



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ
ΜΕΓΑΛΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ

ΤΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΕΡΙΣΜΑ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Χ. ΚΑΨΑΛΗΣ



ΕΕΤΤ

Προκλήσεις και Ευκαιρίες στη Νέα Ψηφιακή
Εποχή

Ψηφιακή Τηλεόραση: Όχημα για το μέλλον



➤ Νέες δυνατότητες στην αξιοποίηση του φάσματος

Πέρασμα στην Ψηφιακή Εποχή

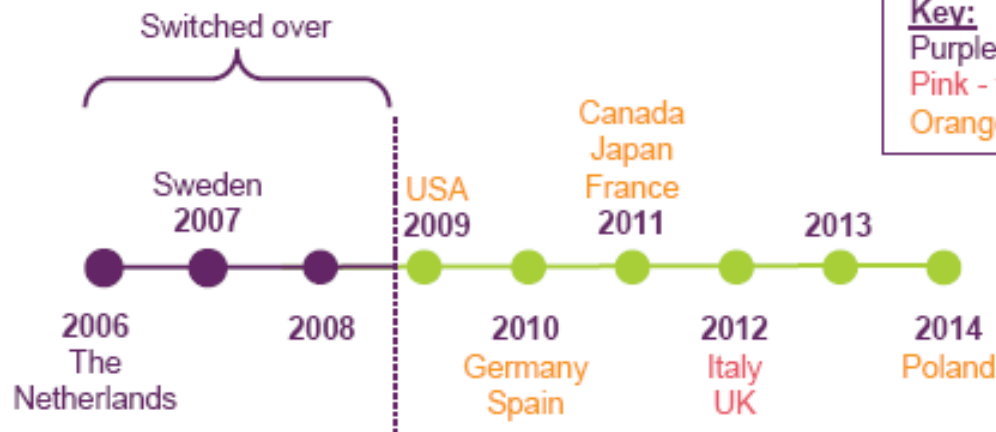


2015: αναλογικό switch-off διεθνώς

2012: η προτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης

τα δίκτυα Κέντρων Εκπομπής αναλογικής τηλεόρασης μετατρέπονται σε δίκτυα SFN ψηφιακής τηλεόρασης

Χρονοδιάγραμμα για Αναλογικό Switch-off



Key:

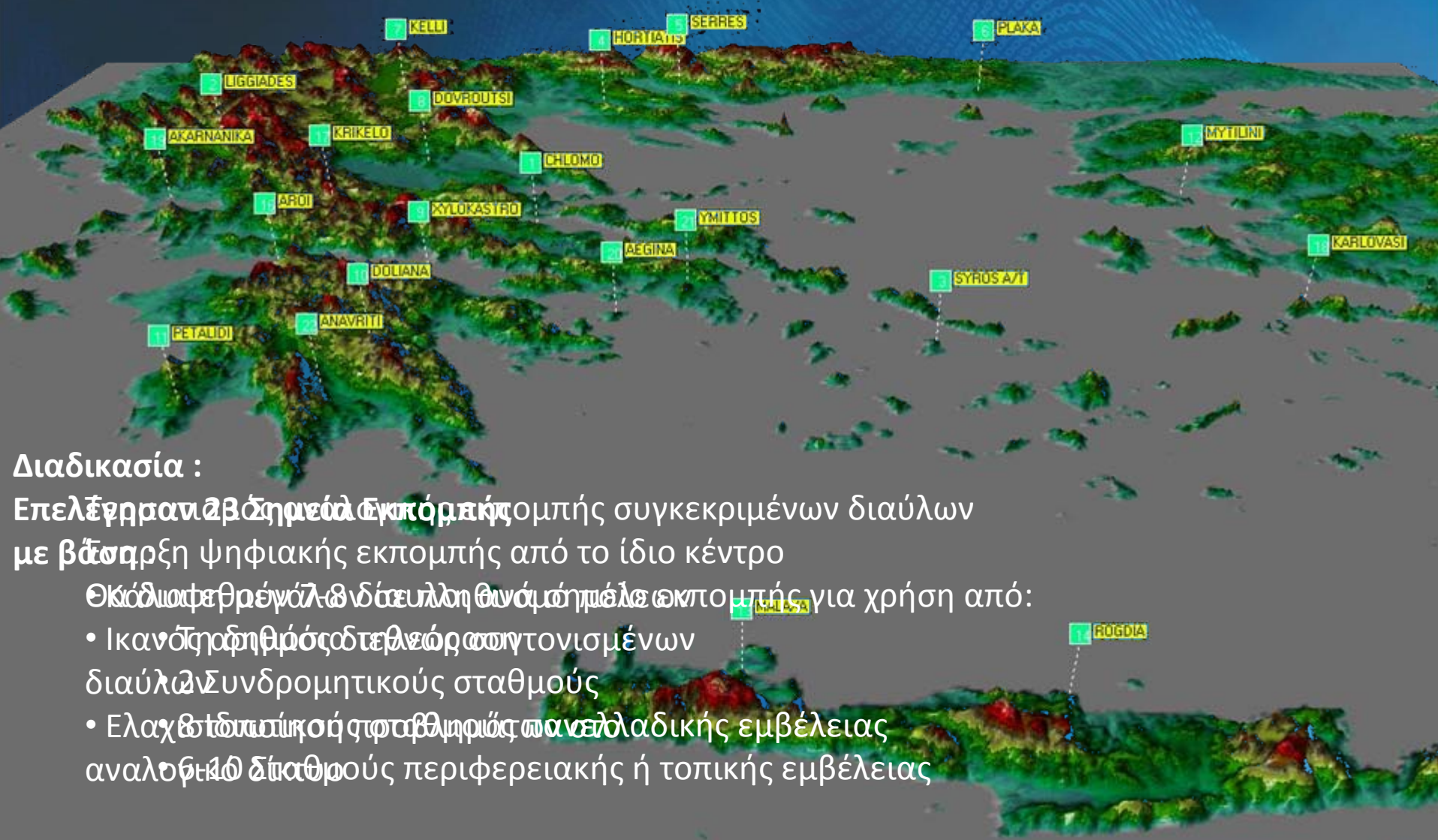
Purple - switched over

Pink - transition to switchover has begun

Orange - switchover deadline

Source: Ofcom research

Η Μετάβαση στην Ελλάδα



Διαδικασία :

Επεξεργασία βάζου με 20 σημεία επιλογής συγκεκριμένων διαύλων με βάση ψηφιακή εκπομπή από το ίδιο κέντρο

Οκτώ διαφορετικά βάζα με 20 σημεία επιλογής για χρήση από:

- Ικανότητα θέρμανσης των διαύλων
- Ελαχιστοποίηση της απώλειας ενέργειας
- Αναλυτική διαμόρφωση περιφερειακής ή τοπικής εμβέλειας

Νομοθετικές ρυθμίσεις

Ν.3592/2007 (ΦΕΚ 161Α 19-7-2007)

Συγκέντρωση και αδειοδότηση Επιχειρήσεων Μέσων Ενημέρωσης και άλλες διατάξεις. Το πέμπτο κεφάλαιο ρυθμίζει θέματα επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης και ραδιοφώνου, ευρυζωνικών δικτύων κλπ.

