



ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΤΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΤΙΣ ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ.

Διονύσιος Καλογεράς, Εβίνα Λιοσάτου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Το πρόβλημα
- Βιβλιογραφικά ερείσματα
- Η διεθνής πραγματικότητα
- Η ελληνική πραγματικότητα
- Η μέθοδος
- Η εφαρμογή
- Συμπεράσματα
- Βιβλιογραφικές Πηγές



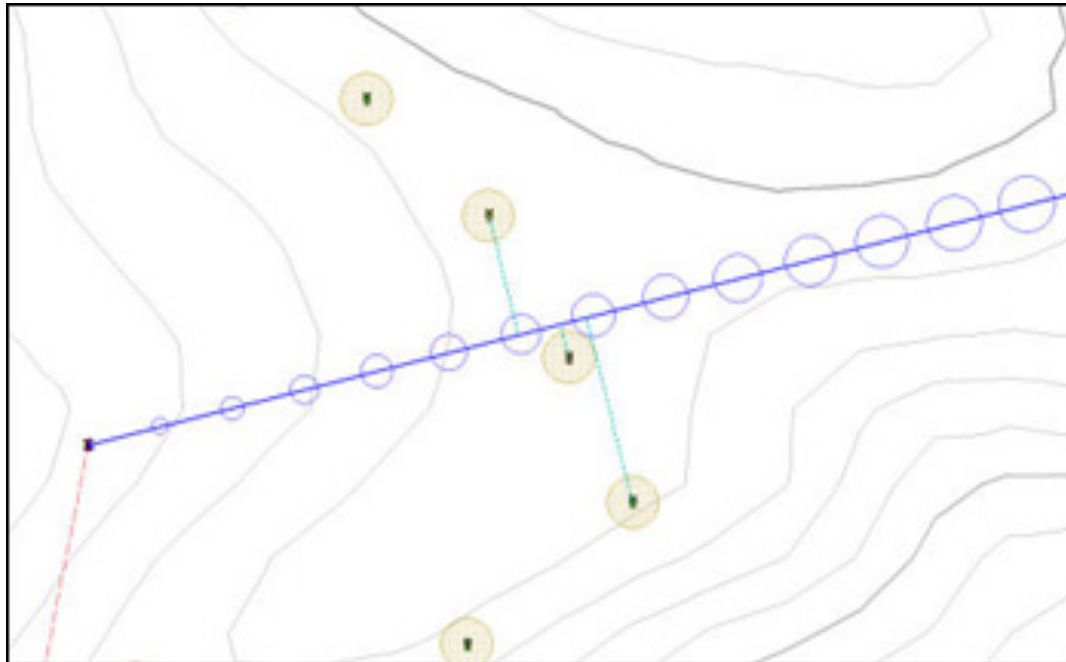
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- **Το πρόβλημα**
- Βιβλιογραφικά ερείσματα
- Η διεθνής πραγματικότητα
- Η ελληνική πραγματικότητα
- Η μέθοδος
- Η εφαρμογή
- Συμπεράσματα
- Βιβλιογραφικές Πηγές



ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

- Τα αιολικά πάρκα είναι δυνατόν να προκαλέσουν παρεμβολές στα συστήματα ασυρμάτων επικοινωνιών και μικροκυματικών συστημάτων που λειτουργούν στη περιοχή.



ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

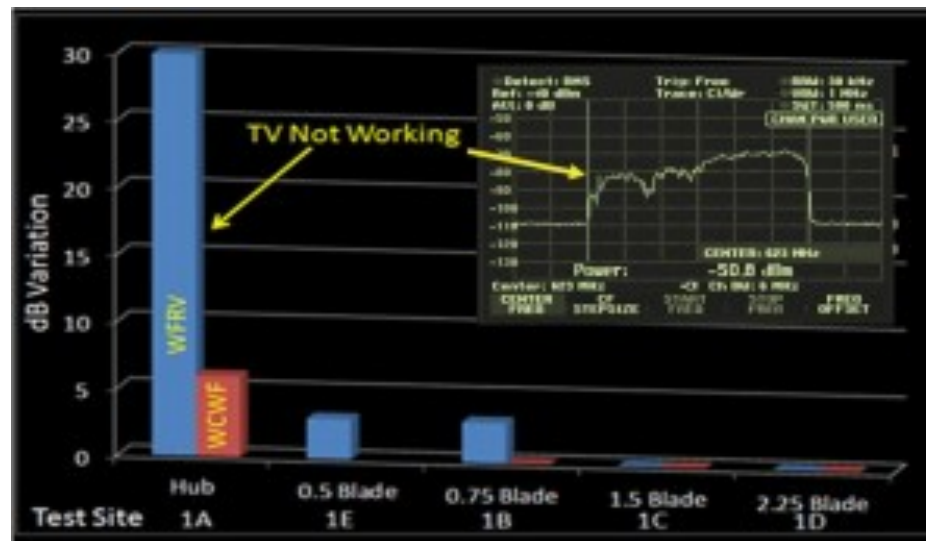


- Η συνήθης πρακτική που εφαρμόζεται στη περίπτωση που ένα αιολικό πάρκο φαίνεται να βρίσκεται στο δρόμο των ασυρμάτων επικοινωνιών είναι, να αλλάξει η περιοχή εγκατάστασης ή να μεταβάλλεται η κατεύθυνση της ζεύξης.



ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

- Παρόμοια πρακτική εφαρμόζεται και για τη περίπτωση των υπηρεσιών τηλεόρασης.
- Το πλαίσιο αυτό αυξάνει την αναμονή απόδοσης των επενδύσεων, καθυστερεί τα έργα και προσθέτει περισσότερο ρίσκο στο όλο εγχείρημα



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Το πρόβλημα
- **Βιβλιογραφικά ερείσματα**
- Η διεθνής πραγματικότητα
- Η ελληνική πραγματικότητα
- Η μέθοδος
- Η εφαρμογή
- Συμπεράσματα
- Βιβλιογραφικές Πηγές



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΕΡΕΙΣΜΑΤΑ

- **2010**, “An Empirical Comparative Study of Prediction Methods for Estimating Multipath Due to Signal Scattering from Wind Turbines on Digital TV Services”, Angulo 2010
- **2010**, International Telecommunication Union, Document 6A/TEMP/166-E, 2005 “Preliminary Draft New Recommendation ITU-R [WINTURB]. Assessment of impairment caused to digital television reception by a wind turbine”, April 2010.



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΕΡΕΙΣΜΑΤΑ

- **2009**, Angulo, D. de la Vega, et al., “Experimental results on wind turbines impact to terrestrial DTV reception in the UHF band”, 59th Annual Broadcast Symposium (IEEE Broadcast Technology Society), Washington D.C. (USA), October 2009.
- **2009**, International Telecommunication Union, Question ITU-R 69-1/6, “Conditions for a satisfactory television service in the presence of reflected signals”, 2004



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΕΡΕΙΣΜΑΤΑ

- **2013**, Angulo “A Measurement-Based Multipath Channel Model for Signal Propagation in Presence of Wind Farms in the UHF Band” IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, VOL. 61, NO. 11, NOVEMBER 2013
- **2012**, I. Angulo, D. de la Vega, O. Grande, N. Cau, U. Gil, Y. Wu, D. Guerra, and P. Angueira, “Empirical evaluation of the impact of wind turbines on DVB-T reception quality,” *IEEE Trans. Broadcast.*, vol. 58, no. 1, pp. 1–9, 2012.



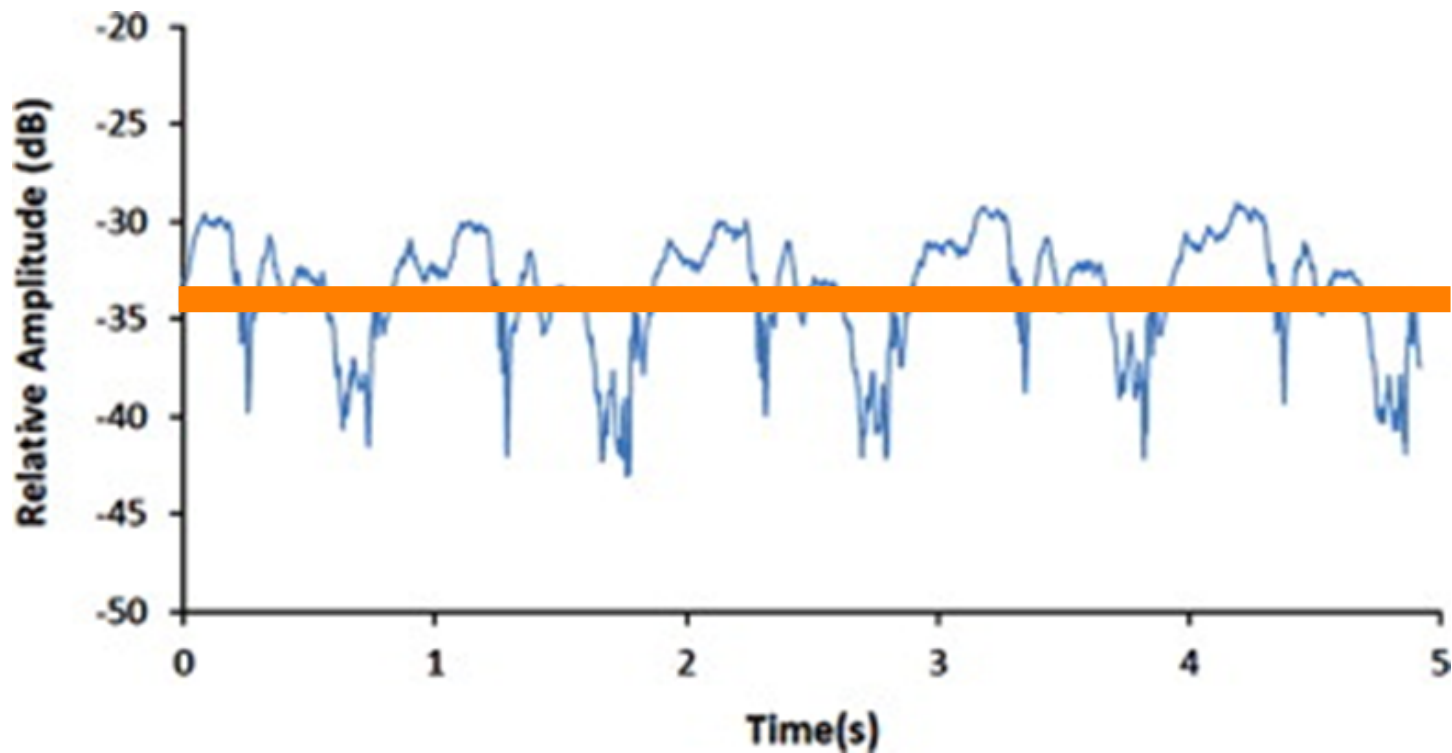
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΕΡΕΙΣΜΑΤΑ

