



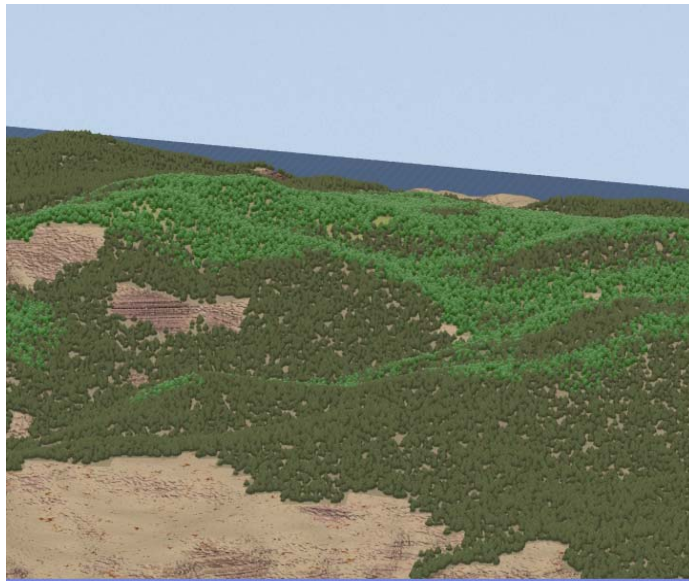
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ»

Μεταπτυχιακή διατριβή με τίτλο:

ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΓΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ



ΤΗΣ
ΜΙΧΑΗΛΙΔΟΥ ΚΑΛΛΙΟΠΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Κ. Δ. ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΔΗΣ
ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΜΥΤΙΛΗΝΗ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2006

«Μέσα στην καρδιά του καθενός από εμάς φωλιάζει η επιθυμία να μας κατανοήσει κάποιος που πραγματικά νοιάζεται. Όταν κάποιος μας κατανοήσει πραγματικά, τότε μπορούμε να καταφέρουμε οτιδήποτε στον κόσμο».

Η εργασία αυτή αφιερώνεται στην οικογένειά μου και στον Κώστα μου που όλο αυτό το διάστημα στάθηκαν δίπλα μου με κατανόηση και περίσσεια αγάπη.

Περίληψη

Οι τρισδιάστατες απεικονίσεις τοπίου είναι ένας τρόπος απόδοσης της γήινης επιφάνειας και εφαρμόζεται κυρίως από τους μηχανικούς, περιβαλλοντολόγους, χαρτογράφους και γεωγράφους. Το θέμα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ανατέθηκε στα πλαίσια του χρηματοδοτούμενου από την ΓΓΕΤ ερευνητικού προγράμματος «ΣΙΘΩΝ», και αναφέρεται στη διαχείριση γεωγραφικών δεδομένων από τρισδιάστατες απεικονίσεις τοπίου. Σκοπός της διατριβής ήταν η τρισδιάστατη απεικόνιση της βλάστησης στην περιοχή της Σιθωνίας Χαλκιδικής και η άντληση σχετικών πληροφοριών, όπως για παράδειγμα το είδος της βλάστησης σε συγκεκριμένες περιοχές. Απώτερος στόχος της συγκεκριμένης ερευνητικής εργασίας ήταν η δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου βλάστησης για τη μελλοντική εφαρμογή προσομοίωσης πυρκαγιών στη Σιθωνία και η αξιολόγηση της συμπεριφοράς αυτών.

Λέξεις-κλειδιά: 3-Δ απεικόνιση τοπίου, χαρτογράφηση βλάστησης, διαχείριση γεωγραφικών δεδομένων, υποστήριξη λήψης αποφάσεων

Abstract

The 3-D depiction of earth's surface is mainly used by engineers, physical scientists, geographers and cartographers. The topic of this master's thesis is part of the research project "SITHON" funded by the Greek General Secretariat for Research and Technology, and deals with the management of geographical data derived from 3 dimensional models. The objective of the thesis was the creation of a vegetation model for the region of Sithonia in Chalkidiki, Greece, and the extraction of knowledge from it on certain aspects of the ecosystems depicted. A further aim was the use of the derived model for the simulation and evaluation of fire behavior in the specific region.

Key-words: 3-D landscape depiction, vegetation mapping, geo-data base management, decision support

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1. ΟΙ ΟΡΟΙ «ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ» ΚΑΙ «ΤΟΠΙΟ»	9
1.2. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	10
1.2.1. Θέμα διατριβής - Στόχος.....	10
1.3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	11
1.4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	11
2. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΠΙΟΥ	13
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ	15
2.1.1. Λόγοι που οδηγούν στη μοντελοποίηση τοπίων.....	16
2.1.2. Διαστάσεις μοντελοποίησης.....	16
2.2. 2-ΔΙΑΣΤΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	19
2.2.1. Συστήματα συντεταγμένων.....	19
2.2.2. Συντεταγμένες χαρτών.....	20

2.2.3. Εικονοστοιχεία και χρώματα.....	21
2.2.4. Σημεία, Γραμμές, Πολύγωνα και Καμπύλες.....	22
2.3. 3-ΔΙΑΣΤΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ.....	24
2.3.1. Επιφάνειες - Στερεά μοντέλα.....	24
2.4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ.....	24
2.4.1. Επανάληψη, Συνδυασμός.....	25
2.4.2. Λογικές προτάσεις (κατά George Boole): Ένωση, Τομή.....	25
2.5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΟΥ RENDERING (ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ - ΑΠΟΔΟΣΗ).....	26
2.6. ANIMATION (ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ).....	27
2.7. ΓΡΑΦΙΚΑ - ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΡΑΦΙΚΩΝ.....	28
2.7.1. Γραφικά.....	29
2.7.2. Προγράμματα γραφικών.....	31
2.8. ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ.....	33
2.8.1. Σύγκριση λογισμικών.....	34
3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	35
3.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΙΘΩΝΙΑ.....	35
3.1.1. Θέση - Έκταση - Πληθυσμός.....	35
3.2. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	36
3.2.1. Ιστορία της Σιθωνίας.....	36
3.3. ΦΥΣΙΟΓΝΩΜΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	38
3.3.1. Γεωλογία.....	38
3.3.2. Ανάγλυφο.....	39
3.3.3. Κλίμα.....	41
3.3.4. Βλάστηση - Είδη βλάστησης.....	42
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	45
4.1. ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	45
4.1.2. Εύρεση κατάλληλων δεδομένων.....	47
4.2. ΠΡΟ-ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΣΓΠ.....	48
4.3. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΟ VNS 2.....	50
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	53
5.1. ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΟΥ DEM ΣΤΟ VNS2.....	53
5.2. ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	53
5.3. ΜΟΝΟΠΑΤΙΑ.....	55
5.4. ΝΕΦΗ.....	56
5.5. ΤΕΛΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ.....	56
5.6. ΠΡΟΔΡΟΜΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ.....	63
5.7. ΒΙΝΤΕΟ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΤΗΣΗΣ (FLY-OVER).....	66
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	67
6.1. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ – ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ.....	68
6.2. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	71
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	75
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ DEM ΣΤΟ VNS2.....	76
II. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ DEM ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΟΥ.....	83
III. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ VNS2.....	97

IV.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	115
V.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΡΟΜΩΝ	131
VI.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΝΕΦΩΝ.....	141
VII.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ (RENDERING)	146
VIII.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ANIMATION	149

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Περιοχή Μελέτης.....	35
Εικόνα 2: Γεωμορφολογικός χάρτης της Σιθωνίας	41
Εικόνα 3: Κλίσεις και προσανατολισμός της Σιθωνίας.....	41
Εικόνα 4: Χάρτης χρήσεων γης της Σιθωνίας	43
Εικόνα 5: Ροή εργασίας.....	45
Εικόνα 6: Στάδια επεξεργασίας του ψηφιακού μοντέλου εδάφους	49

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Σύγκριση των τεχνικών χαρακτηριστικών του προγράμματος VNS2 και του υπάρχοντος εξοπλισμού.....	35
---	----

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το θέμα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι οι «Τρισδιάστατες απεικονίσεις τοπίου για τη διαχείριση γεωγραφικών δεδομένων», το οποίο εντάσσεται στα ερευνητικά ενδιαφέροντα και τους σκοπούς του ερευνητικού προγράμματος: «Εφαρμογή και αξιολόγηση επίγειων και εναέριων μεθόδων τηλεματικής στον έγκαιρο εντοπισμό-αναγγελία-παρακολούθηση των δασικών πυρκαγιών: ΣΙΘΩΝ», με συντονιστή προγράμματος τον Δρ. Κωνσταντινίδη Παύλο και συνεργάτες Δρ. Γκατζογιάννη Στυλιανό, Δημητριάδη Ηλία και Ζυγούρα Βάγια από το Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ). Αντικείμενο του εν λόγω ερευνητικού προγράμματος, είναι η ανάπτυξη σύγχρονων συστημάτων επίγειας και εναέριας τηλεανίχνευσης των δασικών πυρκαγιών, η αξιολόγησή τους και η σύγκριση επιχειρησιακά και οικονομικά τόσο μεταξύ τους όσο και με το υπάρχον σύστημα του δικτύου πυροφυλακίων και αποτελείται από οκτώ πεδία δράσης-έρευνας. Η συγκεκριμένη διατριβή ανατέθηκε σε μια προσπάθεια αξιολόγησης ενός συστήματος επίγειας και εναέριας τηλεανίχνευσης των δασικών πυρκαγιών.

Η συμβολή ορισμένων ανθρώπων υπήρξε καθοριστική στην ολοκλήρωση της παρούσας έρευνας.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, τον επιβλέποντα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Γεωγραφίας κ. Κώστα Δ. Καλαμποκίδη, για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου ώστε να μου αναθέσει το συγκεκριμένο θέμα, για το ενδιαφέρον που επέδειξε, την υπομονή και την αμέριστη συμπαράσταση.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Γεωγραφίας κ. Νικόλαο Σουλακέλλη για τις πολύτιμες συμβουλές, υποδείξεις και διορθώσεις του στην εν λόγω διπλωματική.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Λέκτορα του Τμήματος Γεωγραφίας κ. Μιχαήλ Βαϊτη για το ενδιαφέρον που έδειξε καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές του.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου αλλά και τους πολλούς καλούς φίλους μου, που μου συμπαραστάθηκαν και στάθηκαν δίπλα μου μέχρι το τέλος.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Οι όροι «Τρισδιάστατες Απεικονίσεις» και «Τοπίο»

Ο όρος «Τρισδιάστατες Απεικονίσεις» τοπίου, που χρησιμοποιείται στην παρούσα διατριβή, αναφέρεται στην πιστότερη απεικόνιση του ανάγλυφου της γήινης επιφάνειας μέσω των ψηφιακών μοντέλων εδάφους. Τα μοντέλα αυτά αποτελούν μια ψηφιακή, μαθηματικά καθορισμένη, εικονική τρισδιάστατη αναπαράσταση της Γης, των δομών

της επιφάνειας της γης, των στοιχείων και των φαινομένων της φύσης και της κοινωνίας (Bandrova 2001). Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους χρησιμοποιούνται ως υπόβαθρο στην απεικόνιση τοπίων, η οποία πραγματοποιείται με διάφορους τρόπους και τεχνικές όπως η φωτογραφία, ο σχεδιασμός κινουμένων σχεδίων (animation), τα εικονικά περιβάλλοντα (Παπακωνσταντίνου 2005).

Ο όρος «Τοπίο» περιλαμβάνει τα φυσικά οικοσυστήματα και τα τεχνητά οικοσυστήματα. Τα φυσικά οικοσυστήματα αποτελούν το φυσικό κόσμο στον οποίο ζούμε, εργαζόμαστε, κατασκευάζουμε και περιλαμβάνουν τα δέντρα, το νερό, τη θάλασσα. Τα τεχνητά οικοσυστήματα περιλαμβάνουν την κατασκευή δρόμων, πόλεων κ.ά.». Οι λόγοι για τους οποίους ο άνθρωπος χρειάζεται να δημιουργήσει, μοντέλα τοπίων καθώς και των στοιχείων που τα αποτελούν ποικίλλουν. Έτσι, πολλά μοντέλα τοπίων χρησιμοποιούνται ως υπόβαθρο σε παιχνίδια Η/Υ ενώ άλλα βοηθούν στην κατανόηση και προσομοίωση φαινομένων όπως η διάβρωση του εδάφους, οι πυρκαγιές, οι πλημμύρες, η εξέλιξη των ειδών βλάστησης κ.ά. (Ervin *et al.* 2001).

Οι τρισδιάστατες απεικονίσεις είναι ένας τρόπος απόδοσης της γήινης επιφάνειας και εφαρμόζεται κυρίως από τους μηχανικούς, τους περιβαλλοντολόγους, τους χαρτογράφους, τους γεωγράφους.

1.2. Σκοπός εργασίας

1.2.1. Θέμα διατριβής - Στόχος

Το θέμα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ανατέθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος «ΣΙΘΩΝ», και αναφέρεται στη διαχείριση γεωγραφικών δεδομένων από τρισδιάστατες απεικονίσεις τοπίου. Σκοπός της είναι η τρισδιάστατη απεικόνιση της βλάστησης στην περιοχή της

Σιθωνίας Χαλκιδικής και η άντληση πληροφοριών που σχετίζονται με αυτήν (βλάστηση) όπως για παράδειγμα το είδος της βλάστησης σε συγκεκριμένες περιοχές.

Απώτερος στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι η δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου βλάστησης για τη μελλοντική εφαρμογή προσομοίωσης πυρκαγιών στη Σιθωνία και η αξιολόγηση της συμπεριφοράς αυτών.

1.3. Επιλογή της περιοχής μελέτης

Η επιλογή της περιοχής μελέτης έγινε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος «ΣΙΘΩΝ», το οποίο αναφέρεται στη δεύτερη χερσόνησο της Χαλκιδικής και συγκεκριμένα τη Σιθωνία.

1.4. Περιγραφή της εργασίας

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας διατριβής, γίνεται γενική αναφορά στη μοντελοποίηση του τοπίου, στους λόγους που οι άνθρωποι οδηγούνται σ αυτήν καθώς και βιβλιογραφική ανασκόπηση για παρόμοιες μελέτες και εφαρμογές με την παρούσα έρευνα . Παρουσιάζονται οι νέες τεχνολογίες (ΣΓΠ) και τα διάφορα λογισμικά μοντελοποίησης τοπίου ενώ, αναφέρονται και εξηγούνται οι λόγοι επιλογής του εξειδικευμένου λογισμικού που εφαρμόστηκε στην παρούσα μελέτη.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης, η Σιθωνία. Γίνεται λόγος για τη φυσιογνωμία της περιοχής, τα είδη βλάστησης, το κλίμα κλπ.

Το τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τη μεθοδολογία, τον τρόπο δηλαδή συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων αλλά και παραγωγής της τρισδιάστατης απεικόνισης της περιοχής ενδιαφέροντος. Επιπλέον, περιγράφονται και παρουσιάζονται τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παραθέτονται τα αποτελέσματα της εργασίας ενώ στο πέμπτο κεφάλαιο δίδονται τα γενικά συμπεράσματα καθώς και τα προβλήματα που ενέκυψαν κατά τη διεκπεραίωσή της.

2. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΠΙΟΥ

Η ψηφιακή μοντελοποίηση τοπίων, αλλά και όλες οι ψηφιακές τεχνικές αναπτύσσονται τα τελευταία σαράντα χρόνια, ενώ η έννοια του εικονικού περιβάλλοντος που συνδέεται άμεσα με την κατασκευή των ψηφιακών μοντέλων εδάφους αποτελεί αντικείμενο μελέτης των τελευταίων δεκαπέντε χρόνων (Ervin *et al.* 2001). Συχνά η έννοια εικονικό περιβάλλον συγχέεται με την εικονική πραγματικότητα· δίνοντας τον ορισμό του θα μπορούσε να ειπωθεί ότι είναι ένα τριών διαστάσεων περιβάλλον στο οποίο ένας ή περισσότεροι χρήστες μπορούν να επέμβουν και να το τροποποιήσουν κατά βούληση διαθέτοντας την κατάλληλη υποδομή (Παπακωνσταντίνου 2005).

Πολλές από τις τεχνικές κατασκευής των ψηφιακών μοντέλων εδάφους έχουν αναπτυχθεί από τους επιστήμονες και τους προγραμματιστές στα πλαίσια ερευνητικών προγραμμάτων που είχαν ως σκοπό τη χρήση τους αρχικά από τον ακαδημαϊκό κόσμο, την πληροφορική και τους αρχιτέκτονες τοπίων.

