



**Πολυτεχνείο Κρήτης**  
Σχολή Χημικών Μηχανικών και  
Μηχανικών Περιβάλλοντος

# **ΜΕΛΕΤΗ ΟΠΤΙΚΗΣ ΟΧΛΗΣΗΣ ΑΠΟ ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΤΟΥ  
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΟΥ**



**ΧΑΝΙΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΗΣ 2021**

"Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης"



**Πολυτεχνείο Κρήτης**  
Σχολή Χημικών Μηχανικών και  
Μηχανικών Περιβάλλοντος

## **ΜΕΛΕΤΗ ΟΠΤΙΚΗΣ ΟΧΛΗΣΗΣ ΑΠΟ ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΤΟΥ  
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΟΥ**

*ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:*

*Τσούτσος Θεοχάρης (Επιβλέπων)*

*Δάρας Τρύφωνας*

*Ουγγρίνης Κωνσταντίνος*

## Περίληψη

Τα αιολικά πάρκα έχουν πρωταγωνιστήσει τις τελευταίες δεκαετίες στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Η συνεχή αύξηση σε ανάγκες παροχής ενέργειας, παράλληλα με την εξέλιξη της τεχνολογίας, έχουν συμβάλει στην ανάπτυξη του κλάδου, με την εμφάνιση όλο και μεγαλύτερων σε ισχύ και μέγεθος ανεμογεννητριών. Για να μην χρησιμοποιείται επίσης πολύτιμη ελεύθερη έκταση γης, ξεκίνησε η εμφάνιση αιολικών πάρκων εγκαταστημένα μέσα σε θαλάσσιες εκτάσεις, γνωστά και ως παράκτια (off-shore) αιολικά πάρκα.

Ένα από τα μείζονα θέματα των αιολικών πάρκων είναι η οπτική όχληση που προξενείται από αυτά από την αλλοίωση του φυσικού τοπίου στο οποίο εγκαθίστανται. Ενώ έχουν γίνει κάποιες έρευνες για την μελέτη της οπτικής όχλησης στις επίγειες εγκαταστάσεις, δεν έχει εγκαθιδρυθεί ακόμα κάποια μέθοδος που να χρησιμοποιείται σε διεθνές επίπεδο. Οι διαθέσιμες μελέτες είναι ακόμα λιγότερες στην περίπτωση των παράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων και έτσι δεν είναι δυνατή η πρόβλεψη του βαθμού όχλησης που θα αισθανθεί ο πληθυσμός μια περιοχής από την εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι μελέτη της οπτικής όχλησης που προξενείται από μια παράκτια αιολική εγκατάσταση και παράλληλα η δημιουργία μιας μεθόδου που να μπορεί να προβλέψει το μέγεθός της. Για την επίτευξη αυτού, δοκιμάστηκε αρχικά η Ισπανική Μέθοδος, μια μέθοδος που έχει δημιουργηθεί για επίγειες εγκαταστάσεις. Από την έρευνα προέκυψε ότι η μέθοδος αυτή δεν είναι ικανή να προβλέψει τον βαθμό όχλησης που προκαλείται. Έτσι έγιναν αλλαγές, τόσο από την βιβλιογραφία, όσο και πρωτότυπες, οι οποίες παρόλο που βελτίωσαν σε μεγάλο βαθμό την μέθοδο, δεν ήταν αρκετές για να την ολοκληρώσουν. Παράλληλα δημιουργήθηκε και μια νέα μέθοδος, ονομαζόμενη Ελληνική Μέθοδος, αποτελούμενη από νέους πρωτότυπους συντελεστές. Η μέθοδος αυτή αποδείχθηκε η πιο αποτελεσματική στον υπολογισμό του βαθμού οπτικής όχλησης, έχοντας ακόμα περιθώρια για βελτιώσεις.

## **Abstract**

Wind parks have played a huge role in energy production from renewable energy sources, the past decades. The continuous increase in energy needs, in parallel with technology advances, has led to the growth of this area, with the creation of larger and more powerful wind turbines. In order to prevent the seizure of free land, off-shore wind parks began to emerge.

One of the most serious issues with wind parks is the visual impact that they cause from the deterioration of the natural scenery they are placed at. While there have been some researches on visual impact assessment of on-shore wind parks, an international method for measuring visual impact hasn't been established yet. The accessible researches were even fewer for the off-shore wind parks and hence, it isn't possible to predict the visual impact upon the population of the area in which the wind park would be installed.

The aim of the present paper is the assessment of the visual impact that it's being caused by an off-shore wind park and at the same time the creation of a method which will be able to predict the size of the impact. In order to achieve this, the first part was to test Spanish Method, a method which was created for on-shore wind parks. From the research there has been established that this method isn't capable to predict the size of the visual impact that's being caused. Therefore, there have been some changes, both from other researches and original ones, which improved the method, but still weren't able to fully complete it. In the same time, a new method was created named Greek Method and it was consisted from new original coefficients. This method was found to be the most accurate in the estimation of visual impact, but it still has some space left for improvements.

## Ευχαριστίες

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω προσωπικά τα παρακάτω άτομα:

Τον επιβλέποντα της παρούσας εργασίας και Καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης κ. Θεοχάρη Τσούτσο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην ανάληψη της εργασίας και για την καθοδήγηση και τις συμβουλές που μου έδωσε.

Την Υποψήφια Διδάκτορα του Πολυτεχνείου Κρήτης Πανδώρα Γκέκα-Σερπετσιδάκη, για την άψογη συνεργασία και την βοήθεια που μου πρόσφερε.

Τους γονείς μου για την υπέροχη ανατροφή τους όλα αυτά τα χρόνια και για τα πολύτιμα εφόδια και την υποστήριξη που μέχρι και σήμερα συνεχίζουν να μου προσφέρουν.

Τους φίλους που με βοήθησαν και συνεχίζουν να με στηρίζουν μέχρι σήμερα.

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	11
2. Μεθοδολογία.....	13
2.1. Περιοχή μελέτης και Ελληνική Νομοθεσία.....	14
2.2. Ισπανική Μέθοδος.....	16
2.3. Παραλλαγές στην Ισπανική Μέθοδο.....	19
2.3.1. Αλλαγές στον παράγοντα $v$ .....	19
2.3.2. Αλλαγές στον συντελεστή $d$ .....	23
2.3.3. Συντελεστής $\psi$ και $\psi_f$ .....	24
2.4. Ερωτηματολόγια στις περιοχές παρατήρησης.....	24
2.4.1. Δημιουργία.....	24
2.4.2. Μορφή.....	25
2.4.3. Επεξεργασία αποτελεσμάτων ερωτηματολογίων.....	25
2.5. Ελληνική Μέθοδος.....	28
2.5.1. Συντελεστής $\theta_h$ .....	28
2.5.2. Συντελεστής $\theta_v$ .....	29
2.5.3. Συντελεστής $\rho$ (n/km).....	30
2.5.4. Συντελεστής $\rho$ (n/km <sup>2</sup> ).....	30
2.5.5. Συντελεστής $\theta_r$ .....	30
2.5.6. Συντελεστής $\theta_i$ .....	30
2.5.7. Συντελεστής $\psi_f$ .....	32
2.5.8. Ηλεκτρονικά Ερωτηματολόγια.....	32
3. Αποτελέσματα.....	34
3.1. Κατασκευή σεναρίων.....	34
3.2. Αποτελέσματα Ισπανικής Μεθόδου και παραλλαγών.....	36
3.3. Αποτελέσματα Ερωτηματολογίων στις περιοχές παρατήρησης.....	46
3.3.1. Αποτελέσματα Κισσάμου.....	46
3.3.2. Αποτελέσματα Καλυβιανής.....	52
3.4. Ελληνική Μέθοδος.....	53
3.4.1. Χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων στα ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια.....	53
3.4.2. Αποτελέσματα Ηλεκτρονικών Ερωτηματολογίων.....	54
3.4.3. Εκθέτες συντελεστών εξίσωσης.....	57
3.4.4. Τιμές $\theta_h'$ , $\theta_v'$ , $\rho'$ , $\theta_r'$ και $\theta_i'$ και τελικός τύπος.....	65
3.5. Δοκιμή της Ελληνικής Μεθόδου στα σενάρια της Κισσάμου.....	67
4. Συζήτηση.....	68
4.1. Ισπανική.....	

Μέθοδος.....	68
4.2. Ελληνική Μέθοδος.....	71
5. Συμπεράσματα.....	72
6. Βιβλιογραφία.....	74
Παράρτημα I. Πίνακας	Κανονικής
κατανομής.....76	
Παράρτημα II. Πίνακας	t-
κατανομής.....79	
Παράρτημα III. Φωτογραφίες	ερωτηματολογίων
Κισσάμου.....80	
Παράρτημα IV. Φωτογραφίες	Ηλεκτρονικών
Ερωτηματολογίων.....92	
<b>Κατάλογος Πινάκων</b>	
Πίνακας 2.1. Τεχνικά	χαρακτηριστικά
ανεμογεννητριών.....15	επιλεγμένων
Πίνακας 2.2.	Τιμές
ν.....17	παράγοντα
Πίνακας 2.3.	Τιμές
η.....17	παράγοντα
Πίνακας 2.4.	Τιμές
d.....18	συντελεστή
Πίνακας 2.5.	Τιμές
e.....18	συντελεστή
Πίνακας 2.6. Επίπεδο	όχλησης
Εκτίμησης.....19	βάσει των Παραγόντων
Πίνακας 2.7.	Νέες τιμές
ν.....20	παράγοντα
Πίνακας 2.8.	Νέος
d.....24	συντελεστής
Πίνακας 2.9. Μετάφραση απαντήσεων των ερωτηματολογίων σε βαθμό	όχλησης
ΡΑ1.....25	
Πίνακας 2.10. Μετάφραση άποψης παρατηρητή για τεχνολογίες ΑΠΕ σε συντελεστή ψ.....25	
Πίνακας 3.1.	Χαρακτηριστικά του κάθε
σεναρίου.....35	
Πίνακας 3.2. Αποτελέσματα αρχικής Ισπανικής Μεθόδου για το Σενάριο	
1.....37	
Πίνακας 3.3. Αποτελέσματα αρχικής Ισπανικής Μεθόδου για το Σενάριο	
2.....38	
Πίνακας 3.4. Αποτελέσματα αρχικής Ισπανικής Μεθόδου για το Σενάριο	
3.....38	
Πίνακας 3.5. Αποτελέσματα αρχικής Ισπανικής Μεθόδου για το Σενάριο	
4.....38	
Πίνακας 3.6. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με αλλαγή στον παράγοντα ν βάσει	
του	Πίνακα
2.7.....38	
Πίνακας 3.7. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με αλλαγή στον παράγοντα ν βάσει	
του Πίνακα 2.7.....39	
Πίνακας 3.8. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με αλλαγή στον παράγοντα ν βάσει	

του Πίνακα 2.7 και χρήση των νέων κυβοειδών.....	40	
Πίνακας 3.9. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με αλλαγή στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 και χρήση των νέων κυβοειδών.....	40	
Πίνακας 3.10. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με χρήση νέου παράγοντα ν χωρίς.....	40	τα
Πίνακας 3.11. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με χρήση του νέου παράγοντα ν χωρίς.....	41	τα
Πίνακας 3.12. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με αλλαγή του συντελεστή d σύμφωνα με.....	41	τη
Πίνακας 3.13. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με αλλαγή του συντελεστή d σύμφωνα με.....	41	τη
Πίνακας 3.14. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με αλλαγή του συντελεστή d σύμφωνα με τον.....	42	Πίνακα
Πίνακας 3.15. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με αλλαγή του συντελεστή d σύμφωνα με τον.....	42	Πίνακα
Πίνακας 3.16. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 και αλλαγής στον συντελεστή d βάσει.....	42	
Πίνακας 3.17. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 και αλλαγής στον συντελεστή d βάσει.....	43	
Πίνακας 3.18. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 με χρήση νέων κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή d.....	43	βάσει
Πίνακας 3.19. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 με χρήση νέων κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή d.....	43	βάσει
Πίνακας 3.20. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν χωρίς την χρήση κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή d.....	43	βάσει
Πίνακας 3.21. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν χωρίς την χρήση κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή d.....	44	βάσει
Πίνακας 3.22. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 και αλλαγής στον συντελεστή d σύμφωνα με τον.....	44	Πίνακα
Πίνακας 3.23. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 και αλλαγής στον συντελεστή d.....		

2.8.....	σύμφωνα	με	τον	Πίνακα
2.8.....	44			
Πίνακας 3.24.	Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα $\nu$ βάσει του Πίνακα 2.7 με χρήση νέων κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή $d$ σύμφωνα με τον Πίνακα			
2.8.....	44			
Πίνακας 3.25.	Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα $\nu$ βάσει του Πίνακα 2.7 με χρήση νέων κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή $d$ σύμφωνα με τον Πίνακα			
2.8.....	45			
Πίνακας 3.26.	Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα $\nu$ χωρίς την χρήση κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή $d$ σύμφωνα με τον Πίνακα			
2.8.....	45			
Πίνακας 3.27.	Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα $\nu$ χωρίς την χρήση κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή $d$ σύμφωνα με τον Πίνακα			
2.8.....	45			
Πίνακας 3.28.	PA1 μεθόδων και ερωτηματολογίων για την Κίσσαμο.....			
2.8.....	46			
Πίνακας 3.29.	Απόκλιση μεθόδων από τα ερωτηματολόγια στην Κίσσαμο.....			
2.8.....	47			
Πίνακας 3.30.	Απόκλιση PA1 ξεχωριστά για τα Σενάρια 1 και 3 στην Κίσσαμο.....			
2.8.....	47			
Πίνακας 3.31.	Απόκλιση PA1 ξεχωριστά για τα Σενάρια 2 και 4 στην Κίσσαμο.....			
2.8.....	48			
Πίνακας 3.32.	PA1 μεθόδων στην Κίσσαμο μετά την προσθήκη του συντελεστή $\psi_f$ .....			
2.8.....	50			
Πίνακας 3.33.	Απόκλιση μεθόδων από τα ερωτηματολόγια στην Κίσσαμο μετά την προσθήκη του συντελεστή $\psi_f$ .....			
2.8.....	50			
Πίνακας 3.34.	95 % διαστημάτων εμπιστοσύνης για PA1 Κισσάμου.....			
2.8.....	51			
Πίνακας 3.35.	PA1 μεθόδων και ερωτηματολογίων στην Καλυβιανή.....			
2.8.....	52			
Πίνακας 3.36.	Απόκλιση PA1 μεθόδων από τα ερωτηματολόγια στην Καλυβιανή.....			
2.8.....	52			
Πίνακας 3.37.	Απόκλιση PA1 μεθόδων από τα ερωτηματολόγια στην Καλυβιανή για τα Σενάρια 1 και 3.....			
2.8.....	52			
Πίνακας 3.38.	Απόκλιση PA1 μεθόδων από τα ερωτηματολόγια στην Καλυβιανή για τα Σενάρια 2 και 4.....			
2.8.....	52			
Πίνακας 3.39.	95 % διαστημάτων εμπιστοσύνης για PA1 Καλυβανής.....			
2.8.....	53			
Πίνακας 3.40.	Τιμές συντελεστών της Ελληνικής μεθόδου για τις εγκαταστάσεις στις φωτογραφίες των ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων.....			
2.8.....	53			
Πίνακας 3.41.	Τιμές GMA ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων.....			
2.8.....	54			
Πίνακας 3.42.	Αποτελέσματα εξίσωσης 3.1, με και χωρίς $\psi_f$ και απόκλιση αυτής			

από	τα	ηλεκτρονικά
ερωτηματολόγια.....	66	
Πίνακας 3.43. Αποτελέσματα εξίσωσης 3.2, με και χωρίς $\psi_f$ και απόκλιση αυτής		
από	τα	ηλεκτρονικά
ερωτηματολόγια.....	66	
Πίνακας 3.44. Εφαρμογή εξίσωσης 3.1 στις εγκαταστάσεις στην		
Κίσσαμο.....	67	
Πίνακας 3.45. Εφαρμογή εξίσωσης 3.2 στις εγκαταστάσεις στην		
Κίσσαμο.....	67	
Πίνακας 3.46. Απόκλιση Ελληνικής Μεθόδου από τα ερωτηματολόγια της		
Κισσάμου.....	68	

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1. Διάγραμμα ροής για την μελέτη της Ισπανικής Μεθόδου.....	13
Εικόνα 2.2. Διάγραμμα ροής για την δημιουργία και την μελέτη της Ελληνικής Μεθόδου.....	13
Εικόνα 2.3. Όρια μελέτης.....	14
Εικόνα 2.4. Σημεία παρατήρησης.....	14
Εικόνα 2.5. Όψεις εγκατάστασης.....	16
Εικόνα 2.6. Υπολογισμός $v$ χωρίς κυβοειδές, Βήμα 1.....	20
Εικόνα 2.7. Υπολογισμός $v$ χωρίς κυβοειδές, Βήμα 2.....	21
Εικόνα 2.8. Υπολογισμός $v$ χωρίς κυβοειδές, Βήμα 3.....	21
Εικόνα 2.9. Υπολογισμός $v$ χωρίς κυβοειδές, Βήμα 4.....	22
Εικόνα 2.10. Υπολογισμός $v$ χωρίς κυβοειδές, Ειδική Περίπτωση i, Βήμα 3.....	22
Εικόνα 2.11. Υπολογισμός $v$ χωρίς κυβοειδές, Ειδική Περίπτωση i, Βήμα 4.....	23
Εικόνα 2.12. Υπολογισμός $v$ χωρίς κυβοειδές, Ειδική Περίπτωση ii.....	23
Εικόνα 2.13. Συντελεστής $\theta_h$ .....	28
Εικόνα 2.14. Εναλλακτικός υπολογισμός $\theta_h$ .....	29
Εικόνα 2.15. Συντελεστής $\theta_v$ .....	29
Εικόνα 2.16. Συντελεστής $\theta_r$ .....	30
Εικόνα 2.17. Υπολογισμός $\theta_i$ , Βήμα 1.....	31
Εικόνα 2.18. Υπολογισμός $\theta_i$ , Βήμα 2.....	31
Εικόνα 2.19. Υπολογισμός $\theta_i$ , Βήμα 3.....	32
Εικόνα 3.1. Πολικό διάγραμμα διεύθυνσης/ταχύτητας του ανέμου στον κόλπο Κισσάμου.....	34
Εικόνα 3.2. Κάτοψη ανεμογεννητριών διαμέτρου 117m.....	34
Εικόνα 3.3. Κάτοψη ανεμογεννητριών διαμέτρου 164m.....	34
Εικόνα 3.4. Σενάριο 1. Χωροθέτηση ανεμογεννητριών διαμέτρου 117m χωρίς εφαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας.....	35
Εικόνα 3.5. Σενάριο 2. Χωροθέτηση ανεμογεννητριών διαμέτρου 117m με την εφαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας.....	35
Εικόνα 3.6. Σενάριο 3. Χωροθέτηση ανεμογεννητριών διαμέτρου 164m και χωρίς εφαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας.....	35
Εικόνα 3.7. Σενάριο 4. Χωροθέτηση ανεμογεννητριών διαμέτρου 164m με την εφαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας.....	35
Εικόνα 3.8. Ορατότητα Σεναρίου.....	

1.....	36							
Εικόνα	3.9.	Ορατότητα						Σεναρίου
2.....	36							
Εικόνα	3.10.	Ορατότητα						Σεναρίου
3.....	36							
Εικόνα	3.11.	Ορατότητα						Σεναρίου
4.....	36							
Εικόνα	3.12.	Κυβοειδές						Σεναρίου
1.....	37							
Εικόνα	3.13.	Κυβοειδές						Σεναρίου
2.....	37							
Εικόνα	3.14.	Κυβοειδές						Σεναρίου
3.....	37							
Εικόνα	3.15.	Κυβοειδές						Σεναρίου
4.....	37							
Εικόνα	3.16.	Κυβοειδές	Σεναρίου	1.				μικρότερου
εμβαδού.....	39							
Εικόνα	3.17.	Κυβοειδές	Σεναρίου	2.				μεγαλύτερου
εμβαδού.....	39							
Εικόνα	3.18.	Κυβοειδές	Σεναρίου	3.				μικρότερου
εμβαδού.....	39							
Εικόνα	3.19.	Κυβοειδές	Σεναρίου	4.				μεγαλύτερου
εμβαδού.....	39							
Εικόνα 3.20. Άποψη δείγματος στην Κίσσαμο για τεχνολογίες αξιοποίησης								
ΑΠΕ .....	48							
Εικόνα 3.21. PA1 στην Κίσσαμο ανάλογα με την άποψη για τις τεχνολογίες								
αξιοποίησης								
ΑΠΕ.....	49							
Εικόνα 3.22. Διάγραμμα $f(\psi)=PA1$ για τις κατηγορίες "Ουδέτερη", "Καλή" και								
"Πολύ καλή".....	49							
Εικόνα	3.23.	PA1	στην	Κίσσαμο	αναλόγως			το
φύλο.....	51							
Εικόνα	3.24.	PA1	στην	Κίσσαμο	βάσει			ηλικιακών
ομάδων.....	51							
Εικόνα 3.25. Άποψη δείγματος των ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων για								
τεχνολογίες αξιοποίησης ΑΠΕ.....	55							
Εικόνα 3.26. PA1 στα ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια ανάλογα με την άποψη								
για			τις					τεχνολογίες
ΑΠΕ.....	55							
Εικόνα	3.27.	Διάγραμμα	$f(\psi)=GMA$	με	γραμμική			γραμμή
τάσης.....	56							
Εικόνα	3.28.	Διάγραμμα	$f(\psi)=GMA$	με	πολυωνυμική			γραμμή
τάσης.....	56							
Εικόνα 3.29. Διάγραμμα $f(\psi)=GMA$ για τις κατηγορίες "Ουδέτερη", "Καλή"								
και "Πολύ Καλή".....	57							
Εικόνα	3.30.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	1			προς
$\theta_h$ .....	57							
Εικόνα	3.31.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	1	(με	τους	μ.ό)
$\theta_h$ .....	58							προς
Εικόνα	3.32.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	1	(με	τους	μ.ό)
$\theta_h/30^\circ$ .....	58							προς
Εικόνα	3.33.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	1	(με	τους	μ.ό)
$\theta_h/60^\circ$ .....	59							προς

Εικόνα	3.34.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	3	προς	
$\theta_v$ .....			59				
Εικόνα	3.35.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	3	(με τους μ.ό)	προς
$\theta_v$ .....			60				
Εικόνα	3.36.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	2	προς	$\rho$
(n/km).....			60				
Εικόνα	3.37.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	2	(με τους μ.ό)	προς $\rho$
(n/km).....			61				
Εικόνα	3.38.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	2	προς	$\rho$
(n/km <sup>2</sup> ).....			61				
Εικόνα	3.39.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	2	(με τους μ.ό)	προς $\rho$
(n/km <sup>2</sup> ).....			62				
Εικόνα	3.40.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	4	προς	
$\theta_r$ .....			62				
Εικόνα	3.41.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	4	(με τους μ.ό)	προς
$\theta_r$ .....			63				
Εικόνα 3.42.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους 4 (με τους μ.ό)	προς $\theta_r$ μετά την			
προσθήκη							του
$\alpha_r$ .....			63				
Εικόνα	3.43.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	5	προς	
$\theta_i$ .....			64				
Εικόνα	3.44.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους	5	(με τους μ.ό)	προς
$\theta_i$ .....			64				
Εικόνα 3.45.	Διάγραμμα	GMA	Ζεύγους 5 (με τους μ.ό)	προς $\theta_i$ μετά την			
προσθήκη							του
$\alpha_i$ .....			65				

## Εισαγωγή

Ο όρος οπτική όχληση χρησιμοποιείται για να περιγράψει την ενόχληση που μπορεί να αισθανθεί ένας παρατηρητής από την ύπαρξη ενός αντικειμένου (ή συνόλου αντικειμένων) στο οπτικό του πεδίο. Η έννοια αυτή συναντάται πολύ συχνά στον τομέα των τεχνολογιών αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ιδιαίτερα σε εφαρμογές όπως τα αιολικά πάρκα, αφού λόγω του μεγέθους τους είναι ορατά από αρκετά μεγάλη απόσταση, αλλοιώνοντας το φυσικό τοπίο της κάθε περιοχής. Αυτός είναι και ένας από τους κύριους λόγους που αρκετά μεγάλη μερίδα του πληθυσμού εναντιώνεται στα αιολικά πάρκα, καθώς η αλλοίωση που προκαλούν στο φυσικό τοπίο μπορεί να είναι μεγάλη και να κρατήσει για δεκαετίες.

Παρόλο που αρκετοί επιστήμονες αναγνωρίζουν την σημασία της οπτικής όχλησης από τα αιολικά πάρκα, δεν έχουν γίνει αρκετές έρευνες πάνω σε αυτήν και έτσι δεν έχει θεσπιστεί ακόμα κάποια ενιαία μέθοδος που να μπορεί να ποσοτικοποιήσει εκ των προτέρων την όχληση που θα νιώσει ο πληθυσμός μιας περιοχής από την αλλαγή στο τοπίο της. Αρχικά, το πρόβλημα της οπτικής όχλησης από τα αιολικά πάρκα ξεκίνησε να ερευνάται στα τέλη της δεκαετίας του 60' [Bishop, 1997], ενώ αργότερα, από την δεκαετία του 90' και μετά, η μελέτη της έγινε πιο εκτεταμένη. Εκείνο το διάστημα, η Ευρωπαϊκή Ένωση είχε δεσμεύσει τα κράτη μέλη της να αυξήσουν την κατανάλωση ρεύματος από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με αποτέλεσμα όλο και περισσότερα και μεγαλύτερης έκτασης και ισχύος αιολικά πάρκα να κάνουν την εμφάνισή τους [Molina-Ruiz et al, 2011] [Hurtado et al, 2004]. Έτσι, όλο και περισσότερες διαμαρτυρίες πραγματοποιούνταν από τους πολίτες, τόσο λόγω του θορύβου που προερχόταν από τις ανεμογεννήτριες, όσο και για την ριζική αλλαγή στο τοπίο από την εγκατάσταση των αιολικών πάρκων. Την δεκαετία του 60, η μελέτη της οπτικής όχλησης γινόταν κυρίως με χρήση φωτογραφιών [Bishop et al, 2007]. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, βασικό εργαλείο για την μελέτη της οπτικής όχλησης στην Δανία, από το 90 και μετά, ήταν τα Συστήματα Γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), μέσω των οποίων μοντελοποιούσαν το ανάγλυφο της περιοχής και μελετούσαν έτσι την όχληση που θα προκαλούνταν από τις ανεμογεννήτριες [Möller, 2006]. Το 1997 μελετήθηκε το πως οι χρωματικές διαφορές των υπό μελέτη αντικειμένων με το τοπίο μπορεί να επηρεάσει τον βαθμό όχλησης [Bishop, 1997], ενώ αργότερα το 2000 έγινε παρόμοια μελέτη που πέρα των χρωματικών αντιθέσεων, μελετούσε και το μέγεθος των αντικειμένων ως στερεά γωνία, το τρισδιάστατο δηλαδή γεωμετρικό ανάλογο της επιπέδης γωνίας [Shang et al, 2000]. Το 2004 δημοσιεύτηκε άρθρο το οποίο παρουσίαζε μια νέα μέθοδο που ήταν ικανή να προβλέπει εκ των υστέρων τον βαθμό της οπτικής όχλησης από μια αιολική εγκατάσταση [Hurtado et al, 2004] [Manchado et al, 2015]. Ο λόγος για την Ισπανική Μέθοδο (Spanish Method), που αποτέλεσε καινοτομία στον τρόπο που μελετούσαν μέχρι τότε την οπτική όχληση, αφού μέσω απλών μεταβλητών προσέφερε έναν ιδιαίτερο και αρκετά πλήρη τρόπο εκτίμησης της οπτικής όχλησης, χωρίς να δίνεται όμως και κάποιος τρόπος επαλήθευσής της [Hurtado et al, 2004]. Σε νεότερες μελέτες έγινε δοκιμή της μεθόδου αυτής και επαλήθευσή της μέσω ερωτηματολογίων και βρέθηκε ότι εκτιμούσε με πολύ καλή ακρίβεια την όχληση που προκαλούνταν στην υπό μελέτη περιοχή από το αιολικό πάρκο [Tsoutsos et al, 2008] [Kokologos et al, 2014]. Παρόλα αυτά, με την πάροδο του χρόνου, χρειάστηκε να προταθούν αρκετές νέες αλλαγές στην μέθοδο, αφού οι αιολικές εγκαταστάσεις εξελίχθηκαν και πλέον οι ανεμογεννήτριες σχεδιαζόντουσαν σε πολύ μεγαλύτερα μεγέθη και οι εγκαταστάσεις καταλάμβαναν μεγαλύτερη έκταση [Manchado et al, 2015]. Παράλληλα, προτάθηκαν και άλλες ενδιαφέρουσες μέθοδοι που μελετούσαν την όχληση σε στερεά γωνία, αλλά εστίαζαν περισσότερο στο πόσο φαίνονταν τα αιολικά πάρκα από τη γύρω περιοχή, και όχι τόσο ολοκληρωμένα, στο ποσό της ενόχλησης που θα αισθανόντουσαν οι κάτοικοι της περιοχής από αυτό [Molina-Ruiz et al, 2011][Rodrigues et al, 2010].

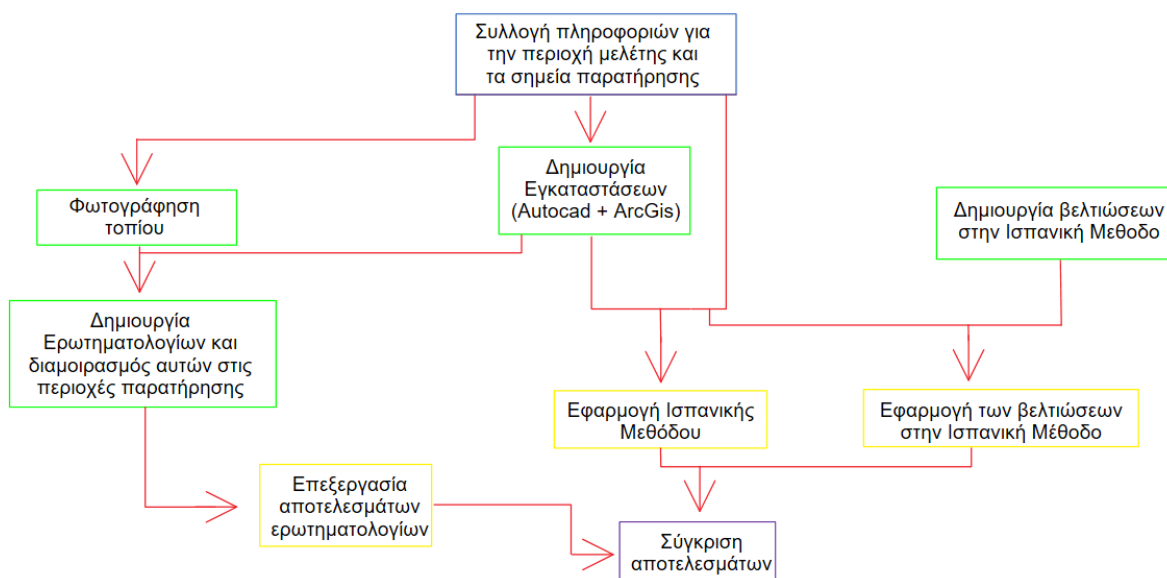
Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, όμως, δίνεται πλέον η δυνατότητα στα αιολικά πάρκα να μπορούν να εγκατασταθούν και στην θάλασσα. Έτσι, οι αιολικές εγκαταστάσεις ξεκίνησαν να παίρνουν νέα σχήματα και αυξήθηκε τόσο η έκτασή τους αλλά επίσης και το

μέγεθος των ανεμογεννητριών που μπορούσαν να τοποθετηθούν. Για τον λόγο αυτό, τα παράκτια αιολικά πάρκα μπορεί να γίνουν ικανά να δημιουργήσουν μεγαλύτερη όχληση σε σχέση με τα συμβατικά, άμα ο σχεδιασμός και η εγκατάστασή τους γίνει αυθαίρετα και χωρίς σεβασμό στον παρατηρητή. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται πλέον η ανάγκη δημιουργίας μιας μεθόδου που να μπορεί να υπολογίσει την όχληση που θα προκαλέσει η κάθε εγκατάσταση. Επίσης, λόγω των νέων ιδιοτήτων που παρουσιάζουν τα παράκτια πάρκα, αλλάζει και ο τρόπος που πρέπει να κινηθεί ο ερευνητής για να δημιουργήσει αυτήν την μέθοδο. Καθώς τα παράκτια αιολικά πάρκα δεν είναι ακόμα τόσο διαδεδομένα όσο τα συμβατικά, δεν έχουν μελετηθεί τόσο πολύ στο κομμάτι της όχλησης που προξενούν. Από αξιοσημείωτες μελέτες που έχουν γίνει, μελέτη που δημοσιεύτηκε το 2007, ερευνούσε την όχληση από τα παράκτια πάρκα μέσω διαφόρων μεταβλητών, όπως το μέγεθος των ανεμογεννητριών και την χρωματική αντίθεση αυτών, με το περιβάλλον τους [Bishop et al, 2007]. Αργότερα, το 2017 δημοσιεύτηκε και μια νέα ιδιαίτερη μέθοδος που χρησιμοποιούσε πρωτότυπους μέχρι τότε συντελεστές, για να μελετήσει την οπτική όχληση [Maslon et al, 2017]. Παρόλα αυτά όμως, τα αποτελέσματα από την μέθοδο αυτή, δε μας δίνουν ακριβώς το πόση ενόχληση θα αισθανθεί ο παρατηρητής από την αλλαγή στο τοπίο.

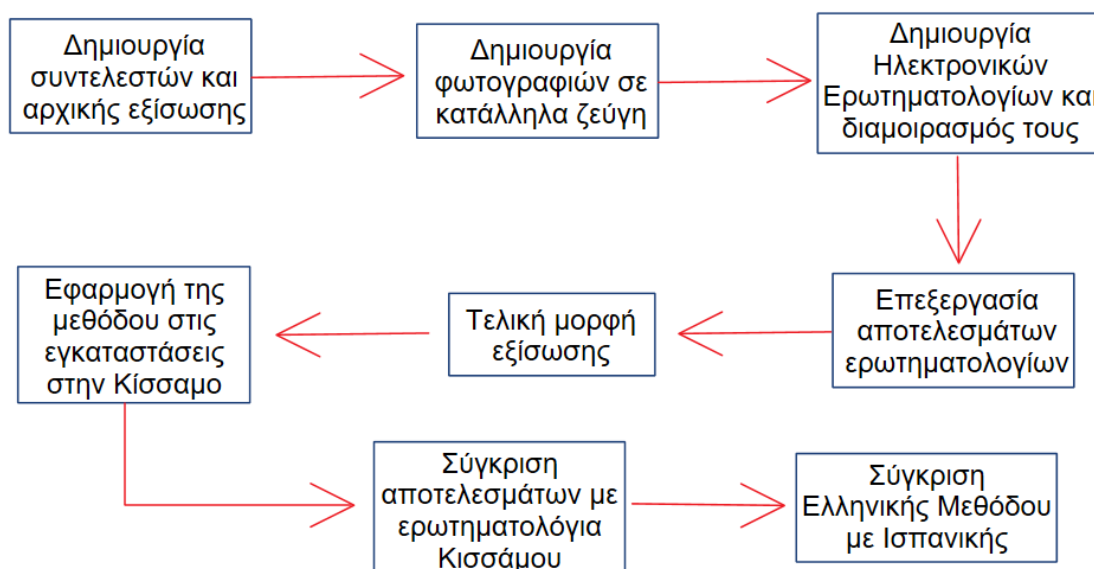
Παρατηρώντας τον περιορισμένο αριθμό μελετών στον τομέα των παράκτιων αιολικών πάρκων, η συγκεκριμένη μελέτη αποσκοπεί στην εύρεση μεθόδου που να μπορεί να προβλέψει με καλή ακρίβεια τον βαθμό όχλησης που θα αισθανθεί ο παρατηρητής στο θέαμα ενός παράκτιου αιολικού πάρκου. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, πρώτα θα δοκιμαστεί η Ισπανική Μέθοδος στην αρχική της μορφή, ώστε να μπορέσει να βρεθεί το κατά πόσο η μέθοδος αυτή είναι λειτουργική και για παράκτια πάρκα εκτός από επίγεια. Στην συνέχεια, θα δοκιμαστούν διορθώσεις στην μέθοδο, τόσο από την βιβλιογραφία [Manchado et al, 2015] όσο και νέες πρωτότυπες διορθώσεις και μέσω ερωτηματολογίων θα φανεί κατά πόσο οι διορθώσεις βοήθησαν ή όχι. Παράλληλα, θα γίνει δοκιμή μιας νέας πρωτότυπης μεθόδου, η οποία με την σειρά της θα αποσκοπεί σε όσο το δυνατό καλύτερο υπολογισμό του βαθμού όχλησης που προξενείται. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται Ελληνική Μέθοδος και θα χρησιμοποιεί νέους πρωτότυπους συντελεστές, οι οποίοι θα χρησιμοποιούν περισσότερο γεωμετρικούς παράγοντες, για να καθορίσουν τον βαθμό όχλησης που δημιουργείται. Τέλος, θα γίνει σύγκριση μεταξύ της Ισπανικής Μεθόδου και της Ελληνικής Μεθόδου για να εξεταστεί ποια από τις δύο φαίνεται να δίνει αποτελέσματα πιο κοντά στην πραγματικότητα.

## 2. Μεθοδολογία

Στην Εικόνα 2.1. φαίνεται το διάγραμμα ροής που δείχνει συνοπτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την μελέτη της Ισπανικής Μεθόδου ενώ στην Εικόνα 2.2. φαίνονται συνοπτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την Ελληνική Μέθοδο.



Εικόνα 2.1. Διάγραμμα ροής για την μελέτη της Ισπανικής Μεθόδου



Εικόνα 2.2. Διάγραμμα ροής για την δημιουργία και την μελέτη της Ελληνικής Μεθόδου

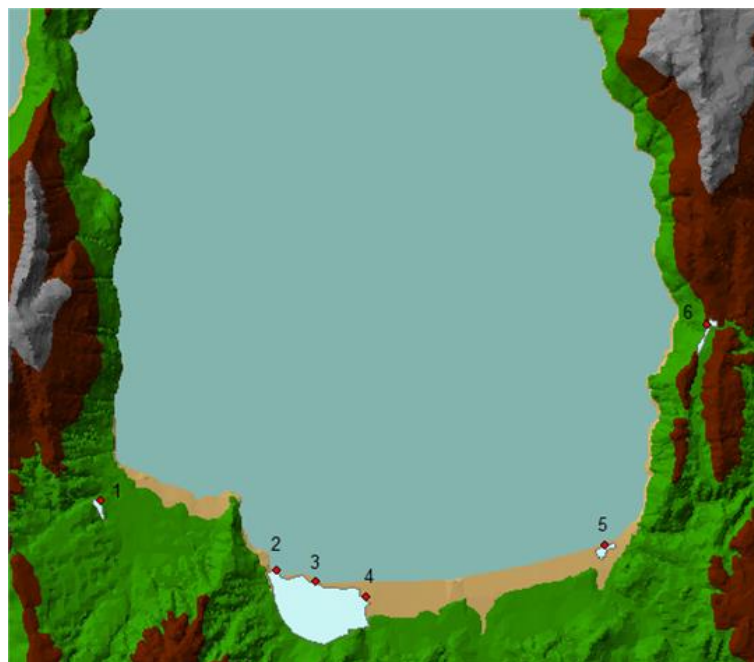
## 2.1 Περιοχή μελέτης και Ελληνική Νομοθεσία

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται μέσα στον κόλπο της Κισσάμου και έχει προκύψει από προηγούμενη μελέτη του Εργαστηρίου Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων του Πολυτεχνείου Κρήτης [Gkeka-Serpetsidaki, 2021]. Τα όριά της παρουσιάζονται στην Εικόνα 2.3.



Εικόνα 2.3. Όρια περιοχής μελέτης

Στην Εικόνα 2.4 φαίνονται τα σημεία παρατήρησης, από τα οποία μελετήθηκε ο βαθμός της οπτικής όχλησης, από τις αιολικές εγκαταστάσεις που δοκιμάστηκαν στην



περιοχή.

*Εικόνα 2.4. Σημεία παρατήρησης.*

Το σημείο παρατήρησης 1 αντιστοιχεί στο χωριό Καλυβιανή, τα σημεία 2, 3 και 4 είναι τοποθετημένα κατά μήκος της Κισσάμου, το σημείο 5 στα Νωπήγεια και το σημείο 6 στην Ραβδούχα.

Οι ανεμογεννήτριες που επιλέχθηκαν να μελετηθούν, μαζί με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, φαίνονται στον Πίνακα 2.1 [13] [19].

Όνομα μοντέλου	Διάμετρος Ρότορα (m)	Ύψος κέντρου ρότορα (m)	Ισχύς (MW)
Vestas V117-4.2 MW™	117	91,5	4,2
Vestas V164-8 MW™	164	105	8
Vestas V164-10 MW™	164	105	10

*Πίνακας 2.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά επιλεγμένων ανεμογεννητριών.*

Από την ιστοσελίδα <https://interface.vortexfdc.com/> βρέθηκε η κύρια διεύθυνση του ανέμου και από αυτό υπολογίστηκε η κλίση που πρέπει να έχουν οι ανεμογεννήτριες ως προς τον άξονα Βορά-Νότου, έτσι ώστε η παραγωγή ενέργειας από την εγκατάσταση, να είναι η βέλτιστη.