- **2011**, International Telecommunication Union, “Assessment of impairment caused to digital television reception by a wind turbine,” Rec. ITU-R BT.1893, May 2011.
- **2010**, A. Naqvi, S.-T. Yang, and H. Ling, “Investigation of Doppler features from wind turbine scattering,” *IEEE Antennas Wireless Propagation Lett.*, vol. 9, pp. 485–488, 2010
- **2013**, *Energies* 2013, 6, 2859-2873, Vega , Mitigation Techniques to Reduce the Impact of Wind Turbines on Radar Services



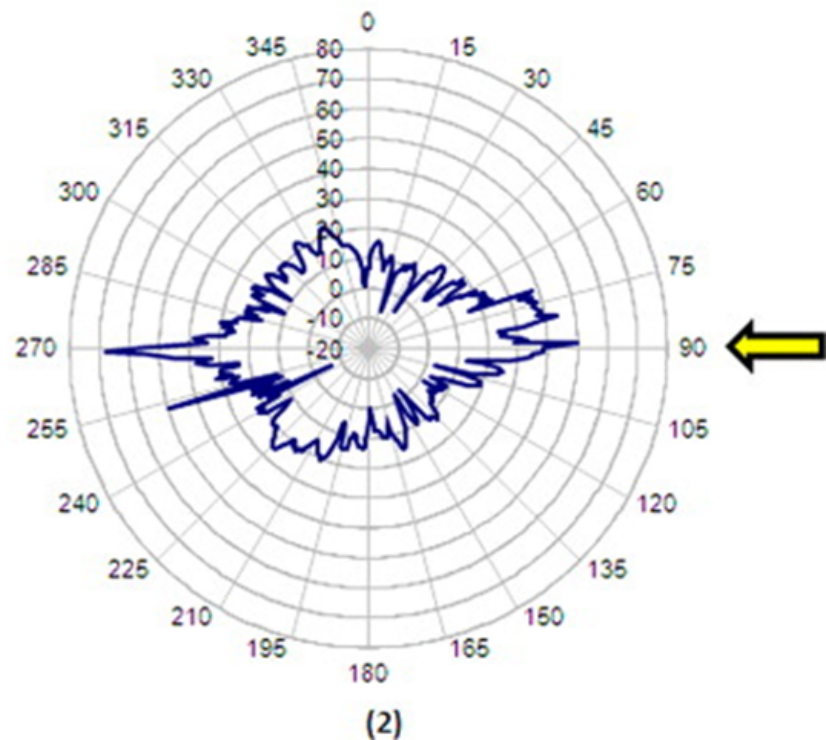
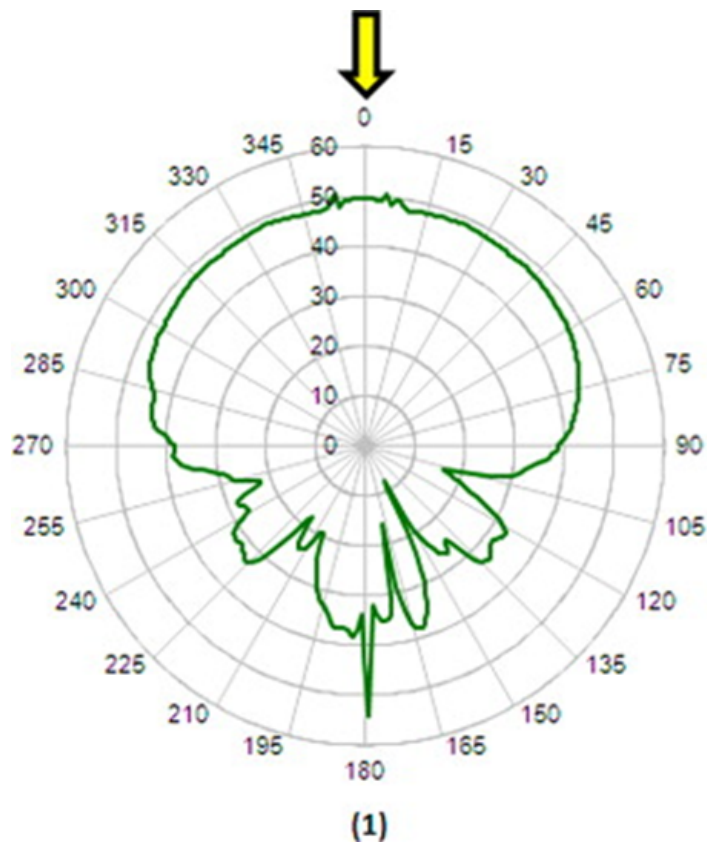
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΕΡΕΙΣΜΑΤΑ

Η Η/Μ συμπεριφορά των Α/Γ



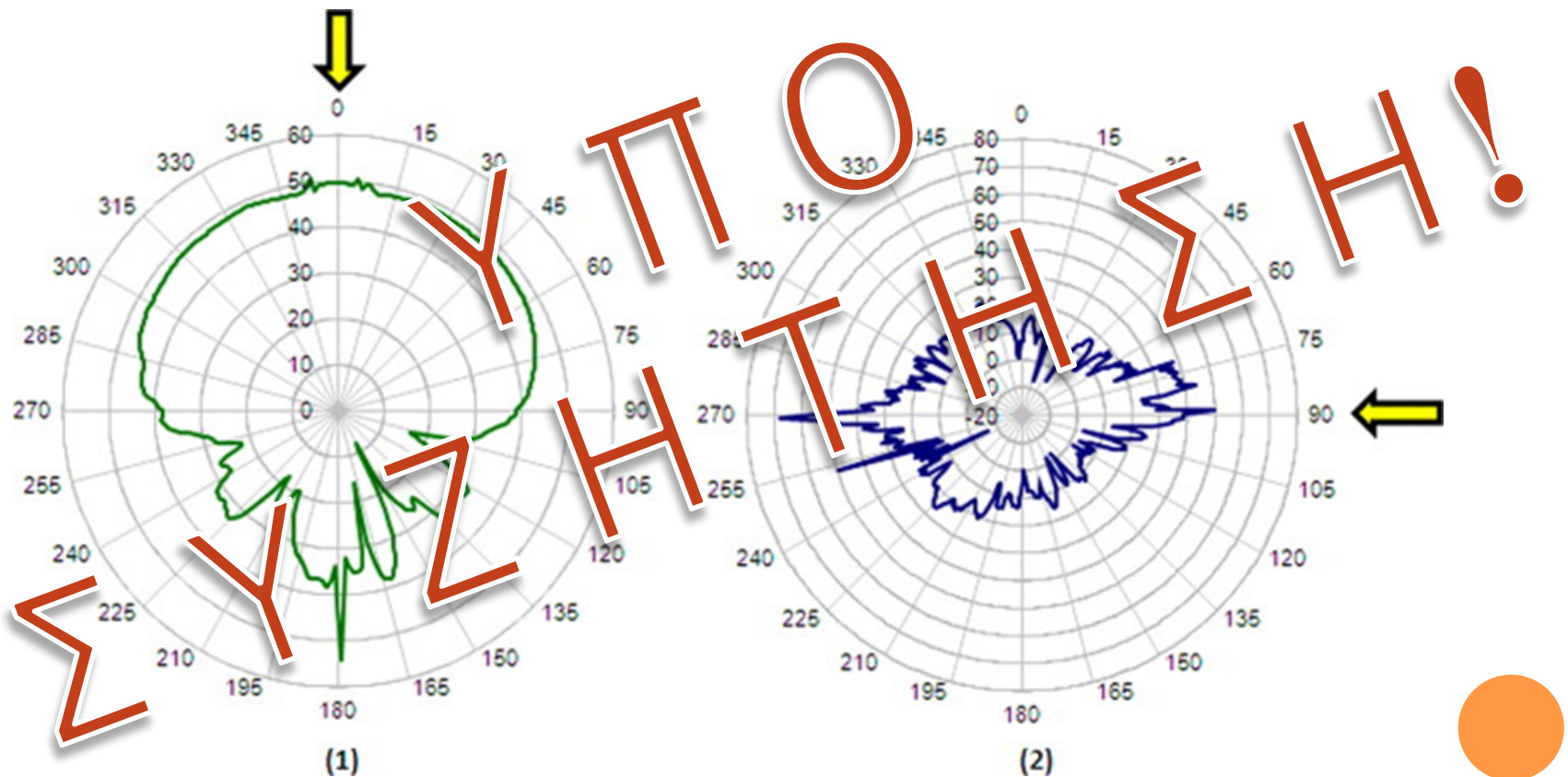
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΕΡΕΙΣΜΑΤΑ

Η Η/Μ συμπεριφορά των Α/Γ

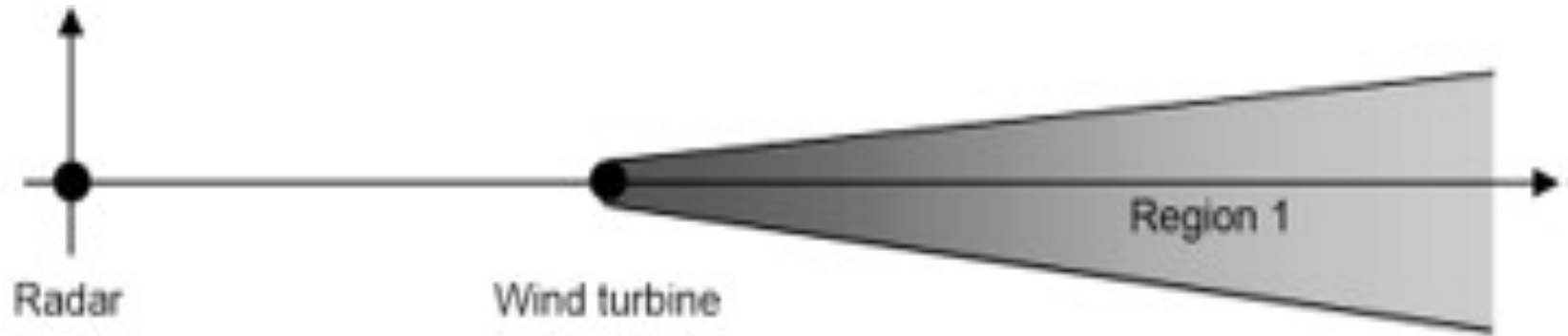


ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΕΡΕΙΣΜΑΤΑ

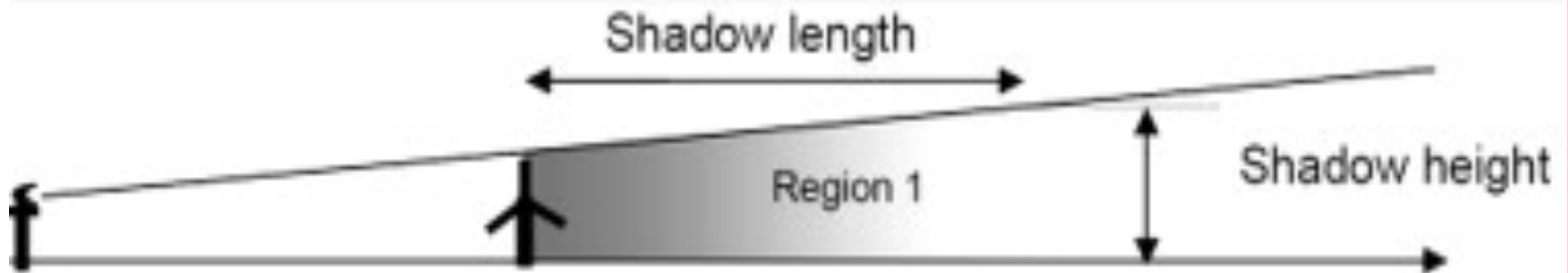
Η Η/Μ συμπεριφορά των Α/Γ