Η πρώτη επίσημη προσπάθεια κατασκευής ψηφιακών μοντέλων εδάφους βρίσκεται στη δεκαετία του 1960 και στην εργασία του Sutherland I. στο πανεπιστήμιο MIT, η οποία ανάδειξε τη δυνατότητα και την αξία ενός γραφικού περιβάλλοντος δημιουργίας CAD (Computer Aided Design). Η δεκαετία του 1960 και οι αρχές της δεκαετίας του 1970 ήταν οι χρονιές που δημιουργήθηκαν και αναπτύχθηκαν και τα ΣΓΠ στο πανεπιστήμιο του Χάρβαρντ από τον καθηγητή Steinitz C. Έτσι προς το τέλος της δεκαετίας του 1970 συναντάται και η πρώτη τρισδιάστατη ψηφιακή απεικόνιση περιοχών μεγάλης κλίμακας (Ervin *et al.* 2001).

Προς το τέλος της δεκαετίας του '70 και στις αρχές της δεκαετίας του '80 η ανάπτυξη της πληροφορικής αλλά και κυρίως η τεράστια ανάπτυξη των προσωπικών μικροϋπολογιστών και των δυνατοτήτων τους, δημιούργησε τις προϋποθέσεις για την αλματώδη εξέλιξη και χρήση της «ηλεκτρονικής

γραφιστικής». Έτσι τις δεκαετίες του 1980 και του 1990 αναπτύχθηκαν και εξελίχθηκαν νέοι τρόποι δημιουργίας τρισδιάστατων ψηφιακών μοντέλων εδάφους αλλά και απεικόνισής τους, καθώς έγινε δυνατή η δημιουργία εξειδικευμένων προγραμμάτων αναπαράστασης του ανάγλυφου της γης, της βλάστησης, του νερού αλλά και η εύρεση νέων τεχνικών φωτο-ρεαλιστικής απεικόνισής τους (Ervin *et al.* 2001).

Τα τελευταία χρόνια έγιναν σημαντικές βελτιώσεις στα διάφορα λογισμικά τρισδιάστατης απεικόνισης από τις εταιρίες παραγωγής τους, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται αυτά όλο και περισσότερο σε ερευνητικά προγράμματα.

Ο Muhar (2001), από το πανεπιστήμιο Bodenkultur της Βιέννης, περιέγραψε τις σημαντικότερες μεθόδους ψηφιακής μοντελοποίησης των φυτών και της τρισδιάστατης απεικόνισής τους, προσεγγίζοντας το σχεδιασμό τοπίων με τη χρήση συστημάτων όπως τα CAD και τα GIS.

Οι Lim and Honjo (2003), από το πανεπιστήμιο Chiba της Ιαπωνίας, ανέπτυξαν ένα σύστημα τρισδιάστατης απεικόνισης της δασικής περιοχής του εθνικού πάρκου Chichibu-Tama με τη δημιουργία εικονικού περιπάτου (walk through), χρησιμοποιώντας τη γλώσσα μοντελοποίησης VRML. Το σύστημα αυτό, το χρησιμοποίησαν και για άλλα δασικά τοπία και επέδειξαν τους τρόπους που αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί, ώστε να αναδείξει τις διάφορες αλλαγές που εμφανίζονται στα δασικά τοπία, ως αποτέλεσμα των φυσικών διαδικασιών ή των προκαλούμενων από τον άνθρωπο διαταραχών όπως η δενδροφύτευση, η αποψίλωση και η συγκομιδή.

Τέλος, επιστήμονες από το Joanneum Research Institute of Digital Image Processing της Αυστρίας (2004), χρησιμοποιώντας δορυφορικές εικόνες υψηλής διακριτικής ικανότητας (Ikonos και QuickBird) της περιοχής της Πορτογαλίας, προχώρησαν στην τρισδιάστατη απεικόνιση της βλάστησης της εν λόγω περιοχής, αναδεικνύοντας σημαντικές

πληροφορίες που σχετίζονται με αυτήν (βλάστηση). Κύριος στόχος, ήταν η συμπεριφορά και ο έλεγχος της φωτιάς σε μια ενδεχόμενη πυρκαγιά στην Πορτογαλία και γενικότερα η πρόληψη των πυρκαγιών στις Ευρωπαϊκές Μεσογειακές χώρες.

2.1. Εισαγωγικά

Η μοντελοποίηση τοπίου περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες διαδικασίες - ενέργειες μοντελοποίησης αλλά και τα αντικείμενα που συνθέτουν το τοπίο.

Έτσι λοιπόν μοντελοποίηση, σημαίνει, δημιουργία αναπαραστάσεων - απεικονίσεων, όπως είναι τα σχέδια, τα έργα ζωγραφικής και πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποίηση των ψηφιακών μέσων και λογισμικών για την οργάνωση των πληροφοριών σε δυαδική μορφή, με σκοπό την παραγωγή εικόνων σε ψηφιακή ή σε αναλογική μορφή, ή δημιουργώντας σκηνές εικόνων για το σχεδιασμό κινουμένων σχεδίων (animation) (Ervin *et al.* 2001).

Το τοπίο αποτελεί το φυσικό κόσμο, στον οποίο ζούμε, εργαζόμαστε, κατασκευάζουμε και περιλαμβάνει τόσο τα φυσικά οικοσυστήματα (δέντρα, νερό, ατμόσφαιρα, θάλασσα) όσο και τα τεχνητά (δρόμοι, πόλεις).

Η παρούσα διατριβή θα εστιάσει τόσο σε στοιχεία που συνθέτουν το φυσικό κόσμο όσο και σε στοιχεία που αποτελούν τον τεχνητό κόσμο,

χρησιμοποιώντας εξειδικευμένο λογισμικό μοντελοποίησης, σε συνδυασμό με τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (ΣΓΠ).

2.1.1. Λόγοι που οδηγούν στη μοντελοποίηση τοπίων

Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους οι άνθρωποι και κυρίως οι αρχιτέκτονες τοπίων, οι σχεδιαστές κήπων, οι αρχιτέκτονες, οι μηχανικοί, οι σχεδιαστές σκηνικών χρειάζονται ή θέλουν να δημιουργήσουν μοντέλα τοπίων καθώς και των στοιχείων που τα αποτελούν. Έτσι πολλοί δημιουργούν μοντέλα ώστε να απεικονίσουν τα τοπία ως «σκηνικά» όπως τα κλασσικά έργα τέχνης ή, για να χρησιμοποιηθούν ως υπόβαθρα σε παιχνίδια Η/Υ. Οι αρχιτέκτονες τοπίων και άλλοι περιβαλλοντικοί σχεδιαστές κάνουν μοντέλα τοπίων γιατί αυτά δημιουργούνται ευκολότερα, γρηγορότερα και συχνά ασφαλέστερα αλλά και γιατί βοηθούν στην κατανόηση και προσομοίωση φαινομένων όπως η διάβρωση του εδάφους, οι πυρκαγιές, οι πλημμύρες, η εξέλιξη των ειδών βλάστησης κ.ά.

Οι τρισδιάστατες απεικονίσεις τοπίων είναι ένας τρόπος απόδοσης της γήινης επιφάνειας και εφαρμόζεται σε διάφορες θεματικές περιοχές από πολλές επιστήμες επιλύοντας πολλά προβλήματα (Ervin *et al.* 2001).

2.1.2. Διαστάσεις μοντελοποίησης

Ο «πραγματικός» κόσμος που σχεδιάζεται από τους αρχιτέκτονες τοπίων, αλλά και οι φανταστικοί κόσμοι που δημιουργούνται από τους σχεδιαστές παιχνιδιών Η/Υ, θεωρούνται τρισδιάστατοι έχοντας τις χωρικές συντεταγμένες ως εξής: X για το πλάτος, Y για το μήκος, Z για το ύψος ή το βάθος. Το σύστημα αυτό που αποδίδεται στον Ευκλείδη και τον Καρτέσιο, καθιστά δυνατή τη λεπτομερή περιγραφή της στερεάς

γεωμετρίας και αποτελεί θεμελιώδης βάση για το σχεδιασμό σε συστήματα (CAD) αλλά και ΣΓΠ (GIS). Ωστόσο, οι πιο γνωστές αναπαραστάσεις που χρησιμοποιούνται από την αρχαιότητα ως τις μέρες μας, είναι αυτές που αναφέρονται σε δύο διαστάσεις (μήκος, πλάτος), όπως είναι οι χάρτες, τα σχέδια και οι εικόνες σε επίπεδο χαρτί. Η τέχνη και η επιστήμη της προοπτικής της αναπαράστασης στο χώρο, όπου παρουσιάζει τις τρεις διαστάσεις σε δύο, έχει αναπτυχθεί εδώ και τετρακόσια χρόνια από τους ζωγράφους, ενώ τα τελευταία τριάντα με σαράντα χρόνια από τους επιστήμονες υπολογιστών (Ervin *et al.* 2001).

Στη χαρτογραφία ή στην επιστήμη της γεωγραφίας έχουν αναπτυχθεί μαθηματικές μέθοδοι προβολής για την πιστή αναπαράσταση της γήινης σφαίρας σε επίπεδα (χάρτες). Πολλά έχουν ειπωθεί για τις χαρτογραφικές προβολές και το ρόλο αυτών στη μετάβαση από τις σφαιρικές προβολές σε επίπεδες. Έχει παρατηρηθεί πως στην προσπάθεια μετατροπής των σφαιρικών συντεταγμένων σε επίπεδες, κάποια σημεία της προβολής διαστρεβλώνονται. Καμία σφαιρική προβολή δε διατηρεί ακριβώς τη μορφή της περιοχής. Η βασική αρχή που κυριαρχεί στη χαρτογραφία και στα ΣΓΠ σχετικά με τα αποτελέσματα της κάθε αναπαράστασης είναι ότι καμία (αναπαράσταση) δεν είναι απολύτως αληθινή ή τέλεια και ότι όλες περιέχουν λάθη, παραλείψεις, αφαιρέσεις, απλοποιήσεις, υπερβολές (Παπακωνσταντίνου 2005).

Ακόμη και οι «πιστότερες» τρισδιάστατες αναπαραστάσεις του κόσμου μας, θεωρούνται «αποτυχημένες» καθώς είναι πολύ δύσκολο να συλληφθεί και πολύ περισσότερο να αναπαραστεί η τέταρτη διάσταση, αυτή δηλαδή του χρόνου που επιφέρει τις διάφορες αλλαγές. Ίσως ορισμένες απλές σύνθετες δομές, όπως τα κτίρια ή μηχανικά κομμάτια (εργαλεία), μπορούν να απομονωθούν και να αναπαραστούν ως στατικά, όμως, πολύπλοκες δομές όπως τα τοπία, οι οργανισμοί και οι κοινωνίες, που συνεχώς μεταβάλλονται, αυξάνονται, αλλάζουν, αναφέρονται σε περισσότερες από δύο διαστάσεις (Ervin *et al.* 2001).

Πολλές προσπάθειες έγιναν για την προσέγγιση της τέταρτης διάστασης, το χρόνο δηλαδή. Οι επιστήμονες ονόμασαν κάποιον άξονα ως χρόνο σε ένα γράφημα 2-Διαστάσεων ενώ οι καλλιτέχνες, δημιούργησαν μια σειρά έργων ζωγραφικής ή εικόνων, δίπλα-δίπλα, αναπαριστώντας παρόμοιες χωρικές καταστάσεις σε διαφορετικούς χρόνους (οι τέσσερις εποχές, η νύχτα και η ημέρα). Η εφεύρεση του κινηματογράφου, έφερε την τέταρτη διάσταση του χρόνου πιο κοντά, ανοίγοντας καινούριους δρόμους για την εξερεύνηση και αναπαράστασή του. Η φωτογραφία χρονικών στιγμιότυπων σε μικρο-κλίμακες αλλά και ο σχεδιασμός κινουμένων σχεδίων μέσω H/Y σε μεγάλες-κλίμακες, θεωρούνται απαραίτητοι στην απεικόνιση των φυσικών δυναμικών διαδικασιών. Επιπλέον, μοντέλα H/Y που «επιτρέπουν» τις χρονικές ακολουθίες, με την καθοδήγηση πάντα, του χρήστη, βοηθούν στην εξερεύνηση και κατανόηση των χρονικών αλλαγών (Ervin *et al.* 2001).

Αξίζει να σημειωθεί, ότι μία σημαντική διαφορά και ένα σημαντικό πλεονέκτημα που παρουσιάζουν τα ψηφιακά μέσα έναντι των αναλογικών είναι ότι λειτουργούν μέσω προγραμμάτων. Έτσι ενώ όλα τα αναλογικά μέσα εξαρτώνται κυρίως από το σχεδιαστή, οι H/Y και οι περιφερειακές μονάδες τους μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα. Αυτό το χαρακτηριστικό τους, δίνει τη δυνατότητα εφαρμογών με διαδοχικά και ποικίλα στάδια (Ervin *et al.* 2001).

Το δεύτερο πλεονέκτημα ενός ψηφιακού μέσου από ένα αναλογικό είναι ότι το πρώτο, μπορεί εύκολα να παρουσιαστεί σε διάφορες μορφές, που θα βοηθήσουν στην περαιτέρω ανάλυση αλλά και παρουσίασή του. Για παράδειγμα, ένα τρισδιάστατο μοντέλο μπορεί να αναλυθεί αριθμητικά και να υπολογισθεί ο όγκος και η μάζα των αντικειμένων που το συνθέτουν καθώς και να βοηθήσει στη σύγκριση δύο ψηφιακών μοντέλων εδάφους (Ervin *et al.* 2001).

2.2. 2-Διάστατα μοντέλα

Τα περισσότερα κοινά μοντέλα που έχουν σχεδιαστεί και είναι γνωστά σήμερα αναφέρονται στις δύο μόνο διαστάσεις. Τέτοια μοντέλα είναι οι φωτογραφίες, οι χάρτες, τα διάφορα σχέδια, οι προβολές κ.ά. Τα περισσότερα από αυτά εμφανίζονται και παρουσιάζονται σε αναλογική μορφή. Η πρόοδος της επιστήμης της ηλεκτρονικής γραφιστικής (computer graphics) και των τεχνολογιών της ψηφιακής εκτύπωσης συμπληρώνουν όλα τα παραπάνω μοντέλα διευκολύνοντας τη χρήση τους αλλά και προσφέροντας αξιοπιστία (Ervin *et al.* 2001).

Οι Η/Υ έχοντας τον απαραίτητο υλικό εξοπλισμό αλλά και το κατάλληλο λογισμικό, μπορούν με σχετική ευκολία να δημιουργήσουν 2-διάστατα μοντέλα παρόμοια με αυτά που παρουσιάζονται σε αναλογική μορφή. Όλα αυτά τα υπολογιστικά συστήματα χρησιμοποιούν το δυαδικό σύστημα στον πυρήνα τους (0,1) και παρουσιάζουν τα 2-διάστατα γραφικά με τη μορφή εικονοστοιχείων (pixels) ή κουκίδων χρώματος ή φωτεινότητας (Ervin *et al.* 2001).

2.2.1. Συστήματα συντεταγμένων

Οι θέσεις των αντικειμένων στο επίπεδο (π.χ. στο χαρτί, στην επιφάνεια της γης) μπορούν να αποδοθούν από ένα ζεύγος αριθμών, που αντιπροσωπεύουν την απόσταση κατά μήκος δύο ορθογωνίων αξόνων, των οποίων η συμβολή δίνει την αρχή τους και αποτελεί το σημείο μηδέν για το καθένα. Στο καρτεσιανό σύστημα, αυτές οι συντεταγμένες καλούνται X για τις οριζόντιες (πλάτος) και Y για την κατακόρυφο (ύψος). Σε μια σφαιρική επιφάνεια, όπως η γη, καλούνται γεωγραφικό μήκος (X) και γεωγραφικό πλάτος (Y). Στο δισδιάστατο χώρο χρησιμοποιείται το πολικό σύστημα συντεταγμένων στο οποίο οποιαδήποτε θέση μπορεί να καθορισθεί από μια γωνία και μια απόσταση (Ervin *et al.* 2001).

Οι τιμές των συντεταγμένων στην περίπτωση του απείρως υποδιαίρεσιμου διαστήματος, όπως είναι ο πραγματικός κόσμος μπορούν να είναι πραγματικοί αριθμοί ή ακέραιοι στην περίπτωση των διακριτών διαστημάτων, όπως τα στοιχεία σε ένα πλέγμα ή μια σειρά. Στην τελευταία περίπτωση μπορούν να προσδιοριστούν και ως σειρές (οριζόντια) και στήλες (κάθεται) (Burroughth 1991).