Κοινή Υπουργική Απόφαση

Υπουργών Μεταφορών & Επικοινωνιών και Επικρατείας
αρ. 21161/2008 (ΦΕΚ 1680Α΄/20-8-2008)



24 021

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 1680
20 Αυγούστου 2008

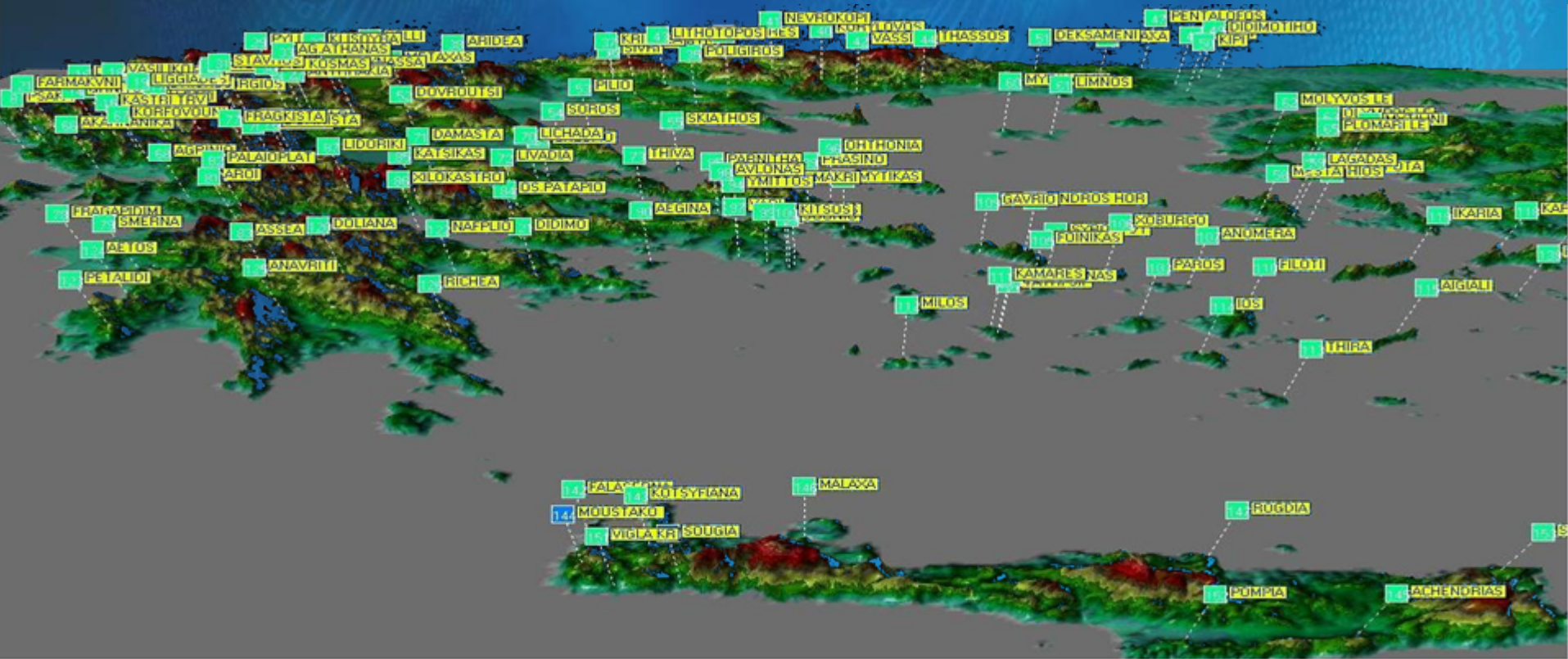


Switch - off

Χάρτης συχνότητων πλάνου
ψηφιακής τηλεόρασης

Δίκτυο Κέντρων Εκπομπής

- Σχεδιάστηκε προτυποποιημένο δίκτυο αναφοράς 146 κέντρων εκπομπής αναλογικής τηλεόρασης
- Με σκοπό
 - τον εξορθολογισμό του υπάρχοντος δικτύου τηλεόρασης
 - να αποτελέσει πρότυπο για τη μετάβαση



Δίκτυο Κέντρων Εκπομπής

- Ανάπτυξη – Εξέλιξη του προτυποποιημένου δικτύου
- Σκοπός:
 - βελτιστοποίηση κάλυψης
 - ελαχιστοποίηση παρεμβολών
- Νέο προτυποποιημένο δίκτυο : 158 κέντρα εκπομπής ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος
 - Περιλαμβάνουν όλα τα κέντρα εκπομπής αναλογικής τηλεόρασης του προτυποποιημένου δικτύου
 - Περιλαμβάνουν όλα τα κέντρα εκπομπής που καθορίστηκαν για την ψηφιακή μετάβαση

Δίκτυο Κέντρων Εκπομπής - Χάρτης

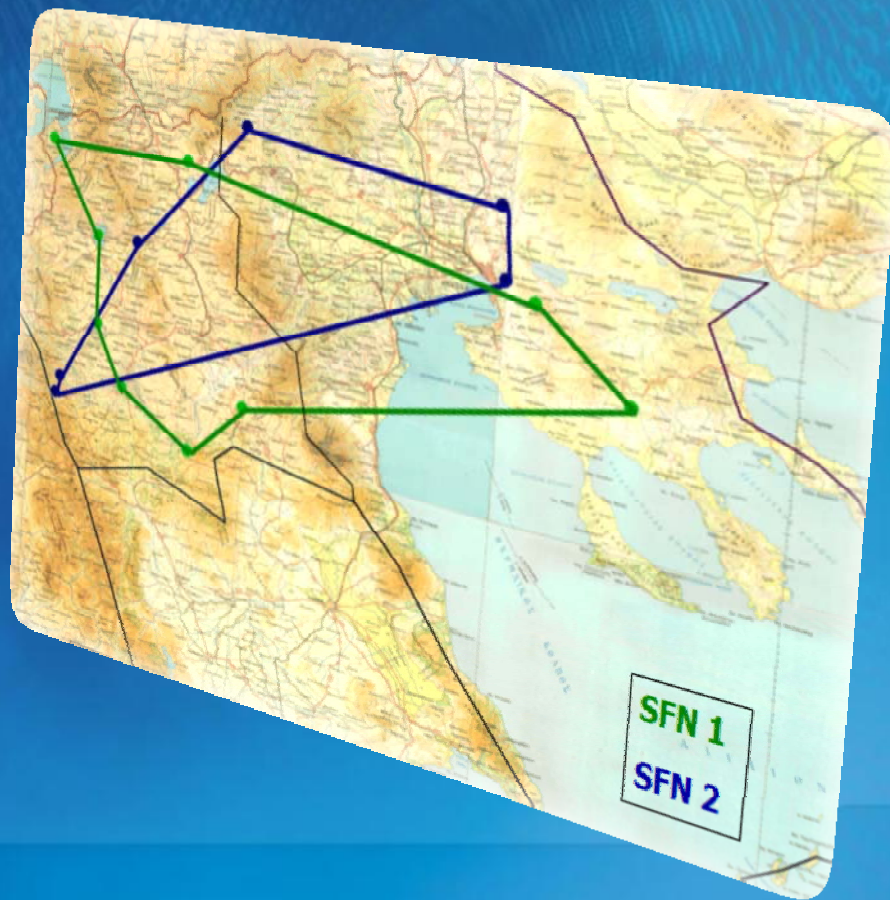


Σχεδιασμός Ψηφιακού Δικτύου

- Για το σχεδιασμό του ψηφιακού δικτύου, εκτός από τις δεσμεύσεις που υπάρχουν προς την συνθήκη GE '06, λαμβάνονται υπ' όψη τα παρακάτω:
 - η αποφυγή παρεμβολών μεταξύ γειτονικών SFN
 - η δυνατότητα λειτουργίας γειτονικών ΕΠΨΕ στην ίδια συχνότητα, εφόσον τα SFN που περιλαμβάνονται δεν εμφανίζουν παρεμβολές
 - η συμβατότητα με το χάρτη μετάβασης της ψηφιακής τηλεόρασης

Μεθοδολογία Υλοποίησης του Ψηφιακού Χάρτη

- Δημιουργία SFN τα οποία αποτελούνται από κέντρα εκπομπής που δεν παρουσιάζουν παρεμβολές μεταξύ τους και μπορούν να συγχρονίσουν τα σήματά τους στο δέκτη
- Σε κάθε SFN δίνονται συχνότητες που έχουν αποδοθεί από τη συνθήκη GE '06 σε allotments της περιοχής τους
- Σε κάθε ΕΠΨΕ δίνονται διαφορετικές συχνότητες στα διαφορετικά SFN



Απόδοση συχνотήτων

Σε κάθε SFN δίνονται συχνότητες που έχουν αποδοθεί από τη συνθήκη GE '06 σε allotments της περιοχής τους