Στην συνέχεια, ακολούθησε η χωροθέτηση των ανεμογεννητριών στην περιοχή μελέτης. Για να γίνει αυτό με ακρίβεια χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό AutoCAD 2020. Επίσης οι ανεμογεννήτριες τοποθετήθηκαν με τρόπο που να μειώνεται η αρνητική επίδραση των μπροστά σειρών της εγκατάστασης στην επίδοση των πίσω σειρών, λόγω μείωση της ταχύτητας του ανέμου και πιθανή δημιουργία στροβίλων [8]. Τα αποτελέσματά από αυτήν την διαδικασία φαίνονται στην Εικόνα 3.4 και στην Εικόνα 3.6 στο κεφάλαιο Αποτελέσματα και αποτελούν τα σενάρια 1 και 3 αντίστοιχα.

Εν συνεχεία, οι χωροθετήσεις μεταφέρθηκαν στο αρχείο του ArcMap 10.6.1 με το ανάγλυφο της περιοχής και δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα shapefiles με τις συντεταγμένες των ανεμογεννητριών.

Έπειτα, στις χωροθετήσεις αυτές εφαρμόστηκε η Ελληνική νομοθεσία για να υπολογιστεί η μέγιστη οπτική όχληση, όπως αναγράφεται στη βιβλιογραφία [14]. Σύμφωνα με την νομοθεσία υπάρχουν κάποια κριτήρια βάσει των οποίων αποφεύγεται η μεγάλη συγκέντρωση μηχανών σε ένα σημείο. Τα κριτήρια αυτά είναι το ορατό ύψος ( $H_{op}$ ) και το ορατό εμβαδόν ( $A_{op}$ ). Ο τρόπος υπολογισμού τους φαίνεται στις εξισώσεις 2.1 και 2.2.

$$H_{op} = \frac{0.5m}{L} \times H \quad (2.1)$$

$$A_{op} = \left(\frac{0.5m}{L}\right)^2 \times A \quad (2.2)$$

όπου

H: το ολικό ύψος της ανεμογεννήτριας, το οποίο ισούται με το ύψος του ρότορα συν την μισή διάμετρό του ρότορα.

L: Η απόσταση της ανεμογεννήτριας από την περιοχή παρατήρησης.

A: το εμβαδόν της ανεμογεννήτριας, το οποίο ισούται με το γινόμενο του ολικού ύψους με την διάμετρο του ρότορα.

Τέλος, ως ολική οπτική όχληση ορίζονται οι συντελεστές  $O_H$  και  $O_{A_{op}}$  που δίνονται από τις εξισώσεις 2.3 και 2.4 αντίστοιχα.

$$O_H = \sum H_{op} \quad (2.3)$$

$$O_A = \sum A_{op} \quad (2.4)$$

Επειδή δεν βρέθηκαν πολλές πληροφορίες για τα όρια αυτών των συντελεστών θεωρήσαμε τα ίδια κριτήρια σύμφωνα με τη βιβλιογραφία [14], δηλαδή ότι  $O_H < 0,6m$  και  $O_A < 0,0025m^2$ . Από την παραπάνω διαδικασία δημιουργήθηκαν οι χωροθετήσεις που φαίνονται στην Εικόνα 3.5 και στην Εικόνα 3.6 στα αποτελέσματα και αποτελούν τα σενάρια 2 και 4 αντίστοιχα.

## 2.2 Ισπανική Μέθοδος

Έχοντας πλέον τα 4 σενάρια που αναγράφονται παραπάνω ακολούθησε η ποσοτικοποίηση του βαθμού όχλησης κάθε ενός από αυτά, μέσω της Ισπανικής Μεθόδου. Σύμφωνα με την Ισπανική Μέθοδο, η οπτική όχληση αξιολογείται βάσει 5 συντελεστών οι οποίοι αφορούν χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, του σημείου παρατήρησης και των δυο αυτών μεταξύ τους. Πιο αναλυτικά οι συντελεστές αυτοί είναι οι:

- Συντελεστής ορατότητας του πάρκου από την περιοχή παρατήρησης α: Μέσω αυτού του συντελεστή μετριέται το πλήθος των ανεμογεννητριών που είναι ορατές από την περιοχή παρατήρησης, προς τον ολικό αριθμό ανεμογεννητριών που είναι τοποθετημένες στην περιοχή. Σε περίπτωση που θεωρηθεί ότι υπάρχουν μέρη μέσα στην περιοχή παρατήρησης που διαφέρουν ως προς το πλήθος των ανεμογεννητριών που είναι ορατές δύναται η δυνατότητα να χωριστεί η περιοχή παρατήρησης σε υπό-περιοχές και ο τελικός συντελεστής α να υπολογιστεί σαν ένας μέσος όρος αυτών. Στην παρούσα περίπτωση η κάθε περιοχή παρατήρησης θεωρήθηκε ως αυτούσια οπότε εν τέλει, ο συντελεστής υπολογίστηκε από την εξίσωση 2.5.

$$\alpha = \frac{\alpha_{\text{op}}}{\alpha_{\text{ολ}}} \quad (2.5)$$

όπου:

$\alpha_{\text{op}}$  οι ορατές ανεμογεννήτριες από την περιοχή παρατήρησης

$\alpha_{\text{ολ}}$  οι συνολικές ανεμογεννήτριες στο πάρκο. [Hurtado et al, 2004]

- Συντελεστής ορατότητας της περιοχής παρατήρησης από το πάρκο b: Με αυτόν τον συντελεστή υπολογίζεται το πλήθος των κτηρίων που είναι ορατά από το αιολικό πάρκο ως προς το συνολικό πλήθος των κτηρίων που υπάρχουν στην περιοχή παρατήρησης. Ο τύπος του συντελεστή αυτού φαίνεται στην εξίσωση 2.6.

$$b = \frac{\kappa_{\text{τορ}}}{\kappa_{\text{τολ}}} \quad (2.6)$$

όπου:

$\kappa_{\text{τορ}}$  τα ορατά κτήρια από το πάρκο

$\kappa_{\text{τολ}}$  τα συνολικά κτήρια στην περιοχή παρατήρησης.

Στην παρούσα μελέτη η κάθε περιοχή θεωρήθηκε ως αυτούσια. [Hurtado et al, 2004]

- Συντελεστής ορατότητας του πάρκου θεωρημένο ως κυβοειδές c: Με αυτόν τον συντελεστή το πάρκο μελετάται πλέον σαν ένα ορθογωνικό κυβοειδές. Για τον υπολογισμό του γίνεται χρήση δυο παραγόντων. Ο πρώτος είναι ο παράγοντας ν, σύμφωνα με τον οποίο το κυβοειδές επηρεάζει σε διαφορετικό βαθμό την οπτική όχληση, αναλόγως από ποια πλευρά το κοιτάει ο παρατηρητής. Έτσι, ο συντελεστής αυτός παίρνει διαφορετική τιμή αναλόγως την όψη (μπροστινή, πλάγια, διαγώνια) από την οποία κοιτάει ο παρατηρητής την εγκατάσταση. Στην Εικόνα 2.5, φαίνεται πως αναγνωρίζεται η όψη από την οποία παρατηρείται η

εγκατάσταση. Οι τιμές αυτές φαίνονται στον Πίνακα 2.2. Ο δεύτερος παράγοντας είναι ο παράγοντας  $n$  που αφορά το πλήθος των ανεμογεννητριών στο πάρκο. Όσες περισσότερες ανεμογεννήτριες υπάρχουν στην εγκατάσταση, τόσο μεγαλύτερο θεωρείται και το μέγεθός της και άρα τόσο μεγαλύτερος ο βαθμός όχλησης. Οι τιμές που παίρνει ο παράγοντας αυτός αναγράφονται στον Πίνακα 2.3. Η τελική τιμή του συντελεστή  $c$  ισούται με το γινόμενο των παραγόντων  $v$  και  $n$  όπως φαίνεται και στην εξίσωση 2.7.

$$c = n \times v \quad (2.7)$$

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι για μια συστοιχία ανεμογεννητριών μπορούν να υπάρξουν πολλές διαφορετικές υποθέσεις για το ποιο μπορεί να είναι το βέλτιστο ορθογώνιο κυβοειδές που μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Στην περίπτωση που μελετήθηκε, ακολουθήθηκε η συμβουλή της βιβλιογραφίας και τα κυβοειδή σχεδιάστηκαν με τέτοιο τρόπο που η μεγάλη ακμή τους έχει ίσο μήκος με την μεγαλύτερη απόσταση που παρατηρείται μεταξύ των ανεμογεννητριών της εγκατάστασης.

Όψη	Παράγοντας $v$
Μετωπική	1
Διαγώνια	0.5

Πίνακας 2.2. Τιμές παράγοντα  $v$  [Hurtado et al, 2004].

Εικόνα 2.5. Όψεις κυβοειδούς εγκατάστασης [Manchado et al, 2015]

Αριθμός ανεμογεννητριών	Παράγοντας $n$
1-3	0,50
4-10	0,90
11-20	1,00
21-30	1,05
>30	1,10

Πίνακας 2.3. Τιμές παράγοντα  $n$  [Hurtado et al, 2004]

- Συντελεστής απόστασης μεταξύ περιοχής παρατήρησης και πάρκου  $d$ : Ο συντελεστής  $d$  βασίζεται στην μεταβολή στην ορατότητα ενός αντικειμένου, αναλόγως της απόστασης μεταξύ αυτού και του παρατηρητή, καθώς όσο πιο

μακριά βρίσκεται από τον παρατηρητή τόσο μικρότερο φαίνεται. Έτσι, για την περίπτωση ενός αιολικού πάρκου, η μεταβολή αυτή συναρτήσει της απόστασης  $x$  δίνεται από τον Πίνακα 2.4 [Hurtado et al, 2004].

$x$ (m)	$d$
<500	1.00
500-6000	$1.05-0.0002x$
6000<	0.1

Πίνακας 2.4. Τιμές συντελεστή  $d$  [Hurtado et al, 2004]

- Συντελεστής πληθυσμού περιοχής παρατήρησης  $e$ : Ο συντελεστής αυτός βασίζεται στην παραδοχή ότι όσο περισσότεροι είναι οι κάτοικοι της περιοχής τόσο μεγαλύτερη θα είναι η οπτική όχληση από το πάρκο. Έτσι, οι τιμές του δίνονται με βάση τον Πίνακα 2.5 [Hurtado et al, 2004].

Αριθμός κατοίκων	$e$
>300	1
100-300	0.90
50-100	0.60
20-50	0.45
5-20	0.35
1-5	0.20
0	0

Πίνακας 2.5. Τιμές συντελεστή  $e$  [Hurtado et al, 2004].

Η τελική οπτική όχληση δίνεται από τους δύο παράγοντες που ακολουθούν:

- Παράγοντας Μερικής Εκτίμησης PA1: Ο παράγοντας αυτός δίνει μια τιμή μεταξύ 0 και 1 που αντιστοιχεί σε έναν συγκεκριμένο βαθμό οπτικής όχλησης. Ο τύπος του PA1 φαίνεται στην εξίσωση 2.8.

$$PA1 = a \times b \times c \times d \quad (2.8)$$

Η “μετάφρασή” αυτού του παράγοντα σε βαθμό οπτικής ενόχλησης δίνεται από τον Πίνακα 2.6. [Hurtado et al, 2004]

- Παράγοντας Μερικής Εκτίμησης PA2: Ο παράγοντας αυτός είναι όμοιος με τον PA1 με την διαφορά όμως ότι τώρα λαμβάνεται υπόψιν και η επίπτωση από το μέγεθος του πληθυσμού της περιοχής. Έτσι ο τύπος του PA2 φαίνεται στην εξίσωση 2.9.

$$PA2 = a \times b \times c \times d \times e \quad (2.9)$$

Η “μετάφρασή” αυτού του παράγοντα σε βαθμό οπτικής ενόχλησης δίνεται από τον Πίνακα 2.6 [Hurtado et al, 2004].

Παράγοντας Μερικής Εκτίμησης	Επίπεδο όχλησης
0 – 0.10	Ελάχιστη
0.10 – 0.30	Ελαφριά
0.30 – 0.50	Μέτρια
0.50 – 0.70	Σοβαρή
0.70 – 0.90	Πολύ Σοβαρή
0.90 – 1	Βαθιά

Πίνακας 2.6. Επίπεδο όχλησης βάσει των Παραγόντων Μερικής Εκτίμησης [Hurtado et al, 2004].

- Ένας τρίτος συντελεστής που χρησιμοποιείται επίσης στο κομμάτι της ολικής εκτίμησης είναι ο συντελεστής C που αποτελεί το ποσοστό του πληθυσμού της ευρύτερης περιοχής που θα επηρεαστεί από το αιολικό πάρκο. Ο συντελεστής C δίνεται από την εξίσωση 2.10.

$$C = \sum_{i=1}^m \left( \frac{\alpha \times b \times \text{Πλ}_i}{\text{Πλ}_{\text{ολ}}} \right) \quad (2.10)$$

Όπου:

Πλ<sub>i</sub> ο πληθυσμός της περιοχής παρατήρησης i

Πλ<sub>ολ</sub> ο συνολικός πληθυσμός της ευρύτερης περιοχής [Hurtado et al, 2004].

### 2.3. Παραλλαγές στην Ισπανική Μέθοδο

Όσο λεπτομερείς κι αν είναι η Ισπανική Μέθοδος, δεν έρχεται χωρίς τις ανακρίβειές της. Οι ανακρίβειες αυτές πηγάζουν από το γεγονός ότι η μέθοδος αυτή δημιουργήθηκε για επίγεια αιολικά πάρκα στα οποία συνήθως οι ανεμογεννήτριες στοιχίζονται η μια δίπλα στην, άλλη σχηματίζοντας έτσι μια σειρά. Στην περίπτωση των παράκτιων αιολικών πάρκων όμως, η στοίχιση/διάταξη μπορεί να πάρει πολύ πιο ποικιλόμορφες μορφές και οι εγκαταστάσεις μπορούν να πάρουν και μεγαλύτερα μεγέθη. Έτσι, έγινε μια σειρά από παραλλαγές, προκειμένου να βρεθεί μια βελτιωμένη μορφή της Ισπανικής Μεθόδου που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην περίπτωση των παράκτιων εγκαταστάσεων.

#### 2.3.1. Αλλαγές στον παράγοντα ν

Στο πρώτο τμήμα της Ισπανικής Μεθόδου που δόθηκε προσοχή ήταν ο συντελεστής c και συγκεκριμένα ο παράγοντας ν (Εξίσωση 2.7). Παρατηρείται ότι στην περίπτωση της στοίχισης των ανεμογεννητριών σε μια σειρά, όσο προχωρά η παρατήρηση από την μπροστινή προς την πλάγια πλευρά, τόσο μειώνεται το αντίκτυπο που έχει στον παρατηρητή. Το ίδιο ωστόσο δεν μπορεί να ειπωθεί και για την περίπτωση που η στοίχιση γίνει σε πολλές παράλληλες σειρές ανεμογεννητριών, αφού σε μια ορθογωνική εγκατάσταση το μέγιστο αντίκτυπο θα λαμβάνεται όταν αυτή παρατηρείται από την διαγώνια πλευρά. Καθώς επίσης, μια αιολική εγκατάσταση μπορεί να πάρει διαφορετικά μεγέθη και διαστάσεις, το κυβοειδές της θα μπορεί να πάρει εξίσου διαφορετικά μεγέθη και διαστάσεις. Έτσι, ένας πίνακας τιμών όπως ο Πίνακας 2.2 που έχει

σταθερές τιμές δεν θα μπορούσε να ικανοποιήσει το μεγάλο εύρος περιπτώσεων που μπορεί να υπάρξουν. Με αυτό το σκεπτικό, ακολουθώντας την παραλλαγή στη βιβλιογραφία [Manchado et al, 2015] για το αντίστοιχο ζήτημα, ο Πίνακας 2.2 παίρνει την μορφή του Πίνακα 2.7 στον οποίο  $L$  είναι το μήκος του ορθογωνικού κυβοειδούς της εγκατάστασης,  $W$  το πλάτος του και  $D$  η διαγώνιος του.

Όψη παρατήρησης	Παράγοντας $\nu$
Μετωπική	$L/D$
Διαγώνια	1
Πλάγια	$W/D$

Πίνακας 2.7. Νέες τιμές παράγοντα  $\nu$  [Manchado et al, 2015]

Για κάθε ένα από τα 4 σενάρια δοκιμάστηκε αυτή η παραλλαγή και συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα με το αρχικό.

Το ενδιαφέρον στράφηκε στην συνέχεια στα ορθογωνικά κυβοειδή καθαυτά. Παρατηρήθηκε ότι χρησιμοποιώντας τα κυβοειδή αυτά προστίθενται τμήματα επιπλέον εμβαδού/όγκου, που δεν υπάγονται στην πραγματικότητα. Αυτό γίνεται πιο εμφανές στις Εικόνες 3.12 και 3.14 που αφορούν τα σενάρια 1 και 3 στα οποία το σχήμα είναι πιο ιδιαίτερο. Έτσι δοκιμάστηκε αρχικά η εύρεση κυβοειδών μικρότερου εμβαδού με την θεώρηση ότι εφόσον οι εγκαταστάσεις είχαν σχεδιαστεί με μορφή ενός μεγάλου πλέγματος από ορθογώνια κομμάτια, ένα ορθογωνικό κυβοειδές που θα ήταν εφαπτόμενο όσο μπορούσε με αυτό το πλέγμα, θα μπορούσε να είχε μικρότερο εμβαδόν από το αρχικό κυβοειδές που είχε σχεδιαστεί. Η θέσπιση για αναζήτηση κυβοειδούς με μικρότερο εμβαδόν, στηρίχθηκε στην υπόθεση ότι όσο μικρότερο είναι το κυβοειδές που περιβάλλει την υπό μελέτη εγκατάστασή, τόσο μικρότερο θα είναι το σφάλμα που μπορεί να προκαλεί ο περίσσιος όγκος. Για κάθε περίπτωση νέου κυβοειδούς (μικρότερου ή μη εμβαδού/όγκου από το προηγούμενο), δοκιμάστηκε η παραλλαγή του παράγοντα  $\nu$  με την χρήση του Πίνακα 2.7 και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν ξανά με το αρχικό.

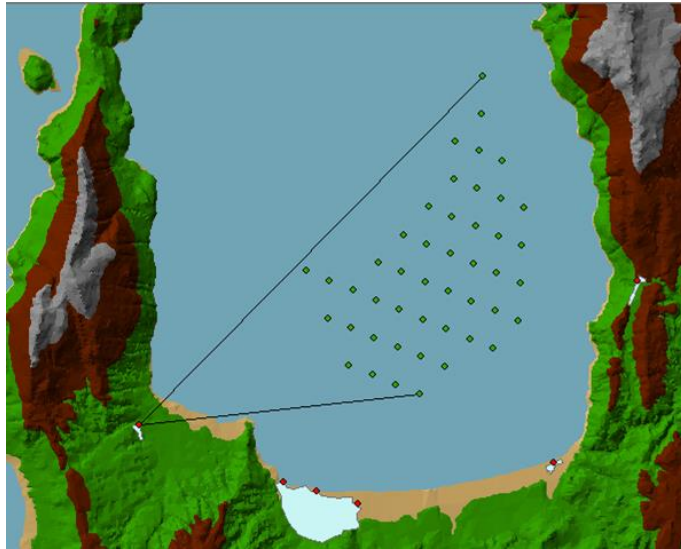
Συνεχίζοντας πάνω στο ίδιο σκεπτικό, εφόσον η ύπαρξη μεγάλων κενών τμημάτων στα κυβοειδή συνέχιζε να υφίσταται, δοκιμάστηκε να εγκαταλειφθεί η προσέγγιση των κυβοειδών και να μελετηθούν οι εγκαταστάσεις σαν τα 3D σχήματα που προκύπτουν από την ανύψωση του εμβαδού τους, όσα μέτρα είναι το ύψος των ανεμογεννητριών. Με αυτόν τον τρόπο εγκαταλείπεται και η χρήση πινάκων για την παράμετρο  $\nu$  αφού πλέον η χρήση τριών μόνο χαρακτηρισμών (κατά μέτωπο, διαγώνια και πλάγια όψη) δεν είναι αρκετή σε πολλές περιπτώσεις για να καλύψει όλες τις διαφορετικές οπτικές πλευρές που μπορεί να έχει μια εγκατάσταση. Έτσι, η τεχνική που δημιουργήθηκε για τον υπολογισμό του παράγοντα  $\nu$  είναι η ακόλουθη:

1. Μετρίεται η μέγιστη απόσταση που συναντάται μεταξύ δυο ανεμογεννητριών, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.6. Αυτή η απόσταση αποτελεί πλέον το  $L_{max}$ .



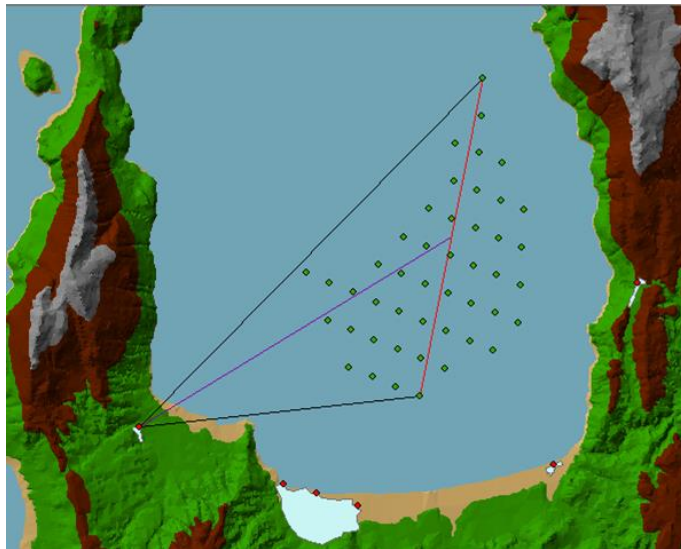
Εικόνα 2.6. Υπολογισμός  $v$  χωρίς κυβοειδές, Βήμα 1

2. Από το σημείο παρατήρησης σχεδιάζονται δύο γραμμές που να το ενώνουν με τις δυο ακριανές ανεμογεννήτριες του οπτικού πεδίου του, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.7.



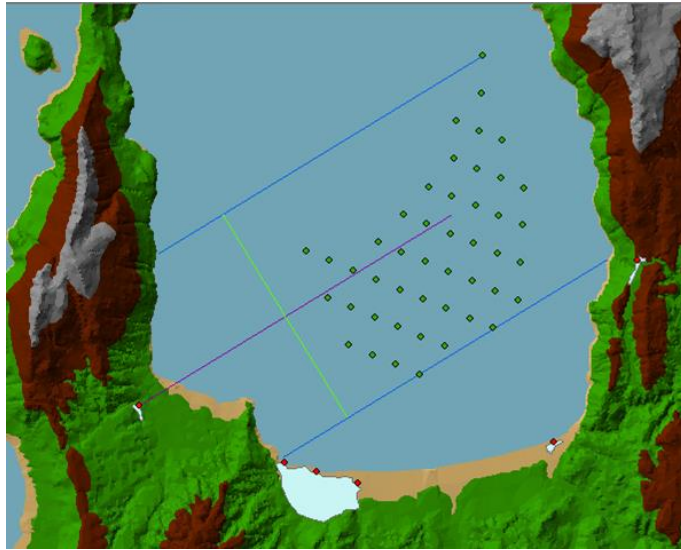
Εικόνα 2.7. Υπολογισμός  $v$  χωρίς κυβοειδές, Βήμα 2

3. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.8, χαράζεται γραμμή που να ενώνει τις δυο ακριανές ανεμογεννήτριες του οπτικού πεδίου (κόκκινη γραμμή). Στην συνέχεια, χαράζεται γραμμή (στην εικόνα η μοβ γραμμή) που να περνάει από το μέσο την κόκκινη γραμμή και να αποτελεί στην ουσία την διάμεσό της.



Εικόνα 2.8. Υπολογισμός  $v$  χωρίς κυβοειδές, Βήμα 3

4. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.9 από τις δυο ακριανές ανεμογεννήτριες του οπτικού πεδίου χαράζονται δύο γραμμές (μπλε στην εικόνα) παράλληλες με την μοβ γραμμή. Η κάθετη απόσταση μεταξύ αυτών των δυο γραμμών (πράσινη γραμμή στην εικόνα) αποτελεί την απόσταση  $L_i$ .

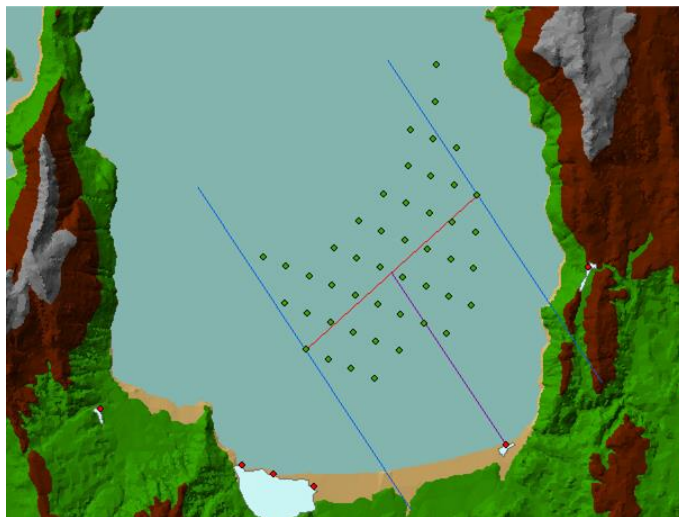


Εικόνα 2.9. Υπολογισμός  $v$  χωρίς κυβοειδές, Βήμα 4

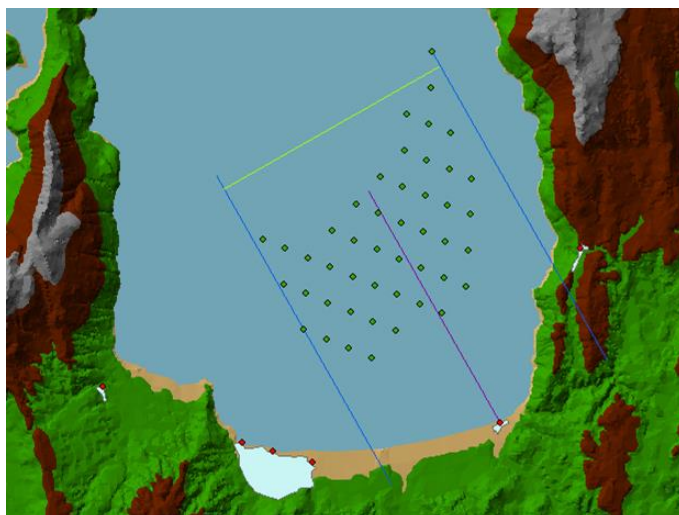
5. Η παράμετρος  $v$  ισούται με  $v = \frac{Li}{L_{max}}$  (2.11)

#### Ειδικές περιπτώσεις

- i. Σε περίπτωση που στο βήμα 4 υπάρχουν ανεμογεννήτριες εξωτερικά των μπλε γραμμών (Εικόνα 2.10), τότε εντοπίζεται η ανεμογεννήτρια που απέχει περισσότερο κάθετα από την πλησιέστερη παράλληλη γραμμή και παίρνοντας αυτήν σαν μια από τις ακριανές ανεμογεννήτριες ξεκινάει πάλι η διαδικασία από το βήμα 3 (Εικόνα 2.11). Η νέα κάθετη απόσταση μεταξύ των δύο αυτών παράλληλων γραμμών αποτελεί το  $Li$ . Σε περίπτωση που μετά την διαδικασία αυτήν ξανασυναντηθεί το ίδιο πρόβλημα επαναλαμβάνεται η διαδικασία μέχρι οι μπλε γραμμές να περιβάλλουν όλες τις ανεμογεννήτριες της εγκατάστασης.

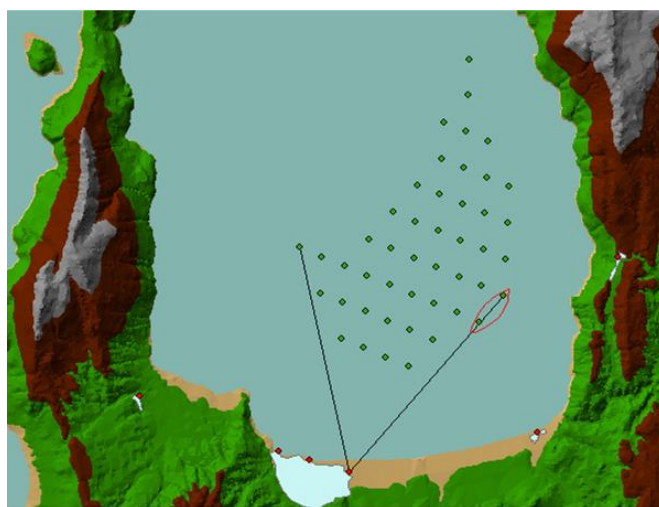


Εικόνα 2.10. Υπολογισμός  $v$  χωρίς κυβοειδές, Ειδική Περίπτωση i, Βήμα 3



Εικόνα 2.11. Υπολογισμός  $\nu$  χωρίς κυβοειδές, Ειδική Περίπτωση i, Βήμα 4

- ii. Σε περίπτωση που στο βήμα 2 φανεί ότι πάνω σε μια από τις δυο μαύρες γραμμές φαίνεται να συμπίπτουν δυο ανεμογεννήτριες (Εικόνα 2.12), τότε επιλέγεται η ανεμογεννήτρια που απέχει περισσότερο από την άλλη ακριανή ανεμογεννήτρια. Αυτό θα βοηθήσει στο να αποφευχθεί εκ των προτέρων η διαδικασία i. χωρίς ωστόσο να εγγυάται ότι δεν θα χρειαστεί για άλλον λόγο.



Εικόνα 2.12. Υπολογισμός  $\nu$  χωρίς κυβοειδές, Ειδική Περίπτωση ii

### 2.3.2. Αλλαγές στον συντελεστή $d$

Το τελευταίο σκέλος στο οποίο δοκιμάστηκαν τροποποιήσεις ήταν στον συντελεστή  $d$ . Από την εποχή που δημιουργήθηκε η Ισπανική Μέθοδος το μέγεθος των ανεμογεννητριών έχει αυξηθεί δραματικά με αποτέλεσμα οι τωρινές ανεμογεννήτριες να γίνονται αντιληπτές από πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις σε σχέση με την τότε εποχή [Manchado et al, 2015]. Καθώς, δεν ήταν δυνατόν να βρεθούν επιπλέον πληροφορίες για το τι τιμές πρέπει να παίρνει ο συντελεστής  $d$  χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές της βιβλιογραφίας [Manchado et al, 2015], που αφορούσαν ανεμογεννήτριες ύψους 140 m. Σύμφωνα με αυτό μέχρι την απόσταση των 8 km από το σημείο παρατήρησης η τιμή του  $d$  είναι ίση με 1.

Μια άλλη παραλλαγή που δοκιμάστηκε στον συντελεστή  $d$  ήταν ο μετασχηματισμός του Πίνακα 2.4, με τρόπο που να αντιστοιχεί σε μεγαλύτερου μεγέθους ανεμογεννήτριες. Έχοντας δει και από προηγούμενες μελέτες [Tsoutsos et al, 2008] [Kokologos et al, 2014], ότι η Ισπανική Μέθοδος στην αρχική μορφή της είχε αρκετά ικανοποιητική προσομοίωση της πραγματικότητας για τις επίγειες ανεμογεννήτριες της εποχής εκείνης, θεωρήθηκε ότι ο Πίνακας 2.4 προσομοιώνει καλά την μεταβολή της όχλησης συναρτήσει της απόστασης για τις ανεμογεννήτριες της τότε εποχής. Έτσι, θεωρώντας σαν  $\lambda$  τον λόγο των γινομένων  $D$  και  $H_{hub}$  των ανεμογεννητριών που μελετώνται προς αυτόν των ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούνταν το 2005 (όταν και δημιουργήθηκε η Ισπανική Μέθοδος) θα γίνει χρήση γραμμικής παρεμβολής για τη δημιουργία ενός πίνακα που θα αντιπροσωπεύει τις πιο σύγχρονες ανεμογεννήτριες ενδιαφέροντος. Η τελική μορφή είναι αυτή του Πίνακα 2.8.

$x$ (km)	$d$
$<0.5*\lambda$	1.00
$0.5*\lambda - 6*\lambda$	$a + b*x$
$6*\lambda <$	0.1

Πίνακας 2.8. Νέος συντελεστής  $d$

Όπου:

$\lambda$  ο λόγος που προαναφέρθηκε

$a$  και  $b$  τιμές που δίνονται από την γραμμική παρεμβολή.

Εκτός από μεμονωμένα, οι παραπάνω αλλαγές δοκιμάστηκαν και συνδυαστικά.

#### Συντελεστής $\psi$ και $\psi_f$

Οι συντελεστές αυτοί αποτελούν μια νέα προσθήκη στην μέθοδο, η οποία κρίθηκε ορθή μετά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων από τα ερωτηματολόγια που μοιράστηκαν. Αποτελούν στην ουσία συντελεστές που μετράνε την άποψη του δείγματος για τις τεχνολογίες αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και το πως αυτή επηρεάζει τον βαθμό όχλησης που αισθάνονται οι παρατηρητές. Το πως υπολογίζεται αυτός ο συντελεστής περιγράφεται στην υποενότητα "Επεξεργασία αποτελεσμάτων ερωτηματολογίων".

## 2.4. Ερωτηματολόγια στις περιοχές παρατήρησης

### 2.4.1 Δημιουργία

Για την επαλήθευση των παραπάνω αλλαγών, μοιράστηκαν ερωτηματολόγια στις περιοχές μελέτης τα οποία έδειχναν εικόνες από την κάθε περιοχή, με τις αιολικές εγκαταστάσεις που μελετήθηκαν. Για να δημιουργηθούν οι εικόνες αυτές είχε φωτογραφηθεί πρώτα το τοπίο όπως ήταν από τις θέσεις παρατήρησης. Τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία των εικόνων των ερωτηματολογίων ήταν το Google Earth και το Virtual 3D Animated Wind Turbine. Το πρώτο παρείχε μια ρεαλιστική απεικόνιση του τοπίου, ενώ το δεύτερο χρησιμοποιήθηκε για την ενσωμάτωση των ανεμογεννητριών στο τοπίο. Τέλος, οι φωτογραφίες που τραβήχτηκαν από τις περιοχές παρατήρησης χρησιμοποιήθηκαν για την βαθμονόμηση της εικόνας που έδειχνε το Google Earth, ρυθμίζοντας το zoom in/out έτσι ώστε να συμπίπτει η εικόνα από το Google

Earth με αυτήν των φωτογραφιών από τα σημεία παρατήρησης. Στο Παράρτημα III φαίνονται οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν στα ερωτηματολόγια.

#### 2.4.2. Μορφή

Στα ερωτηματολόγια οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν τον βαθμό ενόχλησής τους από την αλλαγή στο τοπίο για κάθε μια από τις εικόνες που είδανε. Οι πέντε απαντήσεις που μπορούσαν να διαλέξουν για κάθε μια από αυτές ήταν "Ελάχιστα/Καθόλου", "Λίγο", "Μέτρια", "Πολύ" και "Πάρα πολύ". Το ερωτηματολόγιο σύλλεγε επίσης Δημογραφικά στοιχεία και συγκεκριμένα το φύλο, την ηλικιακή ομάδα και το μορφωτικό επίπεδο. Τέλος, οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να απαντήσουν στην ερώτηση "Ποια είναι η άποψή σας για της τεχνολογίες αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας;", όπου οι διαθέσιμες απαντήσεις ήταν "Πολύ κακή", "Κακή", "Ουδέτερη", "Καλή" και "Πολύ καλή". Στους ερωτηθέντες δόθηκε επίσης η ευκαιρία να αφήσουν τα σχόλιά τους, προαιρετικά για την έρευνα.

#### 2.4.3. Επεξεργασία αποτελεσμάτων ερωτηματολογίων

Κάθε μια από τις απαντήσεις στις φωτογραφίες των ερωτηματολογίων μετατράπηκε σε βαθμό PA1 όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.9.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	PA1
Ελάχιστα / Καθόλου	0
Λίγο	0.25
Μέτρια	0.5
Πολύ	0.75
Πάρα Πολύ	1

Πίνακας 2.9. Μετάφραση απαντήσεων των ερωτηματολογίων σε βαθμό όχλησης PA1

Έπειτα, έγινε η μετατροπή των απαντήσεων σε PA1, βρέθηκε ο μέσος όρος PA1 για το κάθε σενάριο στο κάθε σημείο παρατήρησης και έγινε η σύγκριση αυτού με τις παραλλαγές που δοκιμάστηκαν στην Ισπανική Μέθοδο. Η σύγκριση αυτή έγινε μέσω της απόκλισης του PA1 της κάθε μεθόδου, με το αντίστοιχο των ερωτηματολογίων. Η απόκλιση αυτή δίνεται από την εξίσωση 2.12.

$$\varepsilon = \frac{|PA1_{\varepsilon p} - PA1_{\mu\theta i}|}{PA1_{\varepsilon p}} \quad (2.12)$$

Παρόμοια διαδικασία χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία του συντελεστή  $\psi$ . Οι απαντήσεις από την ερώτηση "Ποια είναι η άποψή σας για της τεχνολογίες αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας;" Μετατράπηκαν/μεταφράστηκαν σε τιμή  $\psi$  όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.10.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	$\psi$
Πολύ κακή	- 1
Κακή	-0.5
Ουδέτερη	0
Καλή	0.5

Πίνακας 2.10. Μετάφραση άποψης παρατηρητή για τεχνολογίες ΑΠΕ σε συντελεστή  $\psi$ 

Στην συνέχεια, για κάθε μια από τις πέντε κατηγορίες υπολογίστηκε ο μέσος όρος του PA1 και δημιουργήθηκε διάγραμμα  $f(\psi) = PA1$ . Από την γραμμή τάσης του διαγράμματος αυτού βρέθηκε ποια είναι η καταλληλότερη σχέση (γραμμική, πολυωνυμική κλπ) που περιγράφει την αλλαγή του PA1 βάσει του συντελεστή  $\psi$ . Για την εξακρίβωση αυτού χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης  $R^2$ , ο οποίος χρησιμοποιείται για να δείξει την ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ μιας ανεξάρτητης μεταβλητής (εδώ  $\psi$ ) και μιας εξαρτημένης (στην συγκεκριμένη περίπτωση PA1). Ο συντελεστής παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Όταν η τιμή του συντελεστή είναι 0 τότε θεωρείται ότι δεν υπάρχει καθόλου συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών, ενώ όταν πάρει ο συντελεστής τιμή 1 συνεπάγεται, ότι υπάρχει τέλεια συσχέτιση. Το όριο μετά το οποίο θεωρείται ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση είναι υποκειμενικό και εξαρτάται από το τι ανάλυση γίνεται κάθε φορά. Η τιμή αυτή κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 0.8 και 0.9 οπότε στην παρούσα εργασία θα θεωρηθεί ότι για τιμές  $R^2$  μεγαλύτερες του 0.9 υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ  $\psi$  και PA1. Για τον υπολογισμό του συντελεστή αυτού έγινε χρήση του Excel 2016 [6].

Στην συνέχεια υπολογίστηκε και η τιμή του συντελεστή  $\psi$  για το δείγμα ως ο μέσος όρος των διάφορων τιμών  $\psi$  που έδωσε το δείγμα. Παράλληλα από την γραμμή τάσης του διαγράμματος  $f(\psi) = PA1$  υπολογίστηκε ο λόγος  $f(1)/f(0)$  που δείχνει το πόσο μικρότερη θα ήταν η τιμή του PA1 για έναν παρατηρητή με πολύ καλή άποψη για τις ΑΠΕ, σε σύγκριση με έναν παρατηρητή με ουδέτερη άποψη. Έτσι από τον λόγο  $f(1)/f(0)$ , το είδος της σχέσης που συνδέει τον συντελεστή  $\psi$  και το PA1 και την τιμή του  $\psi$  βρέθηκε η τιμή του  $\psi_f$ , η οποία όταν πολλαπλασιάζεται με την τιμή PA1 που υιοθετείται από την Ισπανική Μέθοδο, δίνει τον βαθμό όχλησης που θα αισθάνεται ο πληθυσμός ανάλογα με την άποψή του για τις τεχνολογίες ΑΠΕ. Πιο αναλυτικά, για την περίπτωση της γραμμικής παρεμβολής ισχύει η εξίσωση 2.13.

$$PA1 = PA1_{ουδ} + \psi \times \frac{PA1_{ουδ} - PA1_{πκ}}{\psi_{ουδ} - \psi_{πκ}} \quad (2.13)$$

όπου:

$PA1_{ουδ}$  ο βαθμός όχλησης που αισθάνονται οι παρατηρητές που έχουν ουδέτερη άποψη για

τις τεχνολογίες ΑΠΕ. Παράλληλα είναι και το PA1 που δίνεται από την Ισπανική Μέθοδο

$PA1_{πκ}$  ο βαθμός όχλησης που αισθάνονται οι παρατηρητές που έχουν πολύ καλή άποψη για τις τεχνολογίες ΑΠΕ.

$\psi_{ουδ}$  ο συντελεστής  $\psi$  που αντιστοιχεί όταν το δείγμα έχει ουδέτερη άποψη για τις τεχνολογίες ΑΠΕ.

$\psi_{πκ}$  ο συντελεστής  $\psi$  που αντιστοιχεί όταν το δείγμα έχει πολύ καλή άποψη για τις τεχνολογίες ΑΠΕ.