ΠΑΡΕΜΒΟΛΕΣ ΣΕ ΡΑΝΤΑΡ

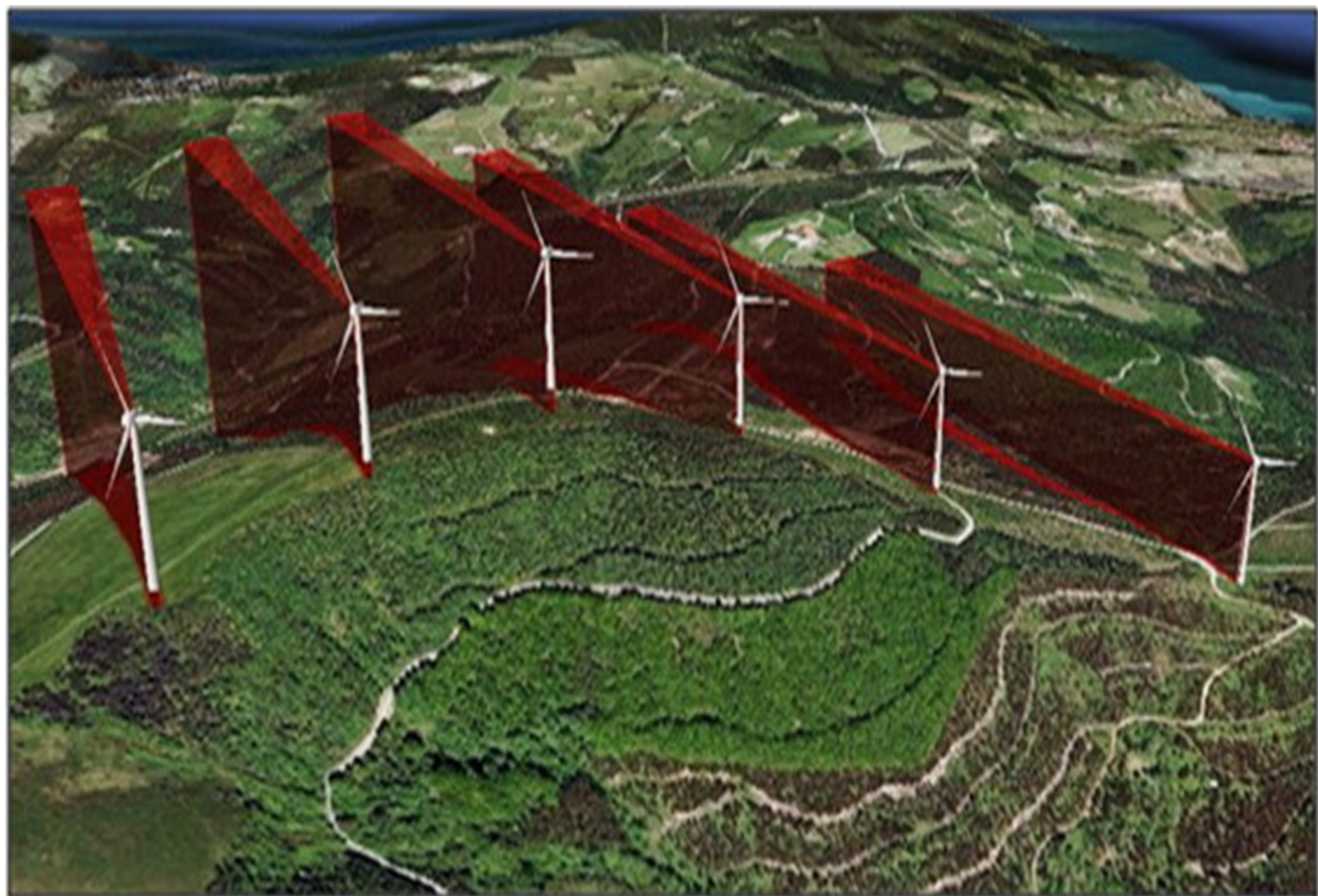


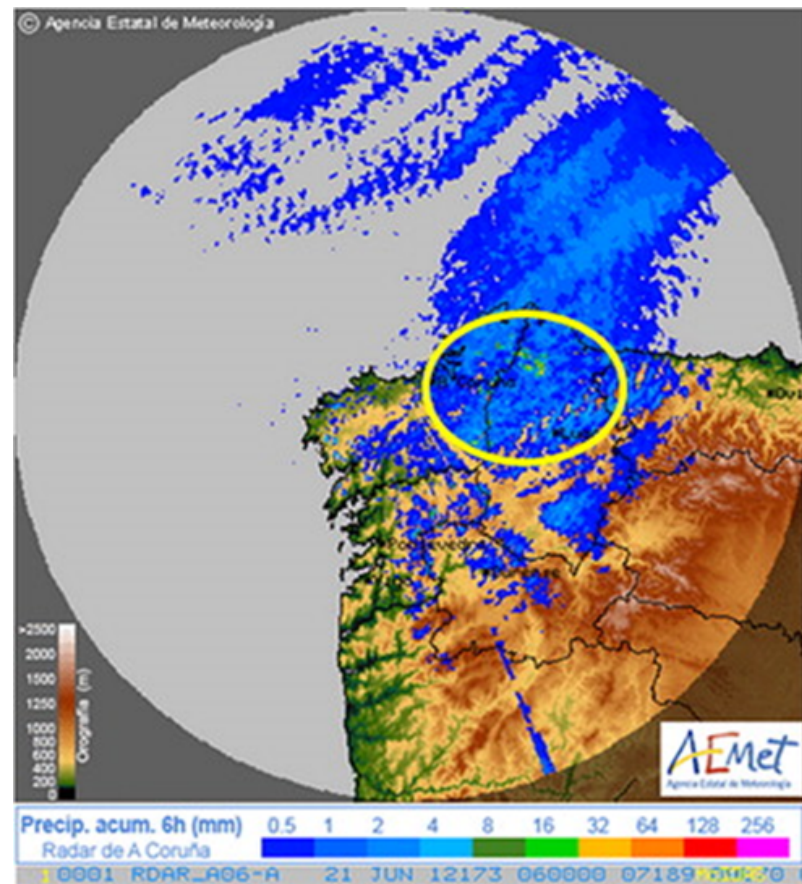
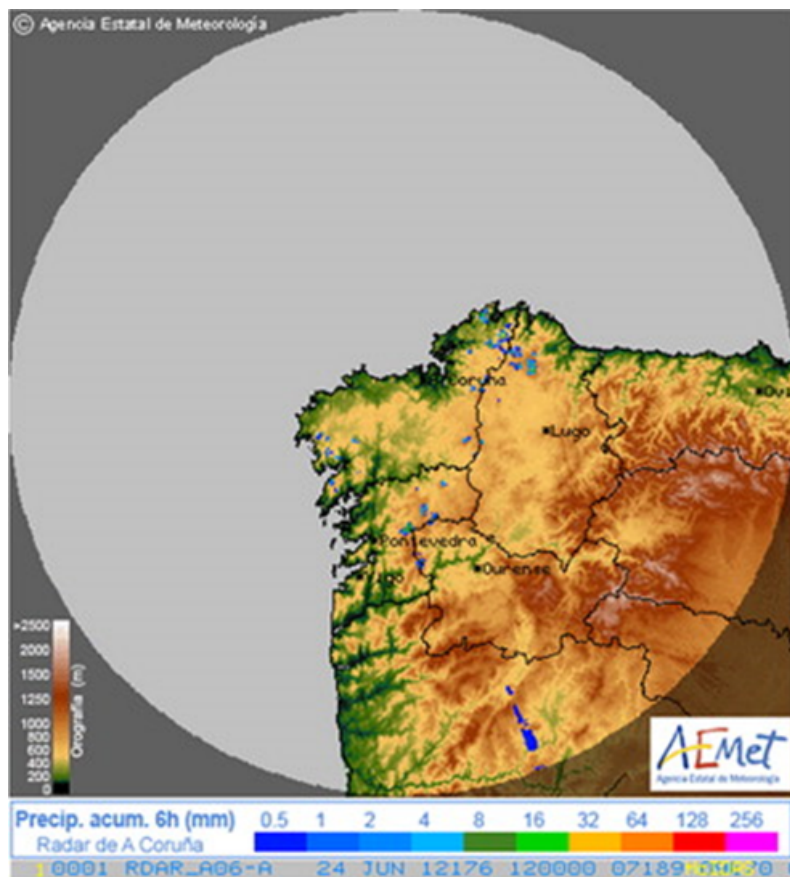
(1)

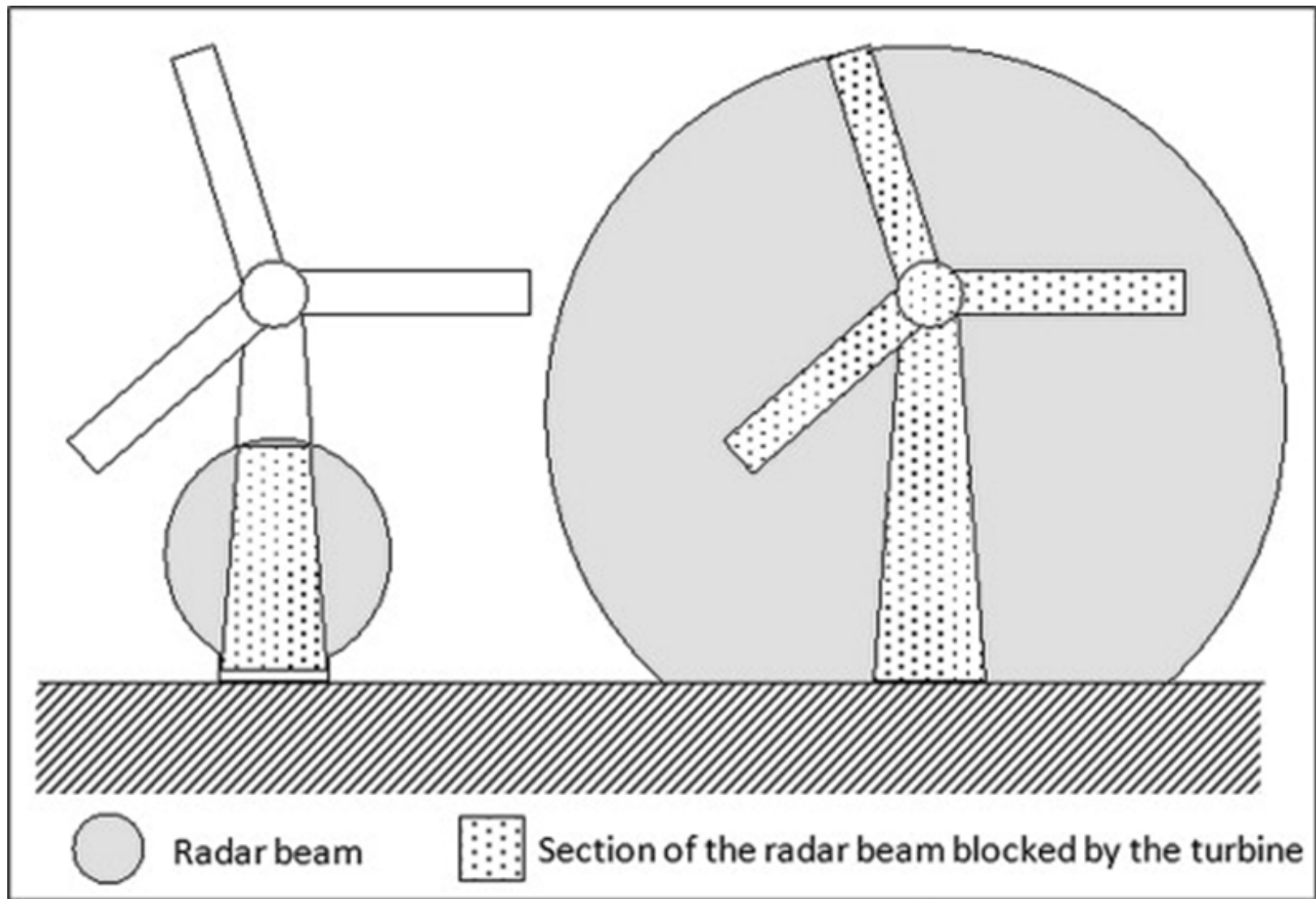


(2)



