GHz
and for vertical polarization

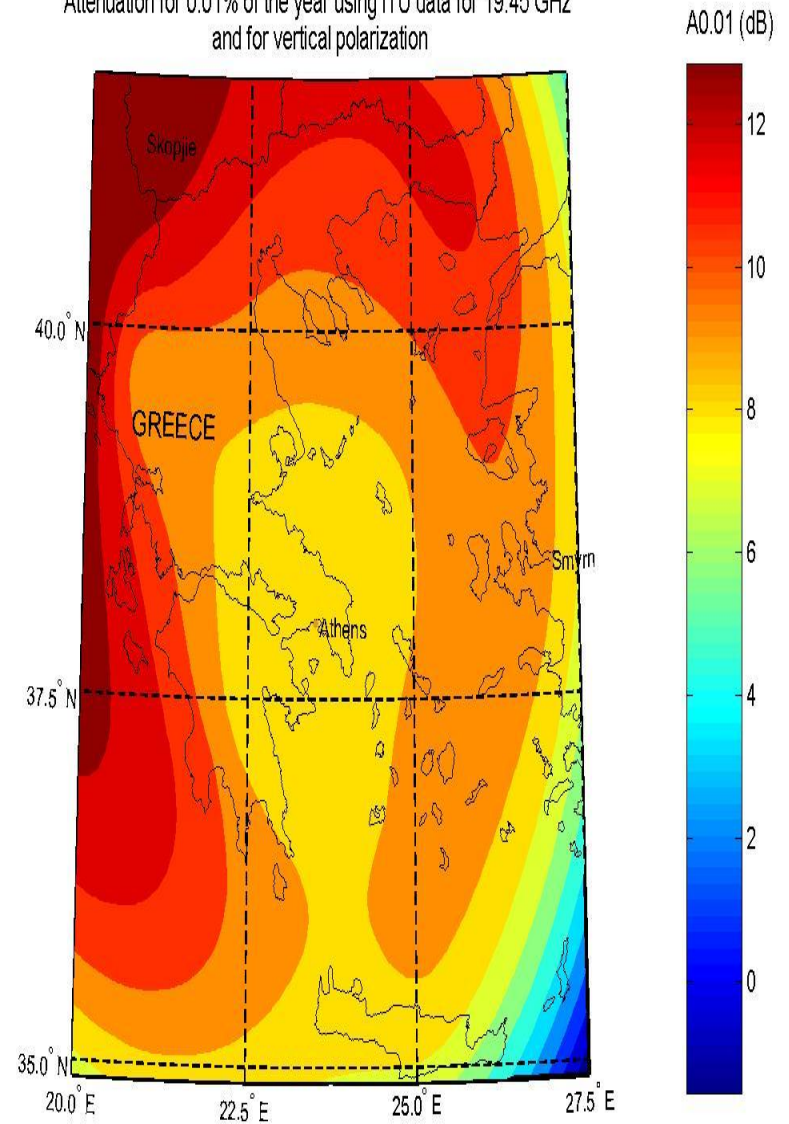


Χάρτες απεικόνισης της απόσβεσης με τοπικά δεδομένα και με δεδομένα της ITU

Attenuation for 0.01% of the year, using local climatic data for 19.45GHz and for vertical polarization.



Attenuation for 0.01% of the year using ITU data for 19.45 GHz and for vertical polarization



Τρόποι Αντιμετώπισης Εξασθένησης

- Χρήση της τεχνικής αναχρησιμοποίησης συχνότητας
- Χρήση της διαφορικής λήψης

Τελικά Συμπεράσματα

✓ Διαφορετικές τιμές ανάμεσα στην ITU και στα τοπικά δεδομένα .

✓ Ρυθμός βροχόπτωσης μη αξιόπιστος.

Μελλοντική Δουλειά

✓ Δεδομένα από την ΕΜΥ περισσότερων χρόνων.

✓ Χρήση ενός ηλεκτρονικού χάρτη της Ελλάδας με υψηλή ανάλυση.

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους
καθηγητές μας

Πολυμέρη Κωνσταντίνο

Παπατσώρη Αναστάσιο

και Τσίτσο Στυλιανό.