Για κάθε περίπτωση επίσης ισχύουν οι εξισώσεις 2.14 και 2.15.

$$PA1 = PA1_{ουδ} \times \psi_f \quad (2.14)$$

$$PA1_{πκ} = \frac{f(1)}{f(0)} \times PA1_{ουδ} \quad (2.15)$$

Από τις εξισώσεις (2.13) και (2.15) και έχοντας ότι  $\psi_{ουδ}=0$  και  $\psi_{πκ}=1$  δίνεται η εξίσωση 2.16.

$$PA1 = PA1_{ουδ} + \psi \times \frac{PA1_{ουδ} - \frac{f(1)}{f(0)} \times PA1_{ουδ}}{0-1} \quad (2.16)$$

Συνεχίζοντας τις πράξεις και βγάζοντας κοινό παράγοντα το  $PA1_{ουδ}$  δίνεται η εξίσωση 2.17 και τέλος η εξίσωση 2.18.

$$PA1 = PA1_{ουδ} - \psi \times PA1_{ουδ} \times \left(1 - \frac{f(1)}{f(0)}\right) \quad (2.17)$$

$$PA1 = PA1_{ουδ} \times \left(1 - \psi \times \left(1 - \frac{f(1)}{f(0)}\right)\right) \quad (2.18)$$

Από τις εξισώσεις 2.14 και 2.18 δίνεται εν τέλει η εξίσωση 2.19 του συντελεστή  $\psi_f$

$$\psi_f = 1 - \psi \times \left(1 - \frac{f(1)}{f(0)}\right) \quad (2.19)$$

Στο τέλος πολλαπλασιάστηκε ο συντελεστής  $\psi_f$  με τις τιμές που έδινε η Ισπανική Μέθοδος και οι παραλλαγές που έγιναν σε αυτήν και έγινε σύγκριση με τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων. Οι καινούργιες αποκλίσεις συγκρίθηκαν με τις αποκλίσεις χωρίς τον συντελεστή  $\psi_f$  για να φανεί πως επηρέασαν τα αποτελέσματα.

Στην συνέχεια, με χρήση κανονικής κατανομής (ή t κατανομή για μικρό δείγμα) βρέθηκε το διάστημα εμπιστοσύνης 95% για τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων, έτσι ώστε να υπάρχει μια καλύτερη ιδέα για την πραγματική τιμή του βαθμού όχλησης που μπορεί να αισθανθεί ο πληθυσμός της περιοχής, αλλά και για το πόσο ικανοποιητικό ήταν το μέγεθος του δείγματος από την κάθε περιοχή. Για να γίνει αυτό, πρώτα βρέθηκε η τυπική απόκλιση της μέση τιμής  $PA1$  των ερωτηματολογίων σύμφωνα την εξίσωση 2.20.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.20)$$

Όπου:

n το μέγεθος του δείγματος.

Για δείγμα μεγαλύτερο ίσο των 30 ατόμων το διάστημα εμπιστοσύνης δίνεται από την εξίσωση 2.21.

$$\Delta.E = \left( \bar{x} - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{x} + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \quad (2.21)$$

Όπου:

n το μέγεθος του δείγματος

z η τιμή της συνάρτησης της κανονικής κατανομής που δίνεται στο ΠΑΡΑΤΗΜΑ Ι

Για δείγμα μικρότερο των 30 ατόμων το διάστημα εμπιστοσύνης δίνεται από την εξίσωση 2.22

$$\Delta.E = \left( \bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \quad (2.22)$$

Όπου:

n το μέγεθος του δείγματος

$t$  η τιμή της συνάρτησης της  $t$ -κατανομής που δίνεται από ΠΑΡΑΤΗΜΑ II με βαθμό ελευθερίας  $n-1$ .

Τέλος έγινε και σύγκριση PA1 μεταξύ φύλων και ηλικιών για να φανεί πως εκλάμβανε η κάθε κατηγορία την όχληση, χωρίς ωστόσο να γίνει κάποια περαιτέρω ανάλυση πάνω σε αυτό.

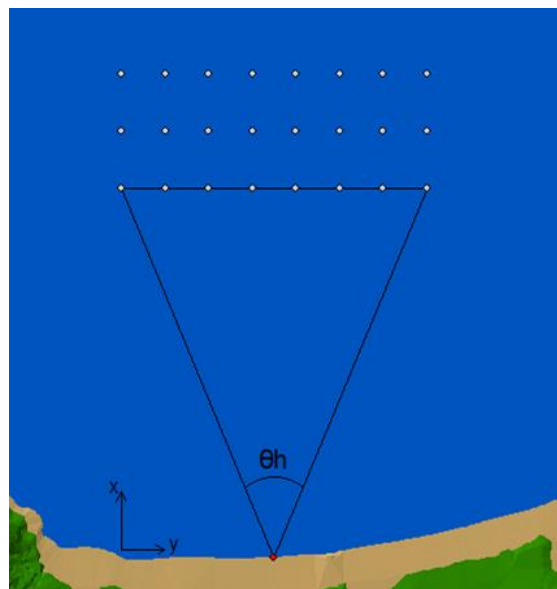
## 2.5. Ελληνική Μέθοδος

Εκτός των διορθώσεων στην Ισπανική Μέθοδο, δοκιμάστηκε και η δημιουργία μιας νέας μεθόδου, η οποία θα βασίζεται σε νέες διαφορετικές μεταβλητές από αυτές που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι τώρα. Οι μεταβλητές που δοκιμάστηκαν αναγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

### 2.5.1. Συντελεστής $\theta_h$

Η μελέτη της οπτικής όχλησης με χρήση στερεών γωνιών έχει ξαναδοκιμαστεί σε προηγούμενες έρευνες [Molina-Ruiz et al, 2011] [Rodrigues et al, 2010] και έχει γίνει και πρόταση να αντικατασταθεί ο συντελεστής  $v$  της Ισπανικής Μεθόδου με επίπεδη γωνία μετρημένη σε ακτίνια [Manchado et al, 2015]. Στην περίπτωση που μελετήθηκε κρίθηκε προτιμότερο να μελετηθεί η όχληση με χρήση επίπεδων γωνιών παρά με στέρεων, καθώς μια αλλαγή στο  $x-y$  επίπεδο μπορεί να προκαλέσει διαφορετική αλλαγή στην όχληση από μια παρόμοια αλλαγή στο  $x-z$  επίπεδο.

Έτσι, ο πρώτος συντελεστής που μελετήθηκε είναι ο  $\theta_h$  και αποτελεί την επίπεδη γωνία που σχηματίζεται στο  $x-y$  επίπεδο μεταξύ παρατηρητή και των δύο ακριανών ανεμογεννητριών του πεδίου ορατότητάς του, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.13.

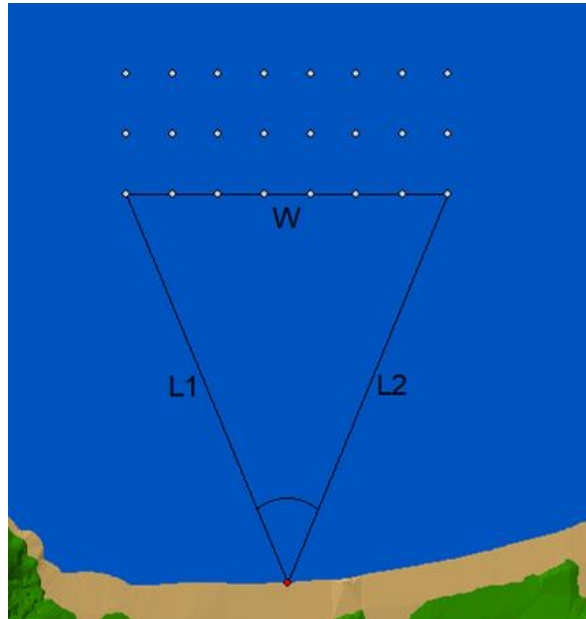


Εικόνα 2.13. Συντελεστής  $\theta_h$

Στην περίπτωση που δεν μπορεί να γίνει άμεση μέτρηση της γωνίας αυτής, μπορεί να υπολογιστεί από τον νόμο συνημίτονου, όπως φαίνεται στην Εξίσωση 2.23.

$$\theta_h = \cos^{-1} \left( \frac{L_1^2 + L_2^2 + W^2}{2L_1 L_2} \right) \quad (2.23)$$

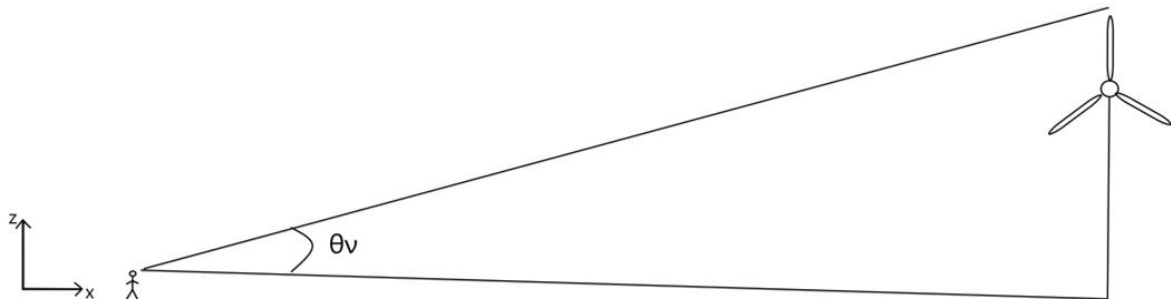
Οι διαστάσεις  $L_1$ ,  $L_2$  και  $W$  φαίνονται στην Εικόνα 2.14.



Εικόνα 2.14. Εναλλακτικός υπολογισμός συντελεστή  $\theta_h$

### 2.5.2. Συντελεστής $\theta_v$

Ομοίως με τον συντελεστή  $\theta_h$ , ο συντελεστής  $\theta_v$  αποτελεί την επίπεδη γωνία που σχηματίζεται στο x-z επίπεδο μεταξύ του παρατηρητή και των άνω και κάτω άκρων της πλησιέστερης σε αυτόν ανεμογεννήτριας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.15. Σε περίπτωση που ο παρατηρητής είναι σε υψόμετρο μεγαλύτερο από αυτό των ανεμογεννητριών, με αποτέλεσμα να έχει μια πιο πανοραμική θέα της εγκατάστασης, ο συντελεστής μετριέται από την βάση της πλησιέστερης σε αυτόν ανεμογεννήτρια και την κορυφή της πιο απόμακρης από αυτόν ανεμογεννήτρια.



Εικόνα 2.15. Συντελεστής  $\theta_v$

Στην περίπτωση που δεν μπορεί να γίνει άμεση μέτρηση της γωνίας αυτής, μπορεί να γίνει χρήση της εξίσωσης 2.24.

$$\theta_v = \tan^{-1} \left( \frac{h}{d} \right) + \tan^{-1} \left( \frac{H-h}{d} \right) \quad (2.24)$$

Όπου:

H το ολικό ύψος των ανεμογεννητριών

d η απόσταση από την πλησιέστερη ανεμογεννήτρια

h το ύψος του παρατηρητή (1,7m στην παρούσα περίπτωση).

### 2.5.3. Συντελεστής $\rho$ (n/km)

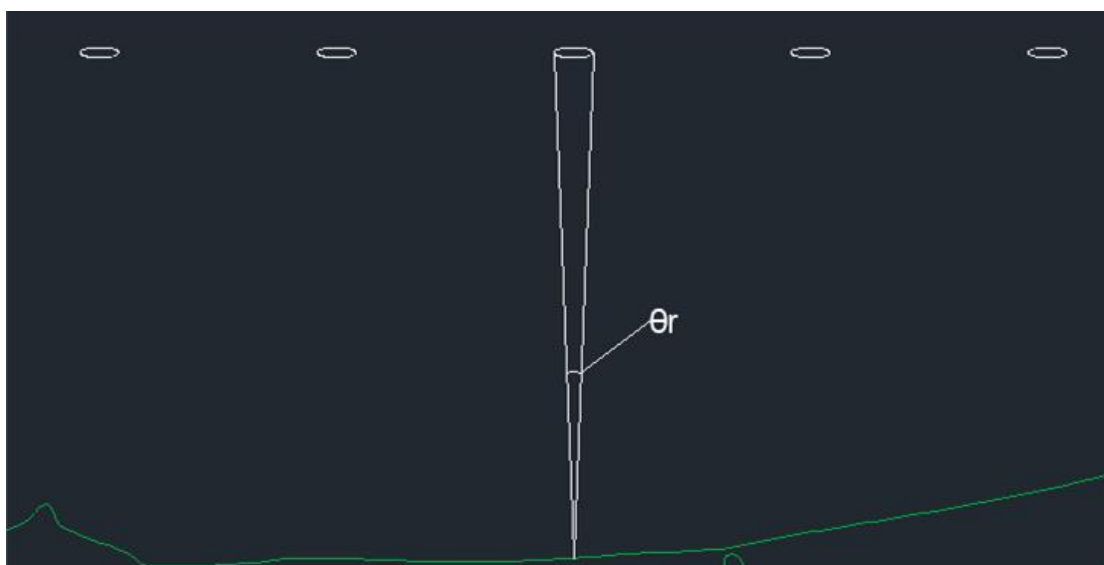
Σε αντίθεση με την Ισπανική Μέθοδο που χρησιμοποιεί τον αριθμό των ανεμογεννητριών για να υπολογίζει την όχληση, εδώ θεωρήθηκε προτιμότερο να μελετηθεί η πυκνότητα των ανεμογεννητριών στην εγκατάσταση, υπολογισμένη από τον αριθμό των ανεμογεννητριών της εγκατάστασης ανά μονάδα πλάτους αυτής. Το πλάτος της εγκατάστασης από το οπτικό πεδίο του παρατηρητή υπολογίζεται ακριβώς όπως υπολογίστηκε το  $L_i$  του νέου συντελεστή  $\nu$  στην Ισπανική Μέθοδο και φαίνεται στην πράσινη γραμμή της Εικόνας 2.9. Ο λόγος που η πυκνότητα μετριέται ανά πλάτος και όχι ανά εμβαδόν εγκατάστασης είναι για να μπαίνει όριο και στο πόσο βάθος θα έχει η εγκατάσταση.

### 2.5.4. Συντελεστής $\rho$ (n/km<sup>2</sup>)

Παράλληλα, με τον παραπάνω συντελεστή  $\rho$  που μετριόταν ως τον αριθμό των ανεμογεννητριών της εγκατάστασης ανά μονάδα πλάτους αυτής, δοκιμάστηκε και η μέτρηση του συντελεστή  $\rho$  ως τον αριθμό των ανεμογεννητριών της εγκατάστασης, ανά μονάδα εμβαδού αυτής.

### 2.5.5. Συντελεστής $\theta_r$

Άλλο ένα κομμάτι που δεν έχει ερευνηθεί πολύ μέχρι στιγμής είναι το πόσο επηρεάζει ο ρότορας της ανεμογεννήτριας την οπτική όχληση, μιας και αυτός καταλαμβάνει συνήθως την μεγαλύτερη επιφάνεια στο οπτικό πεδίο. Ο τρόπος με τον οποίο επιλέχθηκε να γίνει η μελέτη αυτή είναι ακριβώς όπως και με τον συντελεστή  $\theta_h$  και έτσι ο συντελεστής  $\theta_r$  αποτελεί την επίπεδη γωνία στο x-y επίπεδο μεταξύ του παρατηρητή και των άκρων του ρότορα της πλησιέστερης σε αυτόν ανεμογεννήτριας, θεωρώντας ότι αυτή τον κοιτάει κατά μέτωπο, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.16.

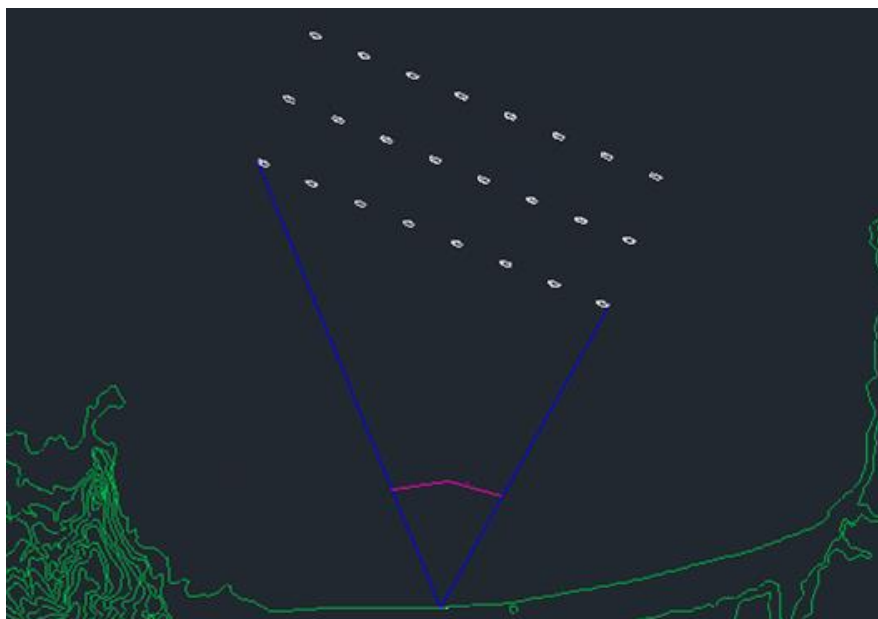


Εικόνα 2.16. Συντελεστής  $\theta_r$

### 2.5.6. Συντελεστής $\theta_i$

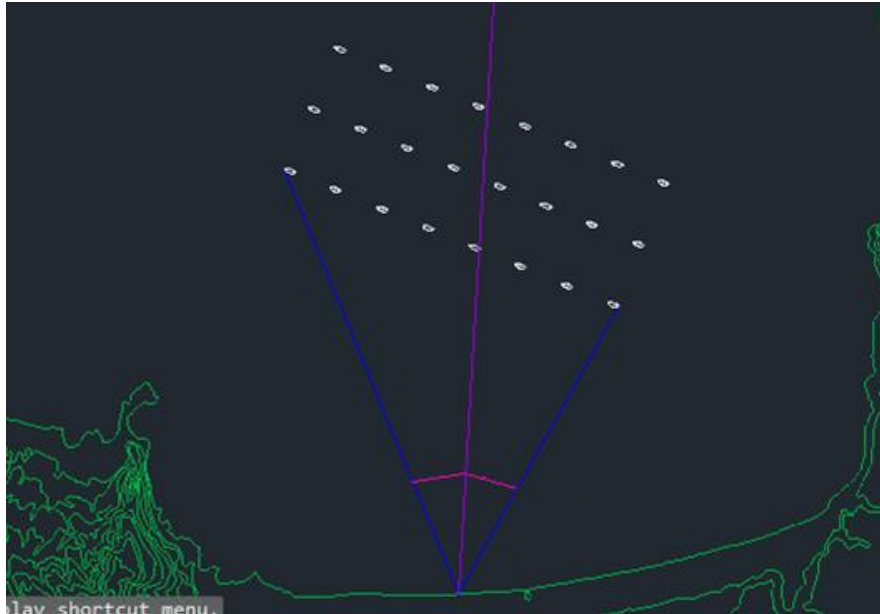
Ένα άλλο χαρακτηριστικό που μπορεί να επηρεάσει τον βαθμό όχλησης που λαμβάνει ο παρατηρητής είναι η γωνία κλίσης που έχουν οι ανεμογεννήτριες σε σχέση με αυτόν, καθώς όταν είναι στραμμένες προς αυτόν καταλαμβάνουν παραπάνω χώρο στο οπτικό του πεδίο σε σύγκριση με όταν είναι στραμμένες στα πλάγια. Έτσι, ο συντελεστής  $\theta_i$  αποτελεί την γωνία κλίσης μεταξύ του παρατηρητή και το προς τα που είναι στραμμένες οι ανεμογεννήτριες. Παρόλο που η κάθε ανεμογεννήτρια έχει ίδια κλίση προς τον άξονα Βορά-Νότο, η κλίση της κάθε μιας ως προς τον παρατηρητή είναι διαφορετική. Έτσι ο συντελεστής  $\theta_i$  υπολογίστηκε όπως φαίνεται παρακάτω.

1. Αρχικά σχεδιάζεται η γωνία  $\theta_h$  για την εγκατάσταση, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.17



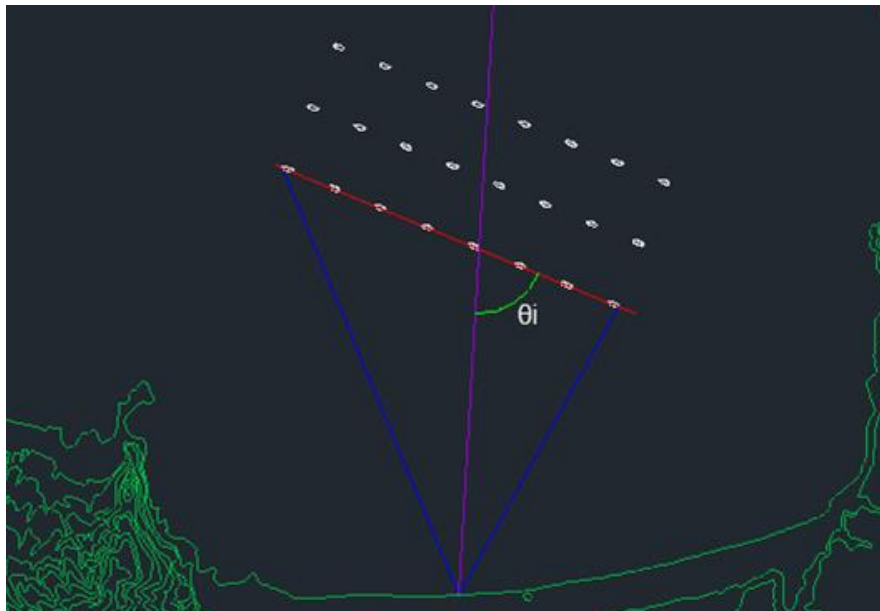
Εικόνα 2.17. Υπολογισμός  $\theta_h$ , Βήμα 1

2. Στην συνέχεια σχεδιάζεται ευθεία που να διχοτομεί την γωνία  $\theta_h$  και να περνάει διαμέσου της εγκατάστασης, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.18 με μοβ γραμμή.



Εικόνα 2.18. Υπολογισμός  $\theta_i$ , Βήμα 2

3. Τέλος, από όποια ανεμογεννήτρια είναι επιθυμητό τραβιέται ευθεία κατά μήκος του ρότορά της και στην συνέχεια διαμήκους της εγκατάστασης, μέχρι να συναντήσει την μοβ γραμμή του βήματος 2. Η διαδικασία αυτή φαίνεται στην Εικόνα 2.19 με χρήση κόκκινης γραμμής. Η γωνία  $\theta_i$  είναι αυτή που σχηματίζεται μεταξύ κόκκινης και μοβ γραμμής. Εφόσον πάντως οι ρότορες όλων των ανεμογεννητριών είναι παράλληλοι μεταξύ τους, από όποια ανεμογεννήτρια και να τραβηχτεί η κόκκινη αυτή γραμμή, θα βγει το ίδιο αποτέλεσμα.



Εικόνα 2.19. Υπολογισμός  $\theta_i$ , Βήμα 3

### 2.5.7. Συντελεστής $\psi_f$

Όπως φάνηκε και στην Ισπανική Μέθοδο, η όχληση που μπορεί να αισθανθεί ο παρατηρητής μπορεί να σχετίζεται με την άποψή του για τις τεχνολογίες ΑΠΕ. Έτσι ακριβώς όπως και στην Ισπανική Μέθοδο, ο συντελεστής αυτός ρυθμίζει την όχληση που αισθάνεται ο παρατηρητής, αναλόγως της άποψής του για τις τεχνολογίες ΑΠΕ.

#### 2.5.8. Ηλεκτρονικά Ερωτηματολόγια

Προκειμένου να βρεθεί μια σχέση που να υπολογίζει την όχληση που προκύπτει βάσει των παραπάνω συντελεστών, έγινε χρήση ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων. Τα ερωτηματολόγια αυτά περιείχαν επτά ζεύγη φωτογραφιών και το κάθε ένα ζεύγος περιείχε τρεις φωτογραφίες με αιολικές εγκαταστάσεις. Τα πέντε πρώτα ζεύγη είχαν σχεδιαστεί με τρόπο που οι εγκαταστάσεις στις φωτογραφίες τους είχαν όλους τους εν μελέτη συντελεστές ίδιους, με εξαίρεση έναν. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα να συγκριθεί η αλλαγή που προξενεί ο κάθε συντελεστής ξεχωριστά στον βαθμό όχλησης που παρατηρείται. Στο έκτο ζεύγος οι εγκαταστάσεις στις φωτογραφίες είχαν όλους τους συντελεστές τους ίδιους και οι διαφορές ήταν είτε στην ύπαρξη στεριάς στο παρασκήνιο, είτε σε ασύμμετρη κατανομή των ανεμογεννητριών μέσα στην εγκατάσταση. Τέλος, στο έβδομο ζευγάρι οι εγκαταστάσεις στις φωτογραφίες είχαν δυο συντελεστές διαφορετικούς, με τρόπο που σχηματίζεται μια πολύ μικρή και μια μεγάλη σε μέγεθος εγκατάσταση. Οι φωτογραφίες που χρησιμοποιήθηκαν στα ερωτηματολόγια φαίνονται στο Παράρτημα IV.

Ο συντελεστής που θα δίνει εν τέλει τον βαθμό της όχλησης, θα συμβολίζεται ως GMA (από το Greek Method Assessment) και ο τύπος του ήταν αρχικά αυτός της εξίσωσης 2.25.

$$GMA = (\theta_h)^a \times (\theta_v)^b \times (\rho)^c \times (\theta_r)^d \times (\theta_i)^e \times \psi_f \quad (2.25)$$

Οι εκθέτες της παραπάνω εξίσωσης προκύπτουν από τα 5 πρώτα ζευγάρια με την χρήση του προγράμματος Excel. Για το κάθε ζεύγος δημιουργήθηκε διάγραμμα στο οποίο ο y άξονας είχε τις τιμές του GMA και ο x άξονας τις τιμές του κάθε υπό μελέτη συντελεστή. Μέσω της γραμμής τάσης βρέθηκαν οι εκθέτες για τον κάθε συντελεστή. Και σε αυτήν την περίπτωση έγινε χρήση του συντελεστή συσχέτισης  $R^2$  για να φανεί το κατά πόσο υπήρχε σύνδεση μεταξύ των συντελεστών και του GMA.

Η μετάφραση του συντελεστή GMA σε οπτική όχληση γίνεται μέσω του Πίνακα 2.9 που χρησιμοποιείται και στην Ισπανική Μέθοδο. Έτσι, δεδομένου ότι ο συντελεστής GMA θα παίρνει τιμές όσο γίνεται μεταξύ 0 και 1 έπρεπε και οι συντελεστές να μετασχηματίζονται κάπως σε αυτό το εύρος. Επίσης, ενώ για τους συντελεστές  $\theta_h$ ,  $\theta_v$  και  $\rho$  το GMA τείνει να μηδενιστεί όταν τείνουν και αυτοί στο 0, δεν ισχύει το ίδιο για τους συντελεστές  $\theta_r$  και  $\theta_i$ . Έτσι, για τους δυο τελευταίους συντελεστές έπρεπε να γίνουν διορθώσεις, έτσι ώστε να μην μπορούν να μηδενιστούν. Ο τύπος του GMA πήρε τελικά την μορφή της εξίσωσης 2.26.

$$GMA = \left(\frac{\theta_h}{\theta_h'}\right)^a \times \left(\frac{\theta_v}{\theta_v'}\right)^b \times \left(\frac{\rho}{\rho'}\right)^c \times \left(\frac{\alpha_r + \theta_r}{\alpha_r + \theta_r'}\right)^d \times \left(\frac{\alpha_i + \theta_i}{\alpha_i + \theta_i'}\right)^e \times \psi_f \quad (2.26)$$

Όπου:

$\theta_h'$ ,  $\theta_v'$ ,  $\rho'$ ,  $\theta_r'$  και  $\theta_i'$  οι τιμές των αντίστοιχων συντελεστών τις οποίες όταν τις υπερβούν οι συντελεστές τους θεωρείται ότι η όχληση που προξενεί ο αντίστοιχος συντελεστής υπερβαίνει την μονάδα.

$\alpha_r$  και  $\alpha_i$  οι τιμές που προστέθηκαν στους συντελεστές  $\theta_r$  και  $\theta_i$  για να μην μπορούν να μηδενιστούν.

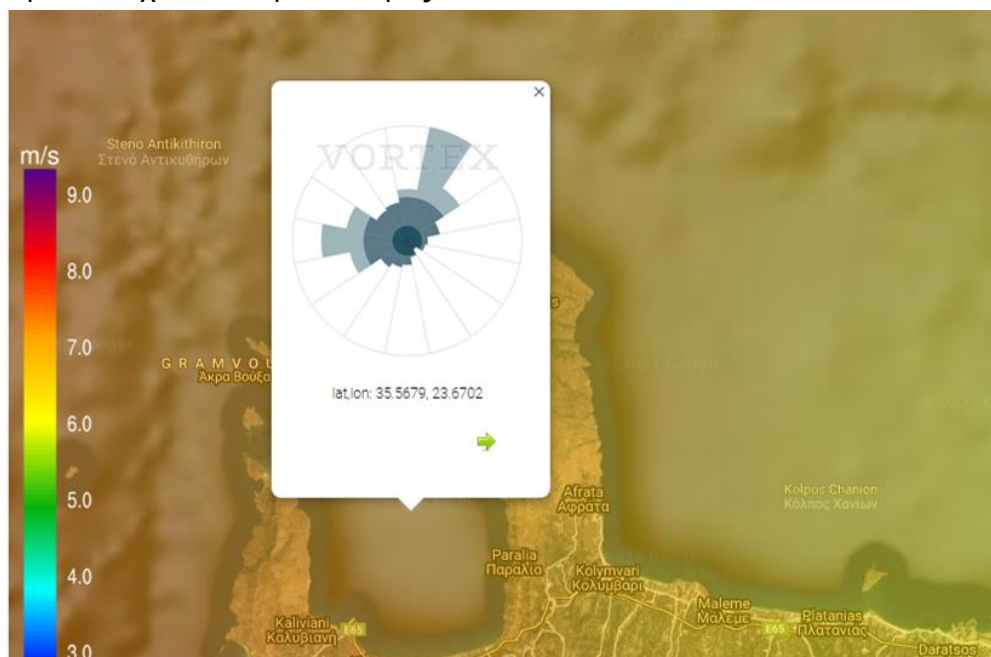
Οι τιμές αυτές βγήκαν κυρίως από δοκιμή και σφάλμα στον βαθμό όχλησης GMA των εικόνων των ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων. Για την κάθε εικόνα έγινε εφαρμογή του τύπου με τους εκθέτες που είχαν βρεθεί από πριν και επιλέχθηκαν εν τέλει οι τιμές που έδιναν την μικρότερη απόκλιση από τις τιμές GMA των ερωτηματολογίων.

Τέλος, δοκιμάστηκε η νέα αυτή μέθοδος στις εγκαταστάσεις στην Κίσσαμο για να φανεί η απόκλιση και σε διαφορετικές εγκαταστάσεις.

### 3. Αποτελέσματα

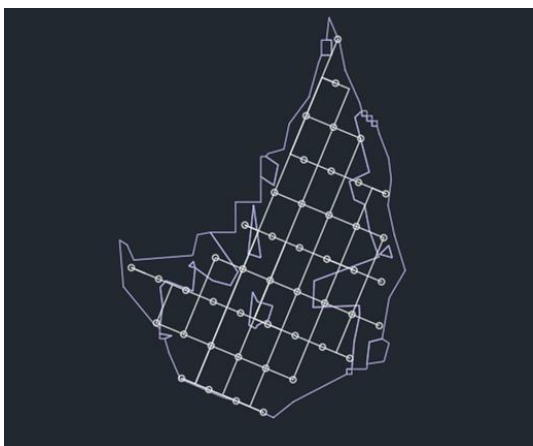
#### 3.1. Κατασκευή σεναρίων

Με δεδομένα από το <https://interface.vortexfdc.com/> εξάχθηκε πολικό διάγραμμα διεύθυνσης/ταχύτητας του ανέμου της Εικόνας 3.1 σύμφωνα με το οποίο η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου είναι βόρειο - βόρειο ανατολική και έτσι οι ανεμογεννήτριες σχεδιάστηκαν να έχουν κλίση  $22.5^\circ$  προς τα ανατολικά.

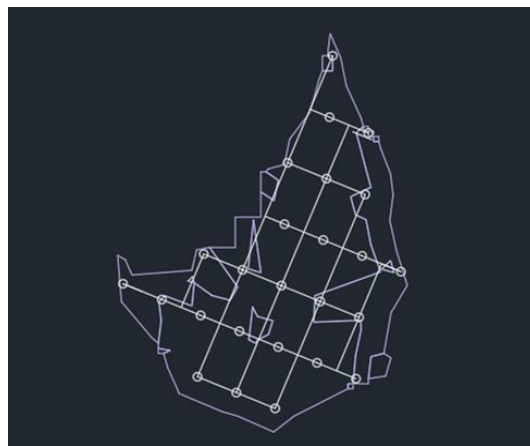


Εικόνα 3.1. Πολικό διάγραμμα διεύθυνσης/ταχύτητας του ανέμου στον κόλπο Κισσάμου

Οι κατόψεις που δημιουργήθηκαν στο AutoCAD 2020 φαίνονται στις Εικόνες 3.2 και 3.3. Οι αποστάσεις που επιλέχθηκαν μεταξύ των ανεμογεννητριών ήταν 7 φορές η διάμετρος του ρότορα των ανεμογεννητριών στον άξονα παράλληλο στην διεύθυνση του ανέμου και 5 φορές στον άξονα κάθετο στην διεύθυνση του επικρατή ανέμου [8] [Schallenberg-Rodriguez, 2013].

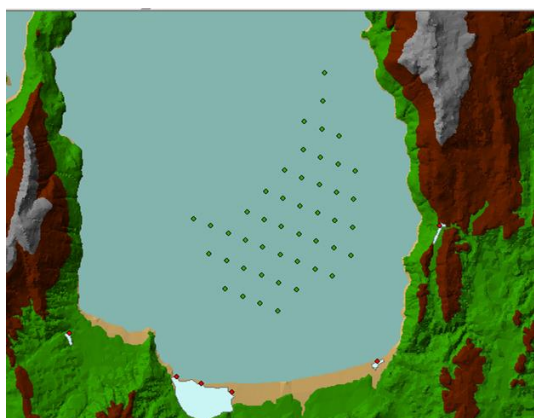


Εικόνα 3.2. Κάτοψη ανεμογεννητριών διαμέτρου 117m

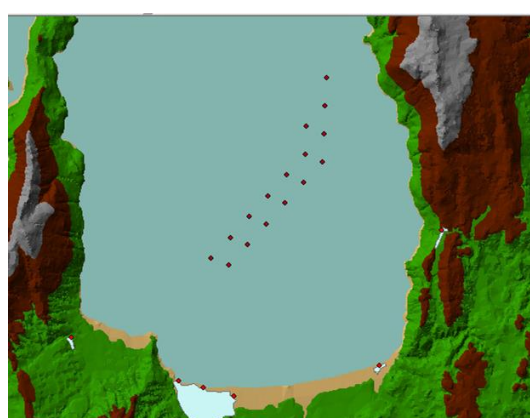


Εικόνα 3.3. Κάτοψη ανεμογεννητριών διαμέτρου 164m

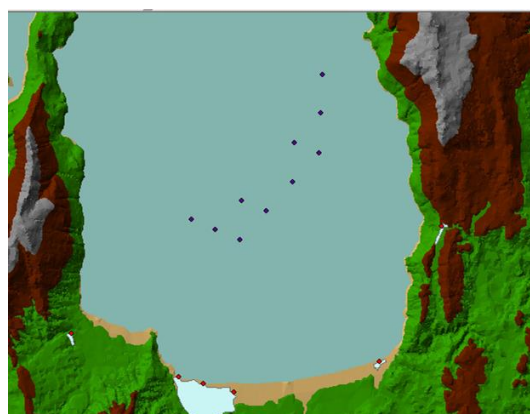
Περνώντας τις παραπάνω κατόψεις στο ArcMap και εφαρμόζοντας την Ελληνική νομοθεσία υπολογίστηκαν τα 4 ακόλουθα σενάρια.

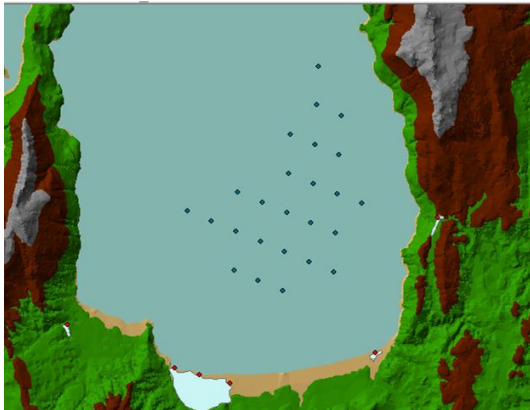


Εικόνα 3.4. Σενάριο 1. Χωροθέτηση ανεμογεννητριών διαμέτρου 117m χωρίς την εφαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας.



Εικόνα 3.5. Σενάριο 2. Χωροθέτηση ανεμογεννητριών διαμέτρου 117m με την εφαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας.





Εικόνα 3.6. Σενάριο 3. Χωροθέτηση ανεμογεννητριών διαμέτρου 164m χωρίς την εφαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας.

Εικόνα 3.7. Σενάριο 4. Χωροθέτηση ανεμογεννητριών διαμέτρου 164m με την εφαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται ο αριθμός των ανεμογεννητριών καθώς και η ισχύς των παραπάνω σεναρίων.

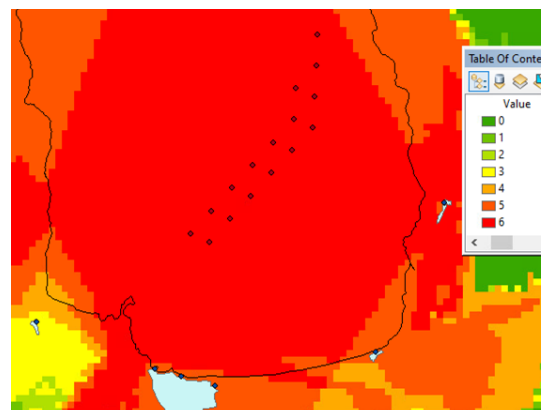
Σενάριο	Αριθμός Ανεμογεννητριών	Ισχύς
1.	46 ανεμογεννήτριες των 4.2MW	193.2MW
2.	17 ανεμογεννήτριες των 4.2MW	71.4MW
3	25 ανεμογεννήτριες των 8MW ή 10MW	200MW με χρήση ανεμογεννητριών ισχύος 8MW 250MW με χρήση ανεμογεννητριών ισχύος 10MW
4	10 ανεμογεννήτριες των 8MW ή 10MW	80MW με χρήση ανεμογεννητριών ισχύος 8MW 100MW με χρήση ανεμογεννητριών ισχύος 10MW

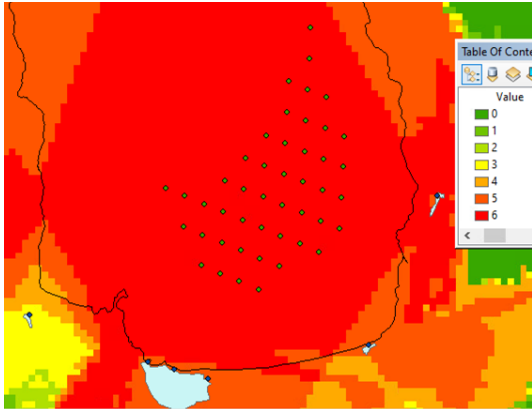
Πίνακας 3.1. Χαρακτηριστικά του κάθε σεναρίου

### 3.2. Αποτελέσματα Ισπανικής Μεθόδου και παραλλαγών

Έχοντας πλέον τα σενάρια επόμενο στάδιο ήταν ο υπολογισμός της οπτικής όχλησης μέσω της Ισπανικής Μεθόδου.

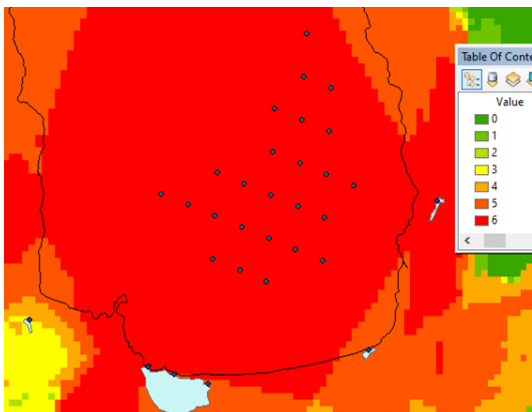
Με την χρήση της εντολής visibility στο ArcMap δημιουργήθηκαν οι χάρτες ορατότητας των Εικόνων 3.8-3.11. Σε κάθε έναν από αυτούς φαίνεται η ορατότητα που υπάρχει από τα 6 σημεία παρατήρησης σε κάθε σημείο του χάρτη, ανάλογα με το πόσο ψηλές είναι οι ανεμογεννήτριες της κάθε εγκατάστασης.