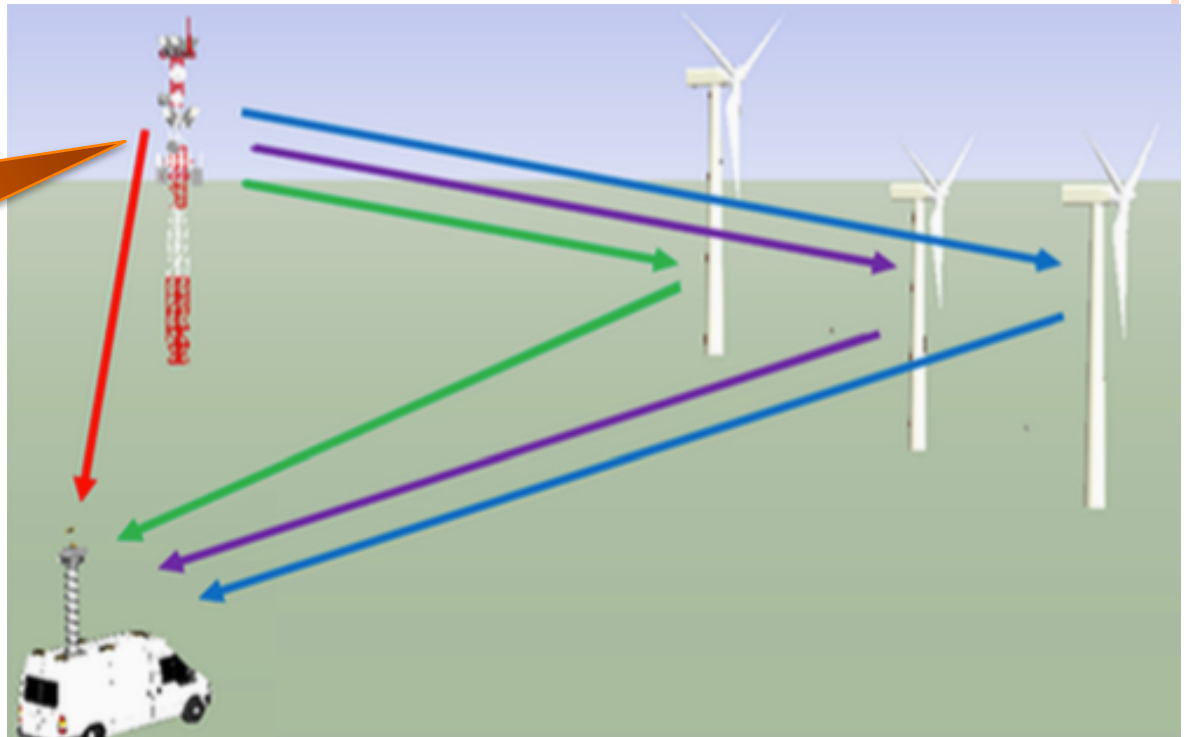






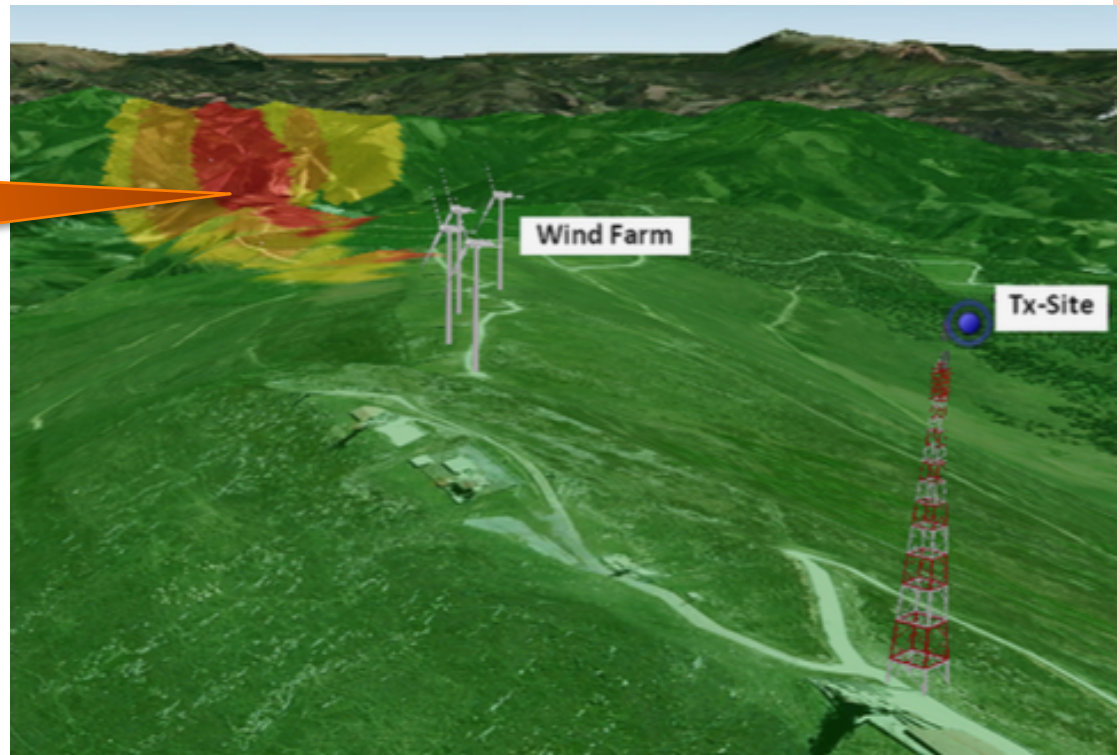
Παρόμοια στις τηλεπικοινωνίες και την τηλεόραση εμφανίζονται δυο μηχανισμοί οι οποίοι με τα φαινόμενα της περίθλασης και τη ανάκλασης (διασποράς) διαχέουν την Η/Μ ενέργεια που προσπίπτει στο φυσικό και Η/Μ σώμα των Α/Γ «άτακτα» με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι πιθανότητες παρεμβολών, γκρίζων ζωνών ή ζωνών σκίασης .

παρεμβολές



Παρόμοια στις τηλεπικοινωνίες και την τηλεόραση εμφανίζονται δυο μηχανισμοί οι οποίοι με τα φαινόμενα της περίθλασης και τη ανάκλασης (διασποράς) διαχέουν την Η/Μ ενέργεια που προσπίπτει στο φυσικό και Η/Μ σώμα των Α/Γ «άτακτα» με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι πιθανότητες ιδιοπαρεμβολών, γκρίζων ζωνών ή ζωνών σκίασης .

Ζώνες
Σκίασης



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΕΡΕΙΣΜΑΤΑ

Συγκεκριμένα αναφέρονται παρεμβολές:

- ❑ Air Traffic Control radars
- ❑ weather radars
- ❑ maritime radars
- ❑ aeronautical navigation systems
- ❑ fixed radio links
- ❑ broadcasting services & digital television



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Το πρόβλημα
- Βιβλιογραφικά ερείσματα
- **Η διεθνής πραγματικότητα**
- Η ελληνική πραγματικότητα
- Η μέθοδος
- Η εφαρμογή
- Συμπεράσματα
- Βιβλιογραφικές Πηγές



Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

ο Αυστραλία

• **Stockyard Hill**

(Wind Farm – Possible Impacts on Broadcasting & Radiocommunications Services)

- Τα FM και MF σήματα δεν επηρεάζονται από τις ανεμογεννήτριες
- Οι κινητές και άλλες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες στην περιοχή, δεν αναμένεται να επηρεαστούν σημαντικά από την ύπαρξη φάρμας Α/Γ.
- Η λήψη του αναλογικού τηλεοπτικού σήματος σε ακτίνα 3 χλμ από την περιοχή των Α/Γ και επηρεάζεται με σημαντική πιθανότητα.
- Η λήψη του ψηφιακού σήματος δεν επηρεάζεται από φαινόμενα “ghost” στις περιπτώσεις και μόνο σε αυτές που το επίπεδο λήψης είναι πάνω από ένα όριο (που είναι υψηλότερο από το κατώφλι ευαισθησίας) στις εγγύς αστικές περιοχές της φάρμας (δεν αναφέρονται πόσο είναι αυτό) δημιουργούνται περιοχές σκιάς. Στις περιοχές αυτές η επιλογή δορυφορικής τηλεόρασης αποτελεί λύση.



Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

○ “EUROPEAN BEST PRACTICE GUIDELINES FOR WIND ENERGY DEVELOPMENT”,

- British Wind Energy Association
- Dutch wind energy industry



Αποδέχεται: οτι τα πάρκα ανεμογεννητριών δύναται να προκαλέσουν παρεμβολές στις υπηρεσίες τηλεορασης και τις μικροκυματικές επικοινωνίες.

Προτείνει: να αλλάζει η περιοχή εγκατάστασης των ανεμογεννητριών ή να μεταβάλλεται η κατεύθυνση της ζεύξης.



Η Διεθνής Πραγματικότητα



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Το πρόβλημα
- Βιβλιογραφικά ερείσματα
- Η διεθνής πραγματικότητα
- **Η ελληνική πραγματικότητα**
- Η μέθοδος
- Η εφαρμογή
- Συμπεράσματα
- Βιβλιογραφικές Πηγές



Η Ελληνική Πραγματικότητα

Απαιτείται γνωμοδότηση από:

- Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας
- Γενικό Επιτελείο Εθνικής Άμυνας (ΓΕΣ, ΓΕΝ και ΓΕΑ)
- Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών Ελλάδος
- Ελληνική Ραδιοφωνία-Τηλεόραση



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Το πρόβλημα
- Βιβλιογραφικά ερείσματα
- Η διεθνής πραγματικότητα
- Η ελληνική πραγματικότητα
- **Η μέθοδος**
- Η εφαρμογή
- Συμπεράσματα
- Βιβλιογραφικές Πηγές



Η ΜΕΘΟΔΟΣ

- ❑ Air Traffic Control radars
- ❑ weather radars
- ❑ maritime radars
- ❑ aeronautical navigation systems
- ❑ fixed radio links
- ❑ broadcasting services & digital television



Η ΜΕΘΟΔΟΣ

- **Διεργασίες:** αρχές, μέθοδοι και αλγόριθμοι υπολογισμών



- **Εργαλεία :** Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Βάσεις δεδομένων, Υπολογιστικά συστήματα