Σε κάθε ΕΠΨΕ δίνονται διαφορετικές συχνότητες στα διαφορετικά SFN

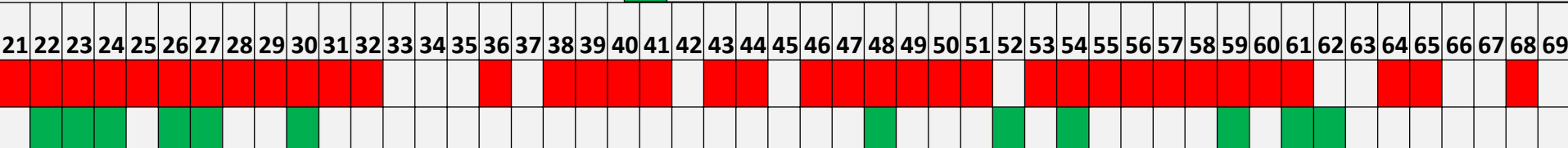
Εκπομπή περισσότερων προγραμμάτων στον ίδιο δίαυλο – εξοικονόμηση φάσματος

ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΟΙ ΔΙΑΥΛΟΙ

σε ένα Κέντρο Εκπομπής

38 Κατειλημμένοι Δίαυλοι στην Υπάρχουσα Κατάσταση

Απόδοση 12 διαύλων σύμφωνα με το χάρτη



Το Ψηφιακό Μέρισμα

- Ψηφιακό Μέρισμα είναι το φάσμα VHF και UHF που θα απελευθερωθεί με την πλήρη μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή επίγεια τηλεόραση, λόγω της αποδοτικότερης χρησιμοποίησής του από τα συστήματα ψηφιακής ευρυεκπομπής
- Ψηφιακό μέρισμα μπορεί να αποτελείται από
 - συνεχόμενο τμήμα φάσματος διαθέσιμο αποκλειστικά σε νέες κινητές υπηρεσίες ευρυεκπομπής (πχ 790-862 MHz)
 - μεμονωμένοι δίαυλοι από ολόκληρο το φάσμα που διατίθενται δυναμικά όπου και όποτε είναι ελεύθεροι

Ψηφιακό Μέρισμα

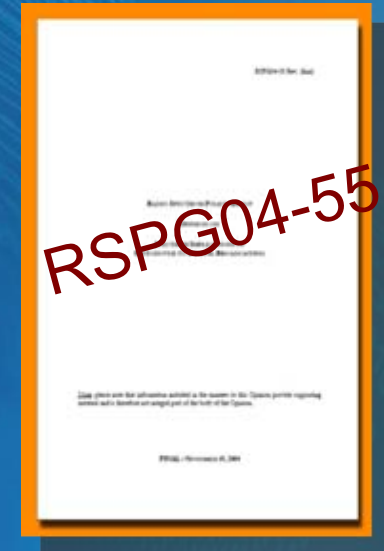


Brussels, 12 August 2003
DG INFSO/B4

RSPG03-14

REQUEST BY THE EUROPEAN COMMISSION
TO THE RADIO SPECTRUM POLICY GROUP
FOR AN OPINION

ON
SPECTRUM IMPLICATIONS OF SWITCHOVER TO DIGITAL BROADCASTING



“Using less spectrum in UHF/VHF bands, Broadcasting digitisation provides a “spectrum dividend” which represents a value in each Member State that could be used to meet economic, social and cultural objectives”

Ψηφιακό Μέρισμα ανά Ευρωπαϊκή Χώρα

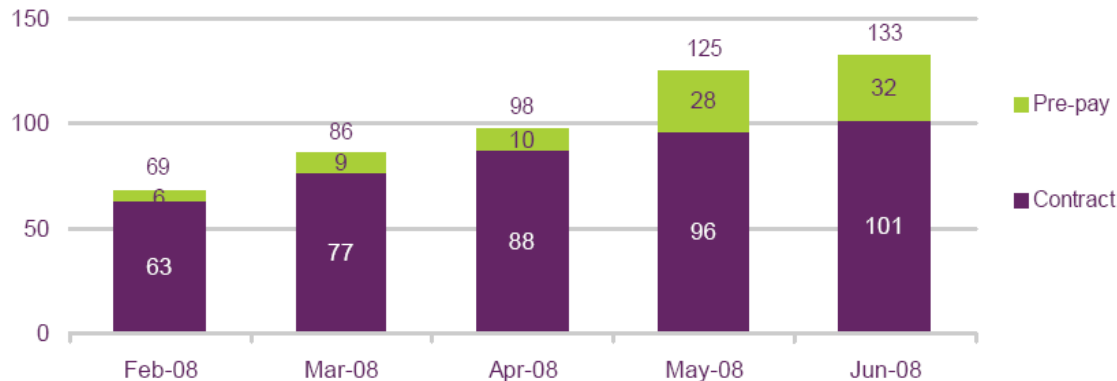
Country	Spectrum for Mobile	Analogue Switch Off
Austria	790-862	by end 2010
Belgium (Flemish)	Uncertain	2008 deadline being delayed
Belgium (Walloon)	Uncertain	Uncertain
Bulgaria		
Cyprus	Uncertain	2011
Czech Republic	Uncertain, should follow ECC guidelines	2011-2012
Denmark	8 MHz in total	Oct-09
Estonia	Uncertain	Feb-Mar 2010
Finland	790-862	Completed
France	790-854	In November 2011
Germany	See notes	end-2008
Greece	No Decision	No Decision
Hungary	790-862	2012-2015
Ireland	Uncertain	2012
Italy	0	2012
Latvia	0	In December 2011
Lithuania	No Decision	2012
Luxembourg	No Decision	2012
Malta	8 MHz in total	end-2010
Netherlands	Uncertain	Completed
Poland		
Portugal	0	2012
Romania	790-862	Starting 2009
Slovakia		
Slovenia	0	2011
Spain	0	by April 2010
Sweden	790-862	Completed
United Kingdom	790-854 (550-630)	2011
Non-EU states:		
Croatia	790-862	by end-2012
Norway	790-862	2009
Switzerland	790-862	2008

● Ιδ
 ● δύ
 ● με
 ● Το
 ● Κο
 ● Π
 ● δ
 ● δι

κού
 να
 ν

Οι Επίδοξες Υπηρεσίες

Figure 5.10 New consumer mobile broadband connections



Source: GfK retail data (includes only consumer channels)

Επικρατούσα η υιοθέτηση κινητής ευρυζωνικής υπηρεσίας στο ψηφιακό μέρισμα

Cognitive Radios:

έξυπνες συσκευές που χρησιμοποιούν δυναμικά το φάσμα, φροντίζοντας να μην προκαλέσουν παρεμβολή στην πρωτεύουσα υπηρεσία



Κινητή υπηρεσία

Μελέτες ITU και Ευρώπης



- ITU (International Telecommunication Union) - Joint Task Group 5-6:

- εξέταση τεχνικών θεμάτων συνύπαρξης στη ζώνη UHF 790-862 MHz υπηρεσιών ευρυεκπομπής DVB-T, υπηρεσιών ασυρμάτων επικοινωνιών καθώς και λοιπών πρωτεύουσών υπηρεσιών



- ERO (European Radiocommunication Organization) – ECC TG4, θέματα συμβατότητας μεταξύ δικτύων

- “κυψελωτών / χαμηλής ισχύος πομπών” και
- “μεγαλύτερης κάλυψης / υψηλής ισχύος πομπών”

Έμφαση στη συνύπαρξη δικτύων RPC1 και RCP2/3 στις μπάντες IV και V και στην πιθανότητα εναρμονισμού μιας υπο-μπάντας (στις μπάντες IV και V) για εφαρμογές πολυμέσων, ελαχιστοποιώντας την επίδραση στο πλάνο GE-06



- EBU DAJ/MW/cb, “Telecom Reform Proposals: EBU Briefing Paper on the review of broadcasters’ rights to use frequencies”, 21.04.2008

- BBC COMMENTS on “PUBLIC CONSULTATION ABOUT THE RSPG OPINION ON EU SPECTRUM POLICY IMPLICATIONS ON THE DIGITAL DIVIDEND”



Συμβατότητα με Πρωτεύουσα Υπηρεσία

Η εισαγωγή κινητής υπηρεσίας στη ζώνη UHF προϋποθέτει:

