

**ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΕΣ  
ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗ  
ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΑΜΟΡΓΟΥ**

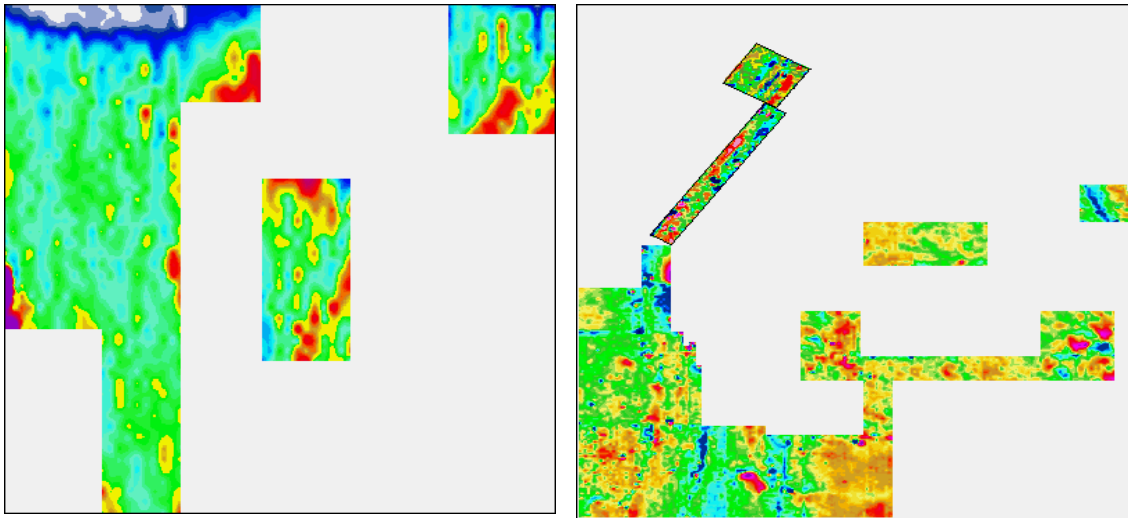
**Α. ΓΚΙΟΥΡΟΥ, Χ. ΚΑΡΑΘΑΝΑΣΗΣ, Α. ΣΑΡΡΗΣ**

**ΡΕΘΥΜΝΟ 2000**

Η παρουσίαση αυτή αφορά την ανάπτυξη μιας μεθόδου χρήσης νέων τεχνολογιών στην αρχαιολογική έρευνα και διαχείριση των αρχαιολογικών μνημείων. Ειδικότερα στόχος της έρευνας ήταν η ανάπτυξη και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, ενός γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) που θα αφορά τη νήσο Αμοργό.

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε, στα πλαίσια ενός προγράμματος ΠΕΝΕΔ που έλαβε χώρα στην Αμοργό κατά το χρονικό διάστημα 1996-98. Βασικός κορμός του προγράμματος ήταν η ανάπτυξη του ΓΣΠ της Αμοργού. Πιο αναλυτικά αυτό περιλαμβάνει την στατιστική ανάλυση και διαχείριση των διαθέσιμων δεδομένων, την δημιουργία 2-Δ και 3-Δ μοντέλων, την δημιουργία των αντίστοιχων θεματικών χαρτών και η περιγραφή τρόπου επικοινωνίας των αρχαιολογικών θέσεων της τεχνικής ανάλυσης μεγίστου οπτικού πανοράματος (viewshed analysis), μιας επιλεχθείσας θέσης. Η τεχνική αυτή θα αναπτυχθεί παρακάτω.