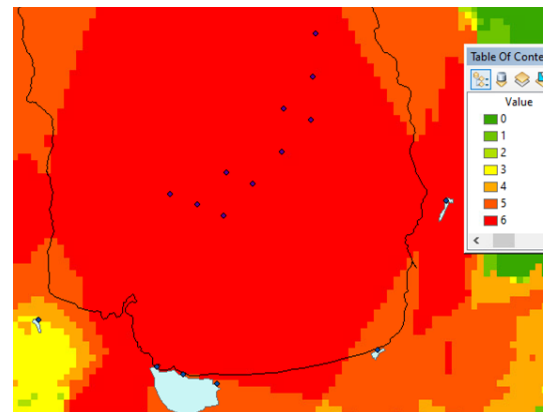


Εικόνα 3.8. Ορατότητα Σεναρίου 1

Εικόνα 3.9. Ορατότητα Σεναρίου 2



Εικόνα 3.10. Ορατότητα Σεναρίου 3

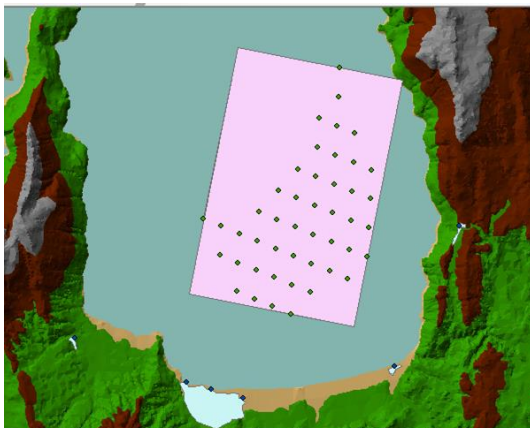


Εικόνα 3.11. Ορατότητα Σεναρίου 4

Από τους παραπάνω χάρτες φαίνεται ότι σε κάθε περίπτωση ότι η εγκατάσταση είναι ορατή και από τα 6 σημεία παρατήρησης.

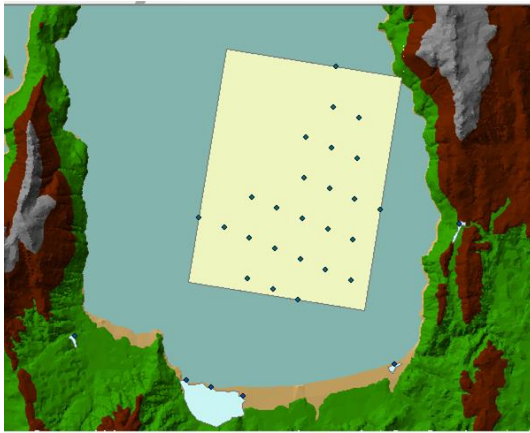
Ο συντελεστής  $b$  επίσης σε κάθε περίπτωση βγήκε ίσος με 1, αφού τα πάρκα έχουν ορατότητα από τα σημεία παρατήρησης.

Για τον συντελεστή  $c$  τα κυβοειδή που σχηματίστηκαν για την κάθε περίπτωση φαίνονται στις Εικόνες 3.12-3.15.



Εικόνα 3.12. Κυβοειδές Σεναρίου 1.

Εικόνα 3.13. Κυβοειδές Σεναρίου 2.



Εικόνα 3.14. Κυβοειδές Σεναρίου 3.



Εικόνα 3.15. Κυβοειδές Σεναρίου 4.

Με την χρήση των κυβοειδών αυτών υπολογίστηκε ο παράγοντας  $v$  όπως δείχνει η μεθοδολογία στο Κεφάλαιο 2.2. Στην συνέχεια υπολογίστηκε ο παράγοντας  $n$  από τον Πίνακα 2.3 και έπειτα ο συντελεστής  $c$  από την εξίσωση 2.7. Από την απόσταση μεταξύ των σημείων παρατήρησης και των πλησιέστερων σε αυτά ανεμογεννητριών των πάρκων, υπολογίστηκε ο συντελεστής  $d$  και από τα δημογραφικά στοιχεία [20] της περιοχής ο συντελεστής  $e$ . Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για το κάθε σενάριο φαίνονται στους παρακάτω Πίνακες 3.2-3.5.

περιοχές	a	b	n	v	c	x	d	e	PA1	PA2
Καλυβιανή	1.0	1.0	1.1	0.5	0.55	5000	0.100	0.9	0.055	0.050
Κίσσαμος 1	1.0	1.0	1.1	0.2	0.22	3103	0.429	1.0	0.094	0.094
Κίσσαμος 2	1.0	1.0	1.1	0.2	0.22	2991	0.452	1.0	0.099	0.099
Κίσσαμος 3	1.0	1.0	1.1	0.2	0.22	2893	0.471	1.0	0.104	0.104
Νωπήγεια	1.0	1.0	1.1	0.5	0.55	2984	0.453	0.6	0.249	0.150
Ραβδούχα	1.0	1.0	1.1	1.0	1.10	2692	0.453	0.9	0.563	0.506

Πίνακας 3.2. Αποτελέσματα αρχικής Ισπανικής Μεθόδου για το Σενάριο 1.

περιοχές	a	b	n	v	c	x	d	e	PA1	PA2
Καλυβιανή	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	5000	0.100	0.9	0.050	0.045
Κίσσαμος 1	1.0	1.0	1.0	0.2	0.2	3937	0.263	1.0	0.053	0.053
Κίσσαμος 2	1.0	1.0	1.0	0.2	0.2	3871	0.276	1.0	0.055	0.055
Κίσσαμος 3	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	4074	0.235	1.0	0.118	0.118
Νωπήγεια	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5559	0.100	0.6	0.100	0.060
Ραβδούχα	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	4260	0.198	0.9	0.198	0.178

Πίνακας 3.3. Αποτελέσματα αρχικής Ισπανικής Μεθόδου για το Σενάριο 2

περιοχές	a	b	n	v	c	x	d	e	PA1	PA2
Καλυβιανή	1.0	1.0	1.05	0.5	0.53	5138	0.100	0.9	0.053	0.047

Κίσσαμος 1	1.0	1.0	1.05	0.2	0.21	3545	0.341	1.0	0.072	0.072
Κίσσαμος 2	1.0	1.0	1.05	0.2	0.21	3458	0.358	1.0	0.075	0.075
Κίσσαμος 3	1.0	1.0	1.05	0.2	0.21	3329	0.384	1.0	0.081	0.081
Νωπήγεια	1.0	1.0	1.05	0.5	0.53	2840	0.482	0.6	0.253	0.152
Ραβδούχα	1.0	1.0	1.05	1.0	1.05	2388	0.572	0.9	0.601	0.541

Πίνακας 3.4. Αποτελέσματα αρχικής Ισπανικής Μεθόδου για το Σενάριο 3

περιοχές	a	b	n	v	c	x	d	e	PA1	PA2
Καλυβιανή	1.0	1.0	0.9	0.2	0.18	5138	0.100	0.9	0.018	0.016
Κίσσαμος 1	1.0	1.0	0.9	0.2	0.18	4654	0.119	1.0	0.021	0.021
Κίσσαμος 2	1.0	1.0	0.9	0.5	0.45	4601	0.130	1.0	0.058	0.058
Κίσσαμος 3	1.0	1.0	0.9	0.5	0.45	4742	0.102	1.0	0.046	0.046
Νωπήγεια	1.0	1.0	0.9	1.0	0.90	5748	0.100	0.6	0.090	0.054
Ραβδούχα	1.0	1.0	0.9	1.0	0.90	4438	0.162	0.9	0.146	0.132

Πίνακας 3.5. Αποτελέσματα αρχικής Ισπανικής Μεθόδου για το Σενάριο 4

Στην συνέχεια για τα παραπάνω σενάρια εφαρμόστηκε η αλλαγή στον παράγοντα ν σύμφωνα με τον Πίνακα 2.7. Τα αποτελέσματα καθώς και η μεταβολή των PA1 και PA2 σε σχέση με αυτούς της αρχικής Μεθόδου φαίνονται στους Πίνακες 3.6 και 3.7.

Περιοχές	Σενάριο 1					Σενάριο 2				
	v	c	PA1	PA2	μετ %	v	c	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.000	1.100	0.110	0.099	100.0	1.000	1.000	0.100	0.090	100.0
Κίσσαμος 1	0.556	0.611	0.262	0.262	177.8	0.192	0.192	0.050	0.050	-4.2
Κίσσαμος 2	0.556	0.611	0.276	0.276	177.8	0.192	0.192	0.053	0.053	-4.2
Κίσσαμος 3	0.556	0.611	0.288	0.288	177.8	1.000	1.000	0.235	0.235	100.0
Νωπήγεια	1.000	1.100	0.499	0.299	100.0	0.984	0.984	0.098	0.059	-1.6
Ραβδούχα	0.831	0.915	0.468	0.421	-16.9	0.984	0.984	0.195	0.175	-1.6

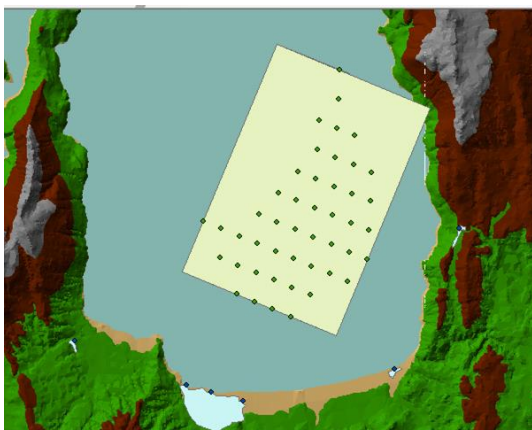
Πίνακας 3.6. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με αλλαγή στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7

Περιοχές	Σενάριο 3					Σενάριο 4				
	v	c	PA1	PA2	μετ %	v	c	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.000	1.050	0.105	0.095	100.0	0.336	0.302	0.030	0.027	68.0
Κίσσαμος 1	0.601	0.631	0.215	0.215	200.3	0.336	0.302	0.036	0.036	68.0
Κίσσαμος 2	0.601	0.631	0.226	0.226	200.3	1.000	0.900	0.117	0.117	100.0
Κίσσαμος 3	0.601	0.631	0.242	0.242	200.3	1.000	0.900	0.091	0.091	100.0
Νωπήγεια	1.000	1.050	0.506	0.304	100.0	0.974	0.876	0.088	0.053	-2.6
Ραβδούχα	0.800	0.840	0.481	0.433	-20.0	0.974	0.876	0.142	0.128	-2.6

Πίνακας 3.7. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με αλλαγή στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7

Έπειτα ακολούθησαν αλλαγές στα κυβοειδή, σχεδιάζοντας τα με βάση το ορθογώνιο πλαίσιο της διάταξης 7D X 5D με την οποία είχαν σχεδιαστεί οι εγκαταστάσεις.

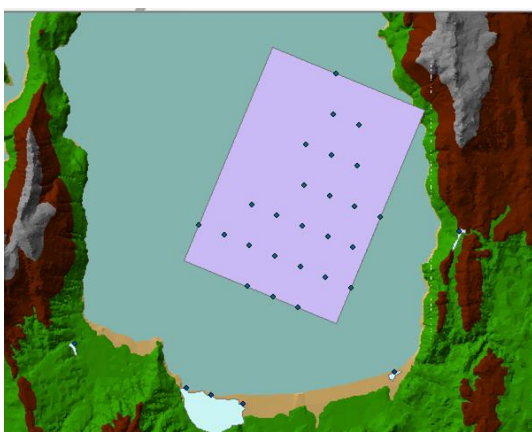
Από τα 4 καινούργια κυβοειδή, μόνο τα κυβοειδή των σεναρίων 1 και 3 προέκυψαν με μικρότερο εμβαδόν. Τα καινούργια κυβοειδή φαίνονται στις εικόνες 3.16-3.19.



Εικόνα 3.16. Κυβοειδές Σεναρίου 1.  
μικρότερου εμβαδού



Εικόνα 3.17. Κυβοειδές Σεναρίου 2.  
μεγαλύτερου εμβαδού



Εικόνα 3.18. Κυβοειδές Σεναρίου 3.  
μικρότερου εμβαδού



Εικόνα 3.19. Κυβοειδές Σεναρίου 4.  
μεγαλύτερου εμβαδού

Εφαρμόζοντας την αλλαγή στον παράγοντα  $\nu$  σύμφωνα με τον Πίνακα 2.2. αλλά με τα καινούργια κυβοειδή υπολογίστηκαν πάλι οι συντελεστές PA1 και PA2. Τα αποτελέσματα και οι μεταβολές σε σχέση με την Αρχική Ισπανική Μέθοδο φαίνονται στους Πίνακες 3.8 και 3.9.

Περιοχές	Σενάριο 1					Σενάριο 2				
	$\nu$	c	PA1	PA2	μετ %	$\nu$	c	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.000	1.100	0.110	0.099	100.0	1.000	1.000	0.100	0.090	100.0
Κίσσαμος 1	0.559	0.615	0.264	0.264	179.7	0.298	0.298	0.078	0.078	49.2
Κίσσαμος 2	0.559	0.615	0.278	0.278	179.7	0.298	0.298	0.082	0.082	49.2
Κίσσαμος 3	0.559	0.615	0.290	0.290	179.7	0.298	0.298	0.070	0.070	-40.3
Νωπήγεια	1.000	1.100	0.499	0.299	100.0	0.955	0.955	0.095	0.057	-4.5
Ραβδούχα	0.844	0.928	0.475	0.427	-15.6	0.955	0.955	0.189	0.170	-4.5

Πίνακας 3.8. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με αλλαγή στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 και χρήση των νέων κυβοειδών

Περιοχές	Σενάριο 3					Σενάριο 4				
	ν	c	PA1	PA2	μετ %	ν	c	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.000	1.050	0.105	0.095	100.0	1.000	0.900	0.090	0.081	400.0
Κίσσαμος 1	0.581	0.610	0.208	0.208	190.6	0.447	0.402	0.048	0.048	123.6
Κίσσαμος 2	0.581	0.610	0.219	0.219	190.6	0.447	0.402	0.052	0.052	-10.6
Κίσσαμος 3	0.581	0.610	0.234	0.234	190.6	0.447	0.402	0.041	0.041	-10.6
Νωπήγεια	1.000	1.050	0.506	0.304	100.0	1.000	0.900	0.090	0.054	0.0
Ραβδούχα	0.814	0.854	0.489	0.440	-18.6	0.894	0.805	0.131	0.118	-10.6

Πίνακας 3.9. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με αλλαγή στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 και χρήση των νέων κυβοειδών

Έπειτα εφαρμόστηκε η καινούργια μεθοδολογία που προαναφέρθηκε στην υποενότητα 2.3.1. για τον υπολογισμό του παράγοντα ν χωρίς την χρήση κυβοειδών. Τα αποτελέσματα από την διαδικασία και οι μεταβολές σε σύγκριση με την αρχική μέθοδο φαίνονται στους Πίνακες 3.10 και 3.11.

Περιοχές	Σενάριο 1					Σενάριο 2				
	ν	c	PA1	PA2	μετ %	ν	c	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	0.752	0.828	0.083	0.074	50.5	0.394	0.394	0.039	0.035	-21.1
Κίσσαμος 1	0.627	0.690	0.296	0.296	213.7	0.255	0.255	0.067	0.067	27.6
Κίσσαμος 2	0.653	0.718	0.325	0.325	226.5	0.336	0.336	0.093	0.093	67.9
Κίσσαμος 3	0.671	0.738	0.348	0.348	235.3	0.432	0.432	0.102	0.102	-13.6
Νωπήγεια	0.827	0.910	0.412	0.247	65.5	0.881	0.881	0.088	0.053	-11.9
Ραβδούχα	1.000	1.100	0.563	0.506	0.0	0.979	0.979	0.194	0.174	-2.1

Πίνακας 3.10. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με χρήση νέου παράγοντα ν χωρίς τα κυβοειδή

Περιοχές	Σενάριο 3					Σενάριο 4				
	ν	c	PA1	PA2	μετ %	ν	c	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	0.803	0.843	0.084	0.076	60.5	0.374	0.336	0.034	0.030	86.9
Κίσσαμος 1	0.669	0.702	0.239	0.239	234.3	0.478	0.430	0.051	0.051	138.9
Κίσσαμος 2	0.695	0.729	0.261	0.261	247.3	0.531	0.478	0.062	0.062	6.2
Κίσσαμος 3	0.737	0.774	0.297	0.297	268.6	0.602	0.542	0.055	0.055	20.4
Νωπήγεια	0.818	0.858	0.414	0.248	63.5	0.950	0.855	0.086	0.051	-5.0
Ραβδούχα	0.993	1.042	0.597	0.537	-0.7	0.946	0.852	0.138	0.124	-5.4

Πίνακας 3.11. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με χρήση του νέου παράγοντα ν χωρίς τα κυβοειδή

Στην συνέχεια δοκιμάστηκαν μόνες τους οι αλλαγές στον συντελεστή  $d$ , σύμφωνα με τις προτάσεις της βιβλιογραφίας [Manchado et al, 2015], όπως περιγράφεται στην υποενότητα 2.3.2. Οι αλλαγές και τα αποτελέσματα φαίνονται στους Πίνακες 3.12 και 3.13.

Περιοχές	Σενάριο 1				Σενάριο 2			
	$d$	PA1	PA2	μετ %	$d$	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.0	0.550	0.495	900.0	1.0	0.500	0.450	900.0
Κίσσαμος 1	1.0	0.220	0.220	132.9	1.0	0.200	0.200	280.8
Κίσσαμος 2	1.0	0.220	0.220	121.3	1.0	0.200	0.200	262.6
Κίσσαμος 3	1.0	0.220	0.220	112.1	1.0	0.500	0.500	325.2
Νωπήγεια	1.0	0.550	0.330	120.7	1.0	1.000	0.600	900.0
Ραβδούχα	1.0	1.100	0.990	95.5	1.0	1.000	0.900	405.1

Πίνακας 3.12. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με αλλαγή του συντελεστή  $d$  σύμφωνα με τη βιβλιογραφία.

Περιοχές	Σενάριο 3				Σενάριο 4			
	$d$	PA1	PA2	μετ %	$d$	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.0	0.525	0.473	900.0	1.0	0.180	0.162	900.0
Κίσσαμος 1	1.0	0.210	0.210	193.3	1.0	0.180	0.180	738.9
Κίσσαμος 2	1.0	0.210	0.210	179.0	1.0	0.450	0.450	670.4
Κίσσαμος 3	1.0	0.210	0.210	160.3	1.0	0.450	0.450	884.3
Νωπήγεια	1.0	0.525	0.315	107.5	1.0	0.900	0.540	900.0
Ραβδούχα	1.0	1.050	0.945	74.7	1.0	0.900	0.810	515.8

Πίνακας 3.13. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με αλλαγή του συντελεστή  $d$  σύμφωνα με τη βιβλιογραφία.

Στη συνέχεια, δοκιμάστηκαν και οι αλλαγές στον συντελεστή  $d$  βάσει του Πίνακα 2.8. Οι αλλαγές και τα αποτελέσματα φαίνονται στους Πίνακες 3.14 και 3.15.

Περιοχές	Σενάριο 1				Σενάριο 2			
	$d$	PA1	PA2	μετ %	$d$	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	0.593	0.326	0.294	493.0	0.593	0.297	0.267	493.0
Κίσσαμος 1	0.779	0.171	0.171	81.3	0.697	0.139	0.139	165.4
Κίσσαμος 2	0.789	0.174	0.174	74.7	0.703	0.141	0.141	155.0
Κίσσαμος 3	0.799	0.176	0.176	69.5	0.684	0.342	0.342	190.6
Νωπήγεια	0.790	0.435	0.261	74.4	0.538	0.538	0.323	438.3
Ραβδούχα	0.819	0.901	0.811	60.0	0.665	0.665	0.599	236.0

Πίνακας 3.14. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με αλλαγή του συντελεστή  $d$  σύμφωνα με τον Πίνακα 2.8.

Περιοχές	Σενάριο 3				Σενάριο 4			
	$d$	PA1	PA2	μετ %	$d$	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	0.770	0.404	0.364	669.6	0.770	0.139	0.125	669.6
Κίσσαμος 1	0.866	0.182	0.182	154.1	0.799	0.144	0.144	570.3
Κίσσαμος 2	0.872	0.183	0.183	143.2	0.802	0.361	0.361	518.1
Κίσσαμος 3	0.880	0.185	0.185	128.9	0.794	0.357	0.357	681.2
Νωπήγεια	0.909	0.477	0.286	88.7	0.733	0.659	0.396	632.5
Ραβδούχα	0.937	0.984	0.885	63.7	0.812	0.731	0.658	400.1

Πίνακας 3.15. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με αλλαγή του συντελεστή  $d$  σύμφωνα με τον Πίνακα 2.8.

Τέλος, όλες οι παραλλαγές που προαναφέρθηκαν δοκιμάστηκαν και συνδυαστικά. Τα αποτελέσματα και οι μεταβολές φαίνονται στους Πίνακες 3.16-3.27.

Περιοχές	Σενάριο 1						Σενάριο 2					
	$v$	$c$	$d$	PA1	PA2	μετ %	$v$	$c$	$d$	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.000	1.100	1.0	1.100	0.990	1900.0	1.000	1.000	1.0	1.000	0.900	1900.0
Κίσσαμος 1	0.556	0.611	1.0	0.611	0.611	546.9	0.192	0.192	1.0	0.192	0.192	264.8
Κίσσαμος 2	0.556	0.611	1.0	0.611	0.611	514.8	0.192	0.192	1.0	0.192	0.192	247.3
Κίσσαμος 3	0.556	0.611	1.0	0.611	0.611	489.2	1.000	1.000	1.0	1.000	1.000	750.3
Νωπήγεια	1.000	1.100	1.0	1.100	0.660	341.3	0.984	0.984	1.0	0.984	0.590	883.9
Ραβδούχα	0.831	0.915	1.0	0.915	0.823	62.5	0.984	0.984	1.0	0.984	0.885	396.9

Πίνακας 3.16. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα  $v$  βάσει του Πίνακα 2.7 και αλλαγής στον συντελεστή  $d$  βάσει βιβλιογραφίας.

Περιοχές	Σενάριο 3						Σενάριο 4					
	$v$	$c$	$d$	PA1	PA2	μετ %	$v$	$c$	$d$	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.000	1.050	1.0	1.050	0.945	1900.0	0.336	0.302	1.0	0.302	0.272	1580.1
Κίσσαμος 1	0.601	0.631	1.0	0.631	0.631	780.6	0.336	0.302	1.0	0.302	0.302	1309.5
Κίσσαμος 2	0.601	0.631	1.0	0.631	0.631	737.8	1.000	0.900	1.0	0.900	0.900	1440.8
Κίσσαμος 3	0.601	0.631	1.0	0.631	0.631	681.6	1.000	0.900	1.0	0.900	0.900	1868.5
Νωπήγεια	1.000	1.050	1.0	1.050	0.630	314.9	0.974	0.876	1.0	0.876	0.526	873.7
Ραβδούχα	0.800	0.840	1.0	0.840	0.756	39.7	0.974	0.876	1.0	0.876	0.789	499.6

Πίνακας 3.17. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα  $v$  βάσει του Πίνακα 2.7 και αλλαγής στον συντελεστή  $d$  βάσει βιβλιογραφίας.

Περιοχές	Σενάριο 1						Σενάριο 2					
	v	c	d	PA1	PA2	μετ %	v	c	d	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.000	1.100	1.0	1.100	0.990	1900.0	1.000	1.000	1.0	1.000	0.900	1900.0
Κίσσαμος 1	0.559	0.615	1.0	0.615	0.615	551.3	0.298	0.298	1.0	0.298	0.298	468.1
Κίσσαμος 2	0.559	0.615	1.0	0.615	0.615	519.0	0.298	0.298	1.0	0.298	0.298	440.9
Κίσσαμος 3	0.559	0.615	1.0	0.615	0.615	493.3	0.298	0.298	1.0	0.298	0.298	153.7
Νωπήγεια	1.000	1.100	1.0	1.100	0.660	341.3	0.955	0.955	1.0	0.955	0.573	854.5
Ραβδούχα	0.844	0.928	1.0	0.928	0.835	64.9	0.955	0.955	1.0	0.955	0.859	382.1

Πίνακας 3.18. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 με χρήση νέων κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή d βάσει βιβλιογραφίας.

Περιοχές	Σενάριο 3						Σενάριο 4					
	v	c	d	PA1	PA2	μετ %	v	c	d	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.000	1.050	1.0	1.050	0.945	1900.0	1.000	0.900	1.0	0.900	0.810	4900.0
Κίσσαμος 1	0.581	0.610	1.0	0.610	0.610	752.2	0.447	0.402	1.0	0.402	0.402	1775.8
Κίσσαμος 2	0.581	0.610	1.0	0.610	0.610	710.8	0.447	0.402	1.0	0.402	0.402	589.0
Κίσσαμος 3	0.581	0.610	1.0	0.610	0.610	656.4	0.447	0.402	1.0	0.402	0.402	780.3
Νωπήγεια	1.000	1.050	1.0	1.050	0.630	314.9	1.000	0.900	1.0	0.900	0.540	900.0
Ραβδούχα	0.814	0.854	1.0	0.854	0.769	42.2	0.894	0.805	1.0	0.805	0.724	450.7

Πίνακας 3.19. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 με χρήση νέων κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή d βάσει βιβλιογραφίας.

Περιοχές	Σενάριο 1						Σενάριο 2					
	v	c	d	PA1	PA2	μετ %	v	c	d	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	0.752	0.828	1.0	0.828	0.745	1405.0	0.394	0.394	1.0	0.394	0.355	688.0
Κίσσαμος 1	0.627	0.690	1.0	0.690	0.690	630.6	0.255	0.255	1.0	0.255	0.255	385.5
Κίσσαμος 2	0.653	0.718	1.0	0.718	0.718	622.8	0.336	0.336	1.0	0.336	0.336	509.1
Κίσσαμος 3	0.671	0.738	1.0	0.738	0.738	611.2	0.432	0.432	1.0	0.432	0.432	267.3
Νωπήγεια	0.827	0.910	1.0	0.910	0.546	265.1	0.881	0.881	1.0	0.881	0.529	781.0
Ραβδούχα	1.000	1.100	1.0	1.100	0.990	95.5	0.979	0.979	1.0	0.979	0.881	394.4

Πίνακας 3.20. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν χωρίς την χρήση κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή d βάσει βιβλιογραφίας.

Περιοχές	Σενάριο 3						Σενάριο 4					
	v	c	d	PA1	PA2	μετ %	v	c	d	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	0.803	0.843	1.0	0.843	0.759	1506.0	0.374	0.336	1.0	0.336	0.303	1768.7
Κίσσαμος 1	0.669	0.702	1.0	0.702	0.702	880.9	0.478	0.430	1.0	0.430	0.430	1904.1
Κίσσαμος 2	0.695	0.730	1.0	0.730	0.730	869.6	0.531	0.478	1.0	0.478	0.478	717.8
Κίσσαμος 3	0.737	0.774	1.0	0.774	0.774	859.1	0.602	0.542	1.0	0.542	0.542	1084.7
Νωπήγεια	0.818	0.859	1.0	0.859	0.515	239.4	0.950	0.855	1.0	0.855	0.513	850.3
Ραβδούχα	0.993	1.043	1.0	1.043	0.938	73.5	0.946	0.852	1.0	0.852	0.767	482.7

Πίνακας 3.21. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν χωρίς την χρήση κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή d βάσει βιβλιογραφίας.

Περιοχές	Σενάριο 1						Σενάριο 2					
	v	c	D	PA1	PA2	μετ %	v	c	d	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.000	1.100	0.593	0.652	0.587	1086.0	1.000	1.000	0.593	0.593	0.534	1086.0
Κίσσαμος 1	0.556	0.611	0.779	0.476	0.476	403.6	0.192	0.192	0.697	0.134	0.134	154.2
Κίσσαμος 2	0.556	0.611	0.789	0.482	0.482	385.4	0.192	0.192	0.703	0.135	0.135	144.3
Κίσσαμος 3	0.556	0.611	0.799	0.488	0.488	370.8	1.000	1.000	0.684	0.684	0.684	481.3
Νωπήγεια	1.000	1.100	0.790	0.869	0.522	248.7	0.984	0.984	0.538	0.530	0.318	429.7
Ραβδούχα	0.831	0.915	0.819	0.749	0.674	33.0	0.984	0.984	0.665	0.655	0.589	230.6

Πίνακας 3.22. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 και αλλαγής στον συντελεστή d σύμφωνα με τον Πίνακα 2.8.

Περιοχές	Σενάριο 3						Σενάριο 4					
	v	c	D	PA1	PA2	μετ %	v	c	d	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.000	1.050	0.770	0.808	0.727	1439.2	0.336	0.302	0.770	0.233	0.209	1193.0
Κίσσαμος 1	0.601	0.631	0.866	0.546	0.546	663.0	0.336	0.302	0.799	0.242	0.242	1026.2
Κίσσαμος 2	0.601	0.631	0.872	0.550	0.550	630.4	1.000	0.900	0.802	0.722	0.722	1136.1
Κίσσαμος 3	0.601	0.631	0.880	0.555	0.555	587.5	1.000	0.900	0.794	0.714	0.714	1462.4
Νωπήγεια	1.000	1.050	0.909	0.955	0.573	277.3	0.974	0.876	0.733	0.642	0.385	613.3
Ραβδούχα	0.800	0.840	0.937	0.787	0.708	30.9	0.974	0.876	0.812	0.712	0.641	387.0

Πίνακας 3.23. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 και αλλαγής στον συντελεστή d σύμφωνα με τον Πίνακα 2.8.

Περιοχές	Σενάριο 1						Σενάριο 2					
	v	c	d	PA1	PA2	μετ %	v	c	d	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.000	1.100	0.593	0.652	0.587	1086.0	1.000	1.000	0.593	0.593	0.534	1086.0
Κίσσαμος 1	0.559	0.615	0.779	0.479	0.479	407.0	0.298	0.298	0.697	0.208	0.208	295.9
Κίσσαμος 2	0.559	0.615	0.789	0.486	0.486	388.7	0.298	0.298	0.703	0.210	0.210	280.5
Κίσσαμος 3	0.559	0.615	0.799	0.492	0.492	374.1	0.298	0.298	0.684	0.204	0.204	73.4
Νωπήγεια	1.000	1.100	0.790	0.869	0.522	248.7	0.955	0.955	0.538	0.514	0.308	413.9
Ραβδούχα	0.844	0.928	0.819	0.760	0.684	35.0	0.955	0.955	0.665	0.635	0.572	220.8

Πίνακας 3.24. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 με χρήση νέων κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή d σύμφωνα με τον Πίνακα 2.8.

Περιοχές	Σενάριο 3						Σενάριο 4					
	v	c	d	PA1	PA2	μετ %	v	c	d	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	1.000	1.050	0.770	0.808	0.727	1439.2	1.000	0.900	0.770	0.693	0.623	3748.0
Κίσσαμος 1	0.581	0.610	0.866	0.529	0.529	638.4	0.447	0.402	0.799	0.322	0.322	1398.8
Κίσσαμος 2	0.581	0.610	0.872	0.532	0.532	606.9	0.447	0.402	0.802	0.323	0.323	452.8
Κίσσαμος 3	0.581	0.610	0.880	0.537	0.537	565.3	0.447	0.402	0.794	0.319	0.319	598.7
Νωπήγεια	1.000	1.050	0.909	0.955	0.573	277.3	1.000	0.900	0.733	0.659	0.396	632.5
Ραβδούχα	0.814	0.854	0.937	0.800	0.720	33.2	0.894	0.805	0.812	0.654	0.588	347.3

Πίνακας 3.25. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα ν βάσει του Πίνακα 2.7 με χρήση νέων κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή d σύμφωνα με τον Πίνακα 2.8.

Περιοχές	Σενάριο 1						Σενάριο 2					
	v	c	d	PA1	PA2	μετ %	v	c	d	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	0.752	0.828	0.593	0.491	0.442	792.5	0.394	0.394	0.593	0.234	0.210	367.7
Κίσσαμος 1	0.627	0.690	0.779	0.537	0.537	468.8	0.255	0.255	0.697	0.178	0.178	238.7
Κίσσαμος 2	0.653	0.718	0.789	0.567	0.567	470.6	0.336	0.336	0.703	0.236	0.236	328.2
Κίσσαμος 3	0.671	0.738	0.799	0.589	0.589	468.3	0.432	0.432	0.684	0.295	0.295	151.2
Νωπήγεια	0.827	0.910	0.790	0.719	0.432	188.5	0.881	0.881	0.538	0.474	0.285	374.4
Ραβδούχα	1.000	1.100	0.819	0.901	0.811	60.0	0.979	0.979	0.665	0.651	0.586	229.0

Πίνακας 3.26. Αποτελέσματα Σεναρίου 1 και 2 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα  $v$  χωρίς την χρήση κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή  $d$  σύμφωνα με τον Πίνακα 2.8.

Περιοχές	Σενάριο 3						Σενάριο 4					
	v	c	d	PA1	PA2	μετ %	v	c	d	PA1	PA2	μετ %
Καλυβιανή	0.803	0.843	0.770	0.649	0.584	1136.0	0.374	0.336	0.770	0.259	0.233	1338.2
Κίσσαμος 1	0.669	0.702	0.866	0.609	0.609	749.9	0.478	0.430	0.799	0.344	0.344	1501.3
Κίσσαμος 2	0.695	0.730	0.872	0.636	0.636	745.2	0.531	0.478	0.802	0.383	0.383	556.1
Κίσσαμος 3	0.737	0.774	0.880	0.681	0.681	743.7	0.602	0.542	0.794	0.430	0.430	840.2
Νωπήγεια	0.818	0.859	0.909	0.781	0.469	208.6	0.950	0.855	0.733	0.626	0.376	596.1
Ραβδούχα	0.993	1.043	0.937	0.977	0.879	62.5	0.946	0.852	0.812	0.692	0.623	373.3

Πίνακας 3.27. Αποτελέσματα Σεναρίου 3 και 4 με συνδυασμό αλλαγής στον παράγοντα  $v$  χωρίς την χρήση κυβοειδών και αλλαγής στον συντελεστή  $d$  σύμφωνα με τον Πίνακα 2.8.

Ο συντελεστής ολικής όχλησης  $C$  βγήκε ίσος με 1 για όλες τις παραπάνω περιπτώσεις.

### 3.3. Αποτελέσματα Ερωτηματολογίων στις περιοχές παρατήρησης

Για την επαλήθευση των μεθόδων χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τα ερωτηματολόγια που μοιράστηκαν στους κατοίκους της κάθε περιοχής. Λόγω μικρού πληθυσμού στις περιοχές των Νωπήγειων και της Ραβδούχας δεν ήταν εφικτό να βρεθούν άτομα που να δεχθούν να απαντήσουν στην έρευνα, ενώ στην Καλυβιανή βρέθηκαν άτομα αλλά όχι αρκετά ώστε να υπάρχει ένας καλός βαθμός αξιοπιστίας για τα αποτελέσματα. Μόνο στην Κίσσαμο βρέθηκαν αρκετά άτομα ώστε να είναι τα ευρήματα αξιόπιστα και έτσι οι μέθοδοι που δοκιμάστηκαν κρίθηκαν βάσει των στοιχείων από εκεί.

### 3.3.1. Αποτελέσματα Κίσσαμου

Το δείγμα στην Κίσσαμο ήταν συνολικά 42 άτομα. Στα ερωτηματολόγια που απάντησαν οι ερωτηθέντες υπήρχαν 12 φωτογραφίες που έδειχναν τα τέσσερα σενάρια σε κάθε ένα από τα τρία σημεία παρατήρησης κατά μήκος της ακτής της Κίσσαμου. Από την διαδικασία που περιγράφεται στην Μεθοδολογία βρέθηκε το PA1 για κάθε μια από τις 12 περιπτώσεις. Στην πρώτη στήλη του Πίνακα 3.28 παρουσιάζεται πρώτα ο αριθμός του σημείου παρατήρησης και έπειτα ο αριθμός του Σεναρίου. Στην δεύτερη στήλη παρουσιάζεται το PA1 για την κάθε περίπτωση που δίνει η Ισπανική Μέθοδος. Στις στήλες 3 με 13 παρουσιάζεται το PA1 που δίνουν οι αντίστοιχες αλλαγές στην Ισπανική Μέθοδο και στην τελευταία στήλη παρουσιάζεται το PA1 που προέκυψε από τα ερωτηματολόγια.

	Απλή S.M	$v_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{A_{\kappa\upsilon\beta}}$	$v_{\vee\omicron}$	$d_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{d_{\beta\beta\lambda}}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}/\text{άλλο}}{A_{\kappa\upsilon\beta} + d_{\beta\beta\lambda}}$	$\frac{v_{\vee\omicron}}{d_{\beta\beta\lambda}}$	$d_{\vee\omicron}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{d_{\vee\omicron}}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}/\text{άλλο}}{A_{\kappa\upsilon\beta} + d_{\vee\omicron}}$	$\frac{v_{\vee\omicron}}{d_{\vee\omicron}}$	Ερωτη ματο λόγια
1.1	0.094	0.262	0.264	0.296	0.220	0.611	0.615	0.690	0.171	0.476	0.479	0.537	0.571
1.2	0.053	0.050	0.078	0.067	0.200	0.192	0.298	0.255	0.139	0.134	0.208	0.178	0.542
1.3	0.072	0.215	0.208	0.239	0.210	0.631	0.610	0.702	0.182	0.546	0.539	0.609	0.631
1.4	0.021	0.036	0.048	0.051	0.180	0.302	0.402	0.430	0.144	0.242	0.322	0.344	0.536
2.1	0.099	0.276	0.278	0.325	0.200	0.611	0.615	0.718	0.174	0.482	0.486	0.567	0.679
2.2	0.055	0.055	0.082	0.093	0.200	0.192	0.298	0.336	0.141	0.135	0.210	0.236	0.595
2.3	0.075	0.226	0.219	0.261	0.210	0.631	0.610	0.730	0.183	0.550	0.532	0.636	0.619
2.4	0.058	0.117	0.052	0.062	0.450	0.900	0.402	0.478	0.361	0.722	0.323	0.383	0.560
3.1	0.104	0.288	0.290	0.348	0.200	0.611	0.615	0.738	0.176	0.488	0.492	0.589	0.696
3.2	0.118	0.235	0.070	0.102	0.500	1.000	0.298	0.432	0.342	0.684	0.204	0.295	0.583
3.3	0.081	0.242	0.234	0.297	0.210	0.631	0.610	0.774	0.185	0.555	0.537	0.681	0.661
3.4	0.046	0.091	0.041	0.055	0.450	0.900	0.402	0.542	0.357	0.714	0.319	0.430	0.548

Πίνακας 3.28. PA1 μεθόδων και ερωτηματολογίων για την Κίσσαμο.

Στον Πίνακα 3.29 φαίνεται η απόκλιση σε ποσοστό επί τις εκατό που έχει η κάθε μέθοδος από τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων.

	Απλή S.M	$v_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{A_{\kappa\upsilon\beta}}$	$v_{\vee\omicron}$	$d_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{d_{\beta\beta\lambda}}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}/\text{άλλο}}{A_{\kappa\upsilon\beta} + d_{\beta\beta\lambda}}$	$\frac{v_{\vee\omicron}}{d_{\beta\beta\lambda}}$	$d_{\vee\omicron}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{d_{\vee\omicron}}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}/\text{άλλο}}{A_{\kappa\upsilon\beta} + d_{\vee\omicron}}$	$\frac{v_{\vee\omicron}}{d_{\vee\omicron}}$
1.1	83.6	54.2	53.8	48.2	61.5	6.9	7.6	20.8	70.1	16.7	16.2	6.0
1.2	90.3	90.8	85.6	87.6	63.1	64.6	45.0	52.9	74.3	75.3	61.6	67.1
1.3	88.6	65.9	67.0	62.1	66.7	0.0	3.3	11.3	71.2	13.5	14.6	3.5
1.4	96.1	80.0	91.0	90.5	66.4	68.0	25.0	19.7	73.1	34.2	39.9	35.8
2.1	85.4	59.3	59.0	52.1	70.5	10.0	9.4	5.8	74.4	29.0	28.4	16.4

2.2	90.7	90.8	86.2	84.4	66.4	67.7	49.9	43.6	76.3	77.3	64.7	60.4
2.3	87.9	63.5	64.6	57.8	66.1	1.9	1.5	17.9	70.4	11.2	14.1	2.7
2.4	89.6	79.1	90.7	88.9	19.6	60.9	28.2	14.6	35.5	29.0	42.3	31.5
3.1	85.1	58.6	58.4	50.0	71.3	12.3	11.7	6.0	74.7	29.9	29.4	15.4
3.2	79.8	59.7	88.0	82.5	14.3	71.4	48.9	25.9	41.4	17.3	65.0	49.4
3.3	87.7	63.4	64.6	55.0	68.2	4.5	7.7	17.1	72.0	16.0	18.7	3.1
3.4	91.6	83.4	92.5	90.0	17.9	64.2	26.6	1.1	34.9	30.3	41.8	21.5
μ.ο	88.0	70.7	75.1	70.8	54.3	36.0	22.1	19.7	64.0	31.6	36.4	26.1

Πίνακας 3.29. Απόκλιση μεθόδων από τα ερωτηματολόγια στην Κίσσαμο.

Παρατηρώντας τον Πίνακα 3.29 φάνηκε μια διαφορά μεταξύ των αποκλίσεων των σεναρίων 1 και 3 που αφορούσαν τις εγκαταστάσεις μεγάλης έκτασης και τα σενάρια 2 και 4 που αφορούσαν τις εγκαταστάσεις μικρότερης έκτασης. Έτσι ελέγχθηκε ξεχωριστά το PA1 για τα σενάρια 1 και 3 και ξεχωριστά για τα σενάρια 2 και 4, όπως φαίνεται στους Πίνακες 3.30 και 3.31 αντίστοιχα.