- Προστασία υπαρχόντων και μελλοντικών σταθμών υπηρεσιών ευρυεκπομπής, σταθερής υπηρεσίας και υπηρεσίας αεροπλοήγησης από την κινητή υπηρεσία
 - Ψηφιακή και αναλογική ευρυεκπομπή μέχρι το 2015
 - Ψηφιακή ευρυεκπομπή από το 2015 και μετά
- Συντονισμό των κρατών ανάμεσα στην κινητή υπηρεσία και την υπηρεσία ευρυεκπομπής αποτελεί ήδη μέρος της Συμφωνίας GE06 – Οι λεπτομέρειες του συντονισμού αφήνονται στις αρμόδιες αρχές των χωρών
- Περαιτέρω μελέτες συμβατότητας για τη βοήθεια των χωρών να εκτελέσουν το συντονισμό ανάμεσα στην κινητή υπηρεσία και την υπηρεσία ευρυεκπομπής

Προστασία πρωτευουσών υπηρεσιών

Χαρακτηριστικά Υπηρεσίας Ευρυεκπομπής

Παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- Αναλογικό ή ψηφιακό (DVB-T, -T2, -H) σύστημα
- Διαμόρφωση, Code rate, Guard interval
- Χαρακτηριστικά δικτύου (GE06)
- Λήψη
 - DVB-T (σταθερή, κινητή, φορητή)
 - DVB-H
 - indoor – class A
 - outdoor – class B
 - moving vehicle with an external antenna – class C
 - moving vehicle without external antenna – class D)
- Εκπεμπόμενη E.I.R.P.
- Χαρακτηριστικά κεραιοσυστήματος



Χαρακτηριστικά Κινητής Υπηρεσίας

Παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- Σταθμός βάσης ή κινητός
- Διαμόρφωση (QPSK, 16-QAM, 64-QAM, κλπ)
- Μέγιστη φασματική πυκνότητα ισχύος
- Εύρος σήματος (1.08, 2.7, 3.84, 4.5, 9, 13.5, 18MHz)
- Εύρος καναλιού (1.4, 3, 5, 7, 10, 15, 20MHz)
- Εκπεμπόμενη E.I.R.P.
- Χαρακτηριστικά κεραιοσυστήματος



Λόγοι Προστασίας DVB-T - UMTS

Position of the interfering signal --> Interfering system and mode	N-9	N-8	N-7	N-6	N-5	N-4	N-3	N-2	N-1	N-6.5MHz	N	N+6.5MHz	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	N+9
UMTS Base Station (BS) Without Transmit Power Control (TPC) (dB)	-75	-75	-70	-67	-75	-47	-62	-50	-40	-20	18	-32	-35	-42	-49	-58	-45	-64	-67	-58	-48
UMTS BS with TPC (dB)	-64	-64	-63	-58	-47	-44	-37	-32	-27	-10	-10	-22	-22	-33	-43	-49	-63	-53	-65	-66	-40
UMTS User Equipment (UE) with TPC 3 km/h (dB)	-64	-64	-63	-58	-47	-44	-37	-32	-27	-10	-10	-19	-19	-30	-41	-46	-61	-52	-63	-65	-38
UMTS UE With TPC 120 km/h (dB)	-64	-65	-63	-56	-58	-40	-44	-33	-23	-12	26	-16	-22	-32	-42	-48	-62	-53	-63	-65	-38
Overload threshold (Oth) UMTS BS without TPC (dBm)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Not reached	-9	-7	-2	-5	-7	-6	-5	-4	-3	-3

Εάν η στάθμη του ανεπιθύμητου σήματος είναι πάνω από το αντίστοιχο Overload threshold (O_{th}), ο δέκτης παρεμβάλλεται όποια τιμή και να έχει το επιθυμητό σήμα. Σε αυτή την περίπτωση δεν έχει νόημα ο λόγος προστασίας.

Λόγοι Προστασίας DVB-H - DVB-T

Ομοδιαυλική περίπτωση

Modulation	Code Rate	Protection Ratio (dB)	
		Portable (Class A and B)	Mobile (Class C and D)
QPSK	1/2	9.5	9.5
QPSK	2/3	12.5	12.5
16-QAM	1/2	15.5	15.5
16-QAM	2/3	18.5	18.5