Οι τιμές των συντεταγμένων αυξάνονται σε μια κατεύθυνση και μειώνονται στην αντίθετη, ώστε οι θετικές τιμές του X να είναι προς τα δεξιά (Ανατολή), ενώ οι αρνητικές προς τα αριστερά (Δύση). Οι θετικές τιμές του Y να είναι προς τα πάνω (Βορράς) ενώ οι αρνητικές προς τα κάτω (Νότος) (Ervin *et al.* 2001).

Είναι λοιπόν σημαντικό κάθε φορά που χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα συντεταγμένων να καθορίζονται επακριβώς οι άξονες καθώς και η θετική φορά μέτρησης σε κάθε έναν από αυτούς ώστε να αποφεύγονται λάθη που οδηγούν σε λάθος συμπεράσματα (Παπακωνσταντίνου 2005).

2.2.2. Συντεταγμένες χαρτών

Εκτός από τις συντεταγμένες χαρτών που δείχνουν τις διάφορες θέσεις πάνω στη γήινη επιφάνεια πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι μονάδες και οι προβολές.

Τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη δεν παίρνουν αρνητικές τιμές, αλλά προσδιορίζονται από το ημισφαίριο: Βόρειο (θετικό γεωγραφικό πλάτος) ή Νότιο (αρνητικό γεωγραφικό πλάτος), Ανατολικό (θετικό γεωγραφικό μήκος) και Δυτικό (αρνητικό γεωγραφικό μήκος). Ακόμη τα σφαιρικά συστήματα έχουν ως μονάδες τους τις μοίρες αλλά και τις υποδιαίρεσεις αυτών, τα λεπτά (1/60) και τα δευτερόλεπτα (1/60 του λεπτού) (Ervin *et al.* 2001).

Τέλος οι συντεταγμένες σε μια σφαιρική επιφάνεια που μετριούνται ως αποστάσεις και όχι σε μοίρες, υπόκεινται σε διαδικασίες μετατροπής, κατά τις οποίες η κυρτή επιφάνεια γίνεται επίπεδη αλλά φαίνεται διαστρεβλωμένη. Υπάρχουν πολλά καθορισμένα μαθηματικά προβολικά συστήματα όπως τα: UTM, Geographic and Peters (Zeiler 1999).

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι συντεταγμένες που αναφέρονται στην ίδια θέση πάνω στη γη, δε θα συμπέσουν, αν βρίσκονται σε διαφορετικά προβολικά συστήματα. Έτσι λοιπόν στην κατασκευή των τρισδιάστατων μοντέλων των τοπίων τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να βρίσκονται στο ίδιο προβολικό σύστημα.

2.2.3. Εικονοστοιχεία και χρώματα

Αν και τα δεδομένα εισόδου που χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση τοπίων μπορεί να βρίσκονται σε διάφορες προβολές, μονάδες και συστήματα, τα δεδομένα εξόδου μπορεί να είναι είτε μια σειρά ψηφιακών (raster) στοιχείων εικόνων, είτε εικονοστοιχεία, τα οποία συνθέτουν μια εικόνα. Τα εικονοστοιχεία μετριούνται συνήθως από τις σειρές και τις στήλες και το διάστημα μεταξύ τους και από τα σημεία ανά ίντσα (dots per inch) ή αλλιώς dpi (που αποτελούν την πραγματική απόσταση μεταξύ των εικονοστοιχείων σε μια συσκευή). Επιπλέον, τα εικονοστοιχεία αλλά και οι οθόνες έχουν ένα ακόμη χαρακτηριστικό: το λόγο εικόνας (aspect ratio), που είναι ο λόγος τους ύψους με το πλάτος (Ervin *et al.* 2001).

Η τέλεια τετραγωνική οθόνη θεωρείται εκείνη που ο λόγος εικόνας είναι ίσος με 1.0, όπου τα εικονοστοιχεία απέχουν εξίσου και στις δύο κατευθύνσεις. Στις περισσότερες όμως συσκευές ο λόγος εικόνας είναι μικρότερος του 1,0 γιατί τα εικονοστοιχεία είναι ελαφρώς επιμηκυμένα στον άξονα του Y (Ervin *et al.* 2001).

2.2.3.1. Χρώματα

Ένα εικονοστοιχείο που έχει μόνο δύο πιθανά χρώματα, μαύρο ή άσπρο, αντιστοιχεί σε ένα bit στη μνήμη του H/Y, ενώ εκείνο που έχει πιθανή όλη την παλέτα των χρωμάτων αντιστοιχεί σε 24 ή 32 bits, ή 3 ή 4 bytes στη μνήμη. Σε μια οθόνη, όλες αυτές οι τιμές, αντιπροσωπεύονται ως χωριστές τιμές για το Κόκκινο, Πράσινο και το Μπλε (ή RGB), έχοντας το κάθε ένα μια τιμή από το 0-255 (8 bits), για μια συνολική σειρά πάνω από 4 δισεκατομμύρια διαφορετικά χρώματα. Αντίθετα, στο απλό χαρτί, τα εικονοστοιχεία, αντιπροσωπεύονται από τους συνδυασμούς μελανιών, με διαφορετικές τιμές για το Κυανό, το Ματζέντα, το Κίτρινο και το Μαύρο (ή CMYK). Οι ίδιες αριθμητικές τιμές RGB και CMYK γίνονται αντιληπτές με διαφορετικά χρώματα από το ανθρώπινο μάτι. Οι εικόνες παρουσιάζονται χρωματικά με τη χρήση ενός πίνακα (Color Lookup Table), ο οποίος περιέχει 256 ή 1024 διαφορετικά χρώματα, των οποίων ο συνδυασμός παράγει την τελική εικόνα (Ervin *et al.* 2001).

Ένα εικονοστοιχείο μπορεί να αντιστοιχεί σε ένα σημείο σε ένα δισδιάστατο ή τρισδιάστατο μοντέλο, αλλά λόγω των παραλλαγών κλίμακας, μπορεί επίσης να αντιπροσωπεύει περισσότερα από αυτό. Σε μια δορυφορική εικόνα, για παράδειγμα, το εικονοστοιχείο μπορεί να αναφέρεται σε μια περιοχή 30 m x 30 m στο έδαφος ή κατά μια άποψη προοπτικής, ένα απόμακρο δέντρο στο υπόβαθρο μπορεί να αποτελέσει ένα ενιαίο εικονοστοιχείο. Γενικότερα, στη μοντελοποίηση Δύο αλλά και Τριών Διαστάσεων το τελικό προϊόν στην οθόνη αποτελείται από εικονοστοιχεία (pixels) (Ervin *et al.* 2001).

2.2.4. Σημεία, Γραμμές, Πολύγωνα και Καμπύλες

Όλα τα δισδιάστατα και τα τρισδιάστατα γεωμετρικά μοντέλα αποτελούνται από:

- ✚ Σημεία ή κόμβους (μηδενικής διάστασης αντικείμενα, που έχουν μόνο θέση)
- ✚ Γραμμές ή ακμές (μονοδιάστατα αντικείμενα, καθορισμένα από δύο σημεία, που έχουν μήκος)
- ✚ Πολύγωνα ή επιφάνειες (δισδιάστατα αντικείμενα, καθορισμένα από τρεις ή περισσότερες γραμμές, έχοντας έκταση)

Οι κυρτές γραμμές και τα κυρτά πολύγωνα μπορούν κι αυτά να προστεθούν, να υπολογισθούν και να μοντελοποιηθούν. Μια κυρτή γραμμή μπορεί να προσεγγιστεί εύκολα από ένα σύνολο μικρών ευθειών γραμμών, (ή σε μια οθόνη από μια σειρά εικονοστοιχείων) ενώ τα κυρτά πολύγωνα ή οι κυρτές περιοχές μπορούν να προσεγγιστούν με μαθηματικούς τρόπους όπως για παράδειγμα με ένα κεντρικό σημείο και την ακτίνα γύρω από αυτό (Ervin *et al.* 2001).

Τα γεωμετρικά αυτά μοντέλα μπορούν να οργανωθούν και να αντιπροσωπευθούν με έναν ιεραρχικό τρόπο, έτσι ώστε τα πολύγωνα να αποτελούνται από γραμμές και οι γραμμές από σημεία, τα οποία έχουν (δισδιάστατες ή τρισδιάστατες) συντεταγμένες. Στη γεωμετρία μιας εικόνας δύο ή τριών διαστάσεων, η συνδετικότητα των γραμμών που ενώνουν τα σημεία και που δημιουργούν τα πολύγωνα και τις επιφάνειες, καλείται τοπολογία του μοντέλου. Η τοπολογία παίζει καθοριστικό ρόλο στη μοντελοποίηση τοπίων (Ervin *et al.* 2001).

Κάθε πρόγραμμα μοντελοποίησης έχει το δικό του τρόπο εισαγωγής των παραπάνω στοιχείων αλλά και των συνδυασμών τους. Όσο απλούστερη είναι μια μορφή, τόσο πιο εύκολη θα είναι η μετατροπή της από το ένα πρόγραμμα στο άλλο χωρίς να υποστεί κάποια τροποποίηση, αντίθετα όσο πιο σύνθετη (κυρτές γραμμές ή κυρτά πολύγωνα), υπάρχει η πιθανότητα απώλειας πληροφοριών κατά τη μετατροπή (Ervin *et al.* 2001).

2.3. 3-Διάστατα μοντέλα

Όπως ήδη έχει προαναφερθεί, όλα τα δισδιάστατα μοντέλα περιγράφονται στο χώρο του επιπέδου και αναφέρονται σε δύο διαστάσεις, ενώ τα τρισδιάστατα καταλαμβάνουν τον όγκο του χώρου και αναφέρονται σε τρεις διαστάσεις. Ο τρίτος άξονας που περιλαμβάνουν, είναι ορθογώνιος ως προς τους άλλους και κάθε σημείο έχει τρεις συντεταγμένες που είναι εκφρασμένες ως x , y , z . Αυτή η μαθηματική περιγραφή αναφέρεται στη γεωμετρία του πραγματικού κόσμου, στην οποία τα αντικείμενα έχουν πλάτος, βάθος και ύψος, αλλά και επιπλέον ιδιότητες όπως όγκο, μάζα κλπ. (Ervin *et al.* 2001).

2.3.1. Επιφάνειες - Στερεά μοντέλα

Οι επιφάνειες απεικονίζονται τρισδιάστατα από πολλά προγράμματα μοντελοποίησης αυτόματα (by default), δεδομένου ότι είναι ευκολότερο να αναπαρασταθούν και να διαχειριστούν από ότι τα στερεά μοντέλα. Απλά επίπεδα αντικείμενα, όπως ένα ορθογώνιο, ή ένας κυκλικός δίσκος, αποτελούν μια επιφάνεια.

Τα στερεά μοντέλα είναι πιο σύνθετα από τις επιφάνειες, δεδομένου ότι έχουν πάχος και άλλες ιδιότητες. Τα περισσότερα λογισμικά στην προσπάθειά τους να αποδώσουν τρισδιάστατα τα στερεά μοντέλα προχωρούν στο συνδυασμό γεωμετρικών σχημάτων (κύβων, σφαιρών, κυλίνδρων και κώνων), παράγοντας έτσι μια ευρεία ποικιλία μορφών. Κυρτά και σύνθετα στερεά αντικείμενα που κυριαρχούν στη φύση (φυτά, είδη βλάστησης) είναι δύσκολο να προσεγγιστούν και για αυτό απαιτούνται συχνά οι διαδικαστικές μέθοδοι παραγωγής και συνδυασμού (Ervin *et al.* 2001).

2.4. Διαδικασίες που γίνονται στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση

Για την τρισδιάστατη απεικόνιση επιφανειών και των στερεών αντικειμένων συντελούνται ορισμένες διαδικασίες από τα διάφορα λογισμικά μοντελοποίησης. Τέτοιες διαδικασίες είναι:

2.4.1. Επανάληψη, Συνδυασμός

Η διαδικασία της γραμμικής επανάληψης, η διευκρίνιση ενός διαστήματος μεταξύ ενός συνολικού αριθμού στοιχείων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία μιας συστοιχίας δέντρων στα σχέδια τοπίων.

Οι απλούστερες μορφές συνδυασμού στα περισσότερα συστήματα μοντελοποίησης περιλαμβάνουν τη διαδικασία της ομαδοποίησης, κατά την οποία διαφορετικά στοιχεία μπορούν να κινηθούν, να επαναταξινομηθούν και να συμπεριφερθούν ως ενιαίο αντικείμενο, ή ομάδα. Μερικά λογισμικά έχουν την ιεραρχική ομαδοποίηση, έτσι ώστε διάφορες υποομάδες να μπορούν να συνδυαστούν σε μια γενική ομάδα, σε διάφορα επίπεδα. Τέτοιοι ιεραρχικοί σχηματισμοί μπορούν να εφαρμοστούν στην κινηματική, όπου όταν ένα στοιχείο κινείται προκαλεί την κίνηση και των συνδεδεμένων με αυτό στοιχείων ή αντικειμένων (Ervin *et al.* 2001).

2.4.2. Λογικές προτάσεις (κατά George Bool): Ένωση, Τομή,

Διαφορά

Σε πολλά λογισμικά τρισδιάστατης απεικόνισης περιλαμβάνονται διαδικασίες που συμβαίνουν μεταξύ των αντικειμένων και αποκαλούνται λογικές προτάσεις. Πρόκειται για τις διαδικασίες της ένωσης, της τομής αλλά και της διαφοράς μεταξύ των αντικειμένων (Ervin *et al.* 2001).

Έτσι κατά τη διαδικασία της τομής (and), εμφανίζονται όλα τα αντικείμενα που είναι κοινά σε δύο ή περισσότερες ομάδες.

Κατά τη διαδικασία της ένωσης (or), δημιουργείται ένα σύνολο από όλα τα στοιχεία, όλων των ομάδων.

Τέλος, κατά τη διαδικασία της διαφοράς, προκύπτει το αντικείμενο, το οποίο προέρχεται από την αφαίρεση δύο άλλων.

Στη μοντελοποίηση τοπίων, οι Boolean διαδικασίες χρησιμοποιούνται περισσότερο για να δημιουργήσουν ειδικούς σχηματισμούς αλλά και να χρησιμοποιηθούν για τη μοντελοποίηση της βλάστησης.

Ο συνδυασμός των διαδικασιών της ομαδοποίησης αλλά και των λογικών προτάσεων, βοηθούν στη μοντελοποίηση των επιφανειών και των αντικειμένων που συνθέτουν το τοπίο. Ωστόσο όμως, είναι απαραίτητος ο έλεγχος κάθε μεμονωμένου βήματος. Για το λόγο αυτό, πολλά λογισμικά μοντελοποίησης, μπορούν και δημιουργούν αυτόματα επιφάνειες ή στερεά αντικείμενα με τη χρήση μακρο-εντολών ή κάποιας γλώσσας προγραμματισμού (C, Basic, Lisp) (Ervin *et al.* 2001).

2.5. Διαδικασία του rendering (αναπαράσταση - απόδοση)

Όταν το ψηφιακό μοντέλο εδάφους έχει δημιουργηθεί με τη σωστή λεπτομέρεια και έχει ενσωματωθεί επάνω του η κατάλληλη εικόνα, έχοντας ξεπεράσει όλους τους περιορισμούς που τίθενται από την ιδιαιτερότητα του έργου τότε απομένει μόνο η απεικόνισή του. Αυτή γίνεται με τη διαδικασία του rendering με την οποία αποδίδεται η ρεαλιστική οπτικοποίησή του. Το rendering θα μπορούσε κανείς να πει ότι αποτελεί τη διαδικασία κατά την οποία μια δισδιάστατη εικόνα παράγεται από ένα τρισδιάστατο πρότυπο. Σε όλες τις περιπτώσεις το λογισμικό που χρησιμοποιείται οπτικοποιεί την πληροφορία με τέτοιον

τρόπο σα μια εικονική φωτογραφική μηχανή να βρίσκεται κάπου στο τρισδιάστατο διάστημα επάνω από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους και να το αποτυπώνει παίρνοντας φωτογραφίες (Watt 2000).

Πολλές δυνατότητες δίνονται στον τρόπο με τον οποίο κινείται αλλά και αποτυπώνει η εικονική αυτή φωτογραφική μηχανή (κάμερα). Έτσι η προβολή της εικόνας μπορεί να είναι προοπτική ή μπορεί να είναι μια από τις ορθογραφικές προβολές. Επίσης δίνεται η δυνατότητα επέμβασης στα χαρακτηριστικά των φακών, όπως στο εστιακό μήκος για παράδειγμα. Για την απόδοση της απεικόνισης υπάρχει μεγάλος αριθμός αλγορίθμων φωτοσκίασης, η δημιουργία και η μελέτη των οποίων αποτελεί ένα σημαντικό τομέα έρευνας της ηλεκτρονικής γραφιστικής (Watt 2000).