Το μοντέλο ΓΣΠ της Αμοργού πρέπει να περιλαμβάνει όλες εκείνες τις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες και που ικανοποιούν τα κριτήρια της μελέτης. Έτσι η σύνθεση των επιμέρους επιπέδων πληροφοριών δημιουργούν το συγκεκριμένο μοντέλο ΓΣΠ. Συγκεντρώθηκαν λοιπόν, αξιολογήθηκαν και επεξεργάστηκαν όλες οι δυνατές πληροφορίες που απαιτήθηκαν για τη δημιουργία α) της βάσης δεδομένων των αρχαιολογικών θέσεων : Πρώτο στάδιο στην δημιουργία του ΓΣΠ ήταν η κατασκευή της βάσης δεδομένων των αρχαιολογικών θέσεων της περιοχής. Εδώ πρέπει να τονίσουμε πως η βάση περιορίστηκε μόνο στις δημοσιευμένες θέσεις σε συνεργασία βέβαια με τους αρχαιολόγους του προγράμματος. Δεν είναι αρκετή μεγάλη η βάση δεδομένων ικανοποιεί όμως σε μεγάλο βαθμό τις απαιτήσεις του προγράμματος. Αποτελείται από 73 αρχαιολογικές θέσεις. Κάθε καταγραφή της βάσης περιλαμβάνει τον κωδικό της, την ονομασία της τις συντεταγμένες ΧΥ και τη χρονική τοποθέτησή της. Οι συντεταγμένες κάθε θέσης προέκυψαν από την ψηφιοποίηση του γνωστού αρχαιολογικού χάρτη των δημοσιευμένων αρχαιολογικών θέσεων της νήσου. Επειδή δεν υπήρχε άλλη πληροφορία για την γεωγραφική υπόσταση του χάρτη, έγινε σημειακή ψηφιακή καταγραφή των θέσεων αυτών, με όποιο σχετικό σφάλμα καταγραφής, συνεπάγεται αυτή η ψηφιοποίηση.

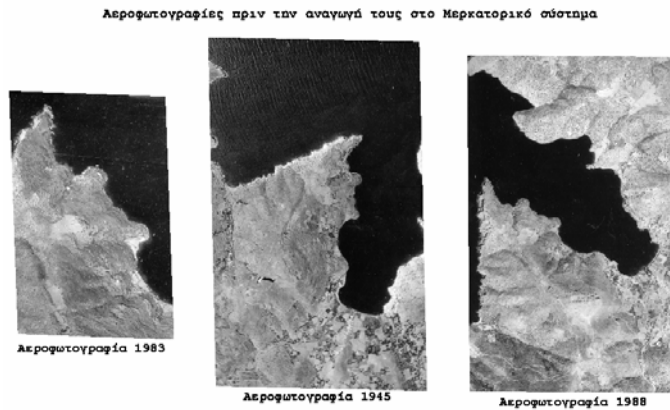


**Εικόνα 1 : Παραδείγματα γεωφυσικών εικόνων Α. Κάτω Ακρωτήρι Β. Μάνδρες Ρούσσου**

Το επόμενο επίπεδο πληροφορίας του μοντέλου αφορά τους γεωφυσικούς χάρτες που δημιουργήθηκαν από την επεξεργασία των δεδομένων των γεωφυσικών διασκοπήσεων που έλαβαν χώρα σε δύο θέσεις στην Αμοργό, ύστερα από υποδείξεις της υπεύθυνης του προγράμματος αρχαιολόγου. Η μια θέση βρίσκεται σε μια παραθαλάσσια περιοχή με τοπωνύμιο Κάτω Ακρωτήρι και η άλλη σε λοφώδη περιοχή κοντά στην πρώτη με τοπωνύμιο Μάνδρες του Ρούσσου. Στην πρώτη περιοχή ήταν εμφανή τα ερείπια Ρωμαϊκών χρόνων και εικάζεται η ύπαρξη αρχαίου λιμανιού. Στις Μάνδρες του Ρούσσου υπήρχαν ενδείξεις νεολιθικής κατοίκησης. Για παράδειγμα στην Εικόνα 1 δίνεται η περιοχή του ΚΑ όπου φαίνεται η γεινιάσή της με τη θάλασσα και τα εμφανή ερείπια των τοιχοδομών που συνεχίζονται μέσα στη θάλασσα. Από την ανάλυση των γεωφυσικών χαρτών (slides) προέκυψαν σημαντικά στοιχεία όσον αφορά την πιθανή ύπαρξη υπεδάφειων αρχαιολογικών ερειπίων. Φαίνεται επίσης καθαρά στην περιοχή του ΚΑ η ύπαρξη πιθανών τοιχοδομών στη ξηρά που ο προσανατολισμός τους και η θέση τους φαίνεται να συμφωνούν με τις βυθισμένες στη θάλασσα τοιχοδομές. Ακόμη στους ίδιους γεωφυσικούς χάρτες φαίνεται η επίδραση της θάλασσας στην περιοχή και η επίδραση της δομής μιας μικρής παρακείμενης εκκλησίας βυζαντινών χρόνων. Στην άλλη περιοχή των ΜΡ, από την ερμηνεία των γεωφυσικών αποτελεσμάτων πιθανολογείται η ύπαρξη ταφικών δομών και αρχαίων φούρνων στην ευρύτερη περιοχή.