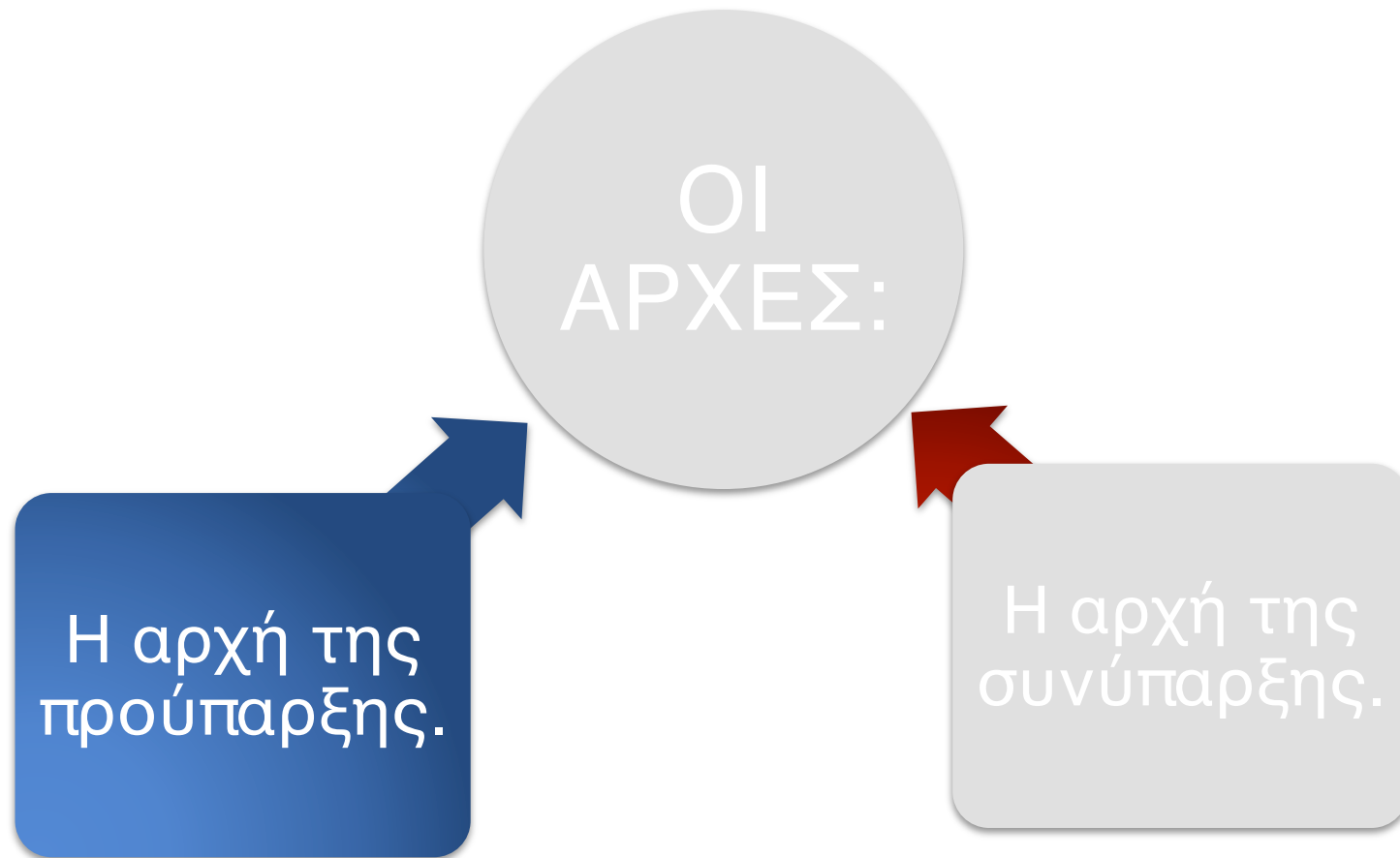


Η ΜΕΘΟΔΟΣ



Η ΜΕΘΟΔΟΣ

επιβάλλεται η προσαρμογή του
συστήματος που πρόκειται να
εγκατασταθεί στα προυπάρχοντα.



Η ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΠΡΟΥΠΑΡΞΗΣ

Επιλύονται προβλήματα όπως αυτά:

- ο της δυσκολίας γνωμοδότησης μιας αναβάθμισης αιολικού πάρκου σε μια περιοχή που μόλις εγκαταστάθηκε ένας τηλ/κος σταθμός (τηλεόρασης ή τηλεφωνίας η μικροκυματικών ζεύξεων)
- ο Η σχέση μεταξύ Α/Γ και τηλεπ/νιών ή υπηρεσιών τηλεόρασης παύει να είναι ανταγωνιστική
- ο



Η ΜΕΘΟΔΟΣ

Η μια τεχνολογία λειτουργεί
υποβοηθητικά η μια για την άλλη.

ΟΙ
ΑΡΧΕΣ:

Η αρχή της
ύπαρξης.

Η αρχή της
συνύπαρξης.



Η ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΣΥΝΥΠΑΡΞΗΣ

- Ευνοείται η συνεργατικότητα
- Επιταχύνονται οι διαδικασίες
- Αυξάνεται η απόδοση
-

Παράδειγμα #1 :

η εγκατάσταση ενός σταθμού τηλεφωνίας επιλύει προβλήματα τηλεπισκόπησης για το πάρκο των Α/Γ ενώ ταυτόχρονα ενισχύεται η τροφοδοσία του από τις εγγύς μονάδες ΑΠΕ.

Παράδειγμα #2:

Η εγκατάσταση κεραιών στην κορυφή του πυλώνα βάσης της Α/Γ





ΜΕΘΟΔΟΣ

1.
Προσδιορισμός
των αγαθών

2. Προσδιορισμός
των ζωνών
αποκλεισμού

3. Δοκιμή
συνέργειας

4. Αξιολόγηση
Αποτελεσμάτων

5. Ανάδραση-
Επαναξιολόγηση

6. Τελική
απόφαση



ΜΕΘΟΔΟΙ

○ 1. Προσδιορισμός των αγαθών

- υπηρεσίες τηλεόρασης
- υπηρεσίες τηλεπικοινωνιών
- περιοχές
- Ενέργεια
- Περιοχές ευαίσθητες
- Κρατικές εγκαταστάσεις
- Κρίσιμες εγκαταστάσεις
- κ.α.



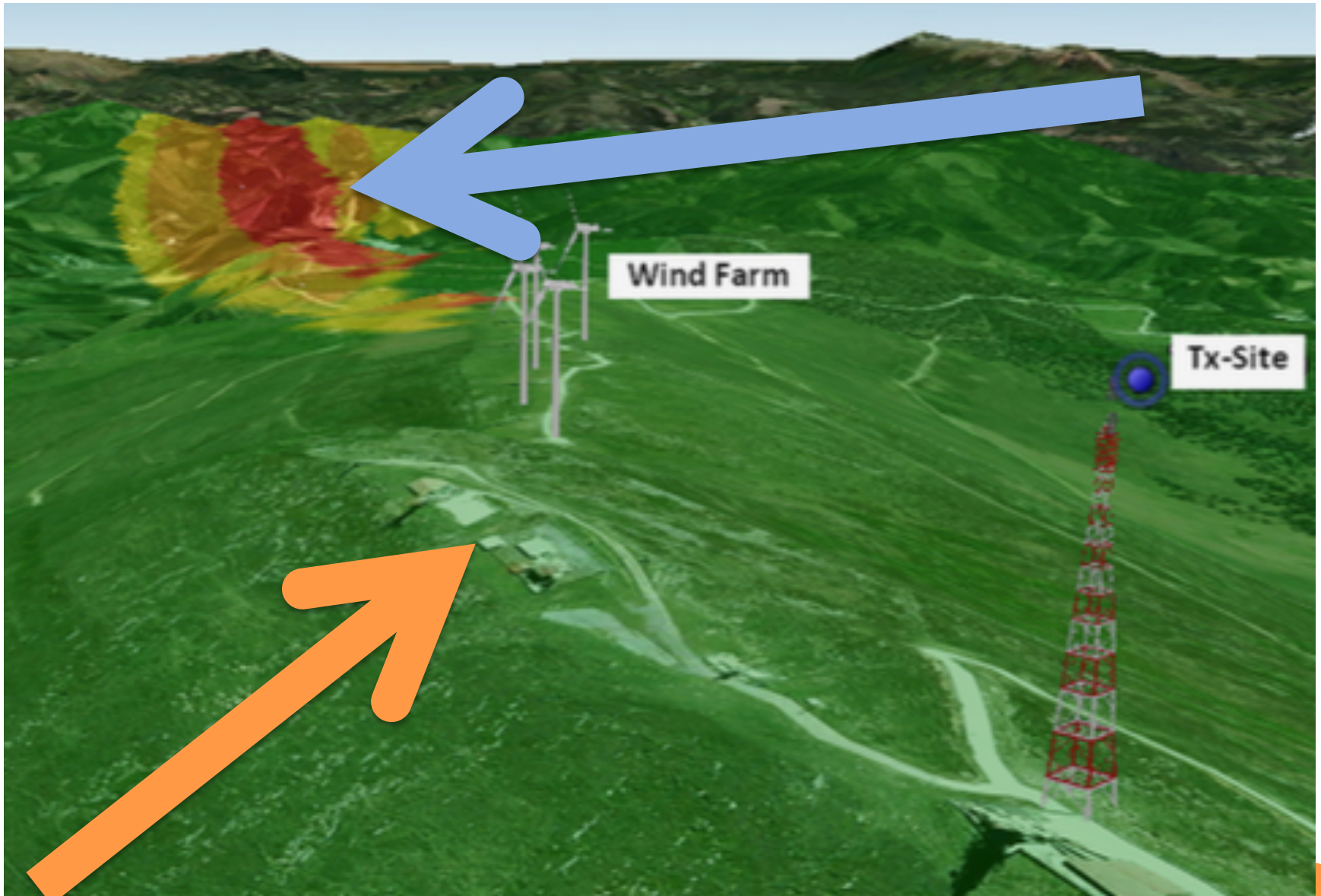
ΜΕΘΟΔΟΙ

2. Προσδιορισμός των ζωνών αποκλεισμού

Υπολογίζονται οι ζώνες αποκλεισμού δηλαδή οι ζώνες που η τοποθέτηση Α/Γ αποκλείει υπηρεσίες

- Για τις τηλεπικοινωνίες το κριτήριο είναι η εξαίρεση του όγκου της εκπομπής για εκπομπές σημείου προς σημείου (fresnel zone)
- Για τις υπηρεσίες τηλεόρασης το κριτήριο περιλαμβάνει την στατιστική θεώρηση των Α/Γ ως εμπόδια πρέπει να λαμβάνεται και η σχετική θέση των ελίκων ως προς την κατεύθυνση εκπομπής .