2.6. Animation (σχεδιασμός κινουμένων σχεδίων)

Τα τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα ενώ αναπαριστούν με μεγάλη ακρίβεια σε πολλές περιπτώσεις το ανάγλυφο της γης η απεικόνισή τους σε δισδιάστατες μορφές αποτυγχάνει να αποδώσει τη δυναμική που αυτό έχει. Η δυναμική του εμφανίζεται με τη συνεχή αλλαγή που παρατηρείται καθώς γίνεται πλοήγηση μέσα σε αυτό. Έτσι λοιπόν οι στατικές φωτογραφίες δεν αναπαριστούν ρεαλιστικά το ανάγλυφο της γης (Παπακωνσταντίνου 2005).

Το απλούστερο είδος δυναμικού αποτελέσματος που μπορεί να παραχθεί από τα προγράμματα τρισδιάστατης απεικόνισης είναι το animation, το οποίο αποτελεί την παραγωγή μιας σειράς εικόνων που απεικονίζουν το ίδιο αντικείμενο αλλά με ελαφρώς αλλαγμένη τη θέση του. Αυτή η εναλλαγή των θέσεων του αντικειμένου δημιουργεί τη δυναμική της κίνησης όπως αυτή παρατηρείται στον κινηματογράφο όπου η γρήγορη εναλλαγή μιας σειράς διαδοχικών φωτογραφιών-εικόνων δημιουργεί την ψευδαίσθηση της κίνησης (Παπακωνσταντίνου 2005).

Για τη δημιουργία του χρησιμοποιούνται οι τεχνικές:

- Fly-by (flyover) - Εικονική πτήση
- Walk through - Εικονικός περίπατος

Οι παραπάνω μέθοδοι μιμούνται καλύτερα την πτήση επάνω από το τοπίο (Fly-by) και την πορεία μέσα από αυτό (Walk through) (Watt 2000).

Η δημιουργία ενός αποτελεσματικού animation απαιτεί τρισδιάστατα πρότυπα που έχουν αρκετή λεπτομέρεια ώστε να υποστηρίζουν έναν περίπατο μέσα σε αυτά. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι κινήσεις αυτές καθορίζονται με τη δημιουργία μιας γραμμής που αποτελεί το μονοπάτι επάνω στο οποίο θα κινηθεί η κάμερα (Παπακωνσταντίνου 2005).

Υπάρχουν πολλές δυνατότητες αλλαγής της πορείας της (κάμερας), της ταχύτητας κίνησής της αλλά και του αντικειμένου το οποίο στοχεύει. Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η διαδικασία του animation είναι η σκηνοθεσία της παρουσίασης των δημιουργηθέντων αντικειμένων.

Για τη δημιουργία ενός σωστού animation απαιτούνται 15-20 καρέ (frames)/δευτερόλεπτο πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή εξαιρετικά μεγάλων αρχείων. Ωστόσο υπάρχουν πολλές τεχνικές συμπίεσης έτσι ώστε να είναι δυνατή η παραγωγή πολύ καλών σε ανάλυση και λεπτομέρεια οπτικοποιήσεων (Παπακωνσταντίνου 2005).

2.7. Γραφικά - Προγράμματα γραφικών

2.7.1. Γραφικά

Τα γραφικά με υπολογιστή (Computer Graphics) εφαρμόζονται στο σχεδιασμό (Computer Aided Design), στην τηλεοπτική και κινηματογραφική εικόνα, στην ιατρική, στις διαφημίσεις, στην προσομοίωση, σε παιχνίδια και σε πολλούς άλλους τομείς.

Τα γραφικά δημιουργούν εικόνες από ένα μοντέλο. Το μοντέλο αυτό, μπορεί να αποτελείται από την περιγραφή ενός φανταστικού κόσμου με πολυγωνικές επιφάνειες. Για την παραγωγή των εικόνων χρησιμοποιούνται τεχνικές που εκφράζουν τον τρόπο αλληλεπίδρασης του φωτός με τα αντικείμενα του μοντέλου. Πολλές από τις τεχνικές αυτές αναπτύχθηκαν ειδικά για τα γραφικά ενώ ορισμένες άλλες προέρχονται από τα μαθηματικά και τη φυσική (Θεοχάρης και Μπεμ 1999).

Τα γραφικά θεωρούνται σήμερα «ώριμη» επιστήμη με μια σημαντική λίστα εφαρμογών που έχει μεγάλα περιθώρια περαιτέρω ανάπτυξης. Οι πιο σημαντικές είναι:

- **Σχεδίαση Υποστηριζόμενη από Υπολογιστή (Computer Aided Design)** στις παρακάτω περιοχές:
 - Μηχανολογία (αυτοκινητοβιομηχανία, βιομηχανία αεροπλάνων, βιομηχανία μηχανολογικών εξαρτημάτων κλπ.).
 - Αρχιτεκτονική, όπου ο πελάτης μπορεί να ξεναγηθεί σε ένα κτίριο και να δει την κάθε λεπτομέρειά του όταν αυτό βρίσκεται ακόμα στη φάση του σχεδιασμού.
 - Πολεοδομία και διαμόρφωση χώρων.
 - Οδοποιία.
 - Ηλεκτρονική (VLSI κυκλώματα).
 - Χαρτογραφία.
- **Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Geographic Information Systems)**, που παρέχουν τη δυνατότητα παρουσίασης

και επεξεργασίας των (γεωγραφικών) δεδομένων μιας βάσης με γραφικά. Αυτά χρησιμοποιούνται με μεγάλη επιτυχία στο σχεδιασμό και στη συντήρηση των δικτύων ύδρευσης, ηλεκτροδότησης κ.ά.

- **Προσομοίωση Πτήσεως**, όπου ο πιλότος εξασκείται στο χειρισμό κάποιου είδους αεροπλάνου με χαμηλό κόστος και χωρίς κίνδυνο. Προσομοιωτές χρησιμοποιούνται για εκπαίδευση και σε άλλα συστήματα.
- **Δημιουργία Συνθετικών ταινιών και Διαφημίσεων**. Εδώ μπορούν να δημιουργηθούν εντυπωσιακά εφέ καθώς τα συνθετικά αντικείμενα δεν υπόκεινται στους φυσικούς νόμους. Ολοένα και περισσότερες ταινίες και διαφημίσεις χρησιμοποιούν γραφικά. Είναι βέβαια γεγονός ότι παρά τη χρήση εξελιγμένων αλγορίθμων και προχωρημένων μαθηματικών, λείπει η εμπειρία στην καλλιτεχνική χρήση αυτού του νέου μέσου με συνέπεια το αποτέλεσμα να είναι συχνά αισθητά φτωχό.
- **Γραφική Αλληλεπίδραση με το Χρήστη (Graphical User Interfaces (GUI))**. Ο χρήστης εξοικειώνεται πολύ γρηγορότερα σε GUI παρά σε αλληλεπίδραση με κείμενο.
- **Ιατρικές εφαρμογές**. Για παράδειγμα στην τομογραφία χρησιμοποιούνται τεχνικές γραφικών (voxels) για την τρισδιάστατη αναπαράσταση και εξερεύνηση των δεδομένων των τομών που δίνει ο τομογράφος.
- **Οπτικοποίηση Επιστημονικών (και άλλων) Δεδομένων (Scientific Visualization)**. Το αντικείμενο εδώ είναι η παράσταση αντικειμένων πολλαπλών διαστάσεων με σκοπό την καλύτερη κατανόησή τους και την ανάλυση θεωρητικών μοντέλων.
- **Γραφικά και Τέχνη**. Ο καλλιτέχνης συνήθως εκμεταλλεύεται τη δυνατότητα παράστασης μη φυσικών φαινομένων με γραφικά.
- **Παιχνίδια με Υπολογιστή**. Η περιοχή αυτή αποτελεί έναν ιδιαίτερα σημαντικό εμπορικό κλάδο (Θεοχάρης και Μπεμ 1999).

2.7.2. Προγράμματα γραφικών

Τα πιο σημαντικά προγράμματα μοντελοποίησης τοπίου είναι ([Ervin et al. 2001](#)):

3DStudioMax από την Autodesk. Πρόγραμμα 3διάστατης μοντελοποίησης, με δυνατότητα δημιουργίας εικόνας (rendering) και κινούμενων σχεδίων (animation), με πολλές επιπλέον λειτουργίες.

3DStudioMax Plug-Ins από την Digimation. Προέκταση του παραπάνω λογισμικού το οποίο προσθέτει επιπλέον εφέ σε πολλά φυσικά φαινόμενα όπως το νερό, ο καπνός, η φωτιά.

AMAP από την JMGGraphics. Δημιουργεί 3διάστατα δέντρα και άλλα φυτά με ποικιλία παραμέτρων.

ArcInfo από την ESRI. Πρόγραμμα με επιπλέον λειτουργίες που στηρίζονται στα ΣΓΠ και χρησιμοποιεί ψηφιδωτά και διανυσματικά δεδομένα. Περιλαμβάνει περισσότερες λειτουργίες και συνδεσιμότητα με το διαδίκτυο σε σχέση με το *ArcView*.

ArcView από την ESRI. Πρόγραμμα με επιπλέον λειτουργίες που στηρίζονται στα ΣΓΠ και χρησιμοποιεί ψηφιδωτά και διανυσματικά δεδομένα. Περιλαμβάνει διάφορους σπονδύλους για τοπογραφική και υδρολογική ανάλυση.

AutoCAD από την Autodesk. Πρόγραμμα 2διάστατης και 3διάστατης μοντελοποίησης με δυνατότητα δημιουργίας εικόνας (rendering) και πρόσθετους σπονδύλους με συγκεκριμένες λειτουργίες και δυνατότητες.

Bryce3D από την Corel. Πρόγραμμα, το οποίο συνδυάζει κλασματικά αντικείμενα, αλγορίθμους, διάφορα εφέ που σχετίζονται με την

ατμόσφαιρα και το φως, για τη δημιουργία φανταστικών μοντέλων τοπίων και εικόνων (renderings).

DigArts από την GardenHose. Πρόγραμμα 2διάστατης και 3διάστατης μοντελοποίησης δέντρων και φυλλωμάτων, με δυνατότητα δημιουργίας εικόνας (rendering).

ElectricImage από την ElectricImage, *SoftImage* από την SoftImage. Προγράμματα 3διάστατης μοντελοποίησης, με δυνατότητα δημιουργίας εικόνας (rendering).

FormZ από την Auto-des-sys, *Vector Works* από την Nemetschek. Προγράμματα 2διάστατης και 3διάστατης μοντελοποίησης, με δυνατότητα δημιουργίας εικόνας (rendering).

LightWave από την New Tek και *Maya* από την Alias. Προχωρημένα προγράμματα 3διάστατης μοντελοποίησης, με δυνατότητα δημιουργίας εικόνας (rendering).

MFWorks από την ThinkSpace. Πρόγραμμα με λειτουργίες που στηρίζονται στα ΣΓΠ και χρησιμοποιεί ψηφιδωτά και διανυσματικά δεδομένα.

Panorama Tools από την Helmut Dersch. Πρόγραμμα που συνδυάζει ξεχωριστές φωτογραφίες και δημιουργεί πανοραμικές εικόνες οι οποίες μπορεί να έχουν εύρος έως 360°.

Photoshop από την Adobe Systems. Πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνων με πολλαπλά χαρακτηριστικά και πολλές επιπλέον δυνατότητες.

Premiere από την Adobe Systems. Πρόγραμμα επεξεργασίας βίντεο και πολυμέσων με ποικίλα χαρακτηριστικά και πρόσθετες λειτουργίες.

Render Man από την Pixar. Πρόγραμμα υψηλής απόδοσης για τη δημιουργία εικόνας (rendering), με δυνατότητα ρυθμίσεων.

Rhino3D από την Robert MacNeel Associates. Πρόγραμμα βασισμένο σε 3διάστατη μοντελοποίηση με δυνατότητα δημιουργίας εικόνας (rendering).

Terra Vista από την Terrain Experts, Inc. Πρόγραμμα δημιουργίας ανάγλυφου και οπτικοποίησης σκηνικών.

Tree Pro από την Onyx Computing. Δημιουργεί 2διάστατα και 3διάστατα δέντρα δίνοντας επιπλέον κίνηση σε αυτά.

World Builder από την Animatek, *World Construction Set* από την 3D Nature, *Vista Pro* από την Andromeda Software, *Genesis* από την Geomantics, *Natural Scene Designer* από την Natural Graphics, *RapidSite* από την Evans & Sutherland. Δημιουργούν με ρεαλιστικό τρόπο 3διάστατες απεικονίσεις, συνδυάζοντας δεδομένα ΣΓΠ και λειτουργίες επεξεργασίας εικόνων.

2.8. Επιλογή συγκεκριμένου λογισμικού

Δύο ήταν τα προγράμματα που ήταν κατάλληλα για την παρούσα έρευνα. Το *World Construction Set* και το *Visual Nature Studio 2*, προϊόντα της ίδιας εταιρίας (3D Nature).

Μετά από προτροπή του Joanneum Research, Institute of Digital Image Processing, από το Graz της Αυστρίας που δημιούργησαν τρισδιάστατη απεικόνιση της βλάστησης στην περιοχή της Κρήτης και τη σύγκριση των

δύο λογισμικών όπως παρουσιάζεται παρακάτω, το Visual Nature Studio 2 θεωρήθηκε καταλληλότερο.

2.8.1. Σύγκριση λογισμικών

Το World Construction Set στην έκδοση 6, είναι το πρώτο λογισμικό που δημιουργήθηκε από την 3D Nature για οπτικοποίηση. Χρησιμοποιείτο ευρέως σε πολλούς κλάδους, από Αρχιτέκτονες, Μηχανικούς, Δασολόγους, Σχεδιαστές παιχνιδιών βίντεο κλπ. Για αρκετά χρόνια αποτελούσε το μοναδικό εργαλείο οπτικοποίησης το οποίο ήταν συμβατό με δεδομένα που προέρχονταν από τα ΣΓΠ αλλά και με εκείνα που δημιουργούνταν από το λογισμικό ERDAS Imagine.

Η ανάγκη για μεγαλύτερη συμβατότητα των δεδομένων και η δυνατότητα χρήσης τους σε διαφορετικές προβολές και συστήματα συντεταγμένων, οδήγησαν στη δημιουργία του Visual Nature Studio 2, το οποίο αποτελεί βελτιωμένη έκδοση του World Construction Set με επιπλέον δυνατότητες κυρίως αναφορικά με τα ΣΓΠ. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε ως καταλληλότερο στην παρούσα έρευνα. Η προμήθειά του έγινε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών του τμήματος Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου στις αρχές του 2006.

Τεχνικές απαιτήσεις του VNS2

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τεχνικές απαιτήσεις του προγράμματος VNS2 και γίνεται σύγκριση με τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στην παρούσα διατριβή. Παρατηρείται σύγκλιση σε όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά, εκτός από την απαιτούμενη μνήμη, όπου η διαθέσιμη είναι 256 Mb έναντι 512 Mb.