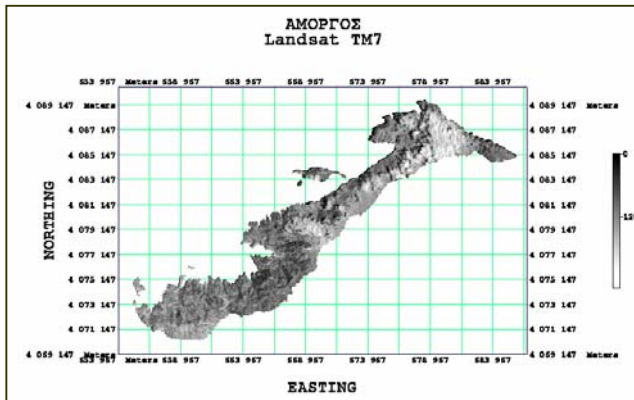
Πραγματοποιήθηκε επίσης και μία συστηματική επιφανειακή έρευνα πεδίου από τους αρχαιολόγους του προγράμματος, με σκοπό να συσχετισθούν κυρίως οι συγκεντρώσεις και ο βαθμός φθοράς των οστράκων με τις τάσεις κατοίκησης της νήσου και να κατευθυνθεί η ερμηνεία των γεωφυσικών χαρτών.

Το επόμενο βασικό επίπεδο πληροφορίας στο μοντέλο ΓΣΠ της νήσου ήταν η χρήση αεροφωτογραφιών αυτής (Εικόνα 2). Χρησιμοποιήθηκαν 3 αεροφωτογραφίες διαφορετικής χρονολογικής περιόδου λήψεως με σκοπό αφενός τη μελέτη της διαχρονικής εξέλιξης του αρχιτεκτονικού ιστού και αφετέρου τον εμπλουτισμό της πληροφορίας του μοντέλου. Οι αεροφωτογραφίες ψηφιοποιήθηκαν για να είναι σε θέση να χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο. Επίσης κατασκευάστηκε το φωτομωσαϊκό τους που αφορά την περιοχή μελέτης της νήσου που επικεντρώθηκαν σε περισσότερη λεπτομέρεια οι έρευνες.



**Εικόνα 2 : Αεροφωτογραφίες της περιοχής του Κάτω Ακρωτηρίου**

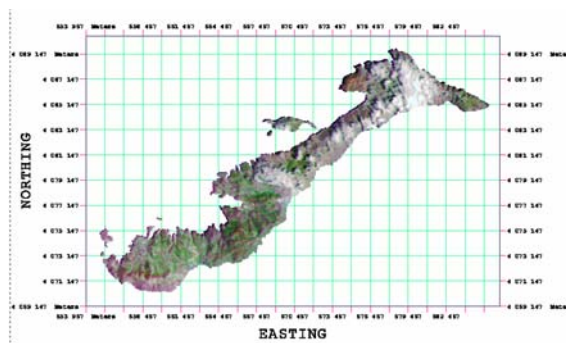
Εκτός από τις αεροφωτογραφίες χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες Landsat της Αμοργού για τους ίδιους περίπου λόγους. Με τις δορυφορικές εικόνες έγιναν προσπάθειες ταξινόμησης των υπό μελέτη αρχαιολογικών θέσεων λαμβάνοντας πληροφορίες από την βάση δεδομένων των θέσεων αυτών, λαμβάνοντας υπόψιν τις φασματικές καταγραφές χαρακτηριστικών του εδάφους.