	Απλή S.M	$V_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{V_{\beta\beta\lambda}}{A_{\kappa\upsilon\beta}}$ /άλλο	$V_{\vee\omicron}$	$d_{\beta\beta\lambda}$	$V_{\beta\beta\lambda} + d_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{V_{\beta\beta\lambda}}{A_{\kappa\upsilon\beta}} + d_{\beta\beta\lambda}$ /άλλο	$V_{\vee\omicron} + d_{\beta\beta\lambda}$	$d_{\vee\omicron}$	$V_{\beta\beta\lambda} + d_{\vee\omicron}$	$\frac{V_{\beta\beta\lambda}}{A_{\kappa\upsilon\beta}} + d_{\vee\omicron}$ /άλλο	$V_{\vee\omicron} + d_{\vee\omicron}$
1.1	83.6	54.2	53.8	48.2	61.5	6.9	7.6	20.8	70.1	16.7	16.2	6.0
1.3	88.6	65.9	67.0	62.1	66.7	0.0	3.3	11.3	71.2	13.5	14.6	3.5
2.1	85.4	59.3	59.0	52.1	70.5	10.0	9.4	5.8	74.4	29.0	28.4	16.4
2.3	87.9	63.5	64.6	57.8	66.1	1.9	1.5	17.9	70.4	11.2	14.1	2.7
3.1	85.1	58.6	58.4	50.0	71.3	12.3	11.7	6.0	74.7	29.9	29.4	15.4
3.3	87.7	63.4	64.6	55.0	68.2	4.5	7.7	17.1	72.0	16.0	18.7	3.1
μ.ο	86.4	60.8	61.2	54.2	67.4	5.9	6.9	13.1	72.1	19.4	20.2	7.9

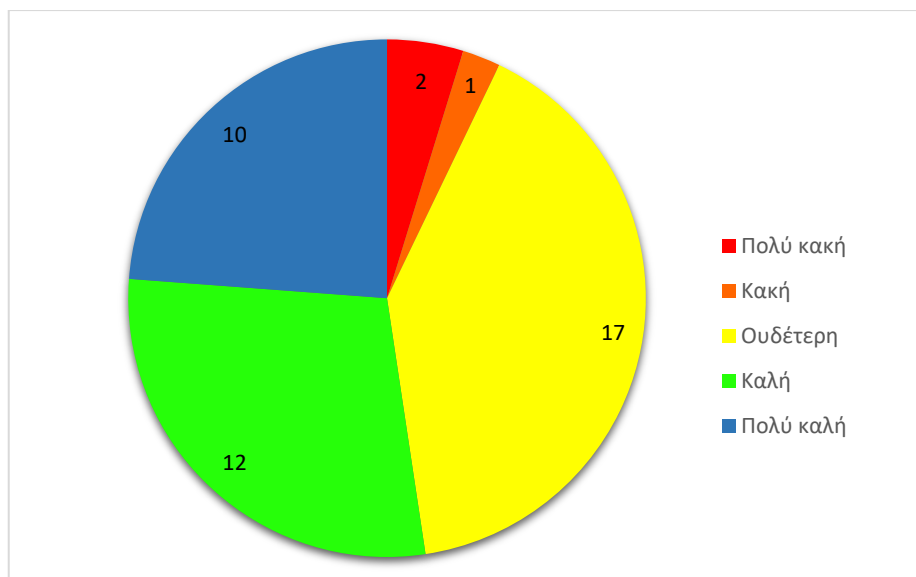
Πίνακας 3.30. Απόκλιση PA1 ξεχωριστά για τα σενάρια 1 και 3 στην Κίσσαμο.

	Απλή S.M	$V_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{V_{\beta\beta\lambda}}{A_{\kappa\upsilon\beta}}$ /άλλο	$V_{\vee\omicron}$	$d_{\beta\beta\lambda}$	$V_{\beta\beta\lambda} + d_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{V_{\beta\beta\lambda}}{A_{\kappa\upsilon\beta}} + d_{\beta\beta\lambda}$ /άλλο	$V_{\vee\omicron} + d_{\beta\beta\lambda}$	$d_{\vee\omicron}$	$V_{\beta\beta\lambda} + d_{\vee\omicron}$	$\frac{V_{\beta\beta\lambda}}{A_{\kappa\upsilon\beta}} + d_{\vee\omicron}$ /άλλο	$V_{\vee\omicron} + d_{\vee\omicron}$
1.2	90.3	90.8	85.6	87.6	63.1	64.6	45.0	52.9	74.3	75.3	61.6	67.1
1.4	96.1	93.3	91.0	90.5	66.4	43.6	25.0	19.7	73.1	54.8	39.9	35.8
2.2	90.7	90.8	86.2	84.4	66.4	67.7	49.9	43.6	76.3	77.3	64.7	60.4
2.4	89.6	79.1	90.7	88.9	19.6	60.9	28.2	14.6	35.5	29.0	42.3	31.5
3.2	79.8	59.7	88.0	82.5	14.3	71.4	48.9	25.9	41.4	17.3	65.0	49.4
3.4	91.6	83.4	92.5	90.0	17.9	64.2	26.6	1.1	34.9	30.3	41.8	21.5
μ.ο	89.7	82.8	89.0	87.3	41.3	62.1	37.3	26.3	55.9	47.3	52.6	44.3

Πίνακας 3.31. Απόκλιση PA1 ξεχωριστά για τα Σενάρια 2 και 4 στην Κίσσαμο.

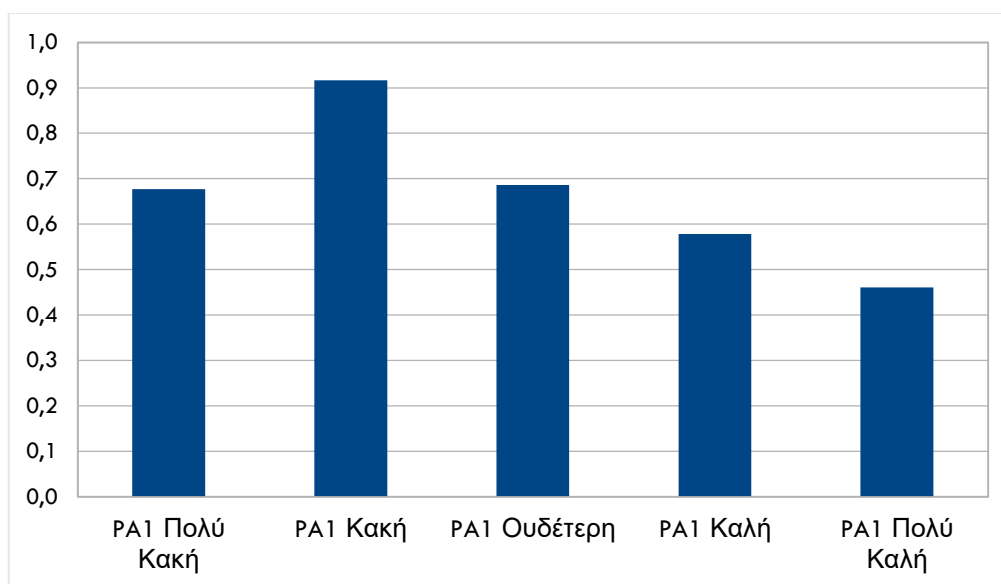
### Συντελεστές $\psi$ και $\psi_f$

Τα αποτελέσματα από την ερώτηση "Ποια είναι η άποψή σας για τις τεχνολογίες αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας;" φαίνονται στο διάγραμμα της Εικόνας 3.20.



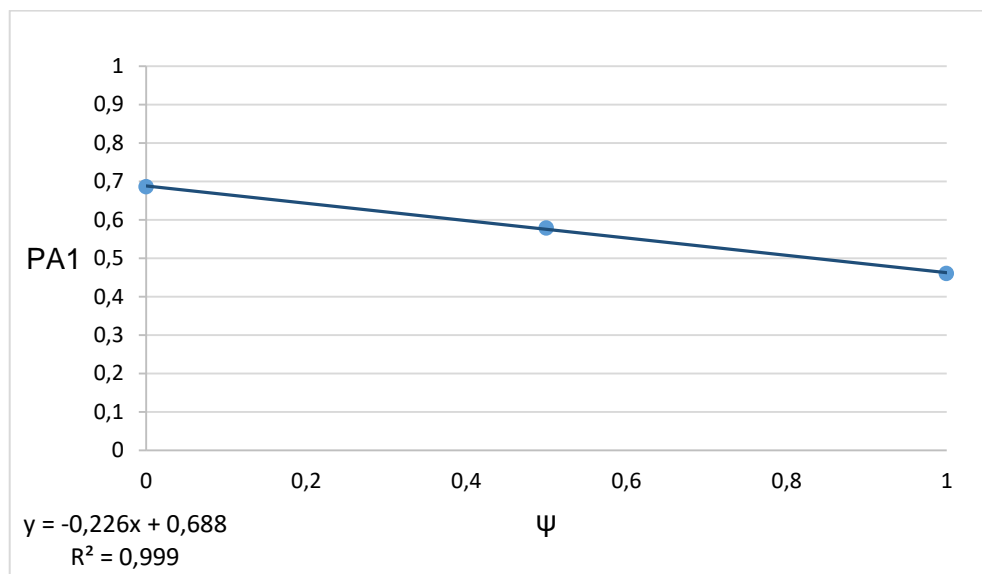
Εικόνα 3.20. Άποψη δείγματος στην Κίσαμο για τεχνολογίες αξιοποίησης ΑΠΕ.

Μέσω των αποτελεσμάτων της Εικόνας 3.20 και της μεθοδολογίας που υποδείχθηκε κατασκευάστηκε το διάγραμμα της εικόνας 3.21 που δείχνει τον βαθμό ενόχλησης που αισθάνεται κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες.



Εικόνα 3.21. PA1 στην Κίσαμο ανάλογα με την άποψη για τις τεχνολογίες αξιοποίησης ΑΠΕ.

Στην συνέχεια, όπως περιγράφεται στην μεθοδολογία κατασκευάστηκε το διάγραμμα  $f(\psi)=PA1$  στο Excel, χρησιμοποιώντας όμως μόνο τις κατηγορίες "Ουδέτερη", "Καλή" και "Πολύ καλή". Οι υπόλοιπες δυο δεν γινόταν να χρησιμοποιηθούν καθώς δεν υπήρχαν αρκετά άτομα σε αυτές για να είναι αξιόπιστα τα αποτελέσματα. Το διάγραμμα που προέκυψε φαίνεται στην Εικόνα 3.22.



Εικόνα 3.22. Διάγραμμα  $f(\psi)=PA1$  για τις κατηγορίες "Ουδέτερη", "Καλή" και "Πολύ καλή".

Από το διάγραμμα και την γραμμή τάσης που φαίνονται στην Εικόνα 3.22 φαίνεται ότι η σχέση της γραμμής τάσης είναι γραμμική και επίσης εφόσον το  $R^2$  είναι μεγαλύτερο του 0.9 υπάρχει πολύ καλή συσχέτιση μεταξύ του PA1 και του  $\psi$ .

Υπολογίζοντας έπειτα ότι για το δείγμα το  $\psi=0.321$  και ο λόγος  $f(1)/f(0) = 0.662$  έγινε χρήση της εξίσωσης 2.19 και βρέθηκε ότι  $\psi_f = 0.891$ . Πολλαπλασιάζοντας το  $\psi_f$  με τις τιμές του Πίνακα 3.28 προκύπτει ο Πίνακας 3.32 που δείχνει το PA1 των μεθοδολογιών λαμβάνοντας υπόψιν την άποψη του δείγματος για τις τεχνολογίες ΑΠΕ.

	Απλή S.M + $\psi_f$	$v_{\beta\beta\lambda}$ + $\psi_f$	$v_{\beta\beta\lambda}$ /άλλο $A_{\kappa\upsilon\beta}$ + $\psi_f$	$v_{\nu\epsilon\omicron}$ + $\psi_f$	$d_{\beta\beta\lambda}$ + $\psi_f$	$v_{\beta\beta\lambda}$ + $d_{\beta\beta\lambda}$ + $\psi_f$	$v_{\beta\beta\lambda}$ /άλλο $A_{\kappa\upsilon\beta}$ + $d_{\beta\beta\lambda}$ + $\psi_f$	$v_{\nu\epsilon\omicron}$ + $d_{\beta\beta\lambda}$ + $\psi_f$	$d_{\nu\epsilon\omicron}$ + $\psi_f$	$v_{\beta\beta\lambda}$ + $d_{\nu\epsilon\omicron}$ + $\psi_f$	$v_{\beta\beta\lambda}$ /άλλο $A_{\kappa\upsilon\beta}$ + $d_{\nu\epsilon\omicron}$ + $\psi_f$	$v_{\nu\epsilon\omicron}$ + $d_{\nu\epsilon\omicron}$ + $\psi_f$
1.1	0.084	0.234	0.235	0.264	0.196	0.545	0.548	0.615	0.152	0.424	0.427	0.479
1.2	0.047	0.045	0.070	0.060	0.178	0.171	0.266	0.227	0.124	0.119	0.185	0.159
1.3	0.064	0.192	0.185	0.213	0.187	0.562	0.544	0.626	0.162	0.487	0.480	0.543
1.4	0.019	0.096	0.043	0.045	0.160	0.802	0.358	0.383	0.128	0.641	0.287	0.307
2.1	0.088	0.246	0.248	0.290	0.178	0.545	0.548	0.640	0.155	0.430	0.433	0.505
2.2	0.049	0.049	0.073	0.083	0.178	0.171	0.266	0.299	0.126	0.120	0.187	0.210
2.3	0.067	0.201	0.195	0.233	0.187	0.562	0.544	0.651	0.163	0.490	0.474	0.567
2.4	0.052	0.104	0.046	0.055	0.401	0.802	0.358	0.426	0.322	0.644	0.288	0.341
3.1	0.093	0.257	0.258	0.310	0.178	0.545	0.548	0.658	0.157	0.435	0.439	0.525
3.2	0.105	0.209	0.062	0.091	0.446	0.891	0.266	0.385	0.305	0.610	0.182	0.263
3.3	0.072	0.216	0.209	0.265	0.187	0.562	0.544	0.690	0.165	0.495	0.479	0.607
3.4	0.041	0.081	0.037	0.049	0.401	0.802	0.358	0.483	0.318	0.636	0.284	0.383

Πίνακας 3.32. PA1 μεθόδων στην Κίσαμο μετά την προσθήκη του συντελεστή  $\psi_f$ .

Συνεχίζοντας όπως και πριν βρέθηκαν η απόκλιση της κάθε τιμής από αυτήν των ερωτηματολογίων. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 3.33 και στην τελευταία στήλη του φαίνεται και η σύγκριση στις αποκλίσεις μεταξύ της χρήσης και μη χρήσης του συντελεστή  $\psi_f$ .

	Απλή S.M + $\psi_f$	$v_{\beta\beta\lambda}$ + $\psi_f$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}}$ $A_{\text{κυβ}} + \psi_f$	$v_{\text{veo}}$ + $\psi_f$	$d_{\beta\beta\lambda} + \psi_f$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}}$ + $d_{\beta\beta\lambda} + \psi_f$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}}$ $A_{\text{κυβ}} + \psi_f$	$v_{\text{veo}}$ + $d_{\beta\beta\lambda} + \psi_f$	$d_{\text{veo}} + \psi_f$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}}$ + $d_{\text{veo}} + \psi_f$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}}$ $A_{\text{κυβ}} + \psi_f$	$v_{\text{veo}}$ + $d_{\text{veo}} + \psi_f$
1.1	85.3	59.1	58.8	53.8	65.7	4.7	4.1	7.6	73.3	25.7	25.3	16.2
1.2	91.4	91.8	87.2	89.0	67.1	68.4	51.0	58.0	77.1	77.9	65.8	70.7
1.3	89.8	69.6	70.6	66.2	70.3	10.9	13.8	0.8	74.3	22.9	23.9	14.0
1.4	96.5	82.1	92.0	91.5	70.1	49.7	33.1	28.5	76.0	19.7	46.4	42.8
2.1	87.0	63.7	63.5	57.3	73.7	19.7	19.2	5.7	77.1	36.7	36.2	25.5
2.2	91.7	91.8	87.7	86.1	70.1	71.2	55.4	49.7	78.9	79.8	68.6	64.7
2.3	89.2	67.5	68.5	62.4	69.8	9.1	12.2	5.1	73.6	20.8	23.4	8.4
2.4	90.8	81.4	91.7	90.1	28.3	43.4	36.0	23.9	42.5	15.0	48.5	39.0
3.1	86.7	63.1	62.9	55.5	74.4	21.8	21.3	5.5	77.5	37.5	37.0	24.6
3.2	82.0	64.1	89.3	84.4	23.6	52.8	54.5	34.0	47.7	4.5	68.8	54.9
3.3	89.1	67.4	68.4	59.9	71.7	14.9	17.7	4.4	75.0	25.1	27.6	8.1
3.4	92.5	85.2	93.3	91.1	26.8	46.4	34.6	11.8	41.9	16.1	48.1	30.1
μ.ο	89.3	73.9	77.8	73.9	59.3	34.4	29.4	19.6	67.9	31.8	43.3	33.2
απ <sub>ψ</sub> - απ <sub>χψ</sub>	1.3	3.2	2.7	3.2	5.0	-1.6	7.3	-0.1	3.9	0.2	6.9	7.2

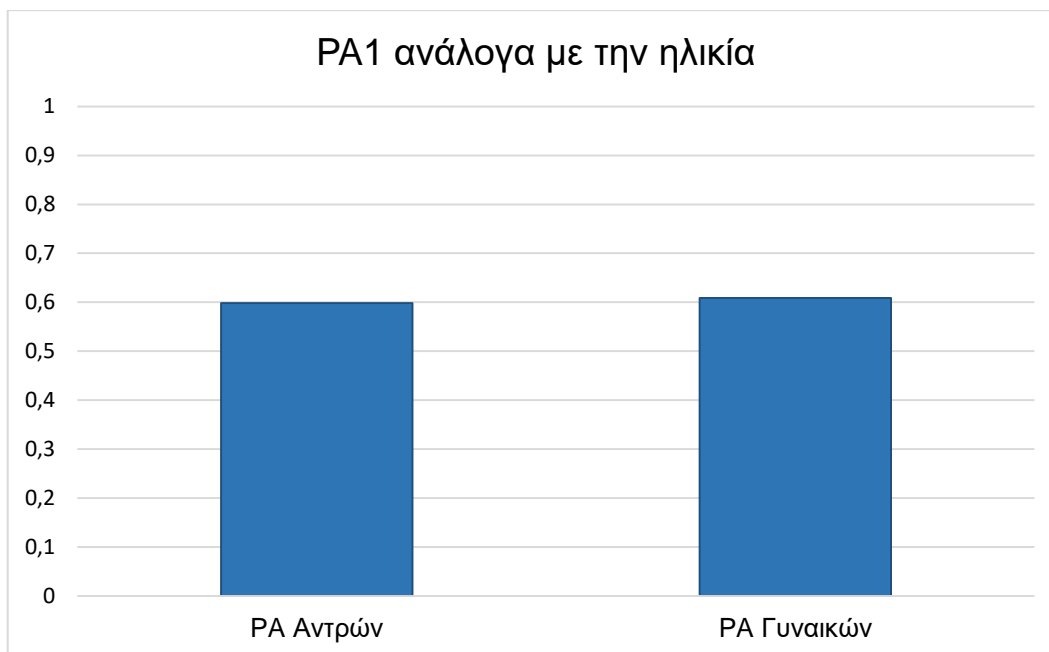
Πίνακας 3.33. Απόκλιση μεθόδων από τα ερωτηματολόγια στην Κίσαμο, μετά την προσθήκη του συντελεστή  $\psi_f$ .

Επίσης με χρήση κανονικής κατανομής βρέθηκαν τα 95% διαστήματα εμπιστοσύνης μέσα στα οποία είναι πιθανότερο να βρίσκονται οι πραγματικές τιμές PA1 των εγκαταστάσεων στην Κίσαμο. Τα διαστήματα αυτά φαίνονται στον Πίνακα 3.34.

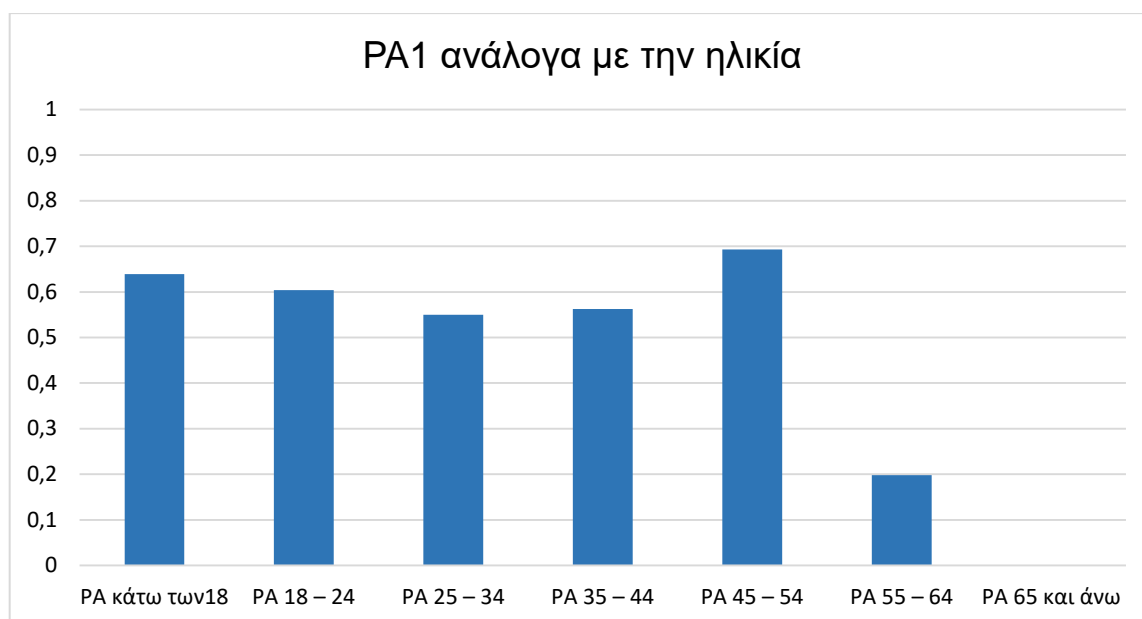
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4
min	0.474	0.459	0.543	0.429	0.572	0.489	0.521	0.453	0.604	0.488	0.567	0.434
med	0.571	0.542	0.631	0.536	0.679	0.595	0.619	0.560	0.696	0.583	0.661	0.548
max	0.669	0.624	0.719	0.642	0.785	0.701	0.717	0.666	0.789	0.679	0.754	0.661

Πίνακας 3.34. 95 % διαστημάτων εμπιστοσύνης για PA1 Κισάμου.

Τέλος, βγήκαν τα διαγράμματα των Εικόνων 3.23 και 3.24 που δείχνουν το PA1 ανάλογα το φύλλο και την ηλικία αντίστοιχα.



Εικόνα 3.23. PA1 στην Κίσαμο αναλόγως το φύλο.



Εικόνα 3.24. PA1 στην Κίσαμο βάσει ηλικιακών ομάδων.

### 3.3.2. Αποτελέσματα Καλυβιανής

Η Καλυβιανή είναι η μόνη μεταξύ των τριών μικρότερων περιοχών παρατήρησης (Καλυβιανή, Ραβδούχα και Νωπήγεια) που βρέθηκαν άτομα να απαντήσουν το ερωτηματολόγιο. Ωστόσο εφόσον το δείγμα ήταν μόνο 6 άτομα δεν μπορεί να θεωρηθεί αρκετά αξιόπιστο και αντιπροσωπευτικό της περιοχής. Έτσι, τα αποτελέσματα από την Καλυβιανή δεν λήφθηκαν πολύ σοβαρά υπόψιν στο ποια είναι όντως η καλύτερη μέθοδος, αλλά βοήθησαν στο να βγουν κάποια συμπεράσματα για κάποιες από τις μεθόδους.

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με τα ερωτηματολόγια της Κισσάμου προέκυψε ο Πίνακας 3.35 που δείχνει το PA1 των μεθοδολογιών για την περιοχή και τα αποτελέσματα της περιοχής από τα ερωτηματολόγια. Αντίστοιχα επίσης προέκυψαν και οι

Πίνακες 3.36-3.37 που δείχνουν την απόκλιση των μεθοδολογιών από τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων.

	Απλή S.M	$v_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}} \cdot A_{\text{κυβ}}$	$v_{\text{veo}}$	$d_{\beta\beta\lambda}$	$v_{\beta\beta\lambda} + d_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}} \cdot A_{\text{κυβ}} + d_{\beta\beta\lambda}$	$v_{\text{veo}} + d_{\beta\beta\lambda}$	$d_{\text{veo}}$	$v_{\beta\beta\lambda} + d_{\text{veo}}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}} \cdot A_{\text{κυβ}} + d_{\text{veo}}$	$v_{\text{veo}} + d_{\text{veo}}$	Ερωτη ματο λόγια
1	0.055	0.110	0.110	0.083	0.550	1.100	1.100	0.828	0.326	0.652	0.652	0.491	0.417
2	0.050	0.100	0.100	0.039	0.500	1.000	1.000	0.394	0.297	0.593	0.593	0.234	0.417
3	0.053	0.105	0.105	0.084	0.525	1.050	1.050	0.843	0.404	0.808	0.808	0.649	0.458
4	0.018	0.030	0.090	0.034	0.180	0.302	0.900	0.336	0.139	0.233	0.693	0.259	0.375

Πίνακας 3.35. PA1 μεθόδων και ερωτηματολογίων στην Καλυβιανή.

	Απλή S.M	$v_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}} \cdot A_{\text{κυβ}}$	$v_{\text{veo}}$	$d_{\beta\beta\lambda}$	$v_{\beta\beta\lambda} + d_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}} \cdot A_{\text{κυβ}} + d_{\beta\beta\lambda}$	$v_{\text{veo}} + d_{\beta\beta\lambda}$	$d_{\text{veo}}$	$v_{\beta\beta\lambda} + d_{\text{veo}}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}} \cdot A_{\text{κυβ}} + d_{\text{veo}}$	$v_{\text{veo}} + d_{\text{veo}}$	
1	86.8	73.6	73.6	80.1	32.0	164.0	164.0	98.7	21.7	56.6	56.6	17.8	
2	88.0	76.0	76.0	90.5	20.0	140.0	140.0	5.4	28.8	42.3	42.3	43.9	
3	88.5	77.1	77.1	81.6	14.5	129.1	129.1	84.0	11.8	76.3	76.3	41.6	
4	95.2	91.9	76.0	91.0	52.0	19.4	140.0	10.3	63.1	37.9	84.7	31.0	
μ.ο	89.6	79.7	75.7	85.8	29.6	113.1	143.3	49.6	31.4	53.3	65.0	33.6	

Πίνακας 3.36. Απόκλιση PA1 μεθόδων από τα ερωτηματολόγια στην Καλυβιανή.

	Απλή S.M	$v_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}} \cdot A_{\text{κυβ}}$	$v_{\text{veo}}$	$d_{\beta\beta\lambda}$	$v_{\beta\beta\lambda} + d_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}} \cdot A_{\text{κυβ}} + d_{\beta\beta\lambda}$	$v_{\text{veo}} + d_{\beta\beta\lambda}$	$d_{\text{veo}}$	$v_{\beta\beta\lambda} + d_{\text{veo}}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}} \cdot A_{\text{κυβ}} + d_{\text{veo}}$	$v_{\text{veo}} + d_{\text{veo}}$	
1	86.8	73.6	73.6	80.1	32.0	164.0	164.0	98.7	21.7	56.6	56.6	17.8	
3	88.5	77.1	77.1	81.6	14.5	129.1	129.1	84.0	11.8	76.3	76.3	41.6	
μ.ο	87.7	75.3	75.3	80.9	23.3	146.5	146.5	91.3	16.8	66.4	66.4	29.7	

Πίνακας 3.37. Απόκλιση PA1 μεθόδων από τα ερωτηματολόγια στην Καλυβιανή για τα Σενάρια 1 και 3

	Απλή S.M	$v_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}} \cdot A_{\text{κυβ}}$	$v_{\text{veo}}$	$d_{\beta\beta\lambda}$	$v_{\beta\beta\lambda} + d_{\beta\beta\lambda}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}} \cdot A_{\text{κυβ}} + d_{\beta\beta\lambda}$	$v_{\text{veo}} + d_{\beta\beta\lambda}$	$d_{\text{veo}}$	$v_{\beta\beta\lambda} + d_{\text{veo}}$	$\frac{v_{\beta\beta\lambda}}{\text{άλλο}} \cdot A_{\text{κυβ}} + d_{\text{veo}}$	$v_{\text{veo}} + d_{\text{veo}}$	
2	88.0	76.0	76.0	90.5	20.0	140.0	140.0	5.4	28.8	42.3	42.3	43.9	
4	95.2	91.9	76.0	91.0	52.0	19.4	140.0	10.3	63.1	37.9	84.7	31.0	
μ.ο	91.6	84.0	76.0	90.8	36.0	79.7	140.0	7.9	45.9	40.1	63.5	37.4	

Πίνακας 3.38. Απόκλιση PA1 μεθόδων από τα ερωτηματολόγια στην Καλυβιανή για τα Σενάρια 2 και 4

Λόγω του πολύ μικρού δείγματος δεν γινόταν να γίνει κάποια περαιτέρω στατιστική ανάλυση για το δείγμα και δεν ήταν δυνατόν να γίνουν αναλύσεις για τον συντελεστή ψ. Η μόνη επιπλέον στατιστική ανάλυση που έγινε ήταν η εύρεση των 95 % διαστημάτων εμπιστοσύνης για τα PA1 από τα ερωτηματολόγια στην Καλυβιανή, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.39. Αυτό έγινε με χρήση t-κατανομής λόγω μικρού δείγματος.

	1	2	3	4
min	0.022	0.022	0.110	0.054
med	0.417	0.417	0.458	0.375
max	0.812	0.812	0.807	0.696

Πίνακας 3.39. 95 % διαστημάτων εμπιστοσύνης για PA1 Καλυβανής.

### 3.4. Ελληνική Μέθοδος

#### 3.4.1. Χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων στα ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια

Στον Πίνακα 3.40 φαίνονται οι τιμές των συντελεστών της μεθόδου για κάθε αιολική εγκατάσταση στις φωτογραφίες των ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων.

Ζεύγος	Φωτογραφία	$\theta_h$ (deg)	$\theta_v$ (deg)	$\rho$ (n/km)	$\rho$ (n/km <sup>2</sup> )	$\theta_r$ (deg)	$\theta_i$ (deg)
1	1	34.56	1.91	6.43	4.60	1.49	90
	2	17.68	1.91	6.43	4.60	1.49	90
	3	45	1.91	6.43	4.60	1.49	90
2	4	45	1.91	2.41	1.72	1.49	90
	5	45	1.91	6.43	4.60	1.49	90
	6	45	1.91	4.02	2.87	1.49	90
3	7	34.56	1.91	6.43	4.60	1.49	90
	8	34.56	3.18	6.43	4.60	1.49	90
	9	34.56	1.66	6.43	4.60	1.49	90
4	10	34.56	1.91	6.43	4.60	1.49	90
	11	34.56	1.91	6.43	4.60	0.67	90
	12	34.56	1.91	6.43	4.60	1.78	90
5	13	34.56	1.91	6.43	4.60	1.49	60
	14	34.56	1.91	6.43	4.60	1.49	30
	15	34.56	1.91	6.43	4.60	1.49	0
6	16	45	1.91	6.43	4.60	1.49	90
	17	45	1.91	6.43	4.60	1.49	90
	18	45	1.91	6.43	4.60	1.49	90
7	19	34.56	1.91	6.43	4.60	1.49	90
	20	34.56	1.27	6.43	4.60	0.67	90
	21	34.56	2.26	6.43	4.60	1.78	90

Πίνακας 3.40. Τιμές συντελεστών της Ελληνικής Μεθόδου για τις εγκαταστάσεις στις φωτογραφίες των ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων.

Υπενθυμίζεται ότι στο ζεύγος 6, παρόλο που όλα τα χαρακτηριστικά φαίνονται ίδια, υπάρχουν διαφορές ως προς το υπόβαθρο και την συμμετρία των ανεμογεννητριών στην εγκατάσταση. Επίσης, οι φωτογραφίες 1, 7, 10 και 19 είναι η ίδια ακριβώς φωτογραφία. Το ίδιο ισχύει και με τις φωτογραφίες 3, 5 και 16. Αυτό έγινε από την μια λόγω της ανάγκης οι φωτογραφίες να παρουσιάζονται στον ερωτηθέντα σε μορφή ζευγών και από την άλλη για να βρεθεί κατά πόσο το κοινό είναι πιστό στις απαντήσεις του ή αν ανά περιπτώσεις απαντάει διαφορετικά.

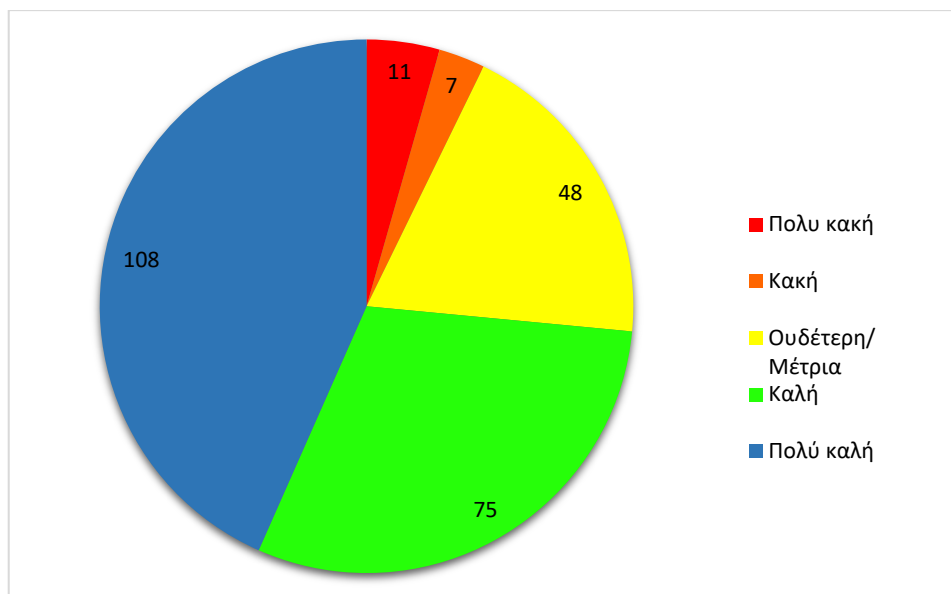
#### 3.4.2. Αποτελέσματα Ηλεκτρονικών Ερωτηματολογίων

Αφού επεξεργάστηκαν οι απαντήσεις των ερωτηματολογίων όπως φαίνεται στην μεθοδολογία προέκυψαν τα αποτελέσματα που φαίνονται στον Πίνακα 3.41.

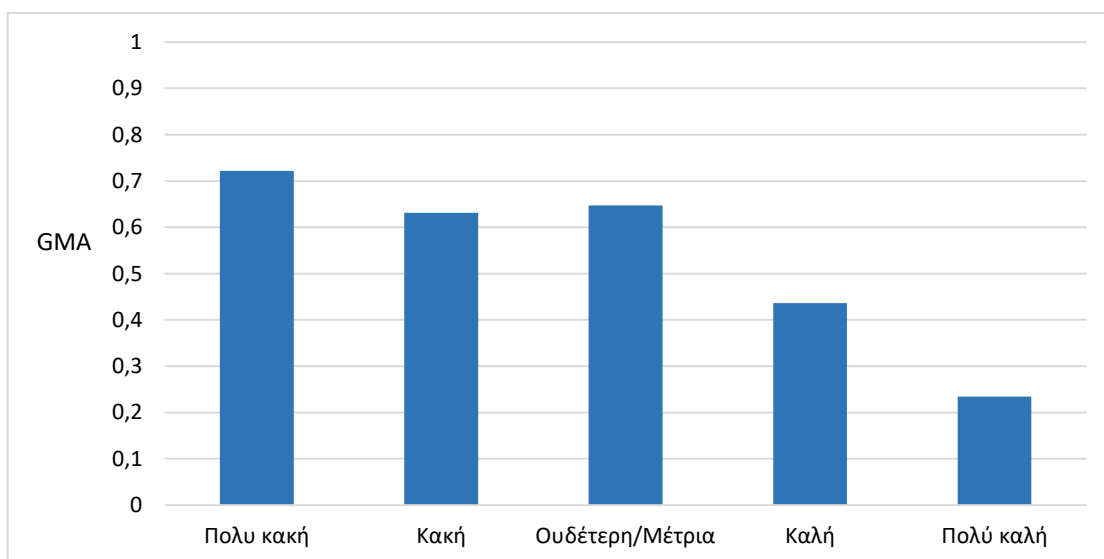
Φωτογραφία	GMA
1	0.370
2	0.288
3	0.500
4	0.311
5	0.551
6	0.439
7	0.469
8	0.535
9	0.421
10	0.426
11	0.408
12	0.460
13	0.452
14	0.444
15	0.419
16	0.554
17	0.585
18	0.548
19	0.439
20	0.306
21	0.461

*Πίνακας 3.41. Τιμές GMA ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων.*

Το μέγεθος του δείγματος ήταν 249 άτομα και η άποψή τους για τις τεχνολογίες ΑΠΕ φαίνεται στην Εικόνα 3.25. Πριν δοκιμαστεί να βρεθεί μια σχέση που να συνδέει τους συντελεστές με τα αποτελέσματα, εφαρμόστηκε η ίδια μεθοδολογία που είχε χρησιμοποιηθεί στην Ισπανική Μέθοδο για να δημιουργηθεί ο συντελεστής  $\psi$ . Έτσι, υπολογίστηκε το μέσο GMA για την κάθε κατηγορία συμπάθειας προς τις τεχνολογίες ΑΠΕ και δημιουργήθηκε το διάγραμμα της Εικόνας 3.26. Εφόσον κάποιες από τις εικόνες στο ερωτηματολόγιο ήταν ίδιες, πρώτα υπολογίστηκε ο μέσος όρος GMA αυτών και μετά συνολικά για την κάθε κατηγορία.

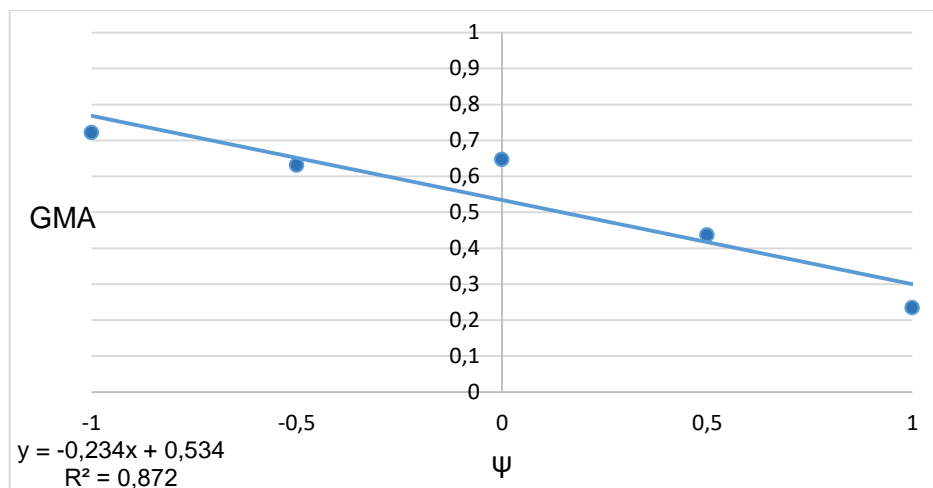


Εικόνα 3.25. Άποψη δείγματος των ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων για τεχνολογίες αξιοποίησης ΑΠΕ.



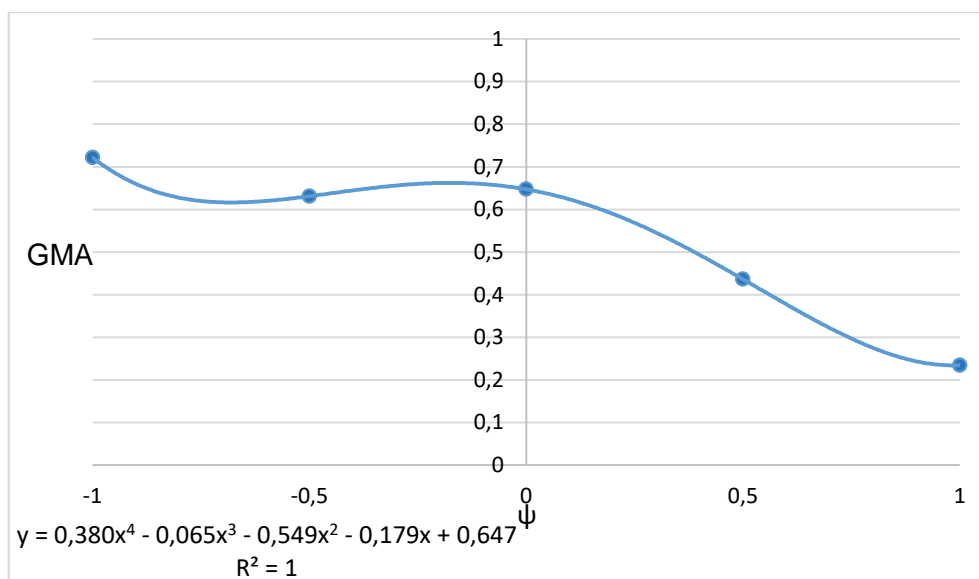
Εικόνα 3.26. GMA στα ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια ανάλογα με την άποψη για τις τεχνολογίες ΑΠΕ.