ΜΕΘΟΔΟΙ

3. Δοκιμή συνέργειας

Δοκιμάζονται σενάρια συνέργειας



ΜΕΘΟΔΟΙ

3. Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων

4. Ανάδραση- Επαναξιολόγηση

5. Τελική απόφαση



ΕΡΓΑΛΕΙΑ

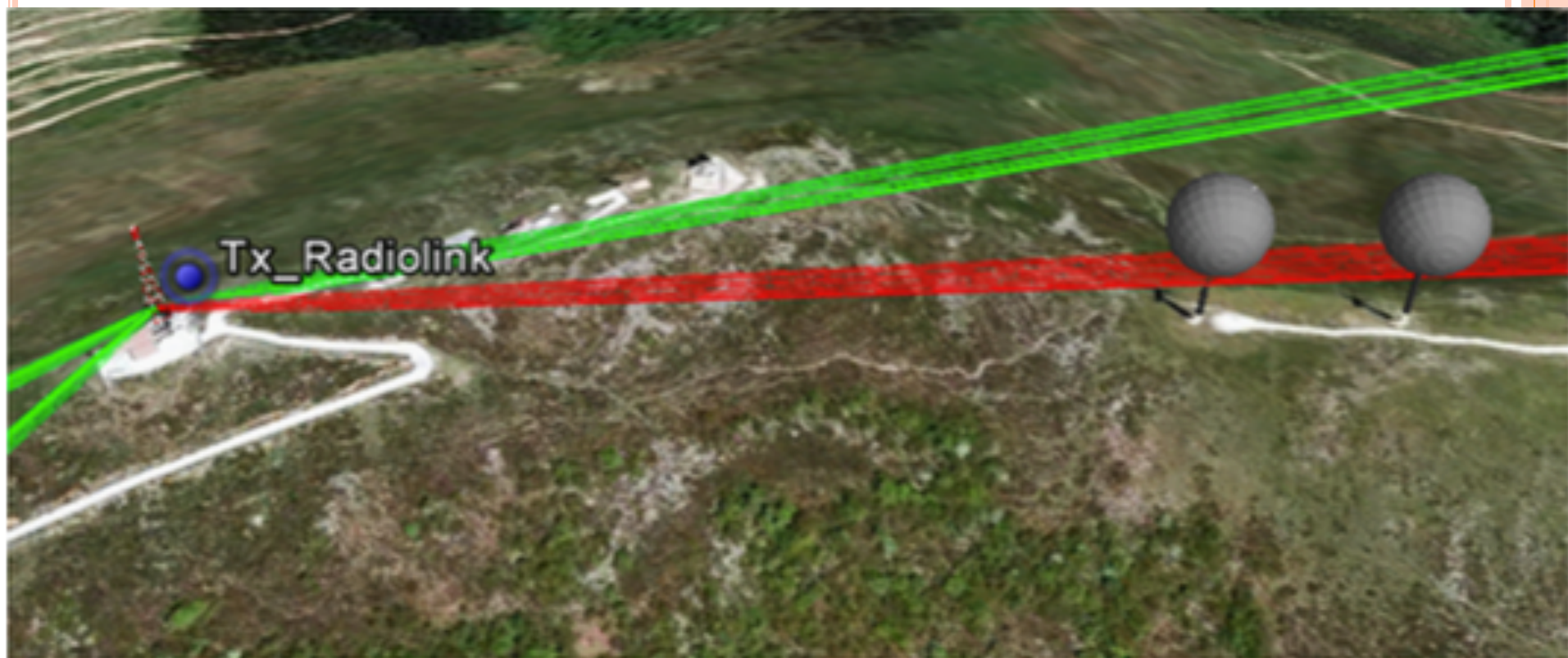
- **Εργαλεία :** Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Βάσεις δεδομένων, Υπολογιστικά συστήματα