Η συσχέτιση των δορυφορικών εικόνων και οι συνθέσεις αυτών με το γεωλογικό χάρτη παρέχει τη δυνατότητα συγκρίσεως-συσχετίσεως των διαφορετικών αρχαιολογικών

**Εικόνα 3** Δορυφορική εικόνα της Αμοργού 1 περιόδων ως προς τη γεωλογική δομή και ως προς τη φασματική καταγραφή περιοχών της νήσου.

Ειδικότερα οι δορυφορικές εικόνες χρησιμοποιήθηκαν ως κύριο υπόβαθρο των θεματικών χαρτών (Εικόνα 4) Από τις αεροφωτογραφίες και

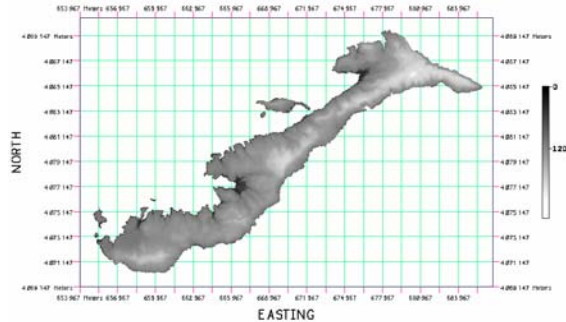


**Εικόνα 4 :** True color δορυφορική εικόνα της Αμοργού

δορυφορικές εικόνες σε συνδυασμό με τον γεωλογικό χάρτη της Αμοργού έχουμε μία πρώτη εποπτική εικόνα της γεωμορφολογίας και τοπογραφικού ανάγλυφου της νήσου στοιχείο που βοηθά στις τελικές εκτιμήσεις επιτυχίας του μοντέλου ΓΣΠ της Αμοργού.

Φυσικά για όλα τα παραπάνω αλλά επιβάλλεται η ψηφιοποίηση όλων των διαθέσιμων χαρτών ήτοι τοπογραφικών, αρχαιολογικών, γεωφυσικών, γεωλογικών κλπ., τόσο για να έχουμε ένα κοινό σύστημα αναφοράς όλων των επιπέδων πληροφοριών όσο και για να ικανοποιείται η φιλοσοφία των ΓΣΠ

Τέλος κατασκευάστηκε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους της Αμοργού το οποίο προήλθε από την ψηφιοποίηση των τοπογραφικών διαγράμμάτων



Εικόνα 5 : Ψηφιακό μοντέλο εδάφους

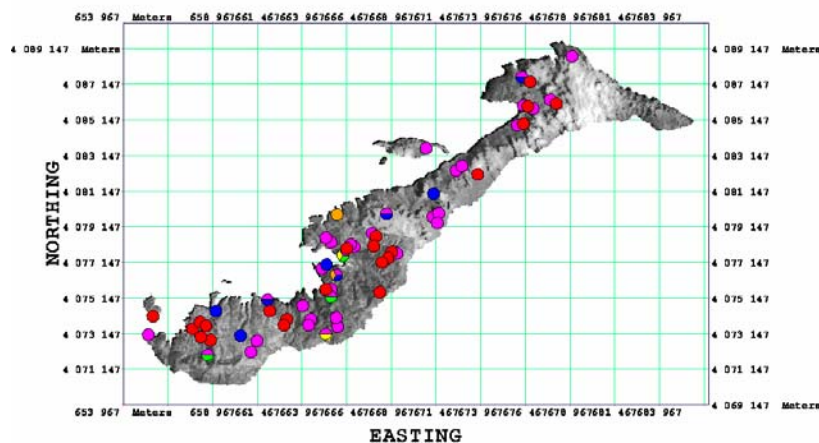
Η χρήση του DEM εκτός από τον εμπλουτισμό του μοντέλου μας έδωσε και άλλες σχετικές εικόνες όπως τρισδιάστατες αεροφωτογραφίες.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ

Από την διαχείριση-επεξεργασία των επιπέδων πληροφοριών κατασκευάστηκαν:

- 2D και 3D απεικονίσεις ολόκληρης της νήσου με σκοπό την όσο δυνατόν καλύτερη επόπτευση των θέσεων των αρχαιολογικών χώρων της βάσης δεδομένων του μοντέλου.
- Θεματικοί χάρτες με όλες τις δημοσιευμένες αρχαιολογικές θέσεις

Τελικός Θεματικός Χάρτης των Αρχαιολογικών Θέσεων



Μελετώντας τους Θεματικούς χάρτες αλλά και τη βάση δεδομένων παρατηρούμε ότι οι συνολικά 73 αρχαιολογικές θέσεις ταξινομούνται ως εξής:

- ο 2 θέσεις νεολιθικής και 2 μεσοκυκλαδικής εποχής
- ο 35 θέσεις πρωτοκυκλαδικής εποχής
- ο 3 θέσεις μυκηναϊκής εποχής
- ο 8 θέσεις ιστορικών χρόνων και
- ο 22 θέσεις άγνωστης αρχαιολογικής περιόδου

Από τον τελικό θεματικό χάρτη παρατηρούμε μια τάση κατοίκησης προς το βόρειο τμήμα του νησιού εξαιτίας της απότομης κλίσης του νοτίου τμήματος του νησιού. Αυτό εν μέρει εξηγείται αν μελετήσουμε τα 3D μοντέλα και τον γεωλογικό χάρτη της Αμοργού όπου η γεωμορφολογία της νήσου στο μεν ΝΑ τμήμα της έχει απότομες απροσπέλαστες πλαγιές το δε ΒΑ τμήμας της είναι προσπελάσιμο. Ακόμη η έλλειψη κατοίκησης που παρατηρείται στο βόρειο-ανατολικό τμήμα του νησιού οφείλεται στο γεγονός ότι το τμήμα αυτό δεν έχει ερευνηθεί τόσο όσο η υπόλοιπη περιοχή.

Το επόμενο στάδιο επεξεργασίας των δεδομένων ήταν η στατιστική ανάλυση αυτών. Η εμφάνιση της επεξεργασίας μέσω της μαθηματικής προσέγγισης είναι δυνατόν να δώσει αξιολογικά αποτελέσματα. Πραγματοποιήθηκε καταγραφή όλων των αρχαιολογικών θέσεων ως προς την κλίση (slope) και τον προσανατολισμό (slope) αυτών μέσω των προϊόντων του DEM και στη συνέχεια επακολούθησε η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων τους

Κάνοντας σύγκριση αυτών παρατηρούμε ότι οι θέσεις της Νεολιθικής, Μεσοκυκλαδικής εποχής καθώς και των Ιστορικών Χρόνων βρίσκονται κοντά σε παραλιακές περιοχές σε αντίθεση με τις υπόλοιπες όπου βρίσκονται σε μεγαλύτερο υψόμετρο. Ακόμη από τα διαγράμματα προκύπτει ότι η πλειοψηφία των θέσεων ανεξαρτήτου ιστορικής περιόδου, έχουν βόρειο κυρίως προσανατολισμό πράγμα που έρχεται να ενισχύσει τις προηγούμενες τοποθετήσεις της βόρειας τάσης κατοίκησης της νήσου.