	Απαιτήσεις λογισμικού	Υπάρχων εξοπλισμός
Επεξεργαστής	Pentium III ή νεότερο	Pentium IV 2,53 GHz
Μνήμη	512 Mb	256 Mb
Κάρτα γραφικών	TrueColor (24-bit or 32-bit)	GeForce4 Ti 4200

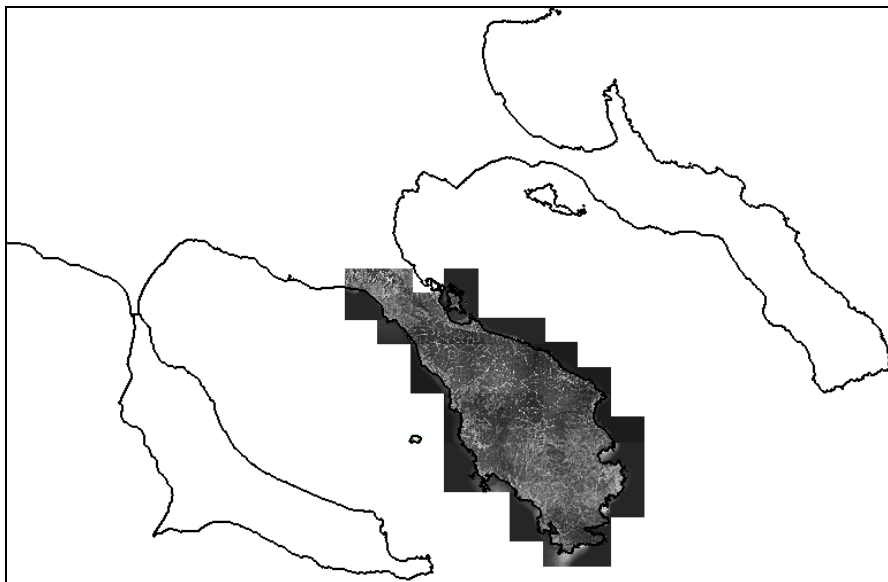
Σκληρό δίσκο	OpenGL accelerated display card	30G hard disk
Θύρες	1G hard disk	3 USB ports
Μονάδα οπτικών μέσων	USB port for hardware key	CDROM/DVDROM
	CDROM	

Πίνακας 1: Σύγκριση των τεχνικών χαρακτηριστικών του προγράμματος VNS2 και του υπάρχοντος εξοπλισμού

3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1. Γενικά στοιχεία για τη Σιθωνία

3.1.1. Θέση – Έκταση - Πληθυσμός



Εικόνα 1: Περιοχή Μελέτης

Η Σιθωνία ή Λόγγος αποτελεί τη μεσαία από τις τρεις χερσονήσους της Χαλκιδικής (ευρύτερα γνωστή ως το μεσαίο πόδι της Χαλκιδικής) και κατέχει την περιοχή μεταξύ των γεωγραφικών μηκών από 0° 6' δυτικά

έως 0° 18' ανατολικά του Αστεροσκοπείου των Αθηνών (23° 36' έως 24° 00' ανατολικά του Greenwich) και μεταξύ 39° 56' και 40° 14' βόρειων γεωγραφικών πλατών (Εικόνα 1).

Η χερσόνησος έχει μήκος 43 περίπου km και πλάτος από 6 km στο βόρειο τμήμα της, έως 18 km στο κέντρο της (θεωρείται ως συνέχεια του κύριου ορεινού όγκου του Χολομώντα). Η έκτασή της είναι 477 km² στα μισά από τα οποία εδράζονται τα δάση της χαλεπίου πεύκης, η οποία χαλέπιος βρίσκει στη Σιθωνία το άριστο της ανάπτυξής της (Αθανασιάδης 1986).

Ο πληθυσμός της χερσονήσου σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2001, αριθμεί περίπου 20.000 κατοίκους (Ε.Σ.Υ.Ε. 2001).

3.2. Ιστορικά στοιχεία

3.2.1. Ιστορία της Σιθωνίας

Η Σιθωνία κατοικήθηκε από πολύ παλιά. Το πλήθος των προϊστορικών οικισμών σε ολόκληρη την έκταση της χερσονήσου (Μακαρονάς 1940), φανερώνει ότι ήδη το 4.000 π.Χ. η περιοχή ήταν πυκνοκατοικημένη. Τον 17° π.Χ. αιώνα την ανακαλύπτουν οι Κρήτες (UNESCO 1970), μερικοί των οποίων καταφεύγουν εκεί μετά από συνεχείς εκτοπίσεις τόσο από την πατρίδα τους, όσο και από την υπόλοιπη Μακεδονία όπου εγκαταστάθηκαν στην αρχή.

Πρώτος συστηματικός εποικισμός της Σιθωνίας έγινε τον 8° π.Χ. αιώνα από τους Χαλκιδείς (ίδρυσαν τη Σιγγό, τη Σάρτη, τη Γαλυσό και την Τορώνη). Το 480 π.Χ. με το πέρασμα του Ξέρξη οι πόλεις της χερσονήσου του δίνουν πλοία και στρατό (Ηρόδοτος). Το 423 και 422

π.Χ. γίνεται ένα από τα θέατρα του Πελοποννησιακού πολέμου (επιδρομές Βρασίδα και Κλέωνα αντίστοιχα) (Θουκυδίδης).

Οι πόλεις της Σιθωνίας καταστράφηκαν το 349 π.Χ. από το Φίλιππο της Μακεδονίας. Το 168 π.Χ. καταλαμβάνεται η χερσόνησος από τους Ρωμαίους (Παπάγγελος 1981). Το 269 μ.Χ. εγκαταστάθηκαν στίφη Γότθων που προκάλεσαν τεράστιες καταστροφές μέχρι να εκδιωχθούν (Παπάγγελος 1981), ενώ το ίδιο συνέβη και το 1307 μ.Χ. από μια ληστρική συμμορία Καταλωνίων (Παπάγγελος 1981). Το 14^ο μ.Χ. αιώνα η περιοχή προσαρτήθηκε στο Σέρβικο κράτος του Στέφανου Δουσάν. Στο τέλος του ίδιου αιώνα καταλήφθηκε από τους Οθωμανούς (Παπάγγελος 1981).

Το Μάιο του 1821 και τον Απρίλιο του 1854 κηρύχθηκαν δύο επαναστάσεις που καταπνίχθηκαν μέσα σε φοβερές καταστροφές. Τέλος ελευθερώθηκε το 1912 και το 1925 έγινε ο τελευταίος εποίκισμός της χερσονήσου με την εγκατάσταση προσφύγων (Κωνσταντινίδης 1990).

3.3. Φυσιογνωμία της περιοχής

3.3.1. Γεωλογία

Η Χαλκιδική με το πλούσιο σε μεταλλεύματα υπέδαφός της ανήκει σε δύο γεωλογικές ζώνες τη **Σερβομακεδονική Μάζα** και την **Περιοδοπική Ζώνη** (Κωνσταντινίδης 1990). Η **Σερβομακεδονική Μάζα** καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της κεντρικής και ανατολικής πλευράς και ολόκληρο το βόρειο τμήμα της Σιθωνίας, αποτελώντας το νοτιοδυτικό όριο της ζώνης. Το κρυσταλλοσχιστώδες της διαιρείται σε δυο μεγάλες σειρές πετρωμάτων, την αρχαιότερη σειρά των Κερδυλλίων και την ανώτερη (νεότερη) σειρά του Βερτίσκου η οποία είναι και η εμφανιζόμενη στη Σιθωνία και της οποίας τα πετρώματα μεταμορφώθηκαν σε συνθήκες Αλμανδικής-Αμφιβολιτικής φάσης. Ο γρανοδιορίτης της Σιθωνίας δημιουργήθηκε κατά την τέταρτη μαγματική φάση του Τριτογενούς (Ηώκαινο-Ολιγόκαινο).

Στο δυτικό όριο της Σερβαμακεδονικής μάζας εμφανίζονται μετακλαστικά και μεταανθρακικά ιζήματα, καθώς και ηφαιστειοϊζηματογενή πετρώματα Περμοτριάδικής ηλικίας. Πρόκειται για την προαναφερθείσα **Περιοδοπική ζώνη** στην οποία εντάσσονται τρεις ενότητες (με διάταξη από βορειοδυτική προς νοτιοανατολική), οι οποίες με τη σειρά από ανατολικά προς δυτικά είναι η ενότητα Ντεβέ-Κοράν-Δουμπιά, η ενότητα Μελισσοχωρίου-Χολομώντα και η ενότητα Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη. Στη Σιθωνία βρίσκονται τα νοτιότερα άκρα των δύο τελευταίων από τις τρεις αυτές ενότητες (Κωνσταντινίδης 1990).

Η ενότητα **Μελισσοχωρίου-Χολομώντα** καταλαμβάνει το κεντρικό τμήμα της δυτικής πλευράς της χερσονήσου και συνίσταται κυρίως από χαλαζίτες, χαλαζιτικούς ψαμμίτες (στο βόρειο μέρος) και φυλλίτες (στο νότιο). Η ενότητα **Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη**, ξεκινά βόρεια της Θεσσαλονίκης, διέρχεται από το Χορτιάτη, φθάνει στο νότιο άκρο της

Σιθωνίας, όπου κάμπτεται και αποκτά ανατολική-βορειοανατολική κατεύθυνση και φθάνει μέχρι το άκρο του Αγίου Όρους. Η ενότητα χαρακτηρίζεται από μια ευγεωσυγκλιτική ανάπτυξη κατά τη διάρκεια του Κάτω-μέσου Ιουρασικού. Τα κατώτερα τμήματα της ενότητας είναι Περμο-Τριαδικής ηλικίας μετακλαστικά και νηριτικά ιζήματα. Ο ανώτερος ορίζοντας αποτελείται από ιζήματα βαθιάς θάλασσας όπως μαύροι κερατόλιθοι, κόκκινοι αργιλικοί σχιστόλιθοι, μαύροι γραφικοί φυλλίτες, μάργες και χαλαζιακοί σχιστόλιθοι. Μέσα στα ιζήματα αυτά παρεμβάλλονται συχνά οφειολιθικά σώματα με βασικά και υπερβασικά πετρώματα (γάβροι, διορίτες, σερπεντινίτες, διαβάσεις) (Μουντράκης 1985).

3.3.2. Ανάγλυφο

Το ανάγλυφο της Σιθωνίας είναι αποτέλεσμα τόσο των εσωγενών όσο και των εξωγενών παραγόντων. Από τους εσωγενείς παράγοντες οι γεωλογικές διεργασίες των Αλπικών πτυχώσεων είναι οι σημαντικότερες. Σπουδαιότερο ρόλο φαίνεται ότι έπαιξαν οι τεκτονικές κινήσεις και λιγότερο η ηφαιστειακή δραστηριότητα. Κύριος εξωγενής παράγοντας είναι η δράση του νερού (θαλάσσιου και ποτάμιου και η επιλεκτική διάβρωση). Οι άλλοι αναγλυφογόνοι παράγοντες (άνεμοι, άνθρωπος κλπ.), ελάχιστο ρόλο έπαιξαν στη δημιουργία του ανάγλυφου της περιοχής (Κωνσταντινίδης 1990) (Εικόνα 2).

Οι εσωγενείς παράγοντες μέτριας δράσης έδωσαν τις κορυφές Πολυέλαιος (823 μ.), Δραγουδέλι (690 μ.), Καρβουνάς (567 μ.), Ασπραποκαμμένο (808 μ.), Μελίτων (494 μ.), με πλήθος μικρότερων υψωμάτων, που έχουν γενική κατεύθυνση από βορειοδυτική προς νοτιοανατολική (Κωνσταντινίδης 1990). Οι εξωγενείς διαδικασίες διαμόρφωσαν τις πιο μικρές ανάγλυφες μορφές, οι οποίες δίνουν την έντονη πολυμορφία της χερσονήσου, με τις στενές και πλατιές κοιλάδες

και χαράδρες, τις βραχώδεις απόκρημνες ακτές, τις ποικίλες κλίσεις που διαβαθμίζονται από ήπιες μέχρι σχεδόν κατακόρυφες, ενώ η απογύμνωση στην οποία οδήγησε σε μερικές περιοχές η διάβρωση, δίνει κατά θέσεις στο τοπίο άγρια όψη (Κωνσταντινίδης 1990) (Εικόνα 3).

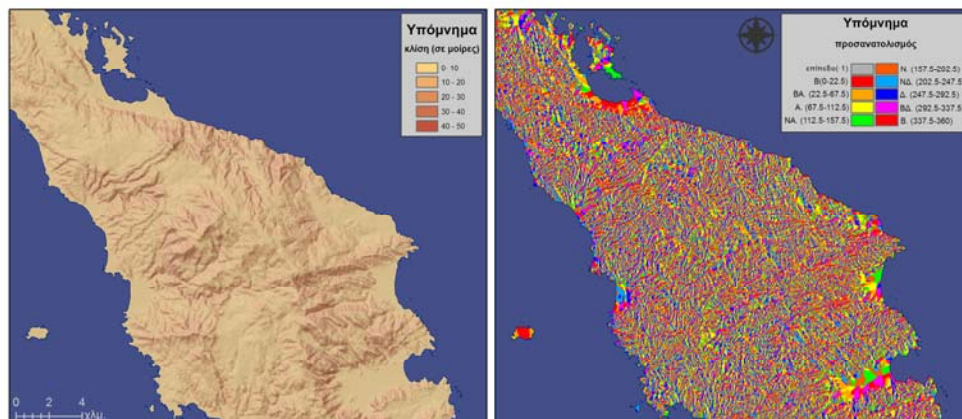
Η επίδραση επίσης των ενδογενών και εξωγενών δυνάμεων έδωσε και τις μικρές παράκτιες καλλιεργούμενες εκτάσεις. Έτσι υπάρχουν οι αλλουβιακές αποθέσεις της ολοκαίνου περιόδου με τη δημιουργία των πεδινών εκτάσεων του Νέου Μαρμαρά, Τριστινίκας, Τορώνης, Συκιάς (η μεγαλύτερη), Σάρτης, ενώ η παράκτια περιοχή Βουρβουρού σχηματίστηκε από τα αλλουβιακά ριπίδια της ίδιας περιόδου σε συνδυασμό με αποθέσεις της Πλειστόκαινης περιόδου (Κωνσταντινίδης 1990).

Λόγω της επιμήκους μορφής της χερσονήσου, δεν υπάρχουν ποτάμια, παρά μόνο πολυάριθμα ρέματα μικρού μήκους και εποχιακής παροχής τα οποία μετατρέπονται σε πολύ ορμητικούς χείμαρρους οι οποίοι δημιουργούν τις χαραδρώσεις. Σημαντικότερα ρυάκια είναι του Πλατανισίου, Συκιάς, Τριποτάμου και του Λάκκου του Κουτλουμουσίου. Το σύνολο των λεκανών απορροής είναι δασωμένες (Κωνσταντινίδης 1990).

Λίμνες δεν υπάρχουν στη χερσόνησο εκτός από μια, μικρής έκτασης στην περιοχή Τριστινίκας. Επίσης στο Πόρτο Κουφό υπάρχει μικρή λίμνη το νερό της οποίας είναι υφάλμυρο (Κωνσταντινίδης 1990).



Εικόνα 2: Γεωμορφολογικός χάρτης της Σιθωνίας



Εικόνα 3: Κλίσεις και προσανατολισμός της Σιθωνίας

3.3.3. Κλίμα

Σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης του Koppen, η Σιθωνία ανήκει στον τύπο κλίματος Csa έως Csb. Στον C τύπο κλίματος περιλαμβάνονται τα μεσόθερμα και θερμά εύκρατα κλίματα με ήπιους χειμώνες, όπου η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα είναι μεγαλύτερη των 10° C και του ψυχρότερου μήνα μεταξύ 0 και 18° C. Το

s υποδηλώνει ότι ξηρή περίοδος είναι το θέρος. Η βροχόπτωση του ξηρότερου μήνα είναι μικρότερη των 40 mm και μικρότερη του 1/3 του βροχομετρικού ύψους του υγρότερου μήνα. Το a φανερώνει ότι το κλίμα παρουσιάζει πολύ θερμό θέρος (θερμότερος μήνας ίσος ή μεγαλύτερος των 22° C). Το b φανερώνει κλίματα θερμού θέρους με μέση θερμοκρασία θερμότερου μήνα μικρότερη των 22° C, αλλά με τέσσερις τουλάχιστον μήνες θερμούς με θερμοκρασία μεγαλύτερη των 10° C. Ο κλιματικός τύπος Csa συμπίπτει με το κλίμα της ενδοχώρας της Μεσογείου, ο δε Csb συμπίπτει με το παράκτιο μεσογειακό και για αυτό ονομάσθηκαν **Μεσογειακοί κλιματικοί τύποι** (Κωνσταντινίδης 1990). Από βιοκλιματική άποψη η Σιθωνία σύμφωνα με το βροχοθερμικό πηλίκο του Embberger κατατάσσεται στο Μεσογειακό ημίξηρο κλίμα (Κωνσταντινίδης 1990).