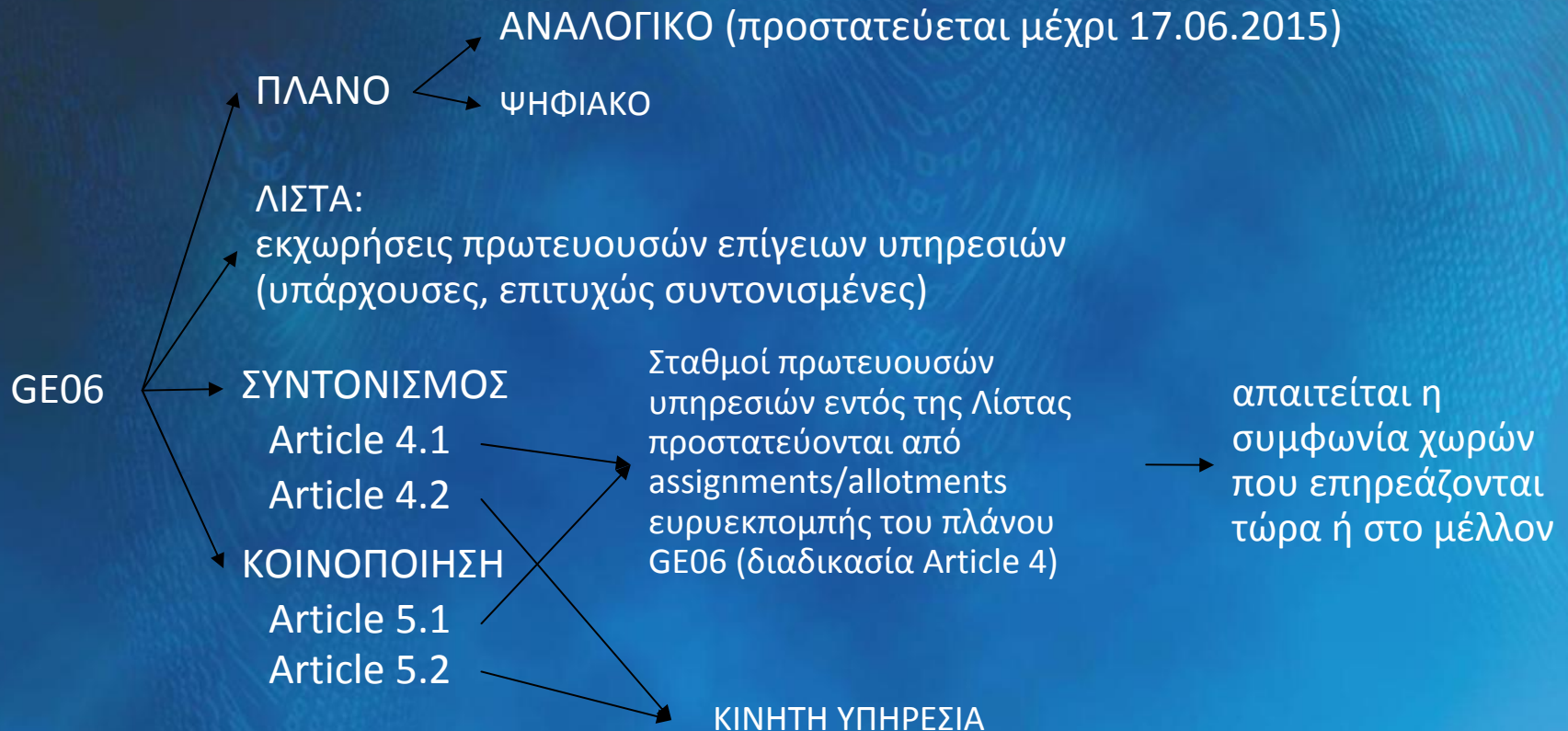
Περίπτωση γειτονικού διαύλου

Channel	N-1	N+1
Protection Ratio (dB)	-30	-30



Συντονισμός

Συμφωνία GE06 και Συντονισμός

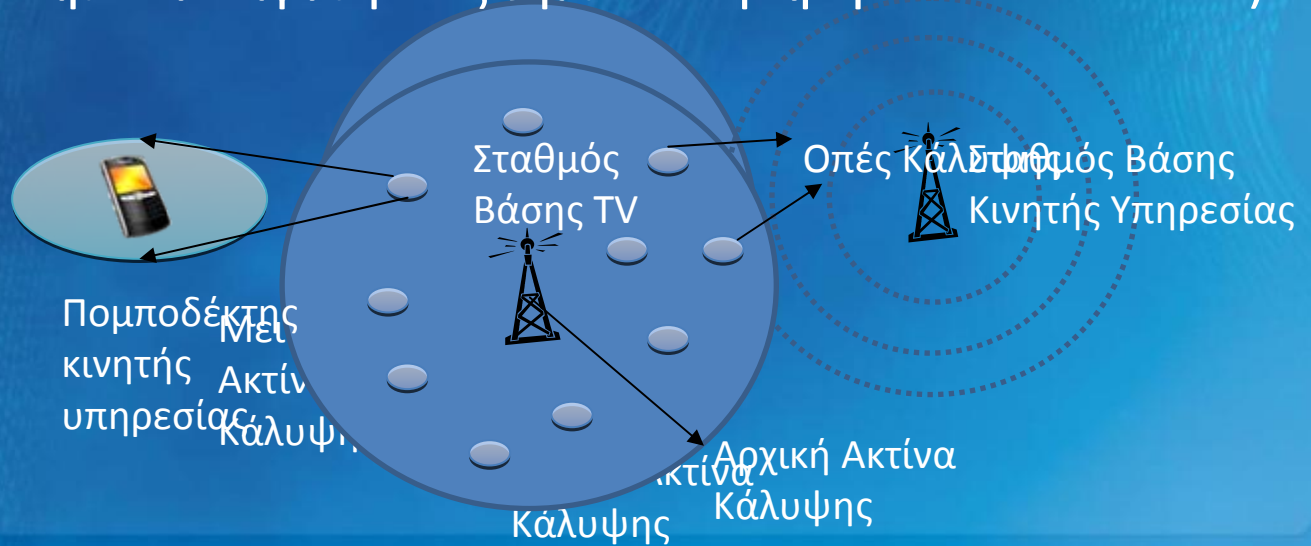


● Χρονοβόρα διαδικασία συντονισμού

● Μέχρι 2 χρόνια και 45 μέρες

Παρεμβολές

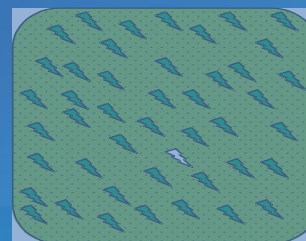
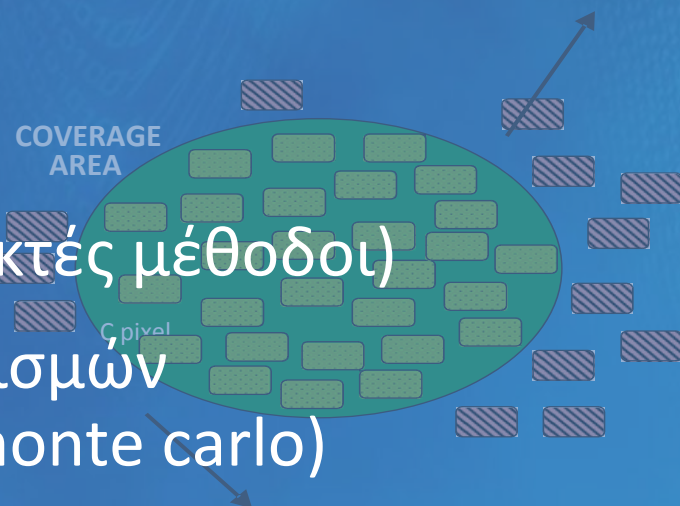
- ❖ Παρεμβολές μπορεί να προκληθούν είτε από τη ζεύξη ανόδου είτε από τη ζεύξη καθόδου της κινητής υπηρεσίας
- ❖ Αν παρεμβολές βλάψουν σημαντικά την επικοινωνία (ή τον κάλυψή της) βρίσκονται εντός περιμετρικής ζώνης ψηφιακού φορητού DVBS-Κευσών)



Η αδυναμία κάλυψης προσδιορίζει την αδυναμία επίτευξης της προβλεπόμενης χωρικής και χρονικής κάλυψης

Προσχέδιο Μεθοδολογίας Συνύπαρξης Υπηρεσιών

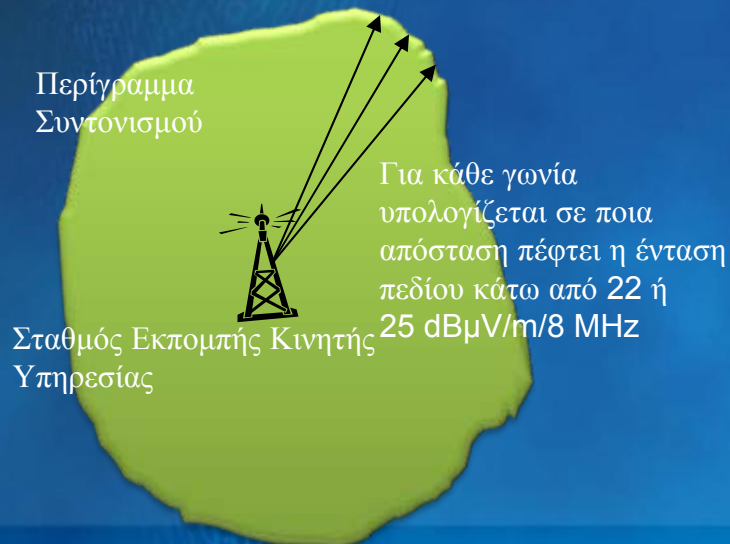
- Ορισμοί: Coverage Area, Protection ratio, Overloading Threshold, Location Probability, Interference Probability, Coverage Area Loss, Coverage Holes
- Παράμετροι συστήματος
- Τοπολογία δικτύου
- Μέθοδοι άθροισης πεδίου (αναλυτικές, στατιστικές, μικτές μέθοδοι)
- Γενικές διαδικασίες υπολογισμών (αναλυτική/deterministic, monte carlo)
- Μοντέλα διάδοσης
 - ITU-R P.1546-3
 - Okumura-Hata (ITU-R SM.2028)



Καθορισμός των Επηρεαζόμενων Χωρών

- όρια συντονισμού, τεχνική μεθοδολογία
- περίγραμμα συντονισμού (coordination contour)

- Συντονισμός assignment πομπού κινητής υπηρεσίας



- Συντονισμός assignment δέκτη κινητής υπηρεσίας



Προβληματισμοί

Ερωτήματα του JTG 5-6 (Δεκ. 2008)

- Είναι επαρκής “ο μηχανισμός για το επίπεδο σκανδαλισμού” της συμφωνίας GE06 ώστε να καλύψει τις μελέτες στο θέμα του dividend, ή χρειάζεται συμπλήρωση?
- Υπάρχει μηχανισμός σκανδαλισμού για συντονισμό μεταξύ Κινητών Υπηρεσιών και Συστημάτων Αεροναυτικής Ραδιοπλοήγησης και Σταθερής Υπηρεσίας? Εάν υπάρχει, μήπως χρειάζεται συμπλήρωση? 
- Μπορεί η τεχνική βάση, περιλαμβανομένων των τεχνικών χαρακτηριστικών, των κινητών και σταθερών υπηρεσιών της GE06 να χρησιμοποιηθεί στις μελέτες για το θέμα του dividend? Μήπως υπάρχει ανάγκη συμπλήρωσης για την επίδραση των νέων κινητών υπηρεσιών στο πλάνο?