Στη συνέχεια επακολούθησε η ανάλυση του μεγίστου οπτικού πανοράματος συγκεκριμένων θέσεων. Η τεχνική αυτή αναπτύχθηκε μέσω της χρήσης των DEM, των στατιστικών δεδομένων και των πληροφοριών που αντλούμε από τη βάση δεδομένων. Σκοπός της είναι να προσδιορίσει το μέγιστο δυνατό

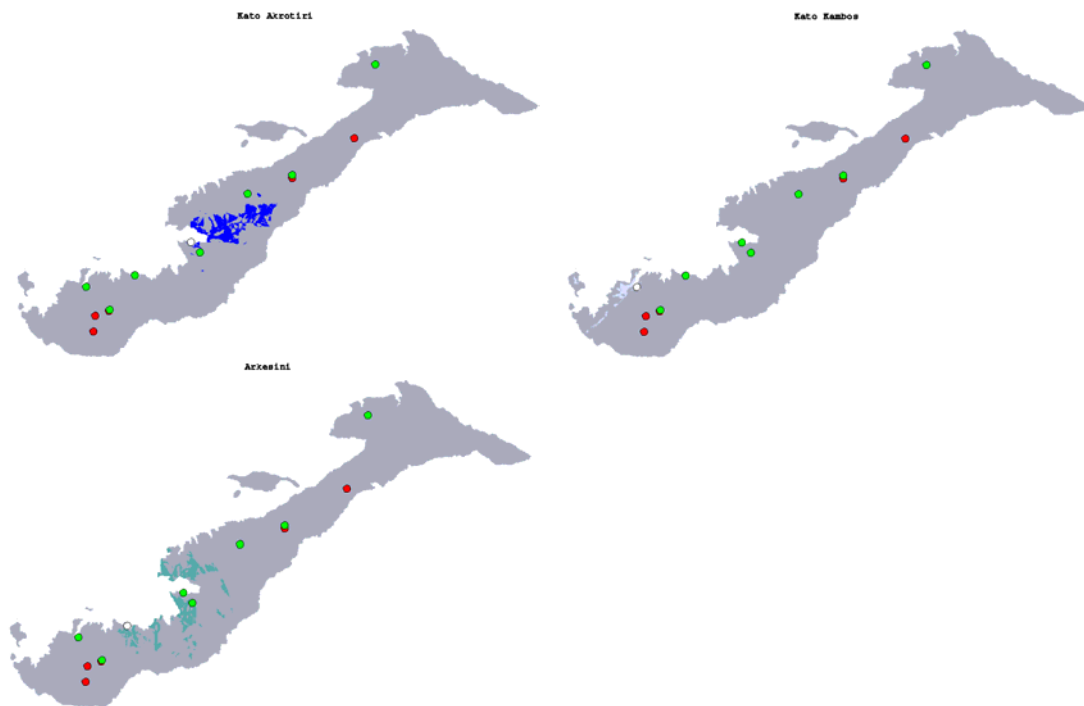
οπτικό πεδίου που έχει ένας συγκεκριμένος στόχος, όπως στην προκειμένη περίπτωση ο αρχαιολογικές θέσεις που εξετάζονται. Κάθε θέση επικοινωνούσε οπτικά με κάποιες γειτονικές της. Η viewshed analysis εξετάζει την οπτική επικοινωνία των θέσεων αυτών, αλλά και διάφορους συνδυασμούς οπτικής επικοινωνίας. Στην περίπτωση μας αναλύθηκαν οι θέσεις μερικών πύργων των ελληνιστικών χρόνων που βρίσκονται διάσπαρτοι στην Αμοργό. Η χρήση αυτών ήταν κυρίως για αμυντικούς σκοπούς αλλά και για επικοινωνία μεταξύ γειτονικών περιοχών ή μέσω της συνεχόμενης επικοινωνίας μεταξύ γειτονικών πύργων, την επικοινωνία απομακρυσμένων περιοχών. Υπάρχουν όμως μερικοί πύργοι που εν πρώτοις η θέση τους δεν εξηγεί τους λόγους ύπαρξής τους. Για παράδειγμα ο πύργος που βρίσκεται σε μία μικρή κοιλάδα ΝΔ της Αμοργού δεν έχει οπτική επαφή με τις γνωστές ακροπόλεις Μινώα και Αρκεσίνη της Αμοργού και χωρίς επαφή με τη θάλασσα. Επίσης η ενισχυμένη τοιχοδομή του δεν εξηγείται εν μέρει, από την ύπαρξή του σε αυτή τη περιοχή.