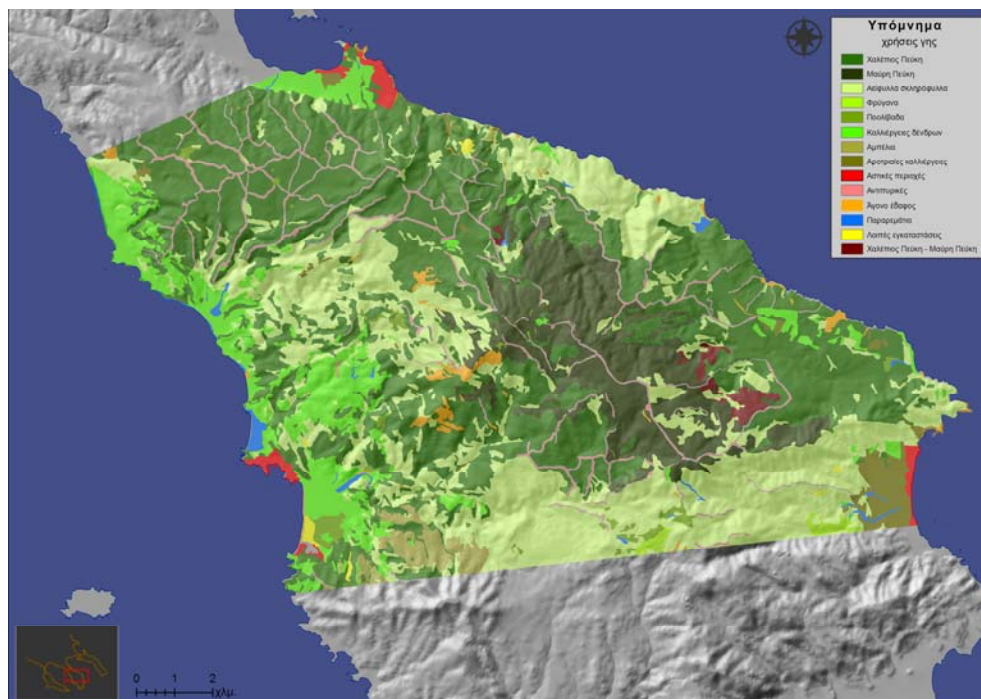
3.3.4. Βλάστηση - Είδη βλάστησης

Η βλάστηση στην περιοχή της Σιθωνίας εντάσσεται στις δύο υποζώνες της Ευμεσογειακής ζώνης βλάστησης (*Quercetalia ilicis*), την υποζώνη *Oleo-Ceratonion* και την υποζώνη *Quercion ilicis* (Κωνσταντινίδης 1990) (Εικόνα 4).

A. Υποζώνη **Oleo-Ceratonion**

Η περιοχή της Σιθωνίας ανήκει στον αυξητικό χώρο του *Oleo-lentiscetum*. Στο χώρο αυτό εμφανίζονται παρά την ξηρότητα του κλίματος, θαυμάσιες συστάδες *Pinus halepensis* (Χαλέπιος Πεύκη). Εκτός από την *Olea europea* (Ελιά) και την *Pistacia lentiscus* (Σχίνος) συναντά κανείς στο χώρο αυτό την *Erica manipuliflora* (Κουμαριά), *Myrtus communis* (Μυρτιά) (σε υγρότερες θέσεις), *Quercus coccifera* (Πουρνάρι), *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *Arbutus unedo* (Ήμερη

κουμαριά), *Erica arborea* (Ρείκι), κλπ. Από γεωργικής άποψης κυριαρχεί η καλλιέργεια της ελιάς κλπ. (Αθανασιάδης 1986). Στη Σιθωνία κυρίαρχα είδη είναι τα είδη του γένους *Ericaceae* (*Erica manipuliflora* (Κουμαριά), *Erica arborea* (Ρείκι), *Arbutus unedo* (Ημερη κουμαριά)) τα οποία μαζί με τα είδη του γένους *Cistus*, (*Cistus salviifolius* (Ασπρολαδανιά), *Cistus incanus*, *Cistus manspeliensis* (Ιξολαδανιά)) αποτελούν πολλές φορές κατά αποκλειστικότητα το θαμνώδη όροφο (Κωνσταντινίδης 1990).



Εικόνα 4: Χάρτης χρήσεων γης της Σιθωνίας

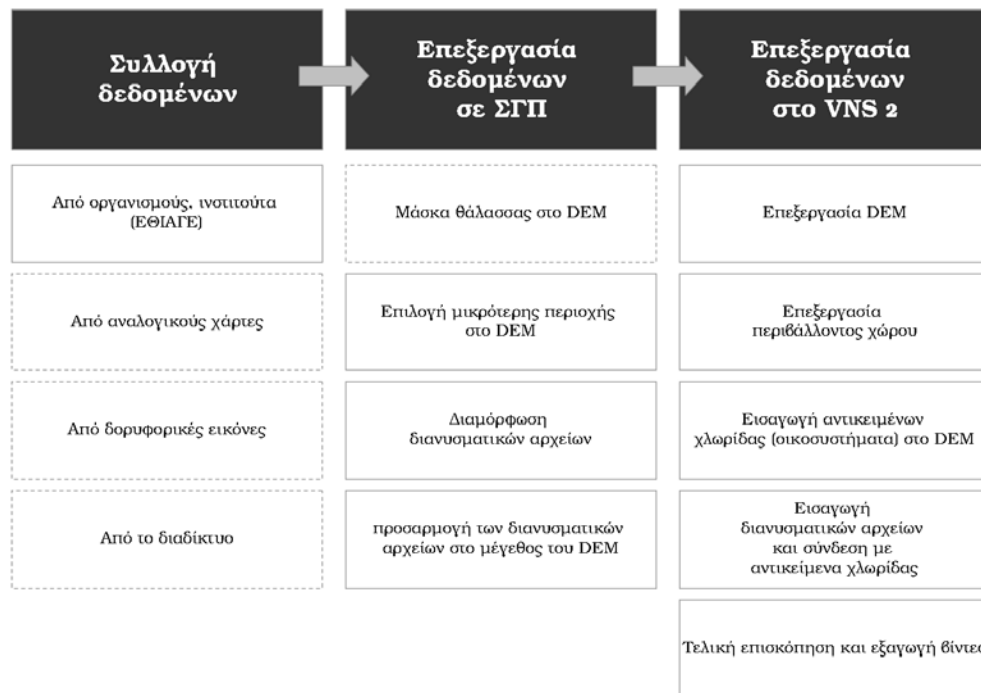
Β. Υποζώνη **Quercion ilicis**

Η ζώνη αυτή εμφανίζεται πάνω από το *Oleo-lentiscetum*. Στην περιοχή εμφάνισής της το κλίμα είναι υγρότερο. Στη Σιθωνία εμφανίζεται ο αυξητικός χώρος της *Andrachno-Quercetum ilicis*. Και εδώ εμφανίζονται διάφορες φυτοκοινωνίες που από τη μια είναι υποβαθμισμένες και από

την άλλη εδαφικά εξαρτώμενες. Εμφανίζονται εκτός από την *Pinus halepensis* (Χαλέπιος Πεύκη) που στην υποζώνη αυτή βρίσκει το άριστο της ανάπτυξής της και τα θαμνώδη: *Erica manipuliflora* (Κουμαριά), *Erica arborea* (Ρείκι), *Arbutus unedo* (Ημερη κουμαριά), *Calycotome vilosa* (Μικρός Ασπάλαθος), *Quercus ilex* (Αριά), *Phillyrea media* (Μικρό Φιλλύκι), *Arbutus andrachnae* (Αγριοκουμαριά), *Pistacia terebinthus* (Αγριοτσικουδιά) κλπ. Η καλλιέργεια της ελιάς βρίσκεται στα ψυχροόρια της ενώ η αμπελουργία βρίσκει άριστες συνθήκες ανάπτυξης, γεγονός που αποδεικνύεται από την ύπαρξη αμπελουργικής μονάδας στο Πόρτο Καρράς (Κωνσταντινίδης 1990).

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Προτού παρουσιασθεί η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την τρισδιάστατη απεικόνιση της βλάστησης της Σιθωνίας κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί η ροή εργασίας της συγκεκριμένης έρευνας. Τα στάδια που ακολουθήθηκαν στη ροή της εργασίας (Εικόνα 5) περιγράφονται και αναλύονται διεξοδικά παρακάτω. Τα σχήματα με διακεκομμένη γραμμή αποτελούν εργασίες οι οποίες δεν έγιναν, είτε γιατί δε χρειάστηκε είτε γιατί δεν απέδωσαν, αλλά θα μπορούσαν να είχαν γίνει (εναλλακτική πορεία έρευνας).



Εικόνα 5: Διάγραμμα ροής της εργασίας

4.1. Συλλογή Δεδομένων

Για την τρισδιάστατη απεικόνιση της βλάστησης της περιοχής της Σιθωνίας, απαιτείται η δημιουργία πρώτα ενός Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους της εν λόγω περιοχής. Η δημιουργία όμως αυτού του μοντέλου

που αναπαριστά τμήμα της επιφάνειας της γης, τον πραγματικό κόσμο δηλαδή, υπόκειται σε περιορισμούς όπως:

- Η περιοχή μελέτης να δοθεί με ακρίβεια για να εντοπιστεί γεωγραφικά πάνω στη γήινη επιφάνεια
- Να δοθεί η ακρίβεια του μοντέλου που θα δημιουργηθεί
- Να δοθεί η κλίμακά του, η φυτοκάλυψη αλλά και άλλες λεπτομέρειες των υπερκείμενων κατασκευών (Παπακωνσταντίνου 2005)

Από τα παραπάνω κρίνεται αναγκαία η εύρεση των κατάλληλων δεδομένων για την ακριβή αναπαράσταση του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους. Τέτοια δεδομένα μπορεί να είναι τοπογραφικοί χάρτες, δορυφορικές εικόνες, αεροφωτογραφίες, ορθοφωτοχάρτες, ψηφιδωτά αλλά και διανυσματικά δεδομένα. Η εύρεση των κατάλληλων δεδομένων ήταν το πρώτο βήμα για τη δημιουργία του υπόβαθρου για την τρισδιάστατη απεικόνιση της βλάστησης της υπό μελέτη περιοχής.

4.1.2. Εύρεση κατάλληλων δεδομένων

Από το ΕΘΙΑΓΕ (Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας) ανακτήθηκαν δεδομένα που σχετίζονταν με την περιοχή μελέτης, όλα σε ψηφιακή μορφή, όπως:

- ✚ Ορθοφωτοχάρτες της Σιθωνίας (πρόσφατοι < 4 έτη)

Αλλά και δεδομένα που σχετίζονταν με:

- ✚ Την τοπογραφία

- Χωροσταθμικές καμπύλες (ισοϋψείς) με ισοδιάσταση 100 μέτρων
- Ακτογραμμή
- Ψηφιακό μοντέλο εδάφους (Digital Elevation Model)

- ✚ Την τεχνική υποδομή / το δομημένο περιβάλλον

- Οικισμοί
- Οδικό δίκτυο
- Διοικητική διαίρεση (ΟΤΑ)

- ✚ Τις μορφές κάλυψης γης / δασοκάλυψη

- Βλάστηση

Τα παραπάνω δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για τη δημιουργία χαρτών, αλλά πολύ μικρό μέρος αυτών στην τρισδιάστατη απεικόνιση της περιοχής. Αυτό συνέβη διότι ο υπάρχων εξοπλισμός δεν ανταποκρινόταν στις απαιτήσεις του προγράμματος τρισδιάστατης απεικόνισης.

4.2. Προ-επεξεργασία δεδομένων σε ΣΓΠ

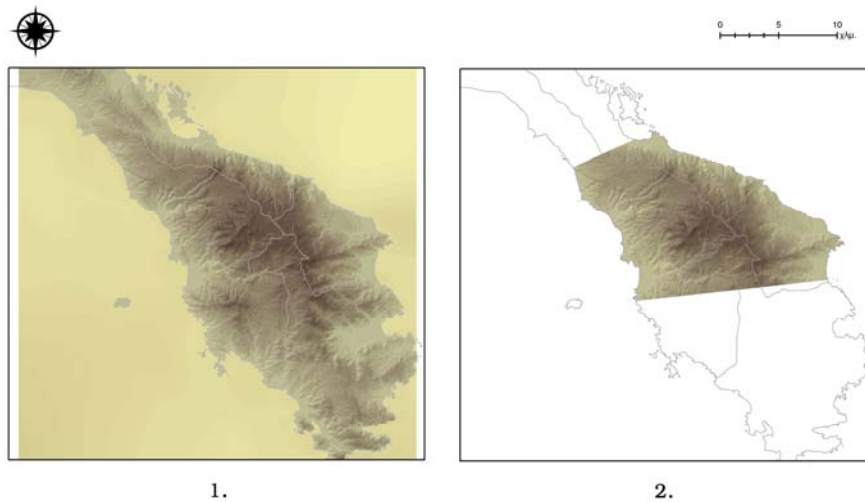
Προτού εισαχθούν τα δεδομένα στο Visual Nature Studio 2, έπρεπε πρώτα να επεξεργασθούν για να γίνουν κατάλληλα προς απεικόνιση στο συγκεκριμένο λογισμικό. Η επεξεργασία αυτή μπορούσε να πραγματοποιηθεί σε οποιοδήποτε πακέτο ΣΓΠ.

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών αντιπροσωπεύουν «ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, αποθήκευση, ανάληψη ανά πάσα στιγμή, μετασχηματισμό και απεικόνιση χωρικών στοιχείων του πραγματικού κόσμου». Σαν αποτέλεσμα ένα ΣΓΠ έχει τη δυνατότητα να φέρει σε πέρας τις εξής δραστηριότητες: Πρώτον, μπορεί να αποθηκεύσει, να διαχειριστεί και να ενσωματώνει ένα μεγάλο όγκο χωρικών στοιχείων. Δεύτερον, αποτελεί το πιο κατάλληλο εργαλείο χωρικής ανάλυσης, εστιαζόμενο ειδικά στη χωρική διάσταση των στοιχείων. Τρίτον, αποτελεί ένα πολύ αποτελεσματικό μηχανισμό για την επίλυση χωρικών προβλημάτων μέσα από την οργάνωση, διαχείριση και μετασχηματισμό μεγάλου όγκου στοιχείων με τέτοιο τρόπο που η πληροφορία να είναι προσιτή σε όλους τους χρήστες (Κουτσόπουλος 2002).

Η επεξεργασία που έγινε αφορούσε και τους δύο τύπους δεδομένων και συμπεριλάμβανε τα εξής βήματα:

A. Ψηφιδωτά δεδομένα

Ύστερα από την αρχική επισκόπηση των δεδομένων, διαπιστώθηκε ότι η απεικόνιση του ψηφιακού μοντέλου εδάφους (Digital Elevation Model), σε μεγάλη κλίμακα, απαιτούσε μεγάλη υπολογιστική δύναμη. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε μια μικρότερη περιοχή, έκτασης περίπου 195 km² (Εικόνα.6.2.). Η ενέργεια τούτη είναι θεμιτή καθώς δεν επηρεάζει το σκοπό της παρούσας διατριβής.



Εικόνα 6: Στάδια επεξεργασίας του ψηφιακού μοντέλου εδάφους

B. Διανυσματικά δεδομένα

Πριν την επεξεργασία των διανυσματικών δεδομένων έπρεπε πρώτα να γίνει επιλογή των επιπέδων πληροφορίας που θα απεικονίζονταν τρισδιάστατα. Κι αυτό, εξαιτίας της μεγάλης υπολογιστικής ισχύς που απαιτεί η διαδικασία.

Από τα δεδομένα που ήταν διαθέσιμα από το ΕΘΙΑΓΕ, επιλέχθηκαν να απεικονιστούν συγκεκριμένες κατηγορίες βλάστησης και κάποιοι δρόμοι από το κύριο οδικό δίκτυο. Αυτό συνέβη για δύο λόγους: αφενός για να μειωθεί ο όγκος των δεδομένων που θα εισάγονταν στο Visual Nature Studio 2 και αφετέρου διότι το ίδιο το πρόγραμμα προϋποθέτει την εισαγωγή κάθε κατηγορίας ξεχωριστά (για περισσότερα βλέπε κεφ.4.3.). Τα δεδομένα που επιλέχθηκαν, περιορίστηκαν στις διαστάσεις του ψηφιακού μοντέλου εδάφους. Επίσης, προστέθηκε μία στήλη στον πίνακα κάθε shapefile, η οποία χρησιμοποιείται ως μοναδικό id των γεωγραφικών αντικειμένων που παρουσιάζονται. Κι αυτή η ενέργεια αποτελεί βασική προϋπόθεση για την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό τρισδιάστατης απεικόνισης.

4.3. Υλοποίηση Εργασίας στο VNS 2

Το λογισμικό δίνει πάρα πολλές δυνατότητες για επεξεργασία τρισδιάστατων επιφανειών και καλύπτει ένα μεγάλο εύρος απαιτήσεων από το χρήστη ακόμη και τη δημιουργία dem. Για την εισαγωγή ενός προϋπάρχοντος ψηφιακού μοντέλου εδάφους (dem), απαιτείται αρχικά η παραμετροποίηση του από το σύστημα. Σε αυτήν ορίζεται το γεωειδές (datum) και το προβολικό του σύστημα.