Συνεχίζοντας με την ίδια μεθοδολογία εξήχθη το διάγραμμα της Εικόνας 3.27. Στην κάτω αριστερή γωνία της εικόνας φαίνεται επίσης η εξίσωση της γραμμής τάσης των διαγραμμάτων, αλλά και ο συντελεστής συσχέτισης  $R^2$ . Εφόσον το  $R^2$  είναι μικρότερο του 0.9 τότε δεν υπάρχει κάποια γραμμική σχέση μεταξύ του  $\psi$  και του GMA.



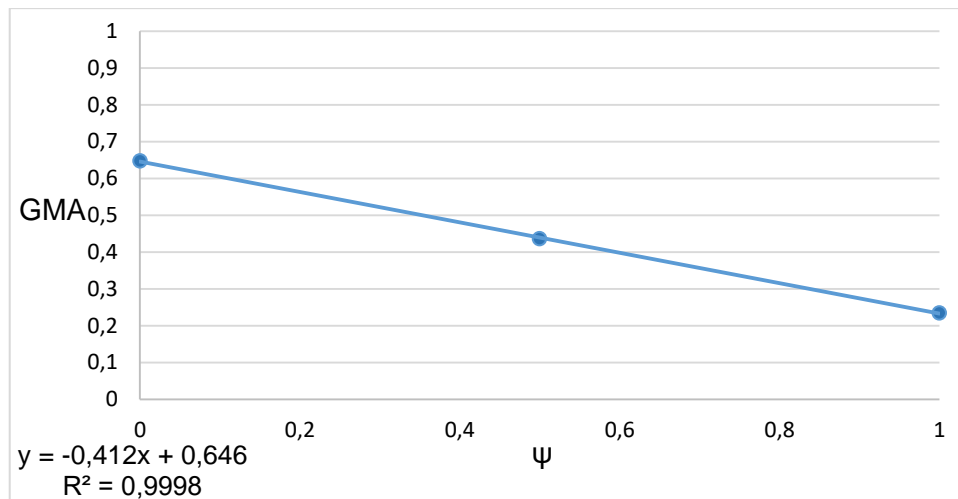
Εικόνα 3.27. Διάγραμμα  $f(\psi)=GMA$  με γραμμική γραμμή τάσης

Έτσι, στην προσπάθεια να βρεθεί κάποια συσχέτιση βρέθηκε η γραμμή τάσης της Εικόνας 3.28. η οποία δείχνει μια πολυωνυμική εξίσωση 4ου βαθμού, αρκετά δύσχρηστη για να χρησιμοποιηθεί κάπως.



Εικόνα 3.28. Διάγραμμα  $f(\psi)=GMA$  με πολυωνυμική γραμμή τάσης

Παρατηρώντας στην συνέχεια τα παραπάνω διαγράμματα λίγο καλύτερα, φαίνεται ότι για τις κατηγορίες "Ουδέτερη", "Καλή", "Πολύ Καλή" ενδέχεται να υπάρχει μια καλύτερη συσχέτιση. Σε αυτές τις κατηγορίες επίσης έχουμε και πολύ μεγαλύτερο δείγμα σε αντίθεση με τις δυο υπόλοιπες. Έτσι, δίνεται το διάγραμμα της Εικόνας 3.29 από την γραμμή τάσης του οποίου φαίνεται ότι υπάρχει πολύ καλή γραμμική σχέση μεταξύ  $\psi$  και GMA σε αυτές τις τρεις κατηγορίες.



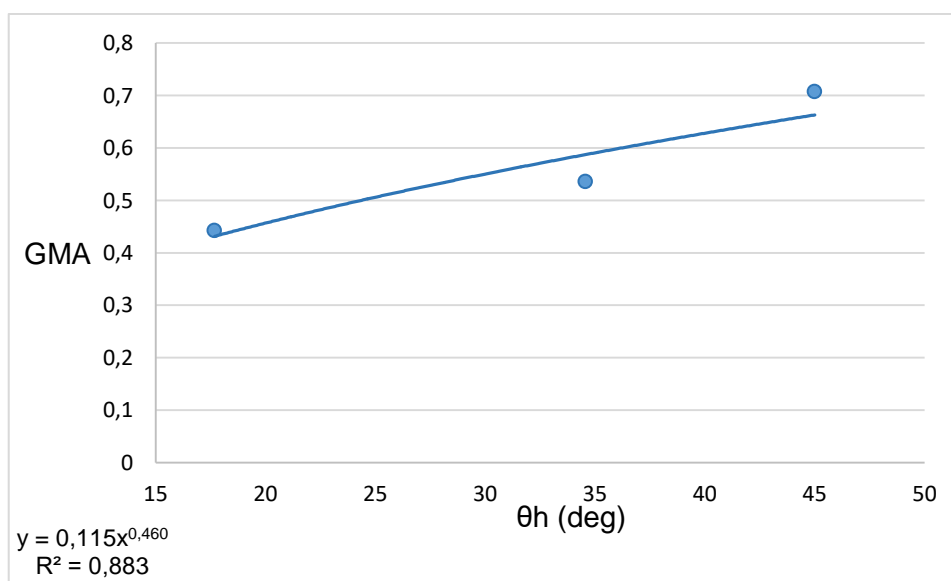
Εικόνα 3.29. Διάγραμμα  $f(\psi)=GMA$  για τις κατηγορίες “Ουδέτερη”, “Καλή” και “Πολύ Καλή”

Έχοντας πλέον αντιληφθεί ότι υπάρχει μια σύνδεση μεταξύ  $\psi$  και GMA, θεωρήθηκε σωστό οι σχέσεις που συνδέουν τους προαναφερθέντες συντελεστές με το GMA να βγουν μόνο από το κομμάτι του δείγματος που είχε ουδέτερη/μέτρια στάση απέναντι στις τεχνολογίες ΑΠΕ.

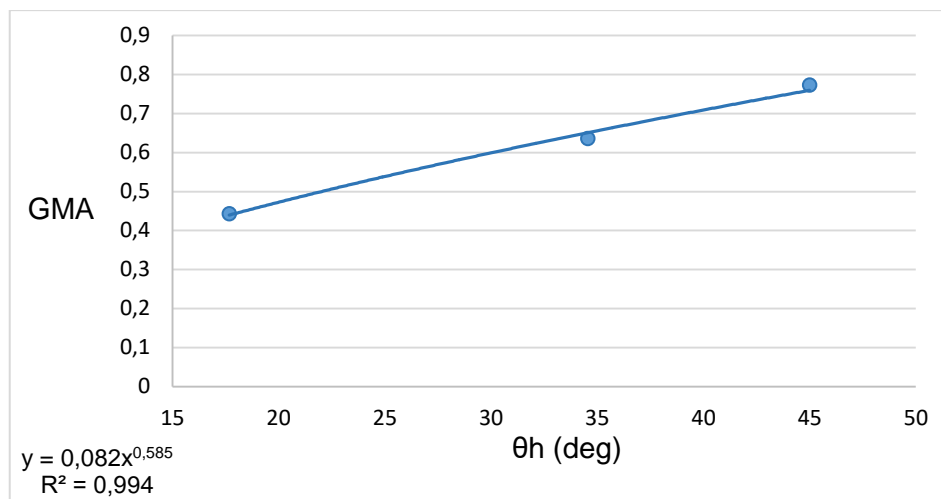
### 3.4.3. Εκθέτες συντελεστών εξίσωσης

#### Εκθέτης συντελεστή $\theta_h$

Ο συντελεστής  $\theta_h$  μελετήθηκε από το Ζεύγος 1 των ερωτηματολογίων. Παρόλα αυτά, καθώς οι φωτογραφίες 1 και 3 επαναλαμβάνονταν στην συνέχεια, έγινε δοκιμή τόσο με τις τιμές που πήραν στο Ζεύγος 1, αλλά και με τον μέσο όρο αυτών και από τα άλλα ζεύγη. Έτσι, κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα των Εικόνων 3.30 και 3.31. Στην κάτω αριστερή γωνία της κάθε Εικόνας φαίνεται και η εξίσωση της γραμμής τάσης των διαγραμμάτων, αλλά και ο συντελεστής συσχέτισης  $R^2$ .

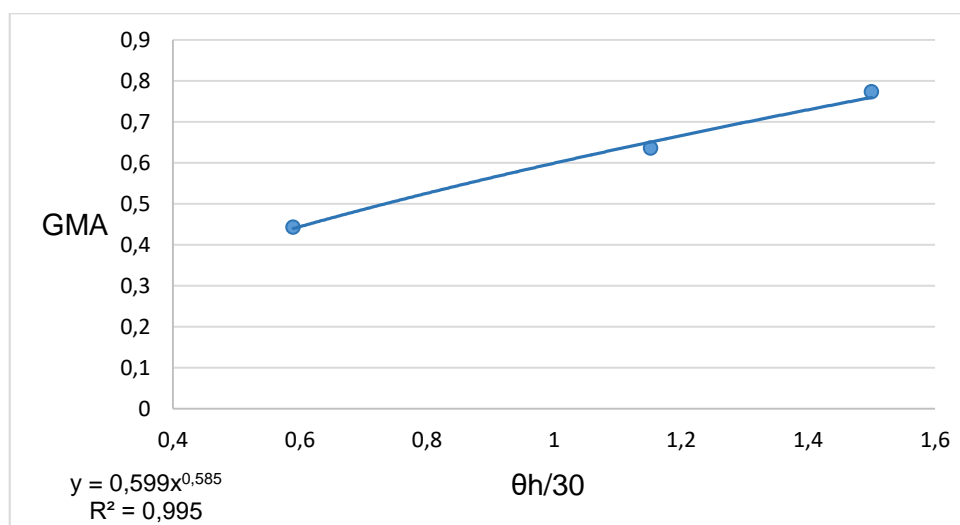


Εικόνα 3.30. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 1 προς  $\theta_h$ .

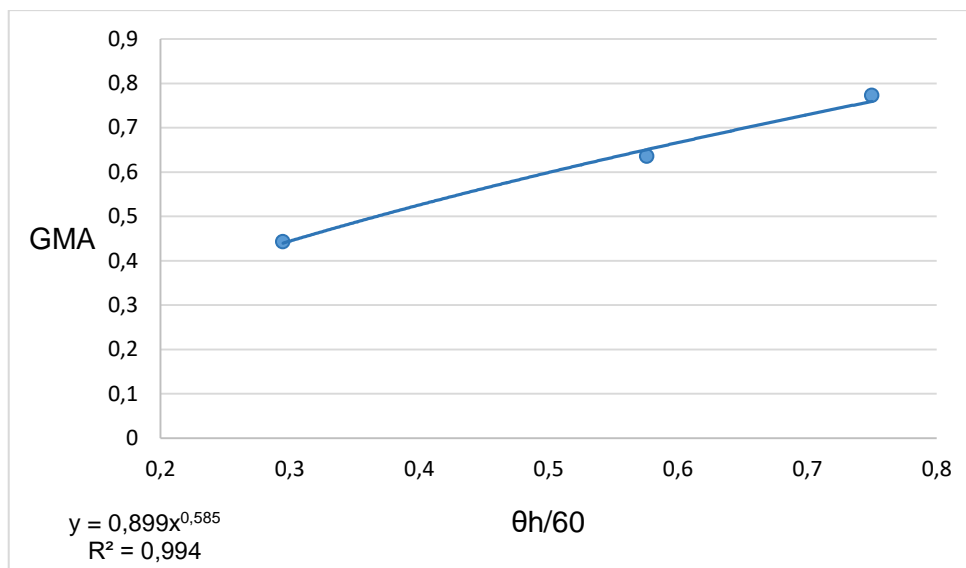


Εικόνα 3.31. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 1 (με τους μ.ό.) προς  $\theta_h$ .

Όπως φαίνεται από τις Εικόνες 3.30 και 3.31 καλύτερο συντελεστή προσδιορισμού έχει η Εικόνα 3.31 οπότε και επιλέχθηκε ο συντελεστής  $\theta_h$  να έχει σαν εκθέτη την τιμή 0.585. Στην συνέχεια δοκιμάστηκε η δημιουργία των διαγραμμάτων αυτών αλλά διαιρώντας το  $\theta_h$  με τυχαίες τιμές για να βρεθεί αν μεταβάλλεται ο εκθέτης της εξίσωσης. Έτσι έχουμε τις Εικόνες 3.32 και 3.33, στις οποίες ο συντελεστής έχει διαιρεθεί με 30 και 60 μοίρες αντίστοιχα.



Εικόνα 3.32. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 1 (με τους μ.ό.) προς  $\theta_h/30^\circ$ .

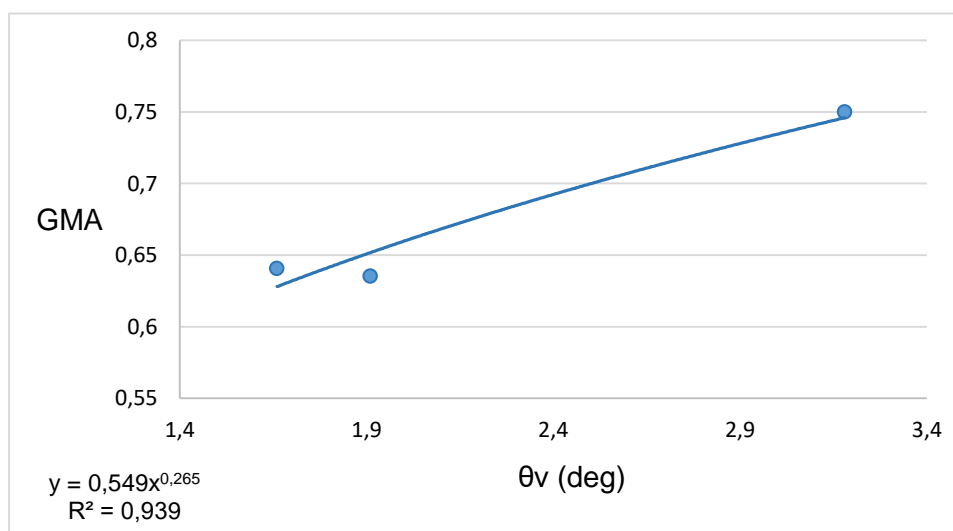


Εικόνα 3.33. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 1 (με τους μ.δ.) προς  $\theta_h/60^\circ$ .

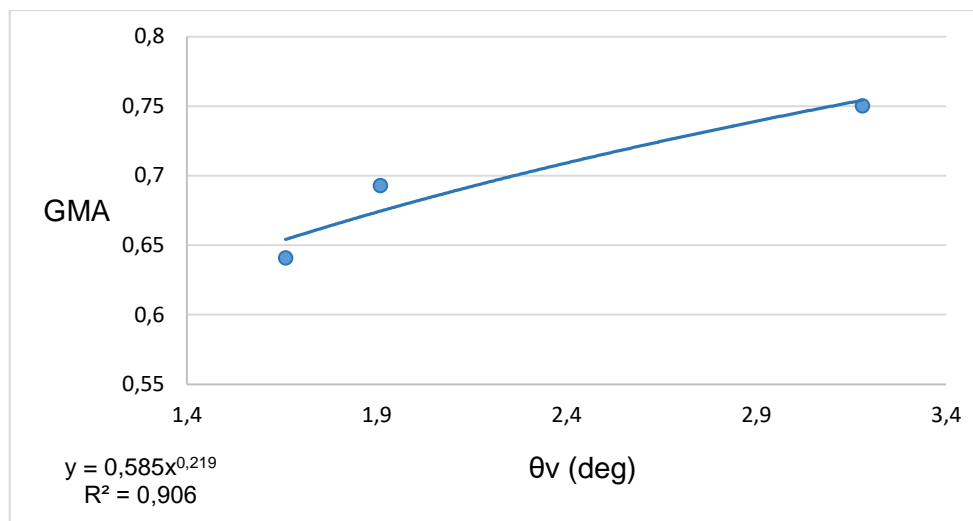
Όπως φαίνεται από τις Εικόνες 3.32 και 3.33, τόσο ο εκθέτης της εξίσωσης όσο και το  $R^2$  παραμένουν ακριβώς τα ίδια. Το μόνο που αλλάζει είναι ο αριθμός πριν τον συντελεστή, ο οποίος βάσει της εξίσωσης 2.26 θα αποτελεί το γινόμενο των υπόλοιπων συντελεστών. Έτσι, γνωστοποιείται ότι όταν θα δοκιμαστεί να βρεθούν οι συντελεστές  $\theta_h$ ,  $\theta_v$ ,  $\rho$ ,  $\theta_r$  και  $\theta_i$  δεν θα χρειαστεί να γίνεται αλλαγή και στους εκθέτες μαζί.

#### Εκθέτης συντελεστή $\theta_v$

Ο συντελεστής  $\theta_v$  μελετήθηκε από το Ζεύγος 3. Όπως και με το Ζεύγος 1 έτσι και εδώ υπήρχαν φωτογραφίες που επαναλαμβάνονταν στο ερωτηματολόγιο και έτσι δοκιμάστηκαν και οι τιμές GMA του Ζεύγους 3 όπως βρέθηκαν εκεί, αλλά και ο μέσος όρος των φωτογραφιών που επαναλαμβάνοντουσαν. Έτσι δώθηκαν τα διαγράμματα των Εικόνων 3.34 και 3.35.



Εικόνα 3.34. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 3 προς  $\theta_v$ .

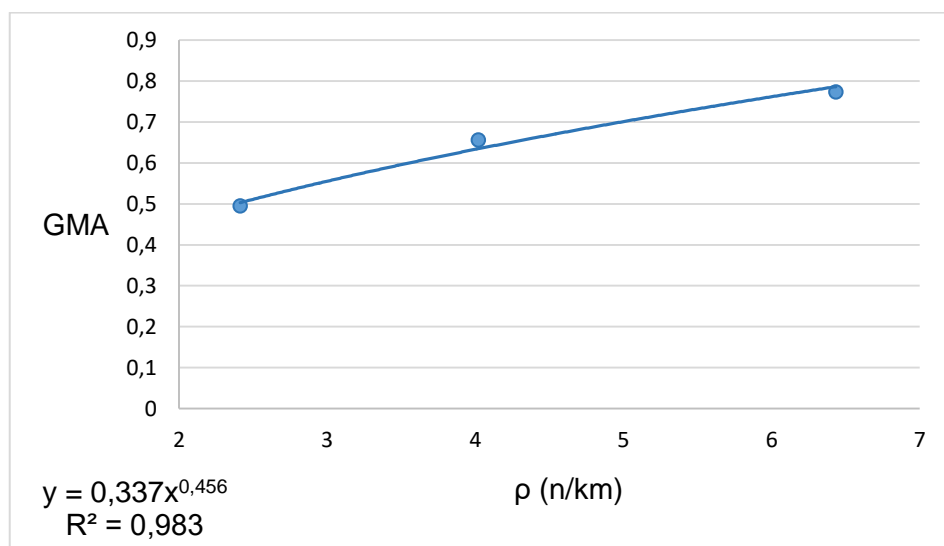


Εικόνα 3.35. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 3 (με τους μ.ό) προς  $\theta_v$ .

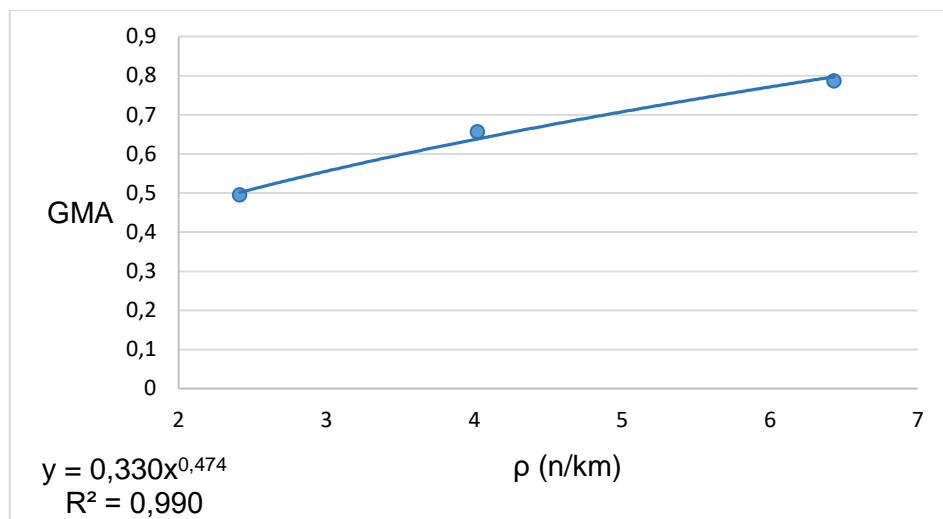
Όπως φαίνεται στις Εικόνες 3.34 και 3.35 τον καλύτερο συντελεστή συσχέτισης τον έχει η Εικόνα 3.34, οπότε η τιμή του εκθέτη για το  $\theta_v$  είναι 0.265.

#### Εκθέτης συντελεστή $\rho$ (n/km)

Ο συντελεστής  $\rho$  μελετήθηκε από το Ζεύγος 2. Όπως και με τα Ζεύγη 1 και 3, έτσι και εδώ υπήρχαν φωτογραφίες που ξαναχρησιμοποιούνταν στο ερωτηματολόγιο και έτσι δοκιμάστηκαν και οι τιμές GMA του Ζεύγους 2 όπως βρέθηκαν εκεί, αλλά και ο μέσος όρος των φωτογραφιών που επαναλαμβάνοντουσαν. Έτσι κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα των Εικόνων 3.36 και 3.37.



Εικόνα 3.36. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 2 προς  $\rho$  (n/km).

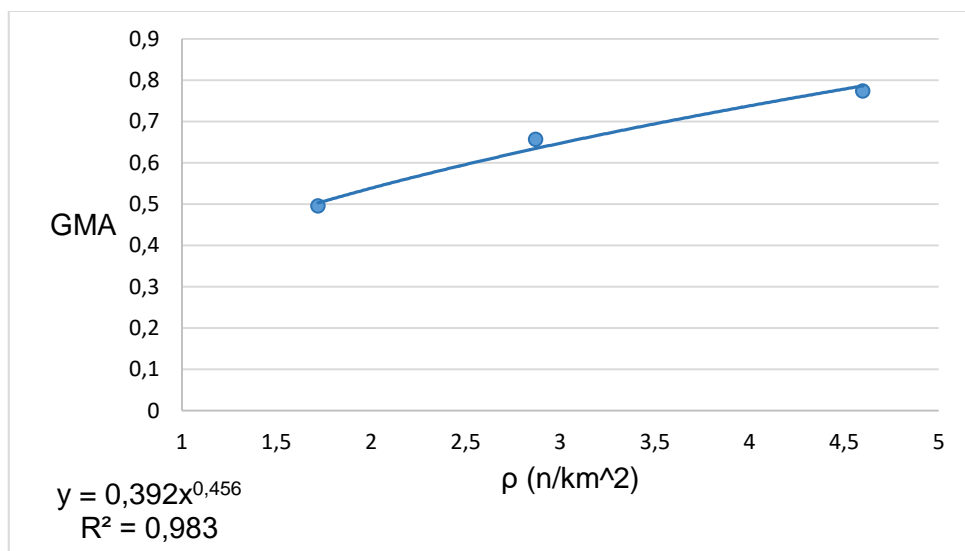


Εικόνα 3.37. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 2 (με τους μ.ό) προς  $\rho$  (n/km).

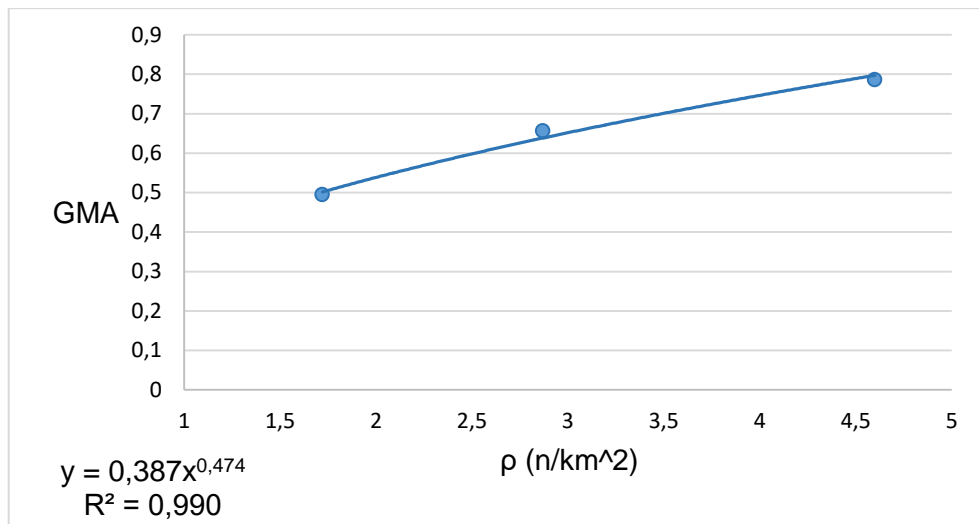
Όπως φαίνεται στις Εικόνες 3.36 και 3.37 τον καλύτερο συντελεστή συσχέτισης τον έχει η Εικόνα 3.37, και έτσι η τιμή του εκθέτη για το  $\rho$  είναι 0.474.

#### Εκθέτης συντελεστή $\rho$ (n/km<sup>2</sup>)

Ισχύουν ακριβώς τα ίδια με πριν. Από την ίδια διαδικασία δόθηκαν οι Εικόνες 3.38 και 3.39.



Εικόνα 3.38. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 2 προς  $\rho$  (n/km<sup>2</sup>).

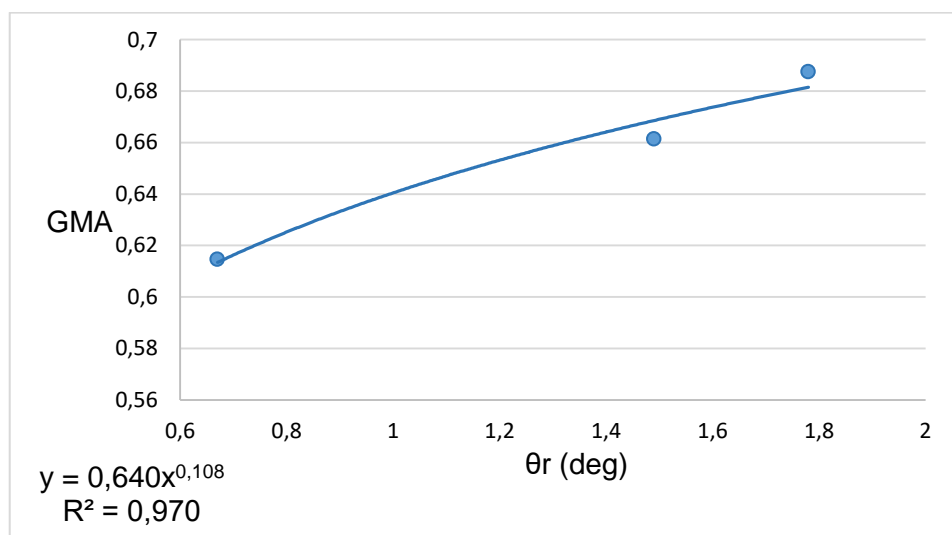


Εικόνα 3.39. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 2 (με τους μ.ό) προς  $\rho$  (n/km<sup>2</sup>).

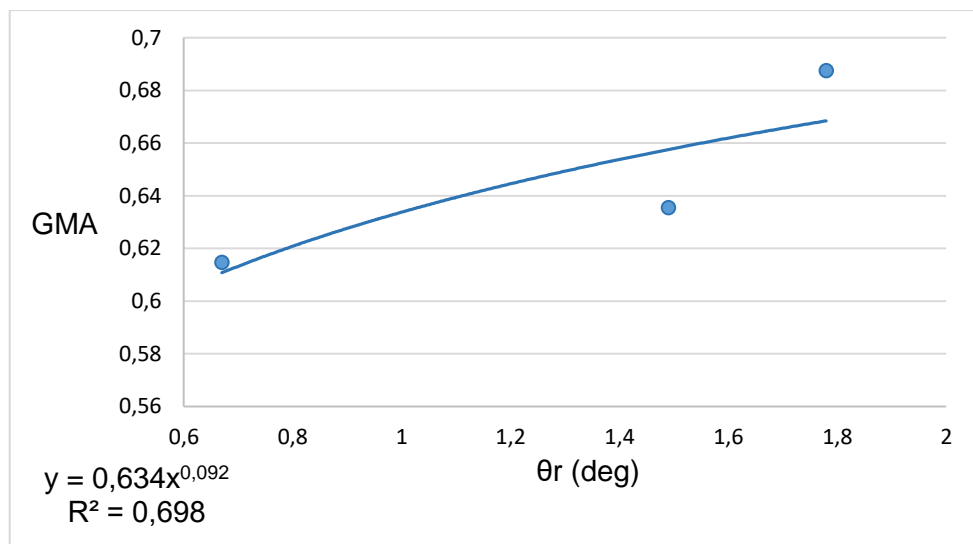
Όπως φαίνεται στις Εικόνες 3.38 και 3.39 τον καλύτερο συντελεστή συσχέτισης τον έχει η Εικόνα 3.39, και έτσι η τιμή του εκθέτη για το  $\rho$  είναι 0.474.

#### Εκθέτης συντελεστή $\theta_r$

Ο συντελεστής  $\theta_r$  μελετήθηκε από το Ζεύγος 4. Όπως και με τα προηγούμενα 3 ζεύγη έτσι και εδώ υπήρχαν φωτογραφίες που ξαναχρησιμοποιούνταν στο ερωτηματολόγιο και έτσι δοκιμάστηκαν και οι τιμές GMA του Ζεύγους 4, όπως βρέθηκαν εκεί, αλλά και ο μέσος όρος των φωτογραφιών που επαναλαμβάνοντουσαν. Έτσι κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα των Εικόνων 3.40 και 3.41 χωρίς να έχει χρησιμοποιηθεί ακόμα η διόρθωση  $\alpha_r$ .

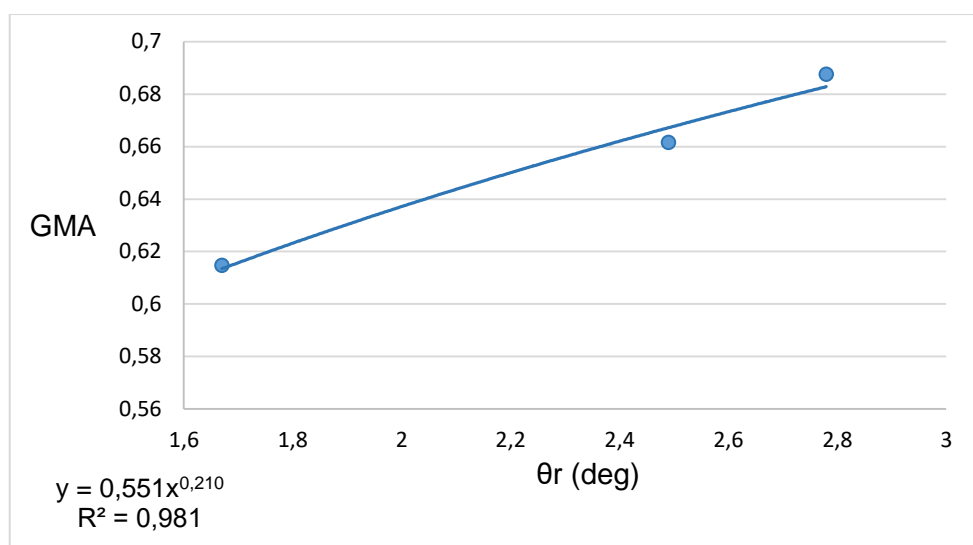


Εικόνα 3.40. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 4 προς  $\theta_r$ .



Εικόνα 3.41. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 4 (με τους μ.ό) προς  $\theta_r$ .

Όπως φαίνεται στις Εικόνες 3.40 και 3.41 τον καλύτερο συντελεστή συσχέτισης τον έχει η Εικόνα 3.40. Δοκιμάζοντας τώρα διάφορες τιμές για τον συντελεστή  $\alpha_r$  βρέθηκε ότι για τιμές από 1 και άνω ο συντελεστής  $R^2$  έπαιρνε τιμές άνω του 0.9 και όσο ανέβαινε το  $\alpha_r$  τόσο ανέβαινε και το  $R^2$ , καθώς όμως ο συντελεστής  $\theta_r$  ούτως ή άλλως δεν παίρνει μεγάλες τιμές προτιμήθηκε η τιμή του  $\alpha_r$  να είναι 1. Έτσι κατασκευάστηκε το διάγραμμα της Εικόνας 3.42.

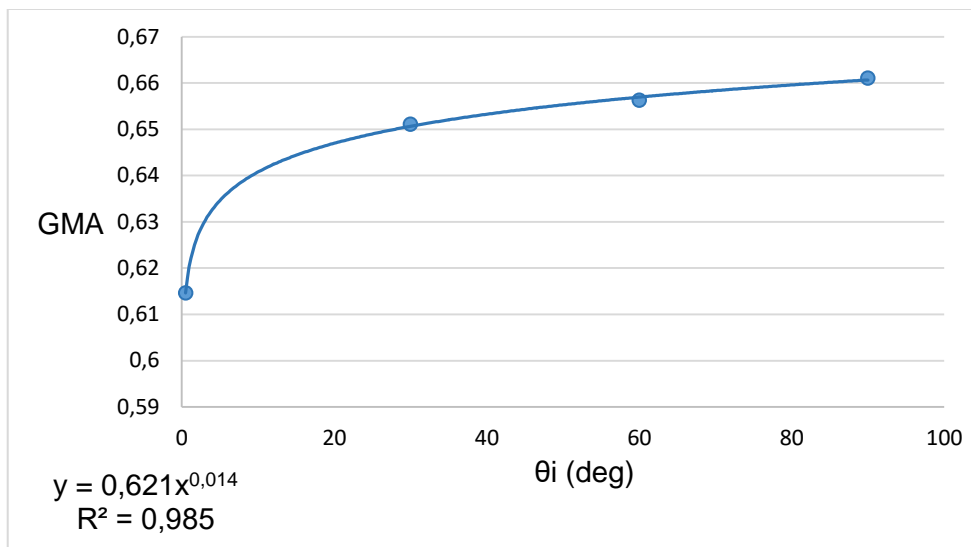


Εικόνα 3.42. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 4 (με τους μ.ό) προς  $\theta_r$  μετά την προσθήκη του  $\alpha_r$ .

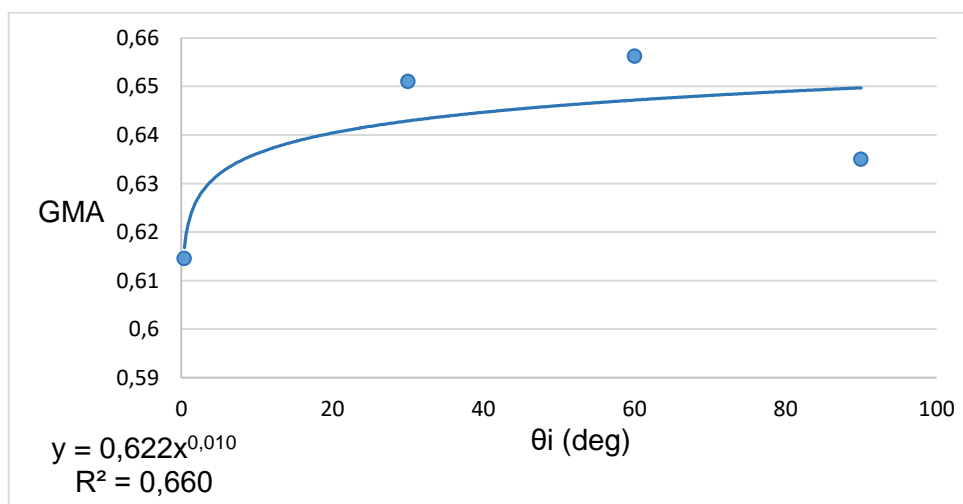
Από το διάγραμμα δίνεται ότι ο εκθέτης του συντελεστή  $\theta_r$  είναι 0.210.

### Εκθέτης συντελεστή $\theta_i$

Ο συντελεστής  $\theta_i$  μελετήθηκε από το Ζεύγος 5 καθώς χρησιμοποιήθηκε και μια φωτογραφία από το Ζεύγος 4 για μεγαλύτερη ακρίβεια. Καθώς όπως η φωτογραφία αυτή χρησιμοποιούνταν και σε άλλα ζεύγη δοκιμάστηκε με την αυτούσια τιμή της στο Ζεύγος 4 και με την τιμή της από το μέσο όρο και των άλλων ζευγών. Έτσι κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα των Εικόνων 3.43 και 3.44, χωρίς την χρήση του συντελεστή διόρθωσης  $\alpha_i$ .

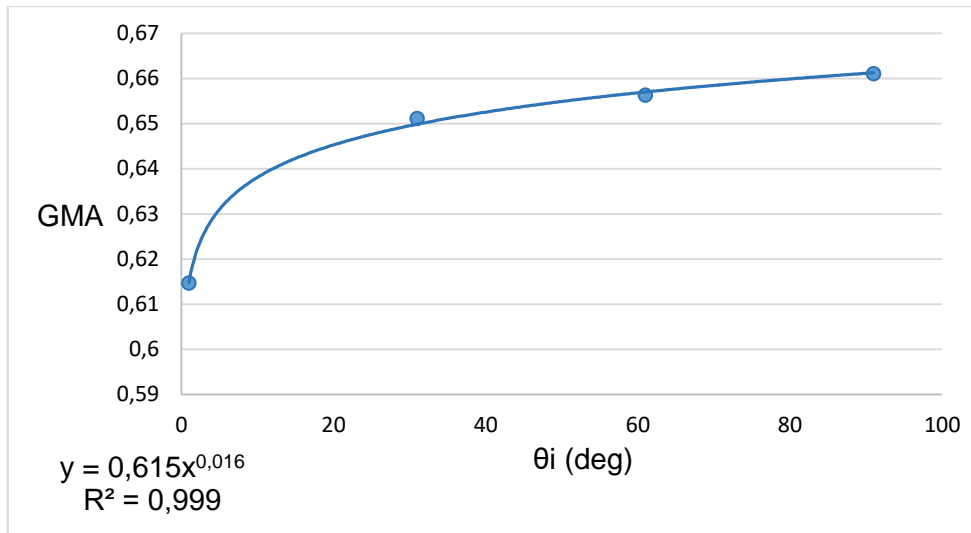


Εικόνα 3.43. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 5 προς  $\theta_i$ .



Εικόνα 3.44. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 5 (με τους μ.ό) προς  $\theta_i$ .

Όπως φαίνεται από τις εξισώσεις στις Εικόνες 3.43 και 3.44 η Εικόνα 3.43 έχει πολύ καλύτερο  $R^2$ . Προχωρώντας σε δοκιμές στον συντελεστή  $\alpha_i$  βρέθηκε ότι το καλύτερο  $R^2$  υφίσταντο για  $\alpha_i=1$  και για τιμές μεγαλύτερες του 1 το  $R^2$  όλο και μειωνόταν. Έτσι το  $\alpha_i$  πήρε την τιμή 1. Το διάγραμμα που δημιουργήθηκε από την διαδικασία αυτή φαίνεται στην Εικόνα 3.45.



Εικόνα 3.45. Διάγραμμα GMA Ζεύγους 5 (με τους μ.ό) προς  $\theta_i$  μετά την προσθήκη του  $\alpha_i$

Όπως φαίνεται από την εξίσωση της Εικόνας 3.45 ο εκθέτης του  $\theta_i$  είναι 0.016.

#### Συντελεστής $\psi_f$

Ο συντελεστής  $\psi$  για το δείγμα βρέθηκε ίσος με 0.530 και ο λόγος  $f(1)/f(0)$  από την γραμμή τάσης στην Εικόνα 3.39 ίσος με 0.361. Έτσι, από την εξίσωση 2.19 βρέθηκε ότι  $\psi_f=0.661$ .

#### 3.4.4. Τιμές $\theta_h'$ , $\theta_v'$ , $\rho'$ , $\theta_r'$ και $\theta_i'$ και τελικός τύπος

Μετά την εύρεση των εκθετών για τον κάθε συντελεστή έγιναν αρκετές δοκιμές για να βρεθούν οι καταλληλότερες τιμές των  $\theta_h'$ ,  $\theta_v'$ ,  $\rho'$ ,  $\theta_r'$  και  $\theta_i'$ . Σε κάθε δοκιμή γινόταν σύγκριση των αποτελεσμάτων που έδινε η εξίσωση 2.26 με αυτά των ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων. Οι δύο καλύτερες συγκλίσεις δόθηκαν με τις τιμές  $\theta_h'=45^\circ$ ,  $\theta_v'=5^\circ$ ,  $\rho'=6 \text{ n/km}$ ,  $\theta_r'=3^\circ$  και  $\theta_i'=90^\circ$  και με  $\theta_h'=45^\circ$ ,  $\theta_v'=5^\circ$ ,  $\rho'=4 \text{ n/km}^2$ ,  $\theta_r'=3^\circ$  και  $\theta_i'=90$ . Έτσι οι δύο τελικοί τύποι είναι αυτοί στις εξισώσεις 3.1 και 3.2.

$$GMA = \left(\frac{\theta_h}{45^\circ}\right)^{0.585} \times \left(\frac{\theta_v}{5^\circ}\right)^{0.265} \times \left(\frac{\rho}{6 \frac{n}{km}}\right)^{0.474} \times \left(\frac{1+\theta_r}{4^\circ}\right)^{0.210} \times \left(\frac{1+\theta_i}{91^\circ}\right)^{0.016} \times \psi_f \quad (3.1)$$

$$GMA = \left(\frac{\theta_h}{45^\circ}\right)^{0.585} \times \left(\frac{\theta_v}{5^\circ}\right)^{0.265} \times \left(\frac{\rho}{4 \frac{n}{km^2}}\right)^{0.474} \times \left(\frac{1+\theta_r}{4^\circ}\right)^{0.210} \times \left(\frac{1+\theta_i}{91^\circ}\right)^{0.016} \times \psi_f \quad (3.2)$$

Η σύγκριση μεταξύ των εξισώσεων 3.1 και 3.2 και των αποτελεσμάτων των ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων φαίνεται στους Πίνακες 3.42 και 3.43 αντίστοιχα. Στους Πίνακες δεν αναγράφονται οι φωτογραφίες 17 και 18 του ζεύγους 6 καθώς δεν χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία της μεθόδου. Επίσης οι φωτογραφίες που εμφανιζόντουσαν πολλαπλές φορές επαληθεύονται με τον μέσο όρο τους.