Γίνεται λοιπόν προσπάθεια μελέτη της θέσης του με την Viewshed analysis. Σε αυτή την τεχνική οι παράμετροι που ελέγχονται είναι η απόσταση όρασης της θέσεως και η οριζόντια και κατακόρυφη γωνία σάρωσης της θέσεως αυτής. Ελέγχονται φυσικά αυτές οι παραμέτρους μέσω συγκεκριμένων σετ για όλες τις υπό εξέταση θέσεις για λόγους σύγκρισης αλλά και για λόγους που να ικανοποιούν τις αρχικές τοποθετήσεις.

- Οι παράμετροι που τέθηκαν ήταν οι εξής:
  - απόσταση όρασης από 6.3 έως 10.8Km
  - οριζόντια γωνία σάρωσης  $360^{\circ}$
  - κατακόρυφη γωνία σάρωσης  $\pm 80^{\circ}$ .

Προκύπτουν έτσι οι εικόνες με το μέγιστο οπτικό πεδίο κάθε θέσης όπως για παράδειγμα δίνεται στην Εικόνα 7. Αν τώρα υπερθέσουμε τις εικόνες φαίνεται η κοινή περιοχή οπτικής επικοινωνίας που είχαν οι αρχαιολογικές θέσεις. Έτσι στην περίπτωση που αφορά το οπτικό πεδίου του .





**Εικόνα 7 : Παραδείγματα Viewshed Analysis**

πύργου με τα οπτικά πεδία της Μινώας και της Αρκεσίνης αλλά και των άλλων γειτονικών πύργων, από τον συνδυασμό των οπτικών πεδίων φαίνεται καθαρά η επικοινωνία του πύργου αυτού με τις άλλες περιοχές της νήσου αλλά κυρίως με τον κόλπο των Καταπόλων του οποίου πλήρη έλεγχο έχουν οι άνω ακροπόλεις και στον οποίο εικάζεται όπως έχει αναφερθεί η ύπαρξη αρχαίου λιμανιού.

Περαιτέρω εφαρμογή αυτής της τεχνικής, είναι σε συνδυασμό με τους θεματικούς χάρτες των ήδη γνωστών πύργων είναι ο έλεγχος της στρατηγικής σημασίας των καθώς και ο εντοπισμός νέων θέσεων πύργων. Τα αποτελέσματα γενικά ήταν ικανοποιητικά αφού όπως παρατηρούμε οι Πύργοι

αυτοί καλύπτουν το βορειοανατολικό τμήμα της νήσου το οποίο και έχει ερευνηθεί.

Συνοψίζοντας όλα τα προηγούμενα που αναφέρθηκαν σε γενικές γραμμές προκύπτουν τα εξής :

- Τάση κατοίκησης στο βόρειο τμήμα της Αμοργού
- Οι θέσεις Νεολιθικής, Μεσοκυκλαδικής εποχής και Ιστορικών χρόνων σε παραλιακές τοποθεσίες
- Έλλειψη πληροφοριών στο ΒΑ τμήμα της Αμοργού

Στόχος του προγράμματος ήταν η πιλοτική εφαρμογή των νέων τεχνολογιών στην αρχαιολογική έρευνα και η διερεύνηση των δυνατοτήτων αυτών για την διαχείριση των αρχαιολογικών μνημείων. Τα αποτελέσματα του προγράμματος έδωσαν πολύτιμες πληροφορίες για τα μοντέλα κατοίκησης ανά ιστορική περίοδο και τον τρόπο επικοινωνίας των πύργων , των ιστορικών χρόνων. Επίσης σημαντικά ήταν τα πορίσματα που εξήχθησαν όσον αφορά τη σύνθεση πληροφοριών διαφορετικών πηγών και χωρικής διακριτότητας. Ο συνδυασμός επίγειων και δορυφορικών τεχνικών μέσω των ΓΣΠ αναδεικνύεται ως ένα ουσιαστικό εργαλείο για την έρευνα και διαχείριση της πολιτισμικής μας κληρονομιάς.