Πριν αρχίσει η οπτική επεξεργασία και ενίσχυση του dem, κρίνεται αναγκαίο ο χρήστης να εξοικειωθεί με τις κάμερες που διαθέτει το πρόγραμμα. Ο χρήστης έχει στη διάθεσή του τρεις κάμερες οι οποίες επιτρέπουν την επισκόπηση διαφορετικών γωνιών της τρισδιάστατης επιφάνειας. Η κύρια κάμερα (main camera) που βρίσκεται στη μέση του νοτίου τμήματος της επιφάνειας και καλύπτει την επιφάνεια από νότο προς βορρά, η κάμερα σκηής (overhead) που δίνει τη συνολική εικόνα της περιοχής και η πλανημετρική (planimetric) που δίνει μία πανοραμική όψη, απεικονίζοντας στο βέλτιστο βαθμό σχέσεις χωρικής εγγύτητας αλλά δεν μπορεί να αποδώσει τη γεωμορφολογία του εδάφους (παρουσιάζει την περιοχή σε χάρτη). Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εστιάσει περισσότερο ή να αλλάξει τη γωνία θέασης, αλλάζοντας το ύψος και τη θέση της κύριας κάμερας.

Το λογισμικό δίνει επιπλέον τη δυνατότητα επεξεργασίας της υψής του τρισδιάστατου μοντέλου, διαθέτοντας πλούσιες βιβλιοθήκες από τύπους εδαφών, περιβάλλοντος κλπ. Η επιλογή της υψής είναι μία υποκειμενική επιλογή και συνήθως εξαρτάται από το σκοπό της απεικόνισης και τις προτιμήσεις του χρήστη. Εξ ορισμού, το πρόγραμμα δίνει στο dem, τη διχρωματική παλέτα από το πράσινο ως το καφέ, με δυνατότητες αλλαγής της παλέτας αλλά και του χρωματικού τόνου (hue) και κορεσμού (saturation).

Η ένταση της φωτεινότητας, η ύπαρξη ή η απουσία συννεφιάς, η ύπαρξη νερού στο περιβάλλον του τρισδιάστατου μοντέλου είναι επιπλέον λειτουργίες που περιλαμβάνει το VNS2.

Μετά την εισαγωγή του DEM στο σύστημα και την επεξεργασία του περιβάλλοντός του, προστίθενται σε αυτό τα διάφορα οικοσυστήματα που επιθυμεί ο χρήστης. Κάθε οικοσύστημα αποτελείται από αντικείμενα τα οποία στη συνέχεια μπορούν να συνδεθούν με τα διανυσματικά δεδομένα και να αποκτήσουν τη χωρική έκταση των οικοσυστημάτων στα οποία αντιστοιχούν. Το VNS2 έχει πλούσιες βιβλιοθήκες από διάφορα οικοσυστήματα ενώ υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής εικόνων διάφορων αντικειμένων από το χρήστη σε μορφή .IFF. Με την εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα, ο χρήστης μπορεί να εισάγει και τη βάση που υπάρχει πίσω από κάθε διανυσματικό δεδομένο. Αυτή η λειτουργία είναι πολύ σημαντική διότι ο ερευνητής δύναται να λάβει σημαντικές πληροφορίες για όποιο επίπεδο πληροφορίας επιθυμεί, πάνω στο τρισδιάστατο μοντέλο, απλά με το πάτημα του κέρσορα. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα της επιλογής και εμφάνισης ή απομόνωσης συγκεκριμένων χωρικών αντικειμένων στο μοντέλο, με την εφαρμογή ερωτήσεων Queries, όπως συμβαίνει και σε λογισμικά ΣΓΠ, όπως το Arc Map.

Σε κάθε στάδιο επεξεργασίας του DEM ή του περιβάλλοντός του, η διαδικασία του rendering (βλέπε κεφ.2.5) είναι ιδιαίτερα σημαντική, αφού δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να παρατηρήσει κάθε είδους αλλαγή που επιτελεί και να προχωρήσει σε διορθωτικές ενέργειες, όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο. Η διαδικασία αυτή, επιβαρύνεται περισσότερο με τα επιπλέον αντικείμενα που προστίθενται στο τρισδιάστατο μοντέλο ή στο περιβάλλον του. Εφόσον ολοκληρωθεί η επεξεργασία του DEM και προστεθούν όλα τα αντικείμενα που εξυπηρετούν το σκοπό της έρευνας, ακολουθεί το τελικό στάδιο της τρισδιάστατης απεικόνισης των δεδομένων που είναι η διαδικασία του Animation (βλέπε κεφ.2.6). Σ' αυτήν περιλαμβάνεται η διαδικασία του τελικού rendering που είναι

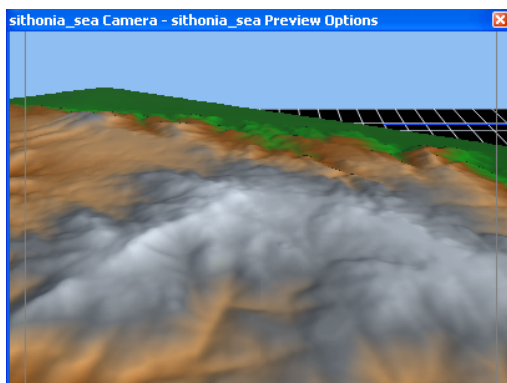
συνήθως χρονοβόρα και εξαρτάται άμεσα από τη διαθέσιμη μνήμη του υπολογιστή. Στη συγκεκριμένη διατριβή χρειάστηκαν 17 ώρες για ένα βίντεο 15 δευτερολέπων με 450 frames. Όλες οι παράμετροι ρυθμίστηκαν στο μέγιστο βαθμό τους ώστε το αποτέλεσμα να αποδίδει όσο το δυνατόν καλύτερα την βλάστηση και τη γεωμορφολογία της περιοχής. Αυτές οι διαδικασίες από τη φύση τους, είναι χρονοβόρες, αφού το λογισμικό ουσιαστικά δημιουργεί σε κάθε καρέ, όλο το μοντέλο από την αρχή ώστε να ταιριάζει στις συγκεκριμένες ρυθμίσεις (εναλλαγή φως-σκοτάδι, αλλαγή κάμερας κ.ά.). Το τελικό αποτέλεσμα αυτής της διατριβής είναι ικανοποιητικό, αλλά με μικρή πίστωση χρόνου θα μπορούσε να ήταν και καλύτερο (μεγαλύτερη διάρκεια και μεγαλύτερη κάλυψη).

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

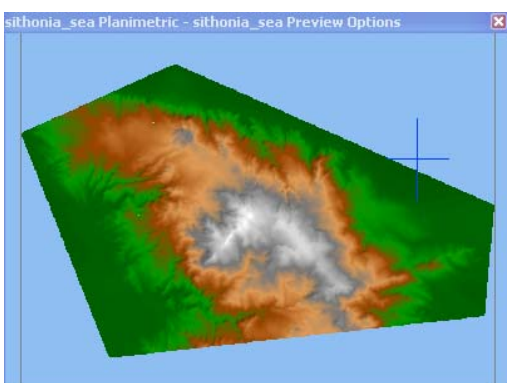
5.1. Εμφάνιση του DEM στο VNS2

εικόνες

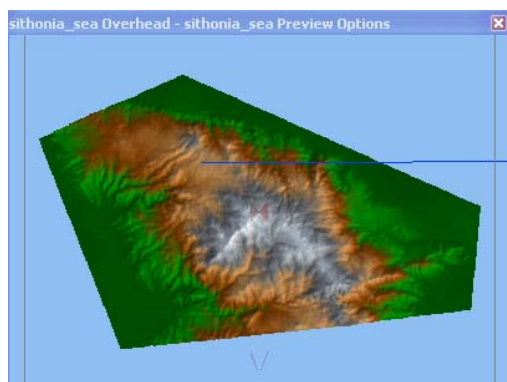
περιγραφή



Από την κύρια κάμερα



Από την πλανημετρική

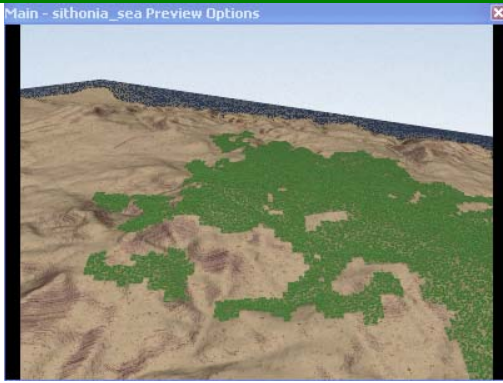


Από την κάμερα σκηνης
(Overhead)

5.2. Οικοσυστήματα

εικόνες

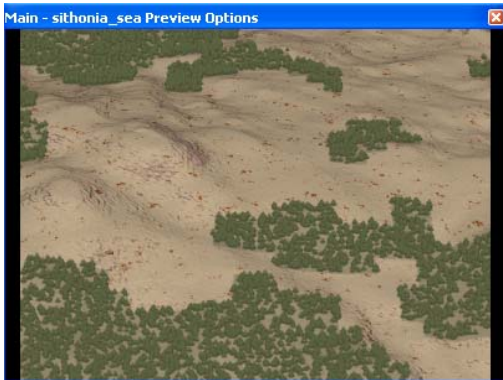
περιγραφή



Εμφάνιση της μαύρης
πεύκης



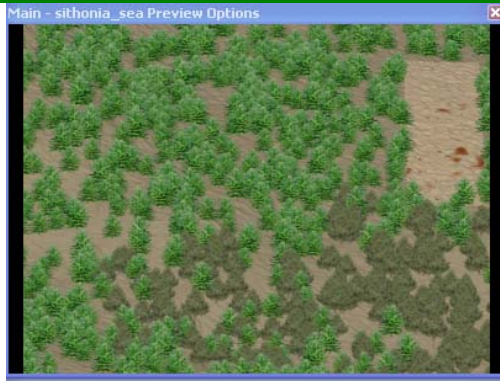
Εμφάνιση της καλεπίου
πεύκης



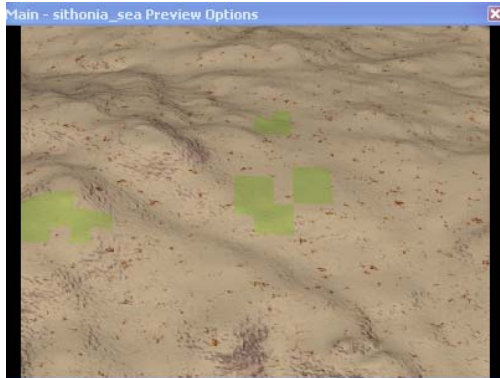
Εμφάνιση της καλεπίου
πεύκης σε μεγέθυνση
(κόκκινος κύκλος)



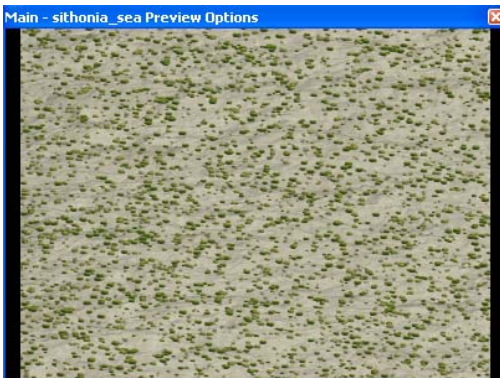
Εμφάνιση της καλεπίου
και της μαύρης πεύκης
σε μίξη



Από άλλη οπτική γωνία
σε μεγέθυνση
(κόκκινος κύκλος)



Εμφάνιση των
ποολίβαδων



Εμφάνιση των φρυγάνων

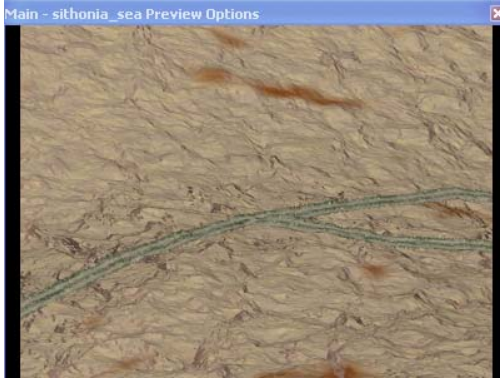
5.3. Μονοπάτια

εικόνες



περιγραφή

Εμφάνιση των
μονοπατιών



Εμφάνιση των
μονοπατιών σε μεγέθυνση
(κόκκινος κύκλος)

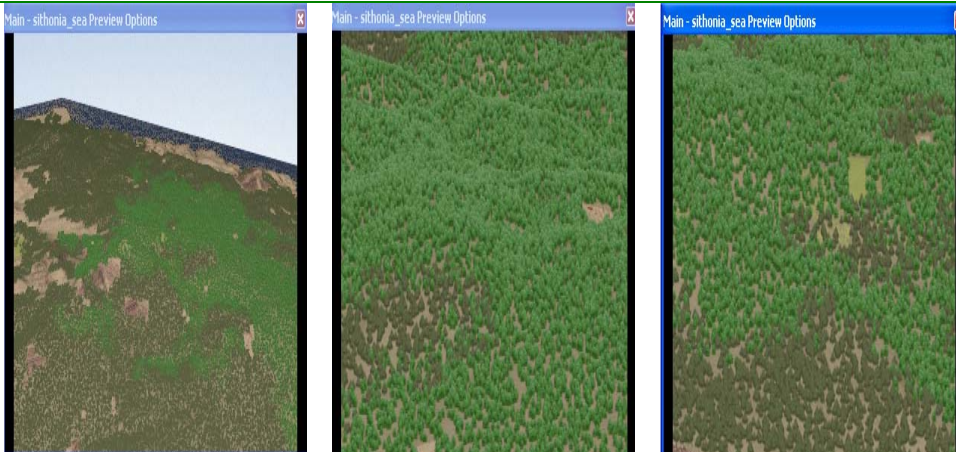
5.4. Νέφη

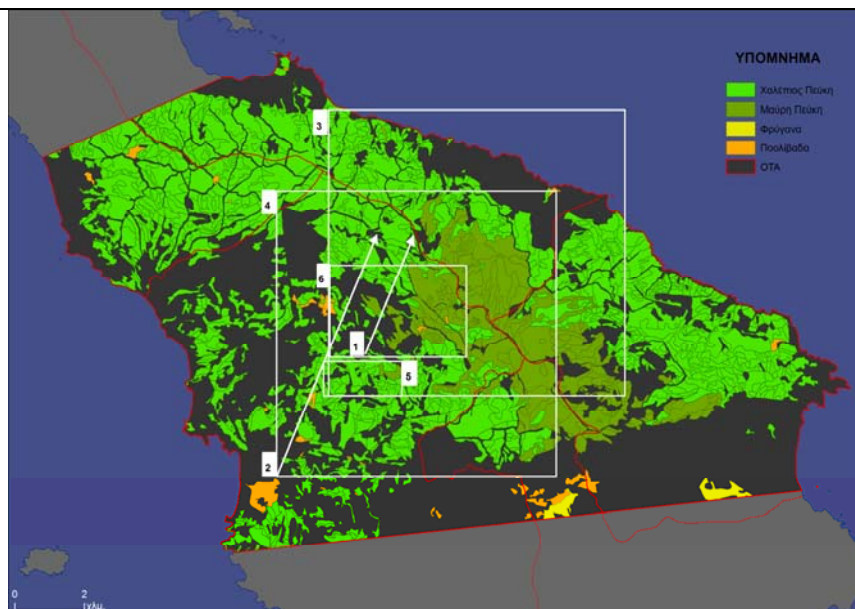
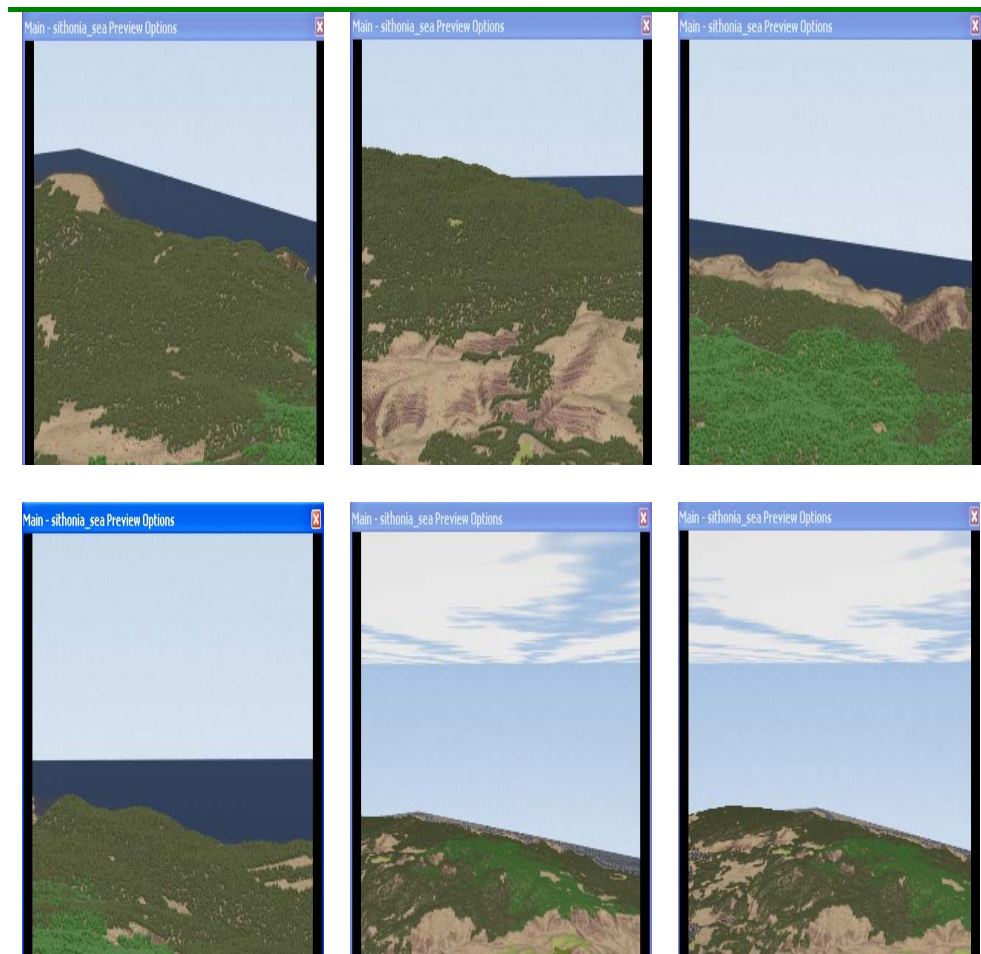