Φωτογραφία	GMA Εξίσωσης 3.1 χωρίς $\psi_f$	GMA ερωτηματολογίων ουδέτερου δείγματος	Απόκλιση %	GMA Εξίσωσης 3.1 με $\psi_f$	GMA ερωτηματολογίων δείγματος	Απόκλιση %
1, 7, 10, 19	0.621	0.632	1.7	0.411	0.398	3.3
2	0.420	0.441	4.9	0.277	0.262	5.8
3, 5, 16	0.725	0.768	5.6	0.479	0.500	4.2
4	0.455	0.489	7.0	0.301	0.284	5.8
6	0.580	0.649	10.6	0.384	0.409	6.2
8	0.711	0.745	4.5	0.470	0.507	7.3
9	0.598	0.638	6.2	0.396	0.390	1.5
11	0.571	0.612	6.6	0.378	0.378	0.0
12	0.636	0.686	7.4	0.420	0.424	0.9
13	0.617	0.656	6.0	0.408	0.418	2.4
14	0.611	0.651	6.2	0.404	0.411	1.8
15	0.578	0.615	6.0	0.382	0.383	0.2
20	0.513	0.511	0.4	0.339	0.279	21.3
21	0.665	0.670	0.8	0.439	0.429	2.4
μ.ο			5.3			4.5

Πίνακας 3.42. Αποτελέσματα εξίσωσης 3.1, με και χωρίς  $\psi_f$  και απόκλιση αυτής από τα ηλεκτρονικά Ερωτηματολόγια.

Φωτογραφία	GMA Εξίσωσης 3.2 χωρίς $\psi_f$	GMA ερωτηματολογίων ουδέτερου δείγματος	Απόκλιση %	GMA Εξίσωσης 3.2 με $\psi_f$	GMA ερωτηματολογίων δείγματος	Απόκλιση %
1, 7, 10, 19	0.642	0.632	1.6	0.424	0.398	6.7
2	0.434	0.441	1.8	0.287	0.262	9.3
3, 5, 16	0.749	0.768	2.4	0.495	0.500	1.1
4	0.470	0.489	3.9	0.311	0.284	9.3
6	0.599	0.649	7.6	0.396	0.409	3.1
8	0.735	0.745	1.3	0.486	0.507	4.2
9	0.618	0.638	3.1	0.409	0.390	4.9
11	0.590	0.612	3.5	0.390	0.378	3.3
12	0.657	0.686	4.3	0.434	0.424	2.4
13	0.638	0.656	2.8	0.422	0.418	0.8
14	0.631	0.651	3.1	0.417	0.411	1.5
15	0.597	0.615	2.9	0.395	0.383	3.1
20	0.530	0.511	3.7	0.350	0.279	25.3
21	0.687	0.670	2.5	0.454	0.429	5.8
μ.ο			3.2			5.8

Πίνακας 3.43. Αποτελέσματα εξίσωσης 3.2, με και χωρίς  $\psi_f$  και απόκλιση αυτής από τα ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια.

### 3.5. Δοκιμή της Ελληνικής Μεθόδου στα σενάρια της Κισσάμου

Προκειμένου να επιβεβαιωθεί η λειτουργικότητα της μεθόδου, έγινε εφαρμογή των εξισώσεων 3.1 και 3.2 στις τέσσερις υποθετικές εγκαταστάσεις στον κόλπο της Κισσάμου, από τα 3 σημεία που βρίσκονται στην περιοχή της Κισσάμου. Τα αποτελέσματα φαίνονται στους Πίνακες 3.44 και 3.45 όπου στην πρώτη στήλη τους αναγράφεται πρώτα ο αριθμός του σημείου παρατήρησης και έπειτα ο αριθμός της εγκατάστασης.

	$\theta_h$ (deg)	$\theta_v$ (deg)	$\rho$ (n/km)	$\theta_r$ (deg)	$\theta_i$ (deg)	GMA
1.1	51.3	2.768	9.76	3.16	81	0.981
1.2	18.4	2.202	9.42	2.72	88	0.486
1.3	54.2	3.020	5.28	3.65	81	0.804
1.4	27.5	2.301	3.43	3.02	86	0.398
2.1	53.6	2.871	9.37	3.24	88	1.004
2.2	24.2	2.219	7.16	2.73	83	0.504
2.3	56.7	3.134	5.08	3.75	88	0.824
2.4	30.8	2.327	3.09	3.04	79	0.407
3.1	53.7	2.967	9.13	3.32	82	1.004
3.2	29.9	2.109	5.56	2.65	73	0.495
3.3	56.6	3.215	4.79	3.82	82	0.809
3.4	33.4	2.258	2.73	2.98	70	0.396

Πίνακας 3.44. Εφαρμογή εξίσωσης 3.1 στις εγκαταστάσεις στην Κίσαμο.

	$\theta_h$ (deg)	$\theta_v$ (deg)	$\rho$ (n/km <sup>2</sup> )	$\theta_r$ (deg)	$\theta_i$ (deg)	GMA
1.1	51.3	2.8	2.74	3.16	81	0.658
1.2	18.4	2.2	4.71	2.72	88	0.426
1.3	54.2	3.0	1.56	3.65	81	0.553
1.4	27.5	2.3	2.38	3.02	86	0.406
2.1	53.6	2.9	2.74	3.24	88	0.686
2.2	24.2	2.2	4.71	2.73	83	0.500
2.3	56.7	3.1	1.56	3.75	88	0.576
2.4	30.8	2.3	2.38	3.04	79	0.435
3.1	53.7	3.0	2.74	3.32	82	0.694
3.2	29.9	2.1	4.71	2.65	73	0.553
3.3	56.6	3.2	1.56	3.82	82	0.582
3.4	33.4	2.3	2.38	2.98	70	0.449

Πίνακας 3.45. Εφαρμογή εξίσωσης 3.2 στις εγκαταστάσεις στην Κίσαμο.

Τέλος, έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων των εξισώσεων 3.1 και 3.2 με αυτά των ερωτηματολογίων που μοιράστηκαν στην περιοχή της Κισσάμου. Μέσω αυτού δημιουργήθηκε ο Πίνακας 3.46 που δείχνει τις αποκλίσεις των εξισώσεων από τις απαντήσεις των ερωτηματολογίων. Ο συντελεστής  $\psi_f$  πήρε την τιμή 0.891, αυτήν δηλαδή που είχε βρεθεί για το δείγμα της Κισσάμου.

	GMA Εξίσωσης 3.1	GMA Εξίσωσης 3.2	Ερωτηματολόγια	Απόκλιση % Εξίσωσης 3.1	Απόκλιση % Εξίσωσης 3.2
1.1	0,981	0,658	0,571	71,6	15,1
1.2	0,486	0,426	0,542	10,2	21,4
1.3	0,804	0,553	0,631	27,5	12,4
1.4	0,398	0,406	0,536	25,6	24,3
2.1	1,004	0,686	0,679	47,9	1,0
2.2	0,504	0,500	0,595	15,4	15,9
2.3	0,824	0,576	0,619	33,2	6,9
2.4	0,407	0,435	0,560	27,3	22,3
3.1	1,004	0,694	0,696	44,2	0,3
3.2	0,495	0,553	0,583	15,1	5,2
3.3	0,809	0,582	0,661	22,5	12,0
3.4	0,396	0,449	0,55	27,7	18,1
μ.ο				30,7	12,9
μ.ο σεναρίων 1&3				41,1	7,9
μ.ο σεναρίων 2&4				20,2	17,9

Πίνακας 3.46. Απόκλιση Ελληνικής Μεθόδου από τα ερωτηματολόγια της Κισσάμου

## 4. Συζήτηση

### 4.1. Ισπανική Μέθοδος

Από τον Πίνακα 3.28 είναι ορατό πως η κάθε αλλαγή στην Ισπανική Μέθοδο έδωσε διαφορετικά αποτελέσματα. Αρχικά παρατηρείται ότι ο μικρότερος βαθμός όχλησης σημειώνεται με την αρχική μορφή της Ισπανικής Μεθόδου, ενώ κάθε αλλαγή που γίνεται σε αυτήν τείνει να αυξάνει την τιμή του PA1 (και του PA2 κατά συνέπεια). Ιδιαίτερα στην περίπτωση των συνδυαστικών αλλαγών φαίνεται να υπάρχει η μεγαλύτερη μεταβολή σε σχέση με την αρχική έκδοση της μεθόδου. Ωστόσο με πρώτη ματιά φαίνεται ότι οι τιμές των συνδυαστικών αλλαγών στην μέθοδο φέρνουν αποτελέσματα πιο κοντά στα αποτελέσματα των Ερωτηματολογίων που δείχνει η τελευταία στήλη του Πίνακα 3.28. Προχωρώντας στον Πίνακα 3.29 φαίνεται καθαρά πως η μέθοδος με την μεγαλύτερη απόκλιση από την πραγματικότητα είναι η αρχική Ισπανική Μέθοδος. Με μέση απόκλιση 88.0% είναι πλέον ξεκάθαρο ότι η χρήση της είναι απαγορευτική για τον υπολογισμό του βαθμού οπτικής όχλησης από παράκτια πάρκα μιας και έναν σοβαρό βαθμό όχλησης τον εκλαμβάνει σαν ελάχιστο βαθμό όχλησης. Αυτό το εύρημα δείχνει κιόλας το πόσο δραματική είναι η αλλαγή στον βαθμό όχλησης που δημιουργείται από τις σημερινές εγκαταστάσεις, σε σχέση με τις εγκαταστάσεις του 2005.

Συνεχίζοντας πλέον στις αλλαγές που έγιναν στην μέθοδο, τα αποτελέσματα είναι πιο ελπιδοφόρα. Σε κάθε αλλαγή που γίνεται στην μέθοδο η απόκλιση δείχνει να μειώνεται, ενώ η μείωση είναι ακόμα πιο έντονη στις συνδυαστικές αλλαγές στην μέθοδο. Από όλες τις παραλλαγές που δοκιμάστηκαν, τρεις είναι αυτές που ξεχωρίζουν στον Πίνακα 3.29.

- Πρώτη είναι η αλλαγή του συντελεστή  $n$  με τον νέο συντελεστή  $n$  χωρίς την χρήση κυβοειδών, σε συνδυασμό με την αλλαγή του συντελεστή  $d$  με τον συντελεστή  $d$  της βιβλιογραφίας [Manchado et al, 2015]. Ο συνδυασμός των αλλαγών αυτών σημειώνει την μικρότερη απόκλιση που παρατηρείται, μόλις στο 19.7%.

- Η δεύτερη παραλλαγή που ξεχώρισε στον Πίνακα 3.29 είναι αυτή στην οποία ο  $v$  αλλάζει με το  $v$  της βιβλιογραφίας [Manchado et al, 2015], τα κυβοειδή αλλάζουν όπως περιγράφεται στην Μεθοδολογία στην υποενότητα 2.3.1 και ο συντελεστής  $d$  αλλάζει με τον συντελεστή  $d$  της βιβλιογραφίας [Manchado et al, 2015]. Με αυτόν τον συνδυασμό αλλαγών σημειώθηκε η δεύτερη μικρότερη απόκλιση, με τιμή 22.1%.
- Η τρίτη τέλος παραλλαγή που ξεχώρισε ήταν η αλλαγή του συντελεστή  $v$  με τον νέο συντελεστή  $v$  χωρίς την χρήση κυβοειδών, σε συνδυασμό με την αλλαγή του συντελεστή  $d$  με τον νέο συντελεστή  $d$  του Πίνακα 2.8. Ο συνδυασμός αυτός προσέφερε την τρίτη μικρότερη απόκλιση, με τιμή 26.1%.

Μετά από μια πιο προσεκτική παρατήρηση στον Πίνακα 3.29 βρέθηκε ότι για τα σενάρια 2 και 4 οι τιμές της απόκλισης ήταν πολύ μεγαλύτερες σε σύγκριση με αυτές των σεναρίων 1 και 3, σε αρκετές από τις παραλλαγές που δοκιμάστηκαν. Αυτό ήταν που οδήγησε στην δημιουργία των Πινάκων 3.30 και 3.31 για να συγκριθούν ξεχωριστά οι αποκλίσεις για αυτά τα σενάρια. Παρατηρώντας τον Πίνακα 3.30 είναι φανερό πως για τις περισσότερες παραλλαγές η απόκλιση από τα ερωτηματολόγια είναι πολύ μικρότερη. Πιο συγκεκριμένα

- Στην περίπτωση που ο παράγοντας  $v$  και ο συντελεστής  $d$  άλλαζαν ακριβώς όπως πρότεινε η βιβλιογραφία [Manchado et al, 2015] η μέση τιμή της απόκλισης ήταν μόλις 5.9%
- Στην περίπτωση που παράλληλα με τα παραπάνω γινόταν και η αλλαγή στα κυβοειδή σύμφωνα με την μεθοδολογία της υποενότητας 2.3.1, η απόκλιση ήταν 6.9%.
- Την τριάδα με τις τρεις χαμηλότερες αποκλίσεις στον Πίνακα 3.30 συμπλήρωσε η περίπτωση στην οποία το  $v$  άλλαζε στην μορφή του που δεν χρησιμοποιούνταν κυβοειδή και το  $d$  άλλαζε σύμφωνα με τον Πίνακα 2.8. Σε αυτήν την περίπτωση η απόκλιση ήταν στο 7.9%.

Προχωρώντας πλέον στον Πίνακα 3.31 ήταν αναμενόμενο οι αποκλίσεις που είχαν οι περισσότερες παραλλαγές από τα ερωτηματολόγια να είναι μεγάλες.

- Από εκεί που στον Πίνακα 3.30 εμφανίζονται συνδυασμοί αλλαγών με μέσο όρο απόκλισης 5.9% και 6.9%, πλέον η μικρότερη απόκλιση που παρατηρείται είναι 26.3% και δίνεται στην περίπτωση που ο παράγοντας  $v$  αντικατασταθεί με τον  $v$  που δεν χρησιμοποιεί κυβοειδή και ο  $d$  με αυτόν της βιβλιογραφίας [Manchado et al, 2015].
- Από εκεί και πέρα ο μέσος όρος της απόκλισης είναι μεγαλύτερος από 37% και κατά συνέπεια οι μέθοδοι δεν είναι αξιόπιστες.

Όσον αφορά τα κυβοειδή παρατηρείται στον Πίνακα 3.30 ότι σε κάθε μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε με κυβοειδή, την μικρότερη απόκλιση την είχαν τα κυβοειδή της βιβλιογραφίας [Manchado et al, 2015] που ήταν μεγαλύτερα σε όγκο. Στον Πίνακα 3.31 ωστόσο φαίνεται ότι στην περίπτωση που τα κυβοειδή συνδυάζονται με το  $d$  της βιβλιογραφίας [Manchado et al, 2015], τότε η χρήση των νέων κυβοειδών, που σε αυτήν την περίπτωση έχουν μεγαλύτερο όγκο, έχουν μικρότερη απόκλιση από αυτά με της βιβλιογραφίας [Manchado et al, 2015] με τον μικρότερο όγκο. Από την άλλη με το νέο  $d$  του Πίνακα 2.8 τα κυβοειδή με τον μικρότερο όγκο έχουν μικρότερη απόκλιση από αυτά με το μεγαλύτερο. Εν ολίγοις ο όγκος του κυβοειδούς φαίνεται ότι δεν είναι απαραίτητος παράγοντας για να καταστήσει το κυβοειδές λιγότερο ή περισσότερο λειτουργικό.

Βλέποντας την υποτίμηση στην όχληση που προξενείται από τις μικρότερου μεγέθους εγκαταστάσεις και το πόσο διαφορετική είναι η τιμή της απόκλισης από τις ίδιες μεθόδους για διαφορετικού μεγέθους εγκαταστάσεις φαίνεται πως είναι ανάγκη να υπάρξει αλλαγή και στον συντελεστή  $n$  ο οποίος είναι και αυτός που κρίνει τον βαθμό όχλησης από το μέγεθος της εγκατάστασης αναλόγως του αριθμού ανεμογεννητριών που υπάρχουν

μέσα σε αυτήν. Αυτό που δεν μπορεί να ειπωθεί όμως με βεβαιότητα είναι άμα είναι ορθό ο συντελεστής  $\psi$  να κρατήσει την μορφή του και να μετράει ανεμογεννήτριες ή άμα πρέπει να μετράει παράγοντες όπως η έκταση του αιολικού πάρκου σε τετραγωνικά χιλιόμετρα, την πυκνότητα των ανεμογεννητριών στην εγκατάσταση ή ένας συνδυασμός αυτών. Σε κάθε περίπτωση φαίνεται ήδη πως παρ' όλες τις αλλαγές η μέθοδος δεν είναι ακόμα ολοκληρωμένη.

Πέρα από αλλαγές στους ήδη υπάρχοντες συντελεστές δοκιμάστηκε και η προσθήκη των συντελεστών  $\psi$  και  $\psi_f$  για την μελέτη του βαθμού όχλησης αναλόγως την άποψη του δείγματος για τις τεχνολογίες αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Από την Εικόνα 3.20 είναι ορατό ότι η πλειοψηφία του δείγματος είχαν θετική άποψη για τις τεχνολογίες ΑΠΕ ενώ ελάχιστο ήταν το τμήμα που είχε αρνητική. Καθώς δεν υπήρχαν αρκετά άτομα με αρνητική άποψη, μελετήθηκε ο συντελεστής  $\psi$  μόνο με τα τμήμα που είχε ουδέτερη, καλή ή πολύ καλή άποψη. Από την Εικόνα 3.22, η γραμμή τάσης του διαγράμματος έχει γραμμική σχέση με  $R^2$  μάλιστα ίσο με 0.999. Εφόσον η τιμή του  $R^2$  είναι μεγαλύτερη του 0.9 τότε υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ  $\psi$  και PA1 και μάλιστα εφόσον ο συντελεστής είναι τόσο κοντά στην μονάδα, η συσχέτιση μπορεί να θεωρηθεί σχεδόν τέλεια. Αυτό είναι αρκετό για να αποδείξει ότι η άποψη του δείγματος όντως συνδεόταν με τον βαθμό όχλησης που αισθανόταν και έτσι η προσθήκη του συντελεστή  $\psi_f$  στο PA1 κρίθηκε ουσιαστικό και ορθό. Συνεχίζοντας στον Πίνακα 3.33 που δείχνει την απόκλιση των μεθόδων μετά την προσθήκη του συντελεστή  $\psi_f$  φαίνεται ότι η απόκλιση μεγαλώνει ελαφρά σε περισσότερες από τις μεθόδους με εξαίρεση δυο, μια εκ των οποίων είναι και η μέθοδος που έδειξε την μικρότερη απόκλιση από όλες τις υπόλοιπες. Παρόλο που σε πολλές από τις παραλλαγές η απόκλιση ανέβηκε, αυτό δεν σημαίνει ότι ο συντελεστής  $\psi_f$  είναι λανθασμένος, καθώς έχει ήδη αποδειχθεί η πολύ ισχυρή συσχέτιση μεταξύ  $\psi$  και PA1 και επίσης έχει ήδη αποδειχθεί ότι η μεθοδολογίες τείνουν ήδη να υποτιμούν την όχληση που δημιουργείται, οπότε από την στιγμή που το  $\psi$  είναι θετικό λογικό με το να χαμηλώσει το ήδη υποτιμημένο PA1 να αυξηθεί η απόκλιση.

Από το διάστημα εμπιστοσύνης του Πίνακα 3.34 φαίνεται η αληθινή τιμή όχλησης μπορεί να έχει  $\pm 0,1$  διαφορά από την τιμή που βρέθηκε στα ερωτηματολόγια. Αυτό δεν είναι απαραίτητα αρνητικό αλλά ούτε και θετικό εύρημα. Υποδεικνύει ωστόσο μια αδυναμία της μεθοδολογίας στο κομμάτι των ερωτηματολογίων. Με το να μπορεί το δείγμα να απαντήσει μεταξύ 5 μόνο απαντήσεων υπάρχει τάση να ψηφιοποιείται αρκετά η διαδικασία και έτσι η τυπική απόκλιση  $\sigma$  του δείγματος να είναι πολύ ευαίσθητη σε μεταβολές, καθώς μια διαφορετική απάντηση θα δώσει  $\psi$  που δεν θα είναι διαφορετικό κατά 0.01 ή 0.02 αλλά κατά 0.25. Αυτή η αδυναμία ωστόσο δεν είναι απόλυτο ότι μπορεί να επιλυθεί κάπως καθώς σε γενικά πλαίσια η αύξηση των δυνατών απαντήσεων δυσκολεύει περισσότερο τον ερωτηθέντα να ξεχωρίσει ποια απάντηση τον εκφράζει περισσότερο. Επίσης, το απρόβλεπτο κομμάτι του ανθρώπινου παράγοντα προσδίδει από μόνο του έναν βαθμό σφαλμάτων στην μέθοδο, μιας και φάνηκαν απρόβλεπτες περιπτώσεις που ο ερωτηθέντας απαντούσε ότι τον ενοχλούσε περισσότερο μια πολύ μικρή εγκατάσταση σε σχέση με μια αρκετά μεγάλη. Έτσι, προστίθενται από μόνα τους σφάλματα στην μεθοδολογία που δεν είναι δυνατόν να αποφευχθούν κάπως. Στα τελευταία στοιχεία που αφορούσαν την Κίσαμο φάνηκε ότι το PA1 δεν έχει κάποια ιδιαίτερη συσχέτιση ούτε με το φύλο ούτε με την ηλικία, τουλάχιστον για το συγκεκριμένο δείγμα του πληθυσμού. Έτσι δεν έγινε κάποια περαιτέρω έρευνα στα δημογραφικά στοιχεία της περιοχής.

Αλλάζοντας περιοχή και πηγαίνοντας στην Καλυβιανή, τα αποτελέσματα ήταν πιο περιορισμένα και αρκετά αναξιόπιστα, μιας και το δείγμα ήταν μονάχα 6 άτομα. Κοιτώντας τον Πίνακα 3.36 δεν μπορούν να βγουν πολλά συμπεράσματα για το ποια είναι η καλύτερη μέθοδος μιας και όλες εμφανίζουν πολύ υψηλή απόκλιση από τα ερωτηματολόγια. Προχωρώντας και στον Πίνακα 3.39 είναι ολοφάνερο ότι το διάστημα εμπιστοσύνης για τα ερωτηματολόγια της Καλυβιανής είναι υπερβολικά μεγάλο καθιστώντας όντως αναξιόπιστα τα ευρήματα που αφορούν τις αποκλίσεις των Πινάκων 3.36-3.38. Το μόνο σχόλιο που μπορεί να γίνει είναι για την λειτουργικότητα ή μη των κυβοειδών. Παρατηρείται ότι σε κάθε συνδυαστική περίπτωση, ο συντελεστής  $\psi$  χωρίς τα

κυβοειδή φέρνει πολύ καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με αυτά του συντελεστή  $n$  με τα κυβοειδή. Επίσης, ακόμα και αν χρησιμοποιηθούν οι ακραίες τιμές του Πίνακα 3.39 για τα ερωτηματολόγια, τα κυβοειδή συνεχίζουν να βγάζουν πολύ μεγάλη απόκλιση από αυτά. Φαίνεται ότι στην διαγώνια αριστερή όψη υπάρχει μια μεγάλη τάση υπερτίμησης του βαθμού όχλησης που δημιουργείται, μιας και το σχήμα της εγκατάστασης δεν μπορεί να αντιπροσωπευτεί σωστά από ένα κυβοειδές. Στην ίδια την βιβλιογραφία [Manchado et al, 2015] ούτως ή άλλως συζητιέται ότι ένα κυβοειδές μπορεί να μην είναι αντιπροσωπευτικό για όλες τις όψεις που μπορεί να έχει μια εγκατάσταση.

Συνδυάζοντας τα στοιχεία αυτά μαζί αποφασίστηκε ότι μεταξύ όλων των συντελεστών  $n$  που δοκιμάστηκαν, ο καλύτερος και πιο αντιπροσωπευτικός της πραγματικότητας ήταν ο συντελεστής  $n$  στον οποίο δεν γινόταν χρήση κυβοειδών. Στο κομμάτι του συντελεστή  $d$  ωστόσο από τα στοιχεία που υπάρχουν δεν μπόρεσε να γίνει κάποια σίγουρη επιλογή μεταξύ των συντελεστών που δοκιμάστηκαν. Το μόνο σίγουρο είναι ότι ο αρχικός συντελεστής  $d$  δεν είναι λειτουργικός, εφόσον οι τιμές που δίνει υποτιμάνε πολύ την όχληση που προκαλείται από τις μεγαλύτερου μεγέθους ανεμογεννήτριες. Επίσης παρατηρήθηκε ότι στον Πίνακα 2.4 οι τιμές της ενδιάμεσης γραμμής δεν συμπίπτουν με τις οριακές συνθήκες που υποδεικνύει ο Πίνακας 2.4. Παρατηρήθηκε ότι ανά περιπτώσεις μπορεί να έδινε και αρνητική τιμή συντελεστή, κάτι που ρεαλιστικά δεν υφίσταται. Αποτέλεσμα αυτού ήταν όταν χρησιμοποιούταν η αρχική Ισπανική Μέθοδος αντί ο συντελεστής  $d$  να παίρνει τιμή 0.1 για αποστάσεις μεγαλύτερες των 6 km, να παίρνει την τιμή αυτήν για αποστάσεις μεγαλύτερες των 5 km. Σε κάθε περίπτωση, είτε ο συντελεστής της βιβλιογραφίας [Manchado et al, 2015] είτε ο νέος συντελεστής  $d$  από τον Πίνακα 2.8, θα ήταν καλό να χρησιμοποιηθούν. Μεταξύ των δυο, ίσως καλύτερος είναι ο συντελεστής  $d$  από την βιβλιογραφία, μιας και στην Κίσαμο είχε χαμηλότερη απόκλιση από των νέο συντελεστή  $d$ .

#### 4.2. Ελληνική Μέθοδος

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων των ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων βρέθηκε ότι και σε αυτήν την περίπτωση ο συντελεστής  $\psi$  είχε σχεδόν τέλεια συσχέτιση με τον βαθμό όχλησης που αισθανόταν το δείγμα με ουδέτερη, καλή και πολύ καλή άποψη για τις τεχνολογίες ΑΠΕ. Η διαφορά σε σύγκριση με το δείγμα στην Κίσαμο ήταν ότι εδώ φάνηκε η γραμμική σχέση αυτή να έχει μεγαλύτερη κλίση σε σύγκριση με αυτήν στην Κίσαμο. Σε κάθε περίπτωση, επαληθεύεται ότι η άποψη ενός δείγματος για τις τεχνολογίες ΑΠΕ μπορεί να επηρεάζει την όχληση που αισθάνεται το δείγμα από αυτές.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα από τα ερωτηματολόγια είναι εμφανές ότι σε πολλές ίδιες φωτογραφίες η απάντηση που έδωσαν πολλοί από τους ερωτηθέντες ήταν ελαφρά διαφορετική. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι βλέποντας και άλλες εγκαταστάσεις πριν ή μετά, άλλαξε ο τρόπος με τον οποίο βαθμολογούσε την όχληση. Επίσης σημαντικό φαίνεται να είναι ότι μεταξύ των φωτογραφιών 1, 7, 10 και 19 που έδειχναν την ίδια εικόνα, η φωτογραφία 1 που ήταν και η πρώτη φωτογραφία στο ερωτηματολόγιο είχε αρκετά μικρότερο βαθμό όχλησης από τις υπόλοιπες τρεις, οι οποίες είχαν κοντινό GMA μεταξύ τους. Φαίνεται έτσι πως όταν πρώτο απαντά ένας ερωτηθέντας το ερωτηματολόγιο τείνει να βαθμολογεί χαμηλότερα την όχληση από αυτήν που εν τέλει αισθάνεται. Κάτι παρόμοιο παρατηρήθηκε και στα ερωτηματολόγια στην Κίσαμο όπου αρκετοί ήταν αυτοί που την πρώτη φωτογραφία που έδειχνε ένα μεγάλο σε μέγεθος πάρκο την βαθμολόγησαν χαμηλότερα από την δεύτερη που έδειχνε ένα αρκετά μικρότερο πάρκο. Αυτό το εύρημα μπορεί να λαμβάνεται υπόψιν σε μελλοντικές έρευνες με φωτογραφίες και οι φωτογραφίες που απαντώνται στην αρχή να χρησιμοποιούνται για να "ζεστάνουν" τον ερωτηθέντα και όχι σαν τμήμα της έρευνας του οποίου οι απαντήσεις θα ληφθούν υπόψιν. Το γεγονός ότι σε πολλές ίδιες φωτογραφίες ο βαθμός όχλησης που δήλωναν οι ερωτηθέντες ότι αισθάνονταν ήταν διαφορετικός αποτελεί μια αδυναμία της μεθοδολογίας και πηγή πιθανών σφαλμάτων, που δυστυχώς δεν γίνεται κάπως να αποφευχθούν. Το συγκεκριμένο φαίνεται ότι πηγάζει από το απρόβλεπτο της ανθρώπινης φύσης και άμα

γινόταν προσπάθεια να μην ληφθούν υπόψιν τα άτομα που είχαν απαντήσει διαφορετικά σε ίδιες φωτογραφίες, το δείγμα που απέμενε ήταν πολύ μικρό για να αξιοποιηθεί κάπως.

Προχωρώντας στους εκθέτες της εξίσωσης 2.25 παρατηρήθηκε ότι για κάθε έναν εκθέτη που επιλέχθηκε, ο αντίστοιχος συντελεστής  $R^2$  έδειχνε ότι υπήρχε ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των συντελεστών αυτών και του βαθμού όχλησης που παρατηρούνταν. Οι διορθώσεις που προστέθηκαν κίολας στους συντελεστές  $\theta_r$  και  $\theta_i$  είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής  $R^2$ , αυξάνοντας έτσι τον βαθμό συσχέτισης τους με το GMA. Για την επιλογή των εκθετών σε κάποιες περιπτώσεις επιλέχθηκε το διάγραμμα που έβγαινε από τις τιμές του ζεύγους και άλλες φορές από τιμές που χρησιμοποιούσαν τον μέσο όρο των φωτογραφιών με φωτογραφίες από άλλα ζεύγη. Αυτό, ναί μεν κρίθηκε σαν την καλύτερη λύση, μπορεί όμως να συμβάλει σε δημιουργία μικρών σφαλμάτων, όταν καλιμπράρεται η εξίσωση 2.26 με τους συντελεστές  $\theta_h$ ,  $\theta_v$ ,  $\rho$ ,  $\theta_r$  και  $\theta_i$ .

Παρατηρώντας τις τιμές των εκθετών της εξίσωσης 2.25, φαίνεται πως οι συντελεστές που επηρεάζουν περισσότερο την όχληση που θα αισθανθεί ο παρατηρητής είναι οι  $\theta_h$  και  $\rho$ , καθώς οι τιμές των εκθετών τους είναι οι μεγαλύτερες, 0.581 και 0.480 αντίστοιχα. Την μικρότερη επιρροή από την άλλη, στο πως μεταβάλλεται ο βαθμός όχλησης φαίνεται πως έχει ο συντελεστής  $\theta_i$ , αφού ο εκθέτης του έχει την χαμηλότερη τιμή, συγκεκριμένα 0.016. Από τους εκθέτες των συντελεστών και από τους συντελεστές  $\theta_h$ ,  $\theta_v$ ,  $\rho$ ,  $\theta_r$  και  $\theta_i$  προέκυψαν οι εξισώσεις 3.1 και 3.2. Ο λόγος που είναι δύο εξισώσεις είναι διότι στην μια το  $\rho$  μελετάται ως προς ανεμογεννήτριες, ως προς το πλάτος της εγκατάστασης (όπως αυτό φαίνεται από το σημείο παρατήρησης) και στην δεύτερη ως προς εμβαδόν της εγκατάστασης. Από τους Πίνακες 3.42 και 3.43 φαίνεται πως και οι δύο εξισώσεις έχουν εξίσου πολύ χαμηλή απόκλιση από τις φωτογραφίες των ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων, κάτι που αποτελεί θετικό σημάδι για την λειτουργικότητα της μεθόδου, παρόλο που το καλιμπράρισμα της έγινε μέσω αυτών των φωτογραφιών.

Επαληθεύοντας τις δυο αυτές εξισώσεις με τις εγκαταστάσεις στην Κίσσαμο φαίνεται πως η εξίσωση 3.1 έχει πολύ μεγάλη απόκλιση (30.7%) από τις τιμές των ερωτηματολογίων. Παρόλα αυτά η εξίσωση 3.2 έχει αρκετά μικρή απόκλιση, μόλις στο 12.1%. Η απόκλιση που σημειώνει η εξίσωση 3.2 είναι μικρότερη από κάθε παραλλαγή που έγινε στην Ισπανική Μέθοδο και αποδίδει καλύτερα την πραγματικότητα και για τις εγκαταστάσεις μικρότερης έκτασης των σεναρίων 2 & 4. Ένας κύριος παράγοντας των σφαλμάτων που παρατηρούνται τόσο στην εξίσωση 3.2, αλλά κυρίως στην εξίσωση 3.2 είναι η ύπαρξη τιμών μεγαλύτερες ή μικρότερες από αυτές που μελετήθηκαν στα ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια για την δημιουργία της μεθόδου. Η γραμμή τάσης ενός διαγράμματος είναι χρήσιμη κυρίως για τις τιμές μέσα στις οριακές της συνθήκες. Έξω από αυτές δεν θεωρείται πολύ λειτουργική και έτσι όταν μια τιμή βγει εκτός των ορίων του διαγράμματος, τα σφάλματα που αναμένεται να προκύψουν είναι αρκετά μεγαλύτερα. Αυτό συνέβη κυρίως με την εξίσωση 3.1, με τον συντελεστή  $\rho$  στον οποίο ενώ η μεγαλύτερη τιμή για την δημιουργία του ήταν 6.43 n/km, στις εγκαταστάσεις της Κισσάμου έφτασε τιμές 9.76 n/km, που ήταν πολύ μεγαλύτερες από αυτές που είχαν αρχικά μελετηθεί. Με αυτή την υπόθεση η εξίσωση 3.1, παρόλο το μεγάλο της σφάλμα, δεν μπορεί να θεωρηθεί τελείως εσφαλμένη, αλλά περισσότερο όχι αρκετά μελετημένη. Μια νέα μελέτη βασιζόμενη στην εξίσωση 3.1 και στα 5 πρώτα ζεύγη του Πίνακα 3.40, αλλά με μεγαλύτερη πληθώρα φωτογραφιών ανά ζεύγος, θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια πιο ακριβής μέθοδο.

Σε κάθε περίπτωση, εφόσον η εξίσωση 3.2 έχει τόσο καλή ακρίβεια θα ήταν καλύτερο οι νέες έρευνες να έχουν ως βάση αυτή. Το μόνο ζήτημα με την εξίσωση 3.1 είναι ότι χρησιμοποιώντας στην εξίσωση την πυκνότητα σαν ανεμογεννήτριες προς εμβαδόν, δεν δίνεται έτσι κάποιο συγκεκριμένο όριο στο πόσο μακριά μπορεί να φτάνει η εγκατάσταση από άποψη βάθους. Για την επίλυση αυτού θα είχε ενδιαφέρον να δοκιμαστεί εξίσωση που να εξετάζει και τους δύο συντελεστές της πυκνότητας μαζί. Έτσι, στην έρευνα θα υπήρχαν 6 διαφορετικά ζεύγη, ένα για την πυκνότητα σε n/km και ένα για την πυκνότητα σε n/km<sup>2</sup>. Άλλοι συντελεστές που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν είναι να μετριέται το βάθος σε σειρές. Επίσης, θα μπορούσε ίσως να αντικατασταθούν κάποιοι συντελεστές με άλλους, για παράδειγμα αντί η όχληση του ρότορα να υπολογίζεται με

μοίρες να μελετάται ως τον λόγο της διάμετρου του με το hub height των ανεμογεννητριών. Άλλη πρόταση είναι αντί να μελετάται το  $\theta_r$  και το  $\theta_i$  ξεχωριστά να μελετώνται σαν ένας συντελεστής όπως ακριβώς μελετάται ο  $\theta_r$ , αλλά χωρίς να θεωρείται ότι η ανεμογεννήτρια κοιτάει κατά μέτωπο τον παρατηρητή. Σε γενικές γραμμές μπορούν να υπάρξουν αρκετές παραλλαγές στους συντελεστές, αλλά για την ώρα οι συντελεστές της εξίσωσης 2.26 είναι αυτοί που φαίνονται να είναι οι καταλληλότεροι, με την προσθήκη ίσως μόνο ενός συντελεστή που να μελετάει και το βάθος.

## 5. Συμπεράσματα

Μετά την έρευνα και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων είναι καθαρό πλέον ότι η Ισπανική Μέθοδος στην αρχική της μορφή δεν είναι ικανή να αντιπροσωπεύσει τον βαθμό όχλησης που προξενείται από μια παράκτια αιολική εγκατάσταση. Από τις παραλλαγές που δοκιμάστηκαν φαίνεται πως η αλλαγή του συντελεστή  $\psi$  από την βιβλιογραφία μπορεί ανά περιπτώσεις να δώσει καλά αποτελέσματα κοντά στην πραγματικότητα αλλά για πιο ιδιαίτερα σχήματα εγκατάστασης μπορεί να δώσει τιμές που δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Από την άλλη πλευρά, βρέθηκε ότι ο νέος συντελεστής  $\psi$  που δεν χρησιμοποιεί κυβοειδή δίνει αποτελέσματα αρκετά πιο κοντά στην πραγματικότητα και έτσι είναι αυτός που επιλέχθηκε ως ο πιο κατάλληλος για την μέθοδο. Όσο αφορά τον συντελεστή  $d$  φαίνεται πως και η πρόταση της βιβλιογραφίας [Manchado et al, 2015] αλλά και η νέα πρόταση με χρήση του πίνακα 2.8 δίνουν καλά αποτελέσματα, με την πρόταση της βιβλιογραφίας να δίνει γενικά καλύτερα. Η προσθήκη επίσης ενός συντελεστή  $\psi_f$  που να μεταβάλλει τον βαθμό όχλησης βάσει της άποψης του δείγματος για τις τεχνολογίες ΑΠΕ αποδείχθηκε ουσιαστική προσθήκη στην μέθοδο, εφόσον αποδείχθηκε ότι ο βαθμός όχλησης που αισθάνεται ένας παρατηρητής από μια αιολική εγκατάσταση είναι ανάλογος της άποψης του παρατηρητή για τις τεχνολογίες ΑΠΕ. Παρόλα αυτά, ακόμα και με τις νέες αλλαγές η Ισπανική Μέθοδος παραμένει ημιτελής, αφού βρέθηκε ότι χρειάζεται να γίνουν αλλαγές και στον συντελεστή  $n$  με κάποιον τρόπο. Έτσι υλικό για μελλοντική μελέτη θα μπορούσε να είναι η διόρθωση του συντελεστή αυτού ή και άλλων συντελεστών της μεθόδου, άμα κριθεί απαραίτητο από τον ερευνητή. Θα μπορούσε να μελετηθεί και η προσθήκη νέων επιπλέον συντελεστών στην Ισπανική Μέθοδο, που θα μπορούσαν να αποσκοπήσουν στην βελτίωση της Μεθόδου.

Όσον αφορά την Ελληνική Μέθοδο, τα αποτελέσματα ήταν πολύ θετικά και αισιόδοξα για το μέλλον της μεθόδου. Ήδη από την μελέτη του κάθε συντελεστή ξεχωριστά φάνηκε πως ο καθένας από τους συντελεστές ήταν ισχυρά συσχετισμένος με τον βαθμό όχλησης που προξενούνταν. Επίσης, αποδείχθηκε και με το δείγμα των ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων, ότι η όχληση που αισθάνεται ο παρατηρητής είναι ισχυρά συσχετισμένη με την άποψη του για τις τεχνολογίες ΑΠΕ και έτσι η προσθήκη του συντελεστή  $\psi_f$  στην μέθοδο κρίθηκε και εδώ ουσιώδης. Δοκιμάζοντας την Ελληνική Μέθοδο στην Κίσαμο βρέθηκε ότι η εξίσωση 3.2 ήταν αρκετά πιο ακριβής από κάθε παραλλαγή της Ισπανικής Μεθόδου που εφαρμόστηκε. Παρόλα αυτά, η Ελληνική Μέθοδος έχει αρκετό χώρο ακόμα για διορθώσεις που θα μπορούσαν να την κάνουν πιο ακριβή. Σίγουρα η εξίσωση 3.2 αποτελεί για την ώρα την βασική εξίσωση της μεθόδου, ωστόσο μπορεί να γίνει ακόμα περαιτέρω μελέτη στον κάθε έναν από αυτούς τους συντελεστές ξεχωριστά για να τους καταστήσει και πιο ακριβείς, τόσο στο εύρος τιμών που ήδη μελετήθηκε, όσο και σε μεγαλύτερο εύρος τιμών από αυτό. Επίσης, μπορούν να δοκιμαστούν και παραλλαγές στην εξίσωση 3.1 όπως προσθήκη κάποιων συντελεστών ή αλλαγή κάποιων, ανάλογα με την κρίση του ερευνητή. Συμπερασματικά, φαίνεται πως η Ελληνική Μέθοδος λειτουργεί καλύτερα από την Ισπανική Μέθοδο και υπάρχει αρκετός χώρος ακόμα για βελτιώσεις που θα καταστήσουν την μέθοδο αυτή ακόμα πιο ακριβή και αξιόπιστη.