Οφέλη από τον Καθορισμό των Ορίων του Μερίσματος

- Χαμηλότερο κόστος εξοπλισμού (όσο περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες ξεκαθαρίζουν το φάσμα και διατίθεται σε νέες υπηρεσίες, τόσο οι κατασκευαστές μειώνουν τις τιμές στον εξοπλισμό - δικτύου και τερματικό)
- Μικρότεροι περιορισμοί στη χρήση του φάσματος (ευκολότερη επίτευξη συμφωνιών με τις γειτονικές χώρες για την ίδια χρήση του φάσματος)
- Το φάσμα που διατίθεται έχει μεγάλη αξία (η μπάντα 790-862MHz έχει μεγάλη αξία για νέες ευρυζωνικές τεχνολογίες)
- Αυξημένος ανταγωνισμός (η διάθεση φάσματος για κινητές επικοινωνίες ανοίγει την αγορά και μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλότερες τιμές και καλύτερη ποιότητα)



Προβληματισμοί για την Ελλάδα

- Παύση (μερική?) λειτουργίας της αναλογικής τηλεόρασης?
- Ιδιόμορφο γεωγραφικό ανάγλυφο → δύσκολος σχεδιασμός δικτύου πολλαπλών υπηρεσιών για μεγάλη πληθυσμιακή κάλυψη
- Ξεκάθαρο τοπίο (αδειοδότηση, πάροχοι δικτύου και περιεχομένου)
- Υπηρεσίες γειτονικών χωρών (κυρίως αφρικανικών) (Αεροναυτική Ραδιοπλοήγηση)

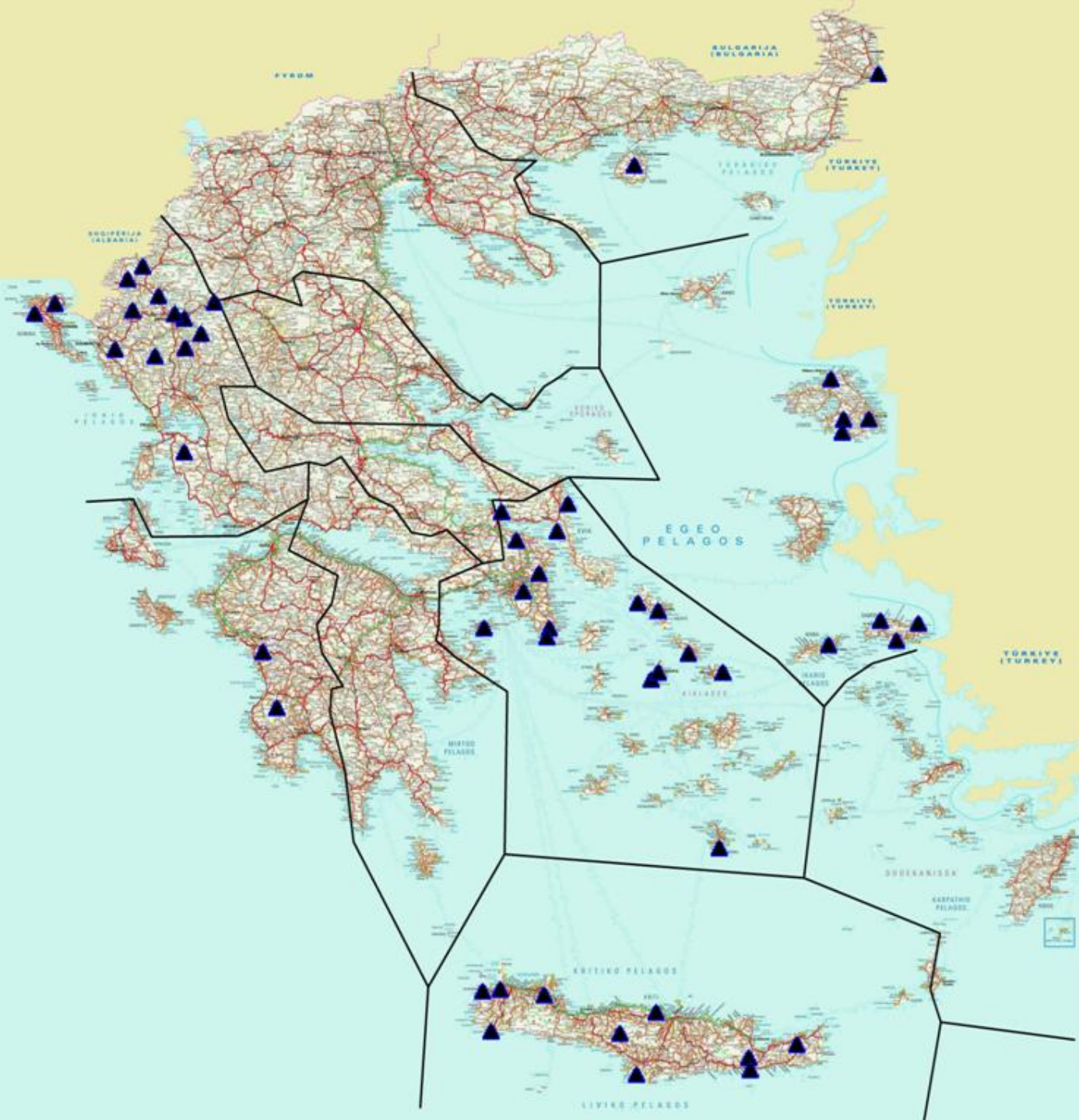
Συμπέρασμα

Ας προλάβουμε τις εξελίξεις!



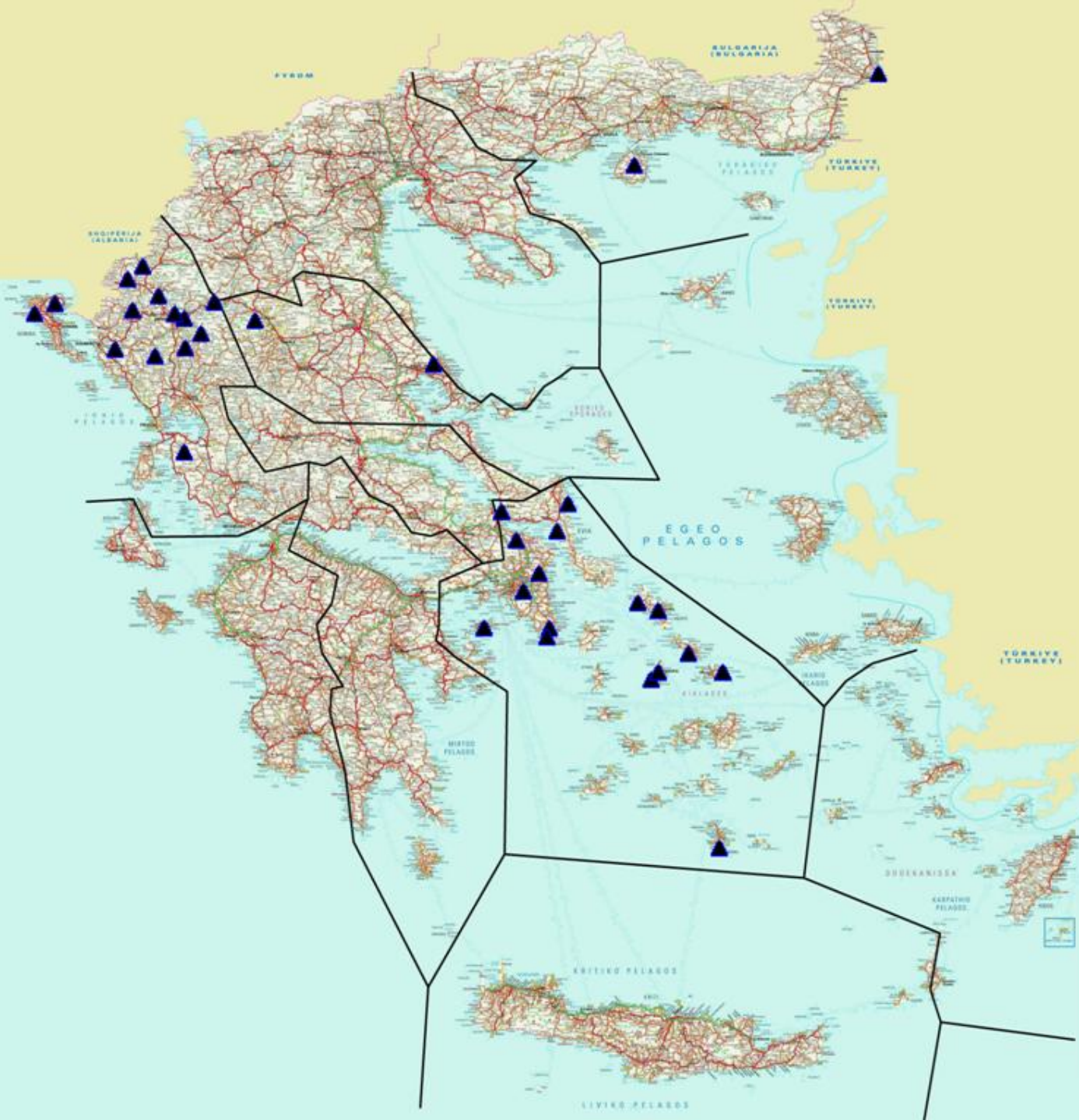
Χάρτης Κέντρων Εκπομπής ανά Δίαυλο

- Για κάθε έναν από τους διαύλους 61-66 ακολουθεί ξεχωριστός χάρτης όπου σημειώνονται τα κέντρα εκπομπής που λειτουργούν σε αυτόν το δίαυλο