Εισαγωγή νεφών στο
περιβάλλον του μοντέλου

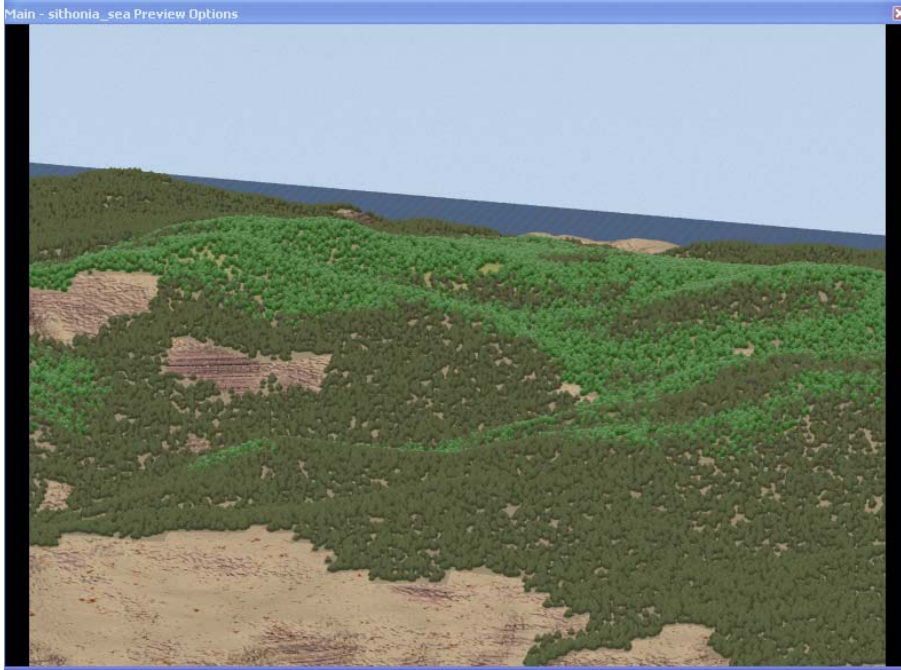
5.5. Τελική εικόνα

Εικόνες του μοντέλου από διαφορετικές οπτικές γωνίες

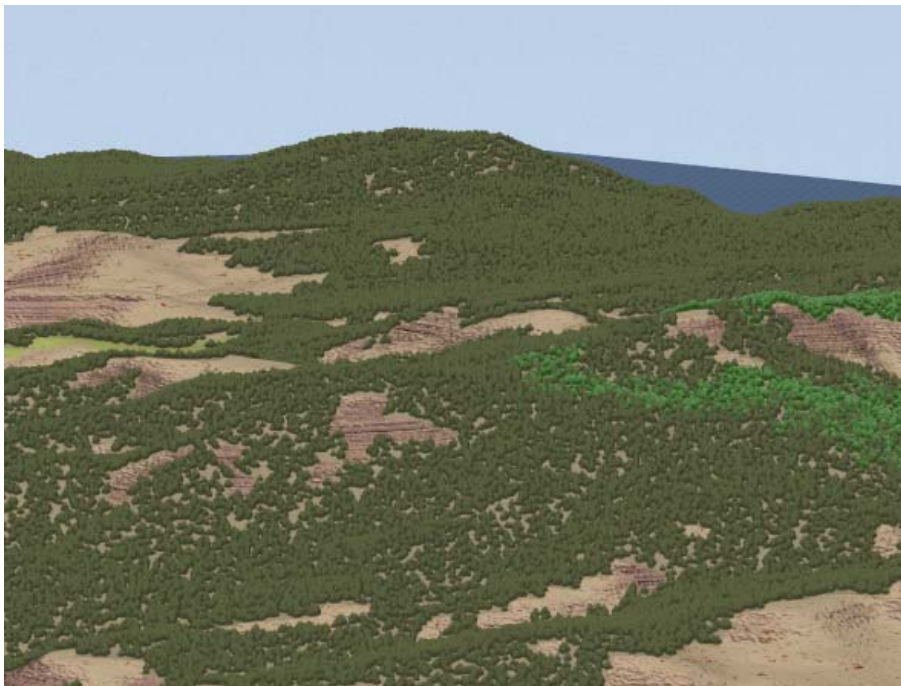




Στο χάρτη αυτό φαίνονται οι θέσεις των εικόνων που παρουσιάζονται παρακάτω. Τα βέλη δείχνουν τη διεύθυνση με την οποία έχουν παρθεί συγκεκριμένες εικόνες (1 και 2).



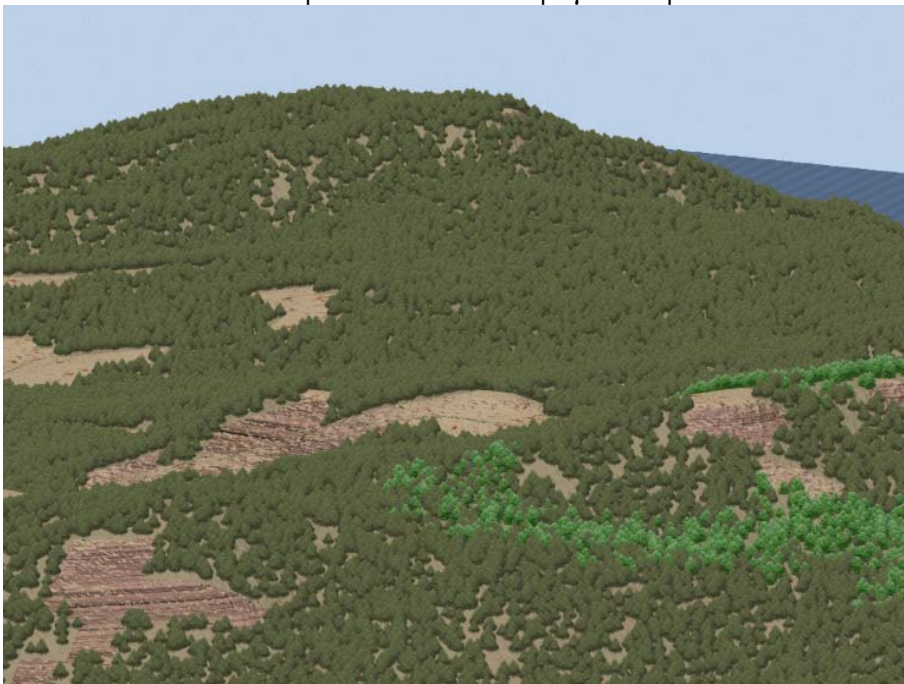
1. Εμφάνιση χαλεπίου και μαύρης πεύκης στην περιοχή Δραγουδέλι ή Ταμος



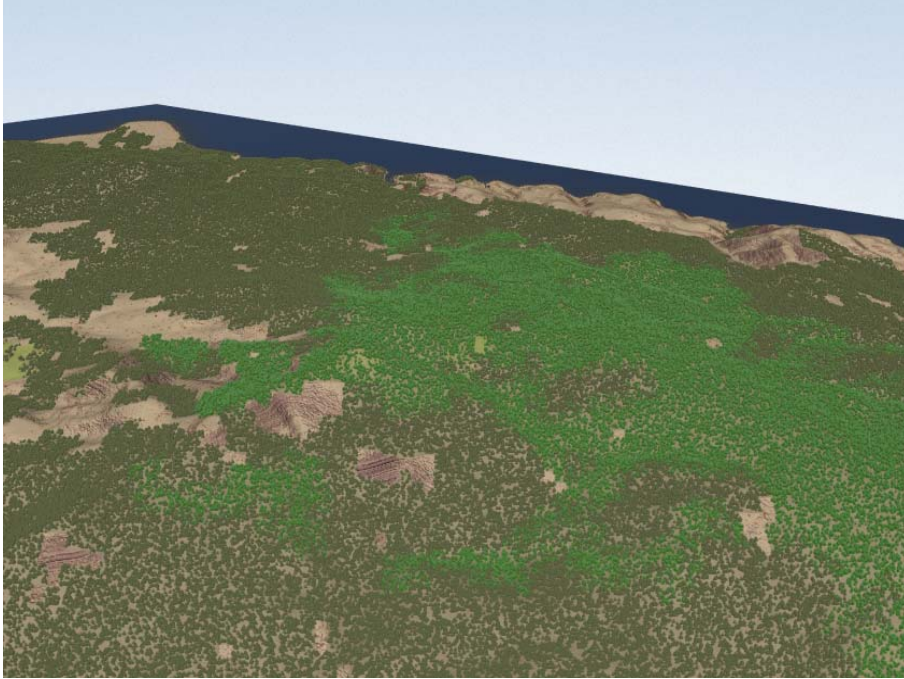
2. Εμφάνιση χαλεπίου πεύκης, μαύρης πεύκης και ποολίβαδων στην περιοχή Δραγουδέλι ή Ταμος



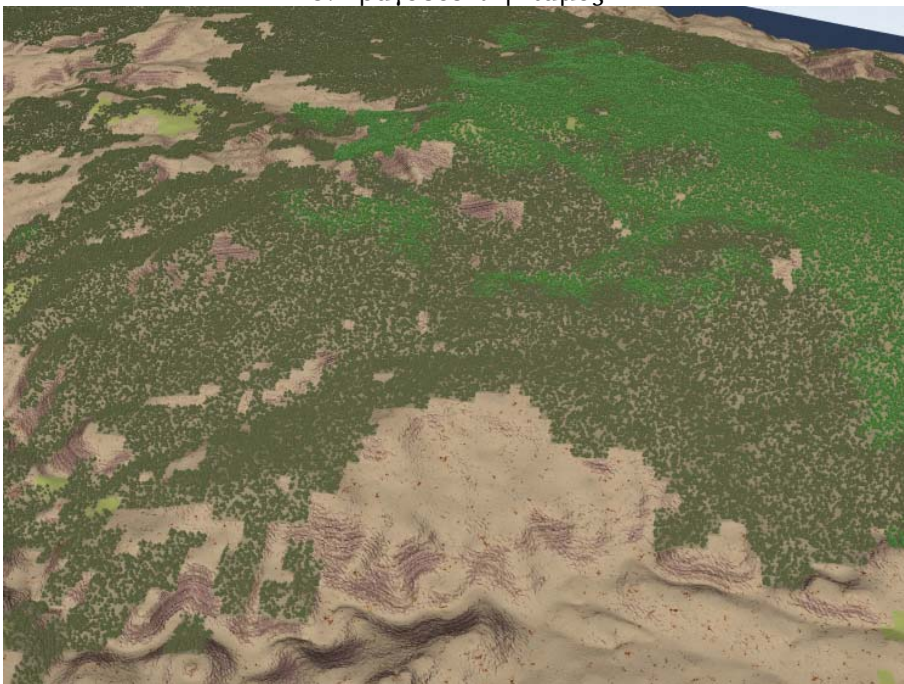
Η παραπάνω εικόνα σε μεγέθυνση



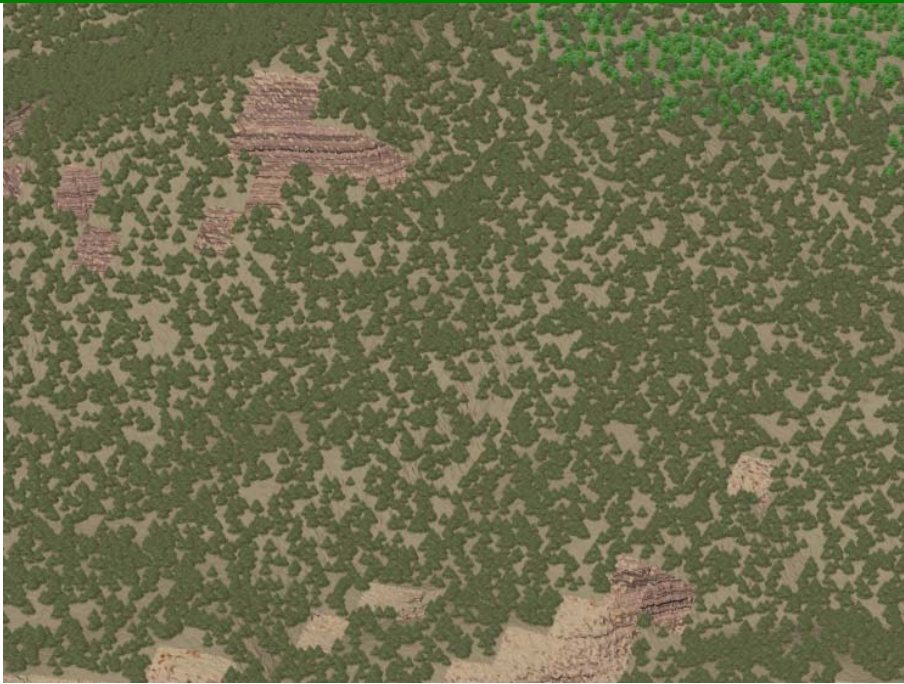
Από άλλη οπτική γωνία



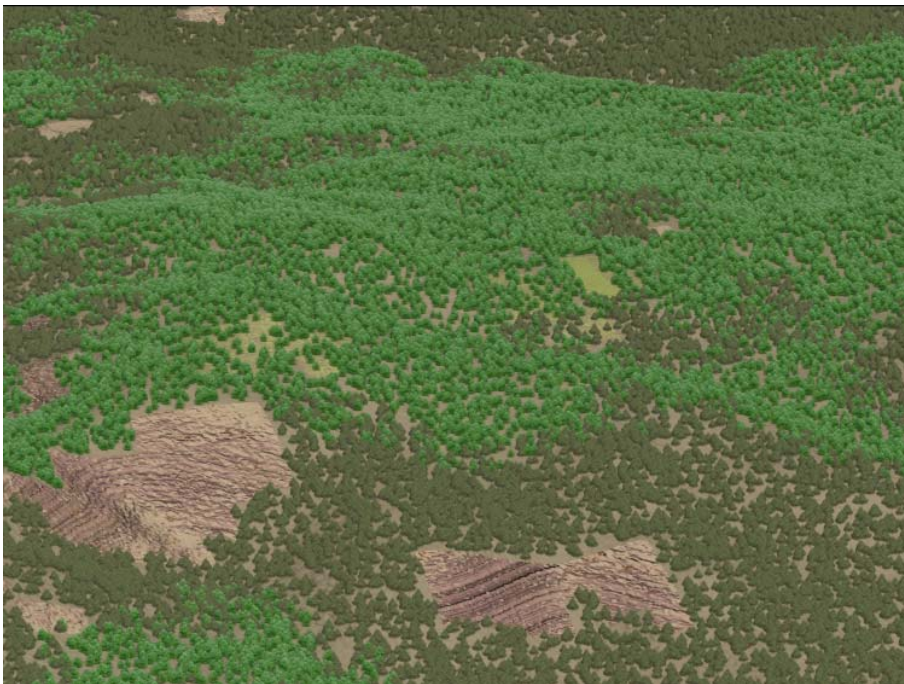
3. Δραγουδέλι ή Ιταμος



4. Δραγουδέλι ή Ιταμος



5. Δραγουδέλι ή Ίταμος



6