## Βιβλιογραφία

- [1] Bernd Möller, 2006, Changing wind-power landscapes: regional assessment of visual impact on land use and population in Northern Jutland, Denmark, *Applied Energy*, 83, 477-494
- [2] Cristina Manchado, Valentin Gomez-Jauregui, César Otero, 2015, A review on the Spanish Method of visual impact assessment of wind farms: SPM2, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 756-767
- [3] D. Kokologos, I. Tsitouraa, V. Kouloumpis, T. Tsoutsos, 2014, Visual impact assessment method for wind parks: A case study in Crete, *Land Use Policy*, 39, 110-120
- [4] Haidong Shang, I. D. Bishop, 2000, Visual thresholds for detection, Recognition and visual impact in landscape settings, *Journal of Environmental Psychology*, 20, 125-140
- [5] Ian D. Bishop, 1997, Testing perceived landscape colour difference using the Internet, *Landscape and Urban Planning*, 37, 187-[6] Ian D. Bishop, David R. Miller, 2007, Visual assessment of off-shore wind turbines: The influence of distance, contrast, movement and social variables, *Renewable energy*, 32, 814-831.
- [7] Investopedia, <https://www.investopedia.com/terms/r/r-squared.asp>
- [8] IRENA – International Renewable Energy Agency <https://www.irena.org/>
- [9] José Molina-Ruiz, María José Martínez-Sánchez, Carmen Pérez-Sirvent, Mari Luz Tudela-Serrano, Mari Luz García Lorenzo, 2011, Developing and applying a GIS-assisted approach to evaluate visual impact in wind farms, *Renewable Energy*, 36, 1125-1132
- [10] Juan Pablo Hurtado, Joaquín Fernández, Jorge L. Parrondo, Eduardo Blanco, 2004, Spanish method of visual impact evaluation in wind farms, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8, 483–491
- [11] Julieta Schallenberg-Rodriguez, 2013, A methodological review to estimate techno-economical wind energy production, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 21, 272-287
- [12] Marcos Rodrigues, Carlos Montañés, Norberto Fueyo, 2010, A method for the assessment of the visual impact caused by the large-scale deployment of renewable-energy facilities, *Environmental Impact Assessment Review*, 30, 240-246
- [13] MHI Vestas Offshore Wind, <https://www.mhivestasoffshore.com/>.
- [14] Ministry of the Environment and Energy (Greece). Preliminary procedure for siting of an Offshore Wind Farm, <http://www.ypeka.gr/el-gr/>
- [15] Nicolas Maslov, Christophe Claramunt, Tianzhen Wang, Tianhao Tang, 2017, Method to estimate the visual impact of an offshore wind farm, *Applied Energy*, 204, 1422-1430
- [16] P. T. Gkeka-Serpetsidaki, S. Papadopoulos, T. Tsoutsos. 2021, Estimation of the optical disturbance of offshore wind farms, *ALTERNATIVE ENERGY SOURCES, MATERIALS AND TECHNOLOGIES*, 3 , 71-72
- [17] P. Gkeka-Serpetsidaki, T. Tsoutsos. Sustainable site selection of offshore wind farms using GISbased multi-criteria decision analysis and analytical hierarchy process. Case study:

Island of Crete (Greece), in: Low Carbon Energy Technologies in Sustainable Energy Systems, G. L. Kyriakopoulos (ed.), *Academic Press*, 2021, 329-342.

[18] Theocharis Tsoutsos, Androniki Tsouchlaraki, Manolis Tsiropoulos, 2008, Visual impact evaluation of a wind park in a Greek island, *Applied Energy*, 86, 546–553

[19] Wind Turbines Models. <https://en.wind-turbine-models.com/>

[20] ΕΛΣΤΑΤ, <https://www.statistics.gr/>

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

## Κανονική κατανομή

Εάν η τυχαία μεταβλητή  $X \approx N(0,1)$ , τότε ο παρακάτω πίνακας δίνει τις τιμές της συνάρτησης κατανομής της  $X$ , δηλαδή δίνει τις ποσότητες:

$$P\{X \leq x\} = \Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad \text{για } x \geq 0$$

x	Φ(x)	x	Φ(x)	x	Φ(x)	x	Φ(x)
0,00	0,500000	0,40	0,655422	0,80	0,788145	1,20	0,884930
0,01	0,503989	0,41	0,659097	0,81	0,791030	1,21	0,886860
0,02	0,507978	0,42	0,662757	0,82	0,793892	1,22	0,888767
0,03	0,511967	0,43	0,666402	0,83	0,796731	1,23	0,890651
0,04	0,515953	0,44	0,670031	0,84	0,799546	1,24	0,892512
0,05	0,519939	0,45	0,673645	0,85	0,802338	1,25	0,894350
0,06	0,523922	0,46	0,677242	0,86	0,805106	1,26	0,896165
0,07	0,527903	0,47	0,680822	0,87	0,807850	1,27	0,897958
0,08	0,531881	0,48	0,684386	0,88	0,810570	1,28	0,899727
0,09	0,535856	0,49	0,687933	0,89	0,813267	1,29	0,901475
0,10	0,539828	0,50	0,691462	0,90	0,815940	1,30	0,903199
0,11	0,543795	0,51	0,694974	0,91	0,818589	1,31	0,904902
0,12	0,547758	0,52	0,698468	0,92	0,821214	1,32	0,906582
0,13	0,551717	0,53	0,701944	0,93	0,823814	1,33	0,908241
0,14	0,555670	0,54	0,705402	0,94	0,826391	1,34	0,909877
0,15	0,559618	0,55	0,708840	0,95	0,828944	1,35	0,911492
0,16	0,563559	0,56	0,712260	0,96	0,831472	1,36	0,913085
0,17	0,567495	0,57	0,715661	0,97	0,833977	1,37	0,914656
0,18	0,571424	0,58	0,719043	0,98	0,836457	1,38	0,916207
0,19	0,575345	0,59	0,722405	0,99	0,838913	1,39	0,917736
0,20	0,579260	0,60	0,725747	1,00	0,841345	1,40	0,919243
0,21	0,583166	0,61	0,729069	1,01	0,843752	1,41	0,920730
0,22	0,587064	0,62	0,732371	1,02	0,846136	1,42	0,922196
0,23	0,590954	0,63	0,735653	1,03	0,848495	1,43	0,923641
0,24	0,594835	0,64	0,738914	1,04	0,850830	1,44	0,925066
0,25	0,598706	0,65	0,742154	1,05	0,853141	1,45	0,926471
0,26	0,602568	0,66	0,745373	1,06	0,855428	1,46	0,927855
0,27	0,606420	0,67	0,748571	1,07	0,857690	1,47	0,929219
0,28	0,610261	0,68	0,751748	1,08	0,859929	1,48	0,930563
0,29	0,614092	0,69	0,754903	1,09	0,862143	1,49	0,931888
0,30	0,617911	0,70	0,758036	1,10	0,864334	1,50	0,933193
0,31	0,621719	0,71	0,761148	1,11	0,866500	1,51	0,934478
0,32	0,625516	0,72	0,764238	1,12	0,868643	1,52	0,935744
0,33	0,629300	0,73	0,767305	1,13	0,870762	1,53	0,936992
0,34	0,633072	0,74	0,770350	1,14	0,872857	1,54	0,938220
0,35	0,636831	0,75	0,773373	1,15	0,874928	1,55	0,939429
0,36	0,640576	0,76	0,776373	1,16	0,876976	1,56	0,940620
0,37	0,644309	0,77	0,779350	1,17	0,878999	1,57	0,941792
0,38	0,648027	0,78	0,782305	1,18	0,881000	1,58	0,942947
0,39	0,651732	0,79	0,785236	1,19	0,882977	1,59	0,944083

**Κανονικοί πίνακες (συνέχεια)**

<b>x</b>	<b>Φ(x)</b>	<b>x</b>	<b>Φ(x)</b>	<b>x</b>	<b>Φ(x)</b>	<b>x</b>	<b>Φ(x)</b>
1,60	0,945201	2,10	0,982136	2,60	0,995339	3,10	0,999032
1,61	0,946301	2,11	0,982571	2,61	0,995473	3,11	0,999064
1,62	0,947384	2,12	0,982997	2,62	0,995603	3,12	0,999096
1,63	0,948449	2,13	0,983414	2,63	0,995731	3,13	0,999126
1,64	0,949497	2,14	0,983823	2,64	0,995855	3,14	0,999155
1,65	0,950529	2,15	0,984222	2,65	0,995975	3,15	0,999184
1,66	0,951543	2,16	0,984614	2,66	0,996093	3,16	0,999211
1,67	0,952540	2,17	0,984997	2,67	0,996207	3,17	0,999238
1,68	0,953521	2,18	0,985371	2,68	0,996319	3,18	0,999264
1,69	0,954486	2,19	0,985738	2,69	0,996427	3,19	0,999289
1,70	0,955435	2,20	0,986097	2,70	0,996533	3,20	0,999313
1,71	0,956367	2,21	0,986447	2,71	0,996636	3,21	0,999336
1,72	0,957284	2,22	0,986791	2,72	0,996736	3,22	0,999359
1,73	0,958185	2,23	0,987126	2,73	0,996833	3,23	0,999381
1,74	0,959071	2,24	0,987455	2,74	0,996928	3,24	0,999402
1,75	0,959941	2,25	0,987776	2,75	0,997020	3,25	0,999423
1,76	0,960796	2,26	0,988089	2,76	0,997110	3,26	0,999443
1,77	0,961636	2,27	0,988396	2,77	0,997197	3,27	0,999462
1,78	0,962462	2,28	0,988696	2,78	0,997282	3,28	0,999481
1,79	0,963273	2,29	0,988989	2,79	0,997365	3,29	0,999499
1,80	0,964070	2,30	0,989276	2,80	0,997445	3,30	0,999517
1,81	0,964852	2,31	0,989556	2,81	0,997523	3,31	0,999533
1,82	0,965621	2,32	0,989830	2,82	0,997599	3,32	0,999550
1,83	0,966375	2,33	0,990097	2,83	0,997673	3,33	0,999566
1,84	0,967116	2,34	0,990358	2,84	0,997744	3,34	0,999581
1,85	0,967843	2,35	0,990613	2,85	0,997814	3,35	0,999596
1,86	0,968557	2,36	0,990863	2,86	0,997882	3,36	0,999610
1,87	0,969258	2,37	0,991106	2,87	0,997948	3,37	0,999624
1,88	0,969946	2,38	0,991344	2,88	0,998012	3,38	0,999638
1,89	0,970621	2,39	0,991576	2,89	0,998074	3,39	0,999650
1,90	0,971284	2,40	0,991802	2,90	0,998134	3,40	0,999663
1,91	0,971933	2,41	0,992024	2,91	0,998193	3,41	0,999675
1,92	0,972571	2,42	0,992240	2,92	0,998250	3,42	0,999687
1,93	0,973197	2,43	0,992451	2,93	0,998305	3,43	0,999698
1,94	0,973810	2,44	0,992656	2,94	0,998359	3,44	0,999709
1,95	0,974412	2,45	0,992857	2,95	0,998411	3,45	0,999720
1,96	0,975002	2,46	0,993053	2,96	0,998462	3,46	0,999730
1,97	0,975581	2,47	0,993244	2,97	0,998511	3,47	0,999740
1,98	0,976148	2,48	0,993431	2,98	0,998559	3,48	0,999749
1,99	0,976705	2,49	0,993613	2,99	0,998605	3,49	0,999758
2,00	0,977250	2,50	0,993790	3,00	0,998650	3,50	0,999767
2,01	0,977784	2,51	0,993963	3,01	0,998694	3,51	0,999776
2,02	0,978308	2,52	0,994132	3,02	0,998736	3,52	0,999784
2,03	0,978822	2,53	0,994297	3,03	0,998777	3,53	0,999792
2,04	0,979325	2,54	0,994457	3,04	0,998817	3,54	0,999800
2,05	0,979818	2,55	0,994614	3,05	0,998856	3,55	0,999807
2,06	0,980301	2,56	0,994766	3,06	0,998893	3,56	0,999815
2,07	0,980774	2,57	0,994915	3,07	0,998930	3,57	0,999821
2,08	0,981237	2,58	0,995060	3,08	0,998965	3,58	0,999828
2,09	0,981691	2,59	0,995201	3,09	0,998999	3,59	0,999835

### Κανονικοί πίνακες (συνέχεια)

x	Φ(x)	x	Φ(x)	x	Φ(x)	x	Φ(x)
3,60	0,999841	3,70	0,999892	3,80	0,999928	3,90	0,999952
3,61	0,999847	3,71	0,999896	3,81	0,999930	3,91	0,999954
3,62	0,999853	3,72	0,999900	3,82	0,999933	3,92	0,999956
3,63	0,999858	3,73	0,999904	3,83	0,999936	3,93	0,999958
3,64	0,999864	3,74	0,999908	3,84	0,999938	3,94	0,999959
3,65	0,999869	3,75	0,999912	3,85	0,999941	3,95	0,999961
3,66	0,999874	3,76	0,999915	3,86	0,999943	3,96	0,999963
3,67	0,999879	3,77	0,999918	3,87	0,999946	3,97	0,999964
3,68	0,999883	3,78	0,999922	3,88	0,999948	3,98	0,999966
3,69	0,999888	3,79	0,999925	3,89	0,999950	3,99	0,999967

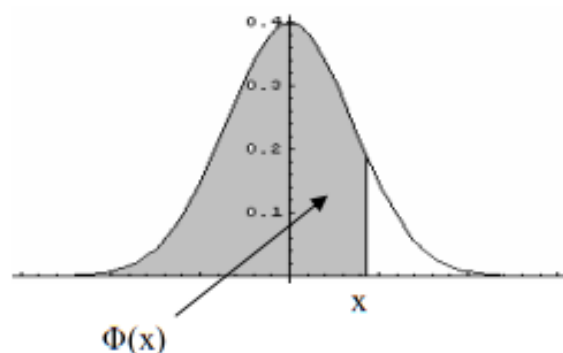
### Παρατήρηση

Από τους παραπάνω πίνακες, προσδιορίζονται αμέσως και οι πιθανότητες:

$$P\{X < -x\} = \Phi(-x) \quad x \geq 0$$

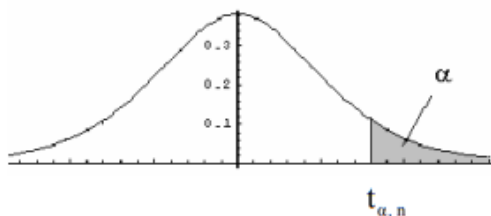
δηλαδή οι τιμές της συνάρτησης κατανομής για αρνητικές τιμές της παραμέτρου  $x$ , χρησιμοποιώντας την σχέση:

$$\Phi(-x) = 1 - \Phi(x)$$



## t- κατανομή

Ο παρακάτω πίνακας δίνει τα αντίστροφα ποσοστιαία σημεία  $t_{\alpha, n}$  της t-κατανομής με n βαθμούς ελευθερίας (β.ε.)



n=β.ε	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,025$	$\alpha=0,01$	$\alpha=0,005$	n=β.ε
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	1
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	2
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	3
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	4
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	6
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	7
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	8
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	9
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	10
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	11
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	12
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	13
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	14
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	15
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	16
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	17
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	18
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	19
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	20
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	21
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	22
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	23
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	24
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	25
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	26
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	27
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	28
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	29
απειρο	1,283	1,648	1,965	2,334	2,586	απειρο



### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Καλυβιανή, Σενάριο 1

Καλυβιανή, Σενάριο 2



### Καλυβιανή, Σενάριο 3



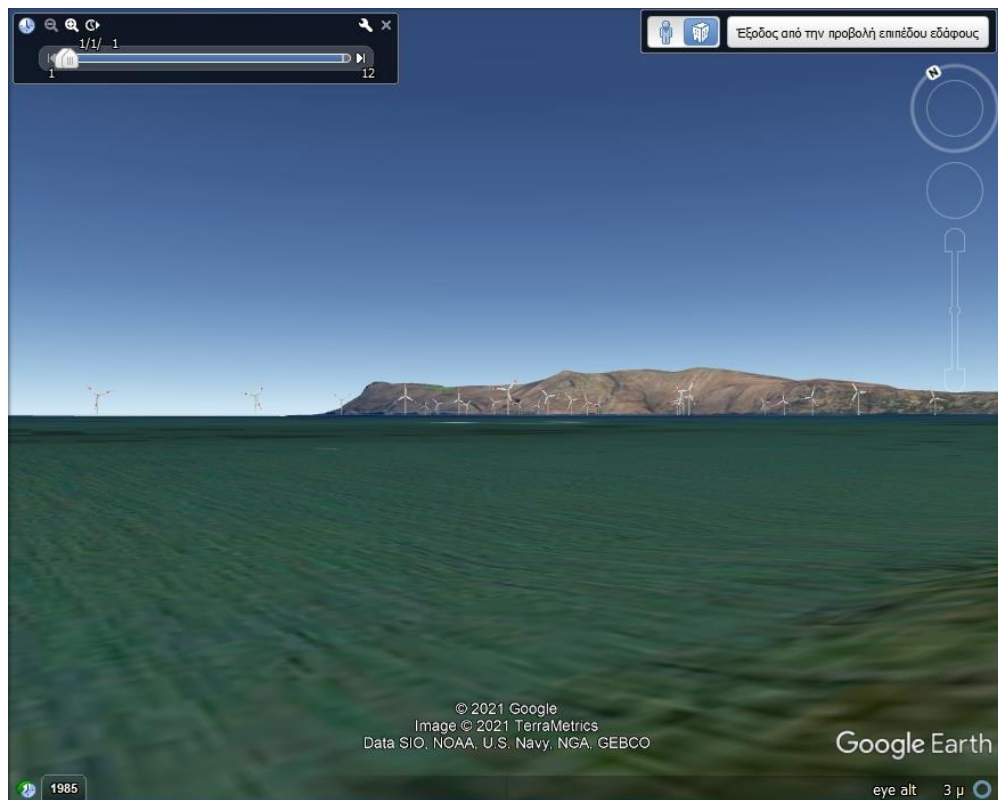
### Καλυβιανή, Σενάριο 4



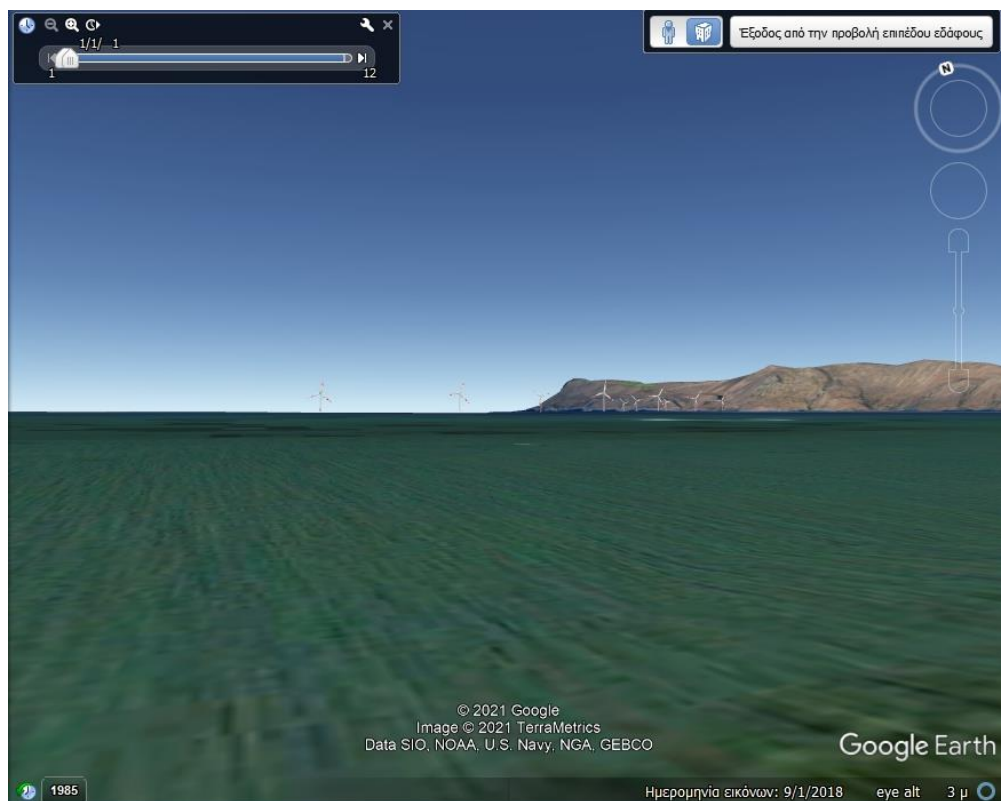
Κίσσαμος 1, Σενάριο 1



## Κίσσαμος 1, Σενάριο 2



## Κίσσαμος 1, Σενάριο 3



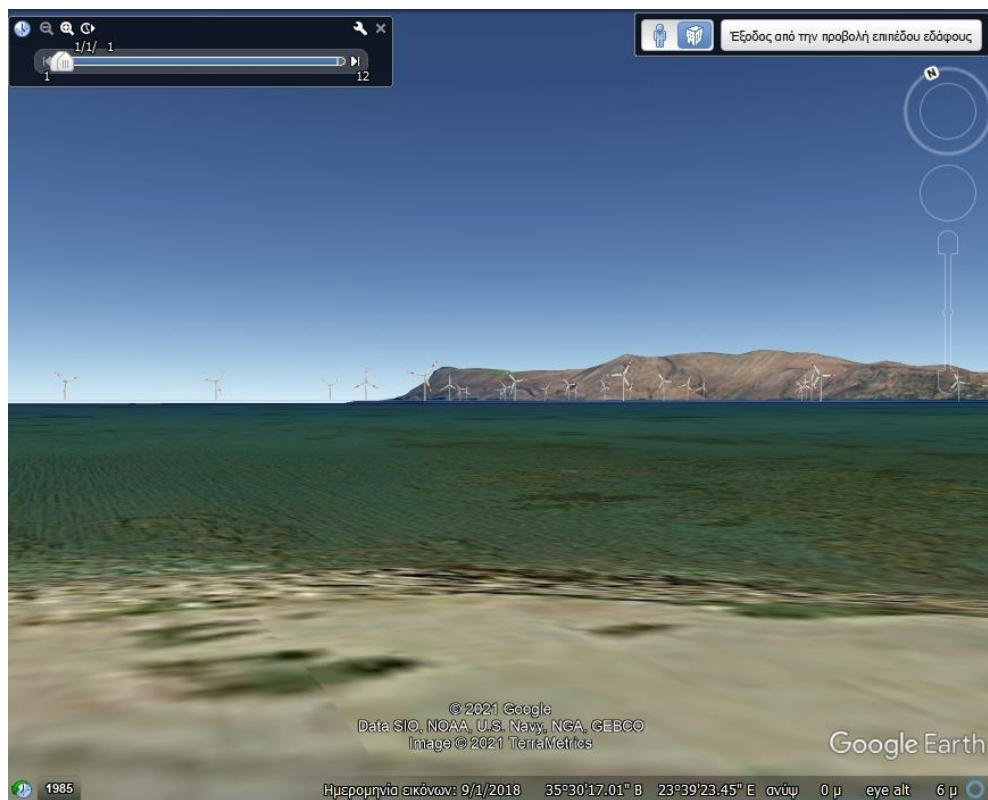
Κίσσαμος 1, Σενάριο 4



## Κίσσαμος 2, Σενάριο 1



## Κίσσαμος 2, Σενάριο 2



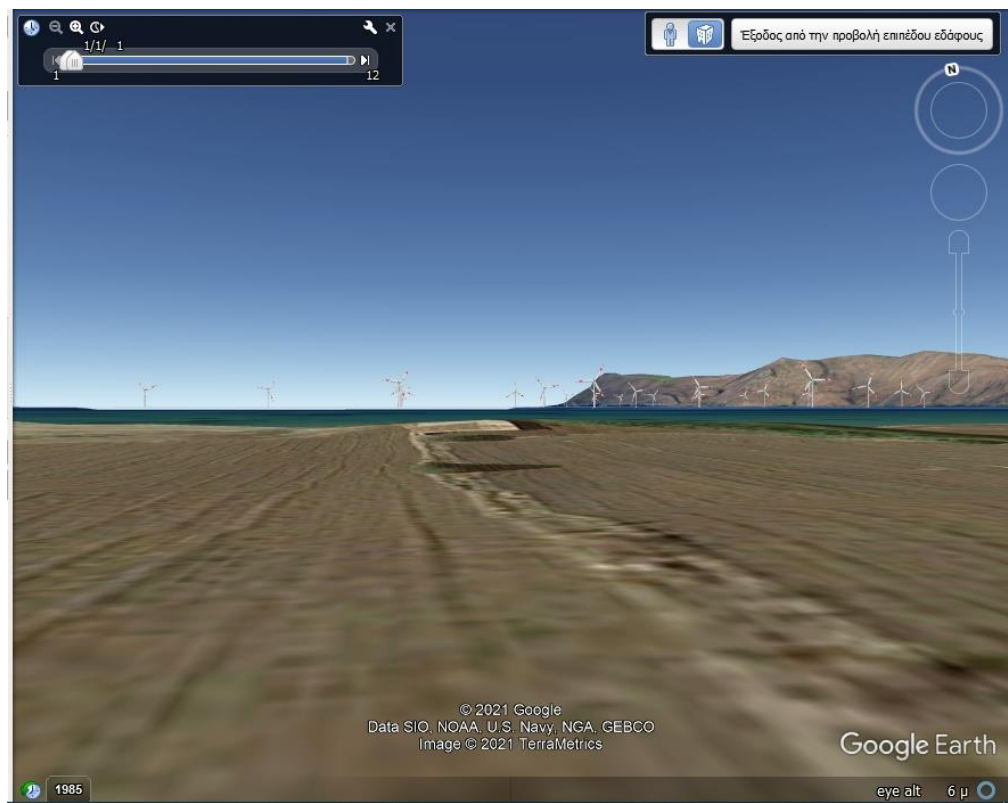
Κίσσαμος 2, Σενάριο 3



Κίσσαμος 2, Σενάριο 4



Κίσσαμος 3, Σενάριο 1



Κίσσαμος 3, Σενάριο 2

Κίσσαμος 3, Σενάριο 3



Κίσσαμος 3, Σενάριο 4



Νωπήγεια, Σενάριο 1



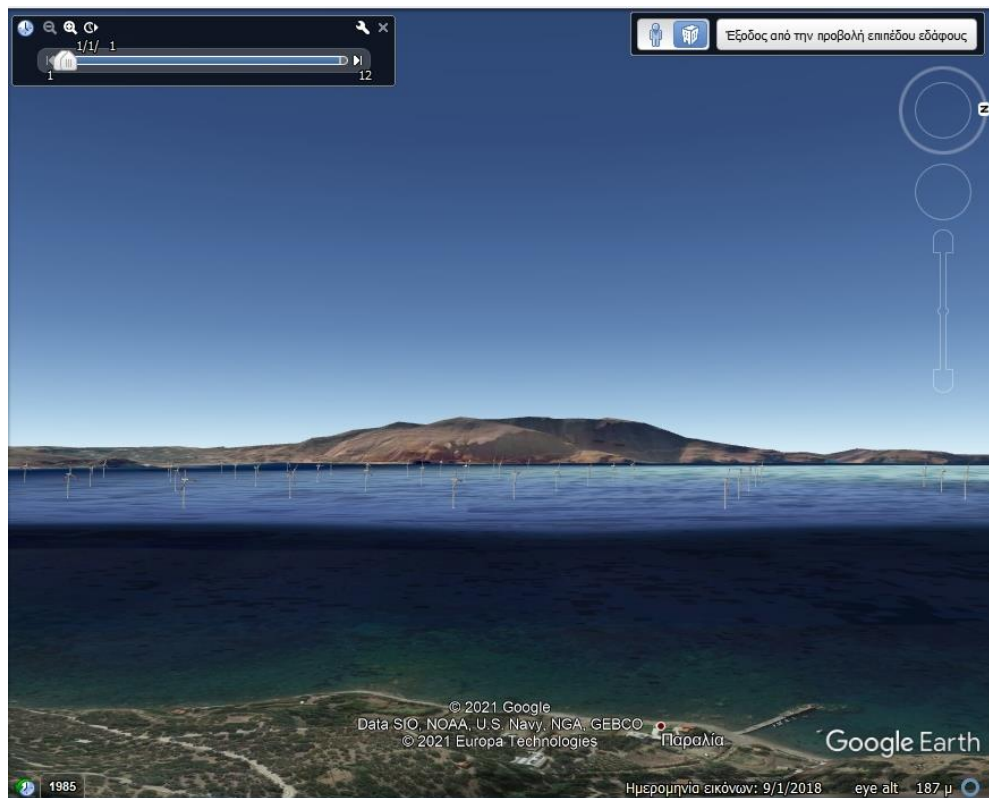
Νωπήγεια, Σενάριο 2



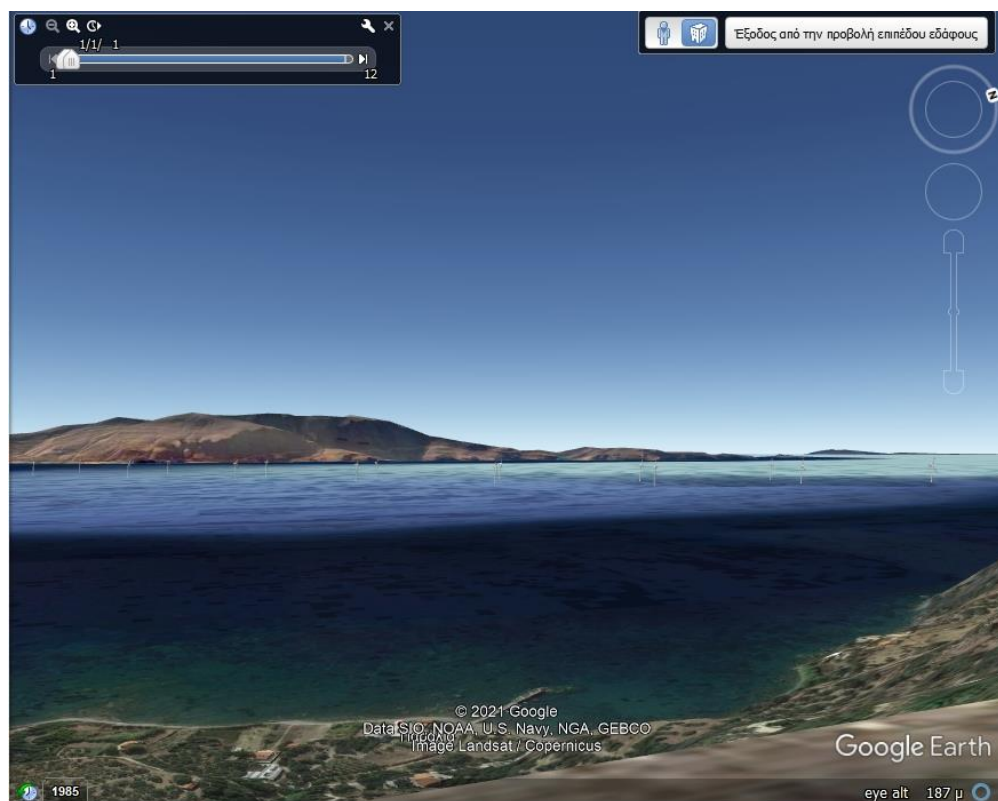
Νωπήγεια, Σενάριο 3



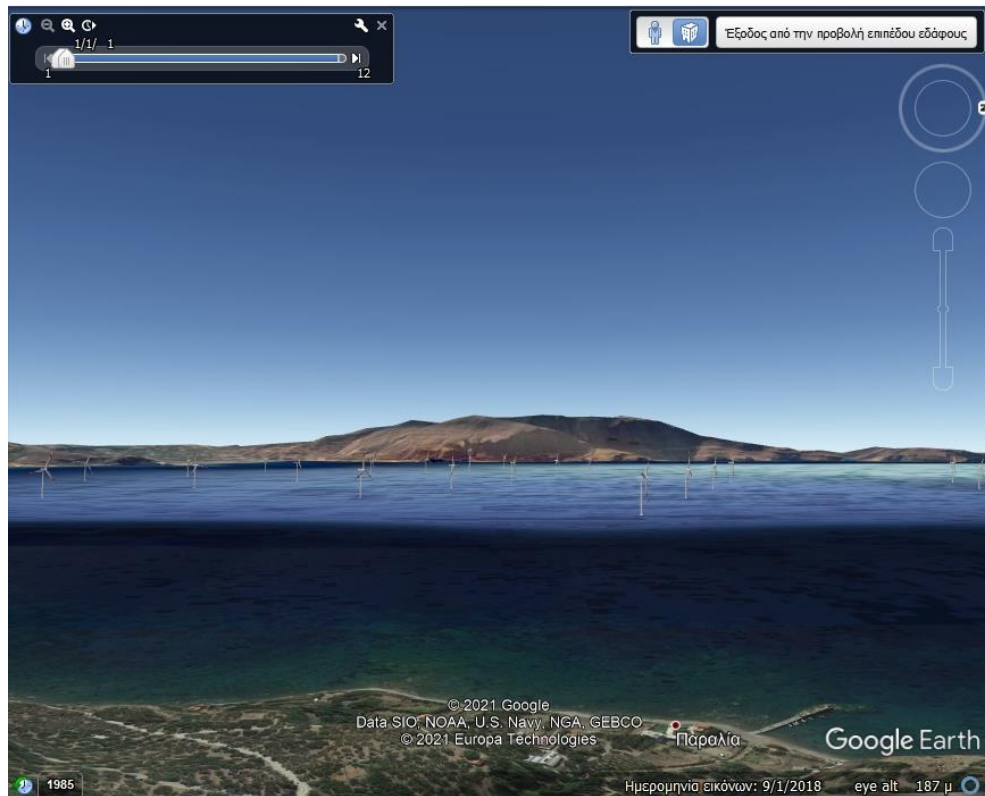
Νωπήγεια, Σενάριο 4



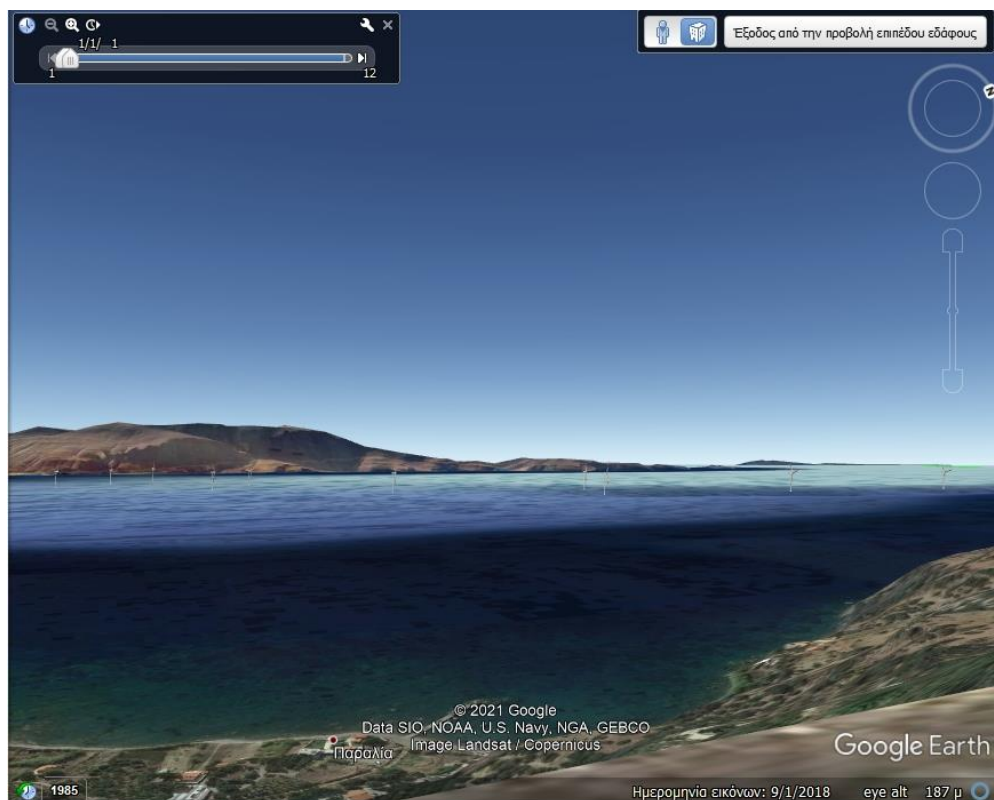
Ραβδούχα, Σενάριο 1



Ραβδούχα, Σενάριο 2



Ραβδούχα, Σενάριο 3



Ραβδούχα, Σενάριο 4

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV



Φωτογραφία 1, 7, 10, 19



Φωτογραφία 2



Φωτογραφία 3, 5, 16



Φωτογραφία 4



Φωτογραφία 6

Φωτογραφία 8



Φωτογραφία 9



Φωτογραφία 11



Φωτογραφία 12

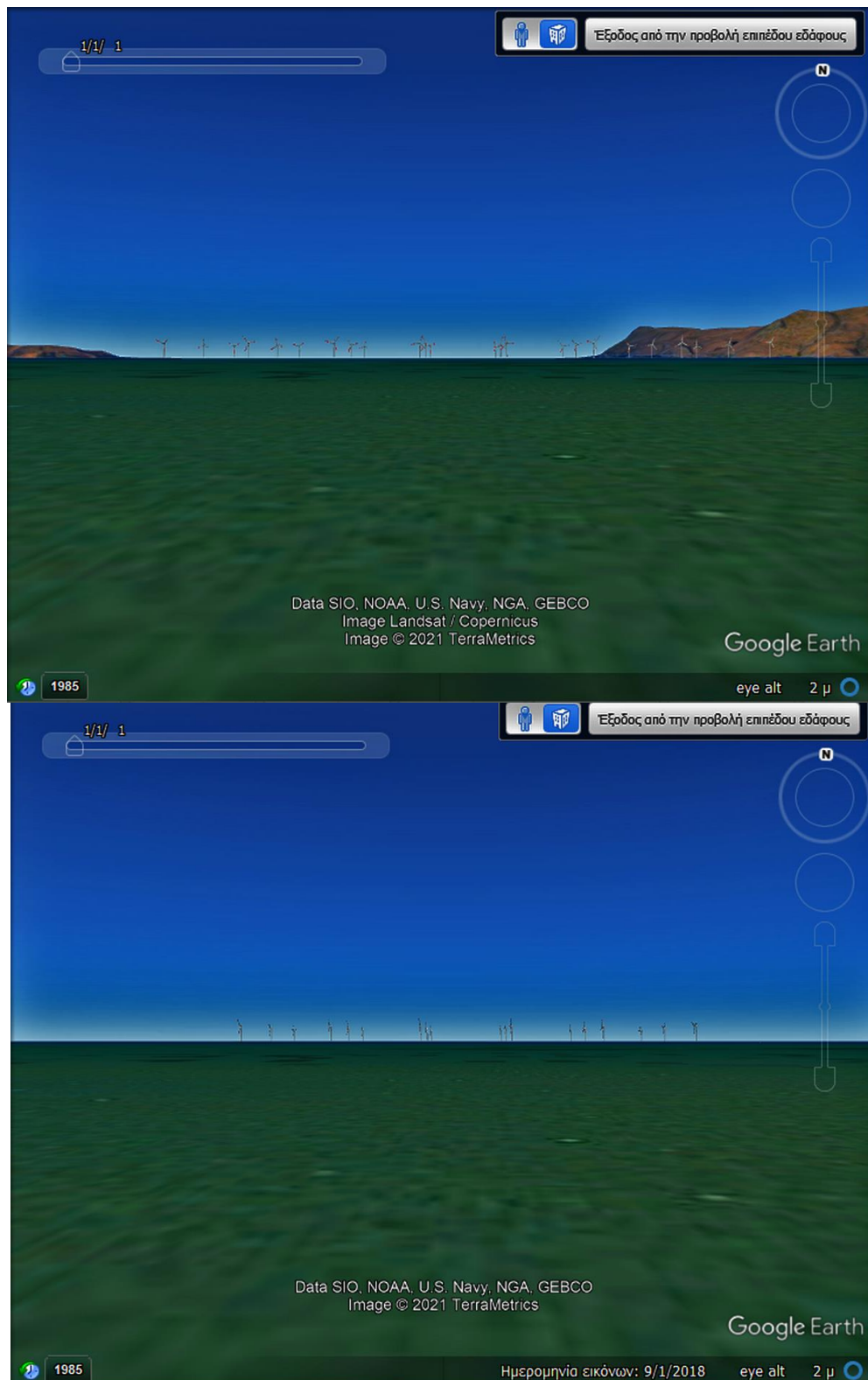


Φωτογραφία 13



Φωτογραφία 14

Φωτογραφία 15



Φωτογραφία 17



Φωτογραφία 18



Φωτογραφία 20



Φωτογραφία 21