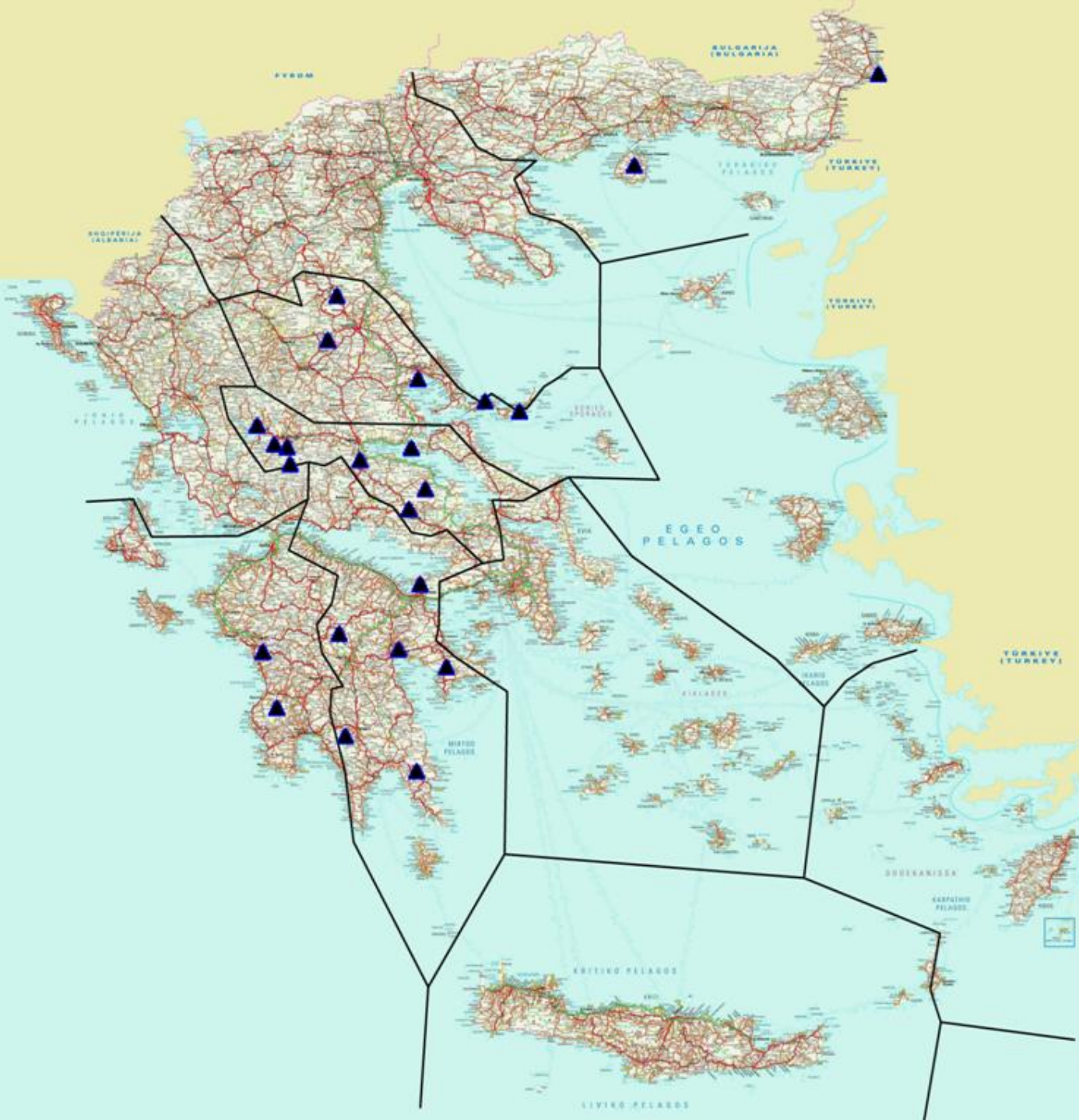


KANALI

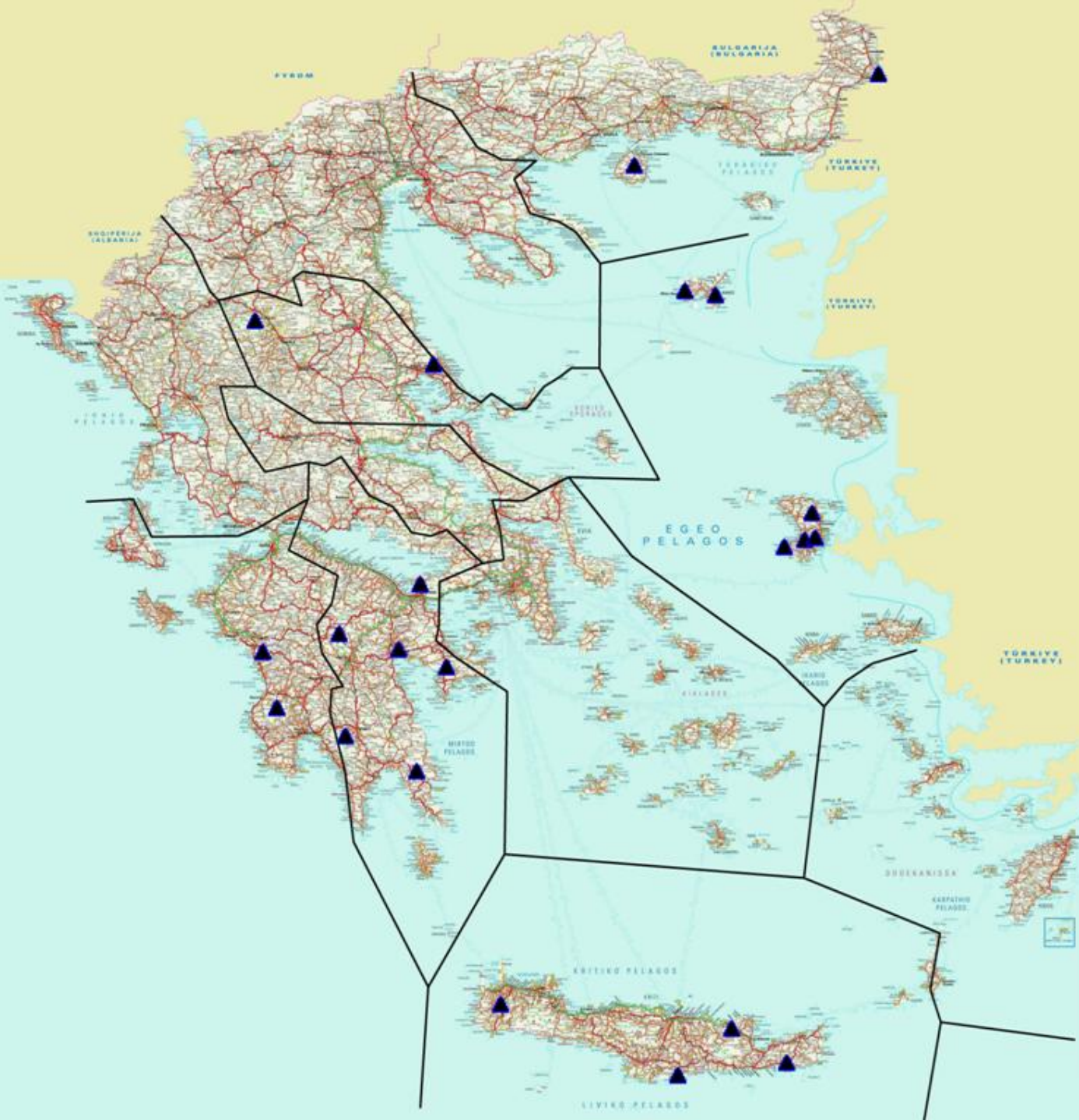
61



KANALI
62

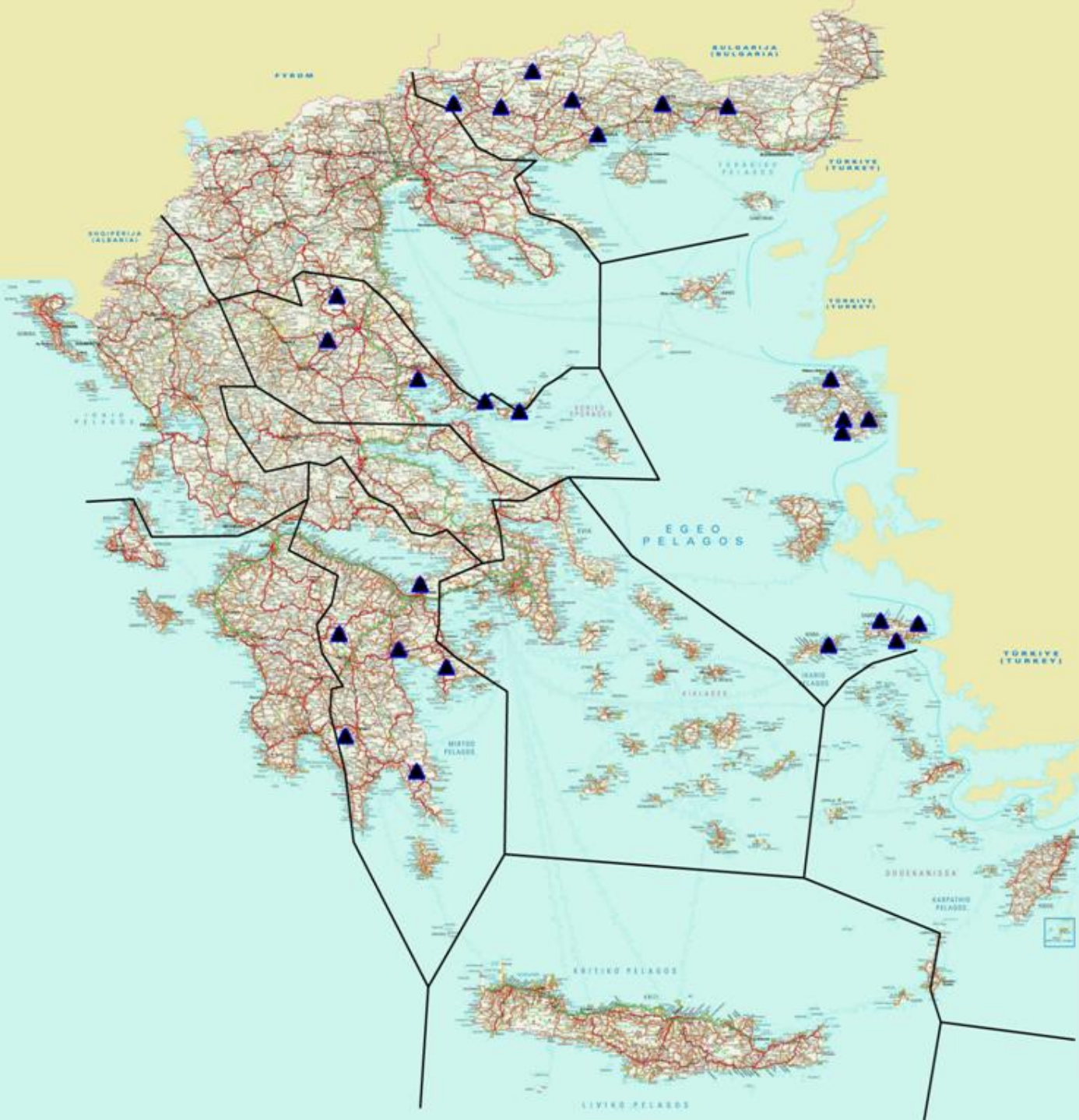


KANAΛI
63

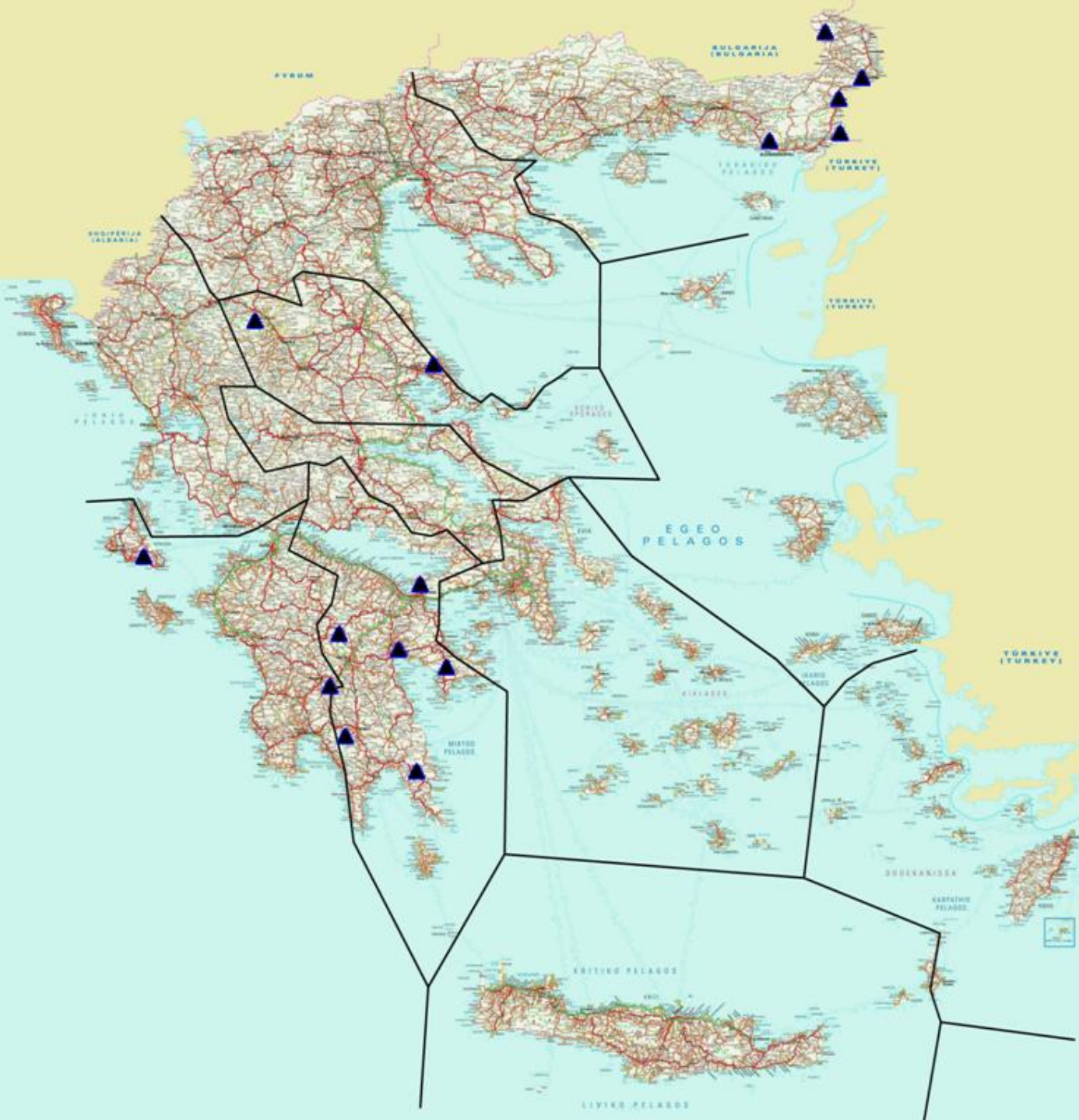


KANALI

64



KANALI
65



KANALI

66



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ
ΜΕΓΑΛΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ

ΤΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΕΡΙΣΜΑ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Χ. ΚΑΨΑΛΗΣ



ΕΕΤΤ

Προκλήσεις και Ευκαιρίες στη Νέα Ψηφιακή
Εποχή