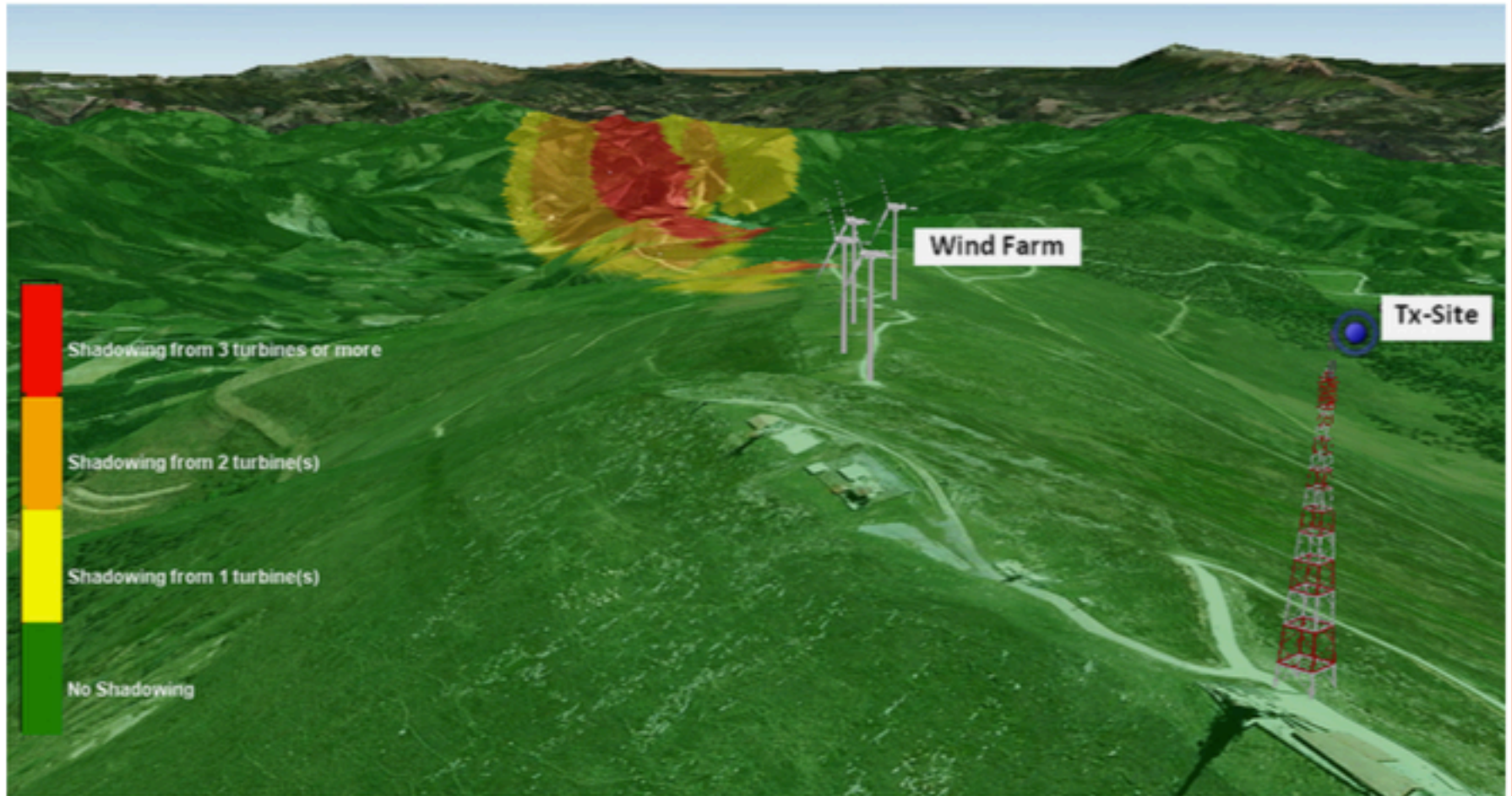


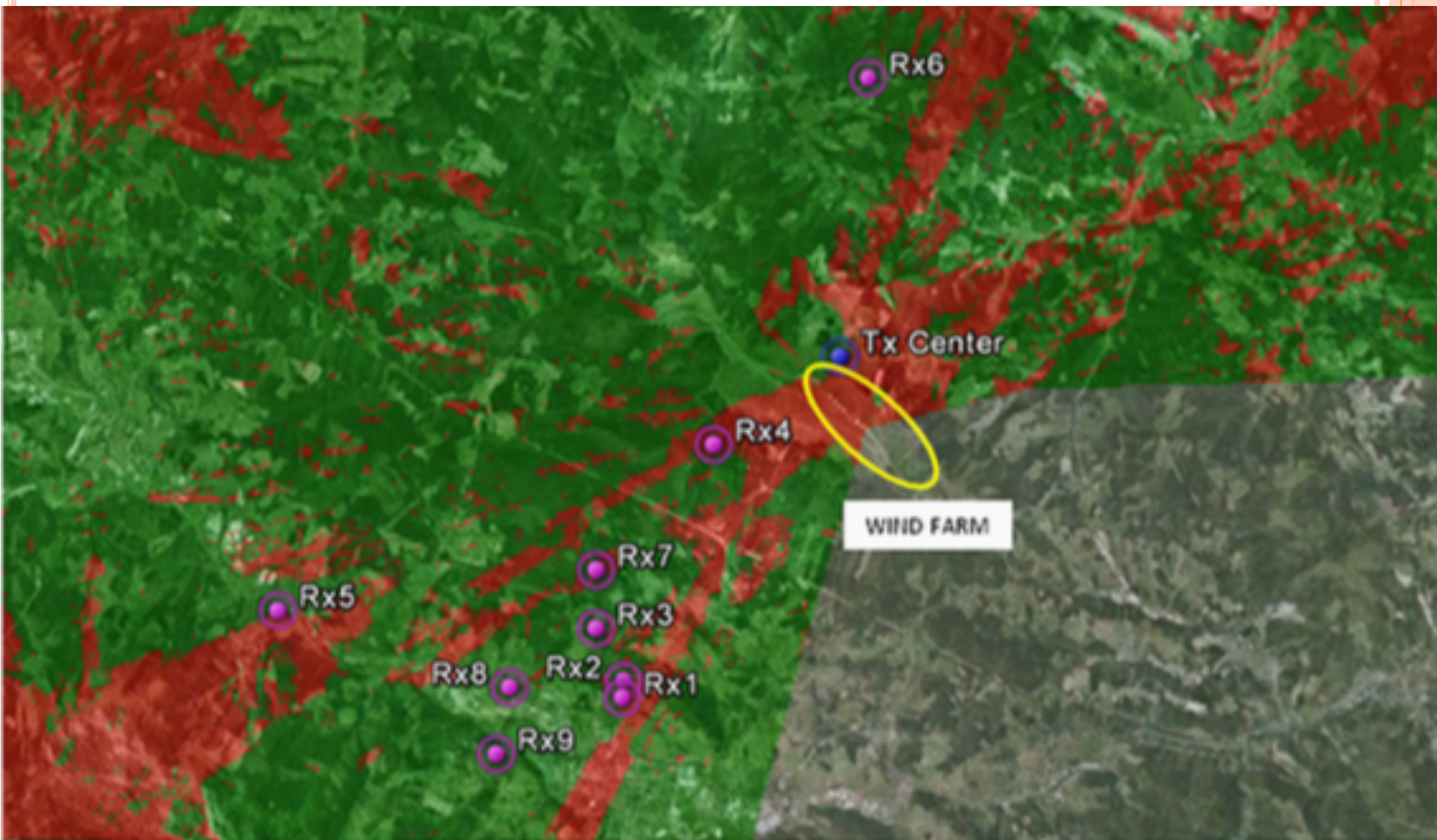
RAT.WIN

- Μια πρότυπη εφαρμογή.
- Online ή ως πρόσθετο σε γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών.
- Καλύπτει τις ανάγκες του 2ου βήματος:
 - 1. Προσδιορισμός των αγαθών
 - **2. Προσδιορισμός των ζωνών αποκλεισμού**
 - 3. Δοκιμή συνέργειας
 - 3. Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων
 - 4. Ανάδραση- Επαναξιολόγηση
 - 5. Τελική απόφαση









ΠΕριεχομενα

- Το πρόβλημα
- Βιβλιογραφικά ερείσματα
- Η διεθνής πραγματικότητα
- Η ελληνική πραγματικότητα
- Η μέθοδος
- Η εφαρμογή
- **Συμπεράσματα**
- Βιβλιογραφικές Πηγές



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Οι ΑΠΕ δεν πρέπει να θεωρούνται ως πρόβλημα στην παροχή υπηρεσιών από άλλες τεχνολογίες.
- Είναι ωφέλιμη η υιοθεσία της έννοιας της συνέργειας μεταξύ ανεμογεννητριών και τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών και υπηρεσιών τηλεόρασης.
- Προτάθηκε μια μεθοδολογία συνέργειας 7 βημάτων και έγινε αναφορά στο λογισμικό RatWin.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Το πρόβλημα
- Βιβλιογραφικά ερείσματα
- Η διεθνής πραγματικότητα
- Η ελληνική πραγματικότητα
- Η μέθοδος
- Η εφαρμογή
- Συμπεράσματα
- **Βιβλιογραφικές Πηγές**



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- [1] D.Al. Katsaprakakis **A review of the environmental and human impacts from wind parks. A case study for the Prefecture of Lasithi, Crete** Renew Sustain Energy Rev, 1364-0321, 16 (5) (2012), pp. 2850–2863 <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.041> (online) <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032112001359>
- [2] R. Saidur, N.A. Rahim, M.R. Islam, K.H. Solangi **Environmental impact of wind energy** Renew Sustain Energy Rev, 1364-0321, 15 (5) (2011), pp. 2423–2430 <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.02.024> (online)
- [3] J.K. Kaldellis, K. Garakis, M. Kapsali **Noise impact assessment on the basis of onsite acoustic noise immission measurements for a representative wind farm** Renew Energy, 0960-1481, 41 (2012), pp. 306–314 <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2011.11.009> (online)
- [4] P. Jago, N. Taylor **Wind turbines and aviation interests – European experience and practice** DTI (2002)
- [5] Spaven consulting, **Wind turbines and radar: operational experience and mitigation measures**; 2001.
- [6] G.J. Poupart **Wind farms impact on radar aviation interests – Final report** Quinetiq (2003)
- [7] M.M. Butler, D.A. Johnson **Feasibility of mitigating the effects of windfarms on primary radar** Alenia Marconi Systems Limited (2003)
- [8] Lemmon JJ, Carroll JE, Sanders FH, Turner D. **Assessment of the effects of wind turbines on air traffic control radars**, NTIA technical report TR-08-454; 2008.
- [9] M. Borely, **Guidelines on how to assess the potential impact of wind turbines on surveillance sensors**, 2010, Eurocontrol (June)
- [10] International Civil Aviation Organization, **European guidance material on managing building restricted areas**. ICAO EUR Doc 015; 2009.
- [11] Tristant P. **Impact of wind turbines on weather radars band**. World Meteorological Organization. CBS/SG-RFC 2006/Doc. 3.1; 2006.
- [12] **Impact of wind turbines on weather radars**. OPERA II WP 1.8; 2006.
- [13] R.J. Vogt, T.D. Crum, M.J.B. Sandifer **A way forward wind farm – weather radar coexistence** NEXRAD Radar Operations Center, NOAA's National Weather Service (2009)
- [14] Finnish Meteorological Institute. **EUMETNET OPERA PROGRAMME (2004–2006) – Operational programme for the exchange of weather radar information**, Final report; 2007.
- [15] G. Haase, D. Johnson, K.-Å. Eriksson **Analyzing the impact of wind turbines on operational weather radar products** Proc. ERAD, 1 (2010), pp. 276–281
- [16] B.M. Isom, R.D. Palmer, G.S. Secrest, R.D. Rhoton, D. Saxion, T.L. Allmon, *et al.* **Detailed observations of wind turbine clutter with scanning weather radars** J Atmos Ocean Technol, 26 (2008), pp. 894–910



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- [17] Rashid LS, Brown AK. Impact modelling of wind farms on marine navigational radar. In: Proceedings of the 2007 IET international conference on radar systems; 2007. p.1–5.
- [18] British Wind Energy Association. Investigation of technical and operational effects on marine radar close to Kentish Flats offshore wind farm, MARICO marine report; 2007. Available online: http://www.bwea.com/pdf/radar/BWEA_Radar.pdf.
- [19] Brown C, Howard M. Results of the electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and position fixing systems undertaken at the North Hoyle wind farm by QinetiQ and the Maritime and Coastguard Agency. MeA report MNA 53/10/366; 2004.
- [20] Rashid LS, Brown A. Partial treatment of wind turbine blades with radar absorbing materials (RAM) for RCS reduction. In: Proceedings of the fourth European conference on antennas and propagation (EuCAP); 2010. p.1–5.
- [35] Levent M., Munro I. Effects of windmills on television reception, CBC technology review; 2006.
- [36] International Telecommunication Union, Rec. ITU-R BT.805. Assessment of impairment caused to television reception by a wind turbine; 1992.
- [37] International Telecommunication Union, Rec. ITU R BT.1893. Assessment of impairment caused to digital television reception by a wind turbine; 2011.
- [38] I. Angulo, D. de la Vega, O. Grande, N. Cau, U. Gil, Wu Yiyang, D. Guerra, P. Angueira **Empirical evaluation of the impact of wind turbines on DVB-T reception quality** IEEE Transactions on Broadcasting, 58 (1) (2012), pp. 1–9
- [39] Polisky Lester E. Post digital television transition - the evaluation and mitigation methods for off-air digital television reception in-and-around wind energy facilities, Comsearch Whitepaper, TP-103160.1-EN; 2009. Available online: www.comsearch.com.
- [40] Aarholt E, Jackson CA. Wind farm Gapfiller concept solution. In: Proceedings of the 2010 European Radar Conference (EuRAD); 2010. p.236–9.
- [41] VINDRAD. Project report v1.0, A tool for calculation of interference from wind power stations to weather radars; 2011.
- [42] G. Stuteley, M. Watson **A method for the assessment of predicted impact by wind turbines on wireless telemetry, alleviating and mitigating infringement issues for the developer** EWEC (2010)
- [43] E.F. Knott, J.F. Shaeffer, M.T. Tuley **Radar cross section** SciTech Publishing (2004)
- [44] D.C. Jenn **Radar and laser cross section engineering** (2nd edition) American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc (2005)
- [45] I. Angulo, *et al.* **An empirical comparative study of prediction methods for estimating multipath due to signal scattering from wind turbines on digital TV services** IEEE Trans Broadcast, 57 (2) (2011), pp. 195–203
- [46] G. Kohn **The IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronics Terms** (6th ed.) Inst of Elect & Electronic (1997)
- [47] R.E. Rinehart **RADAR for meteorologists** (3rd ed.) Rinehart Pub (1997)



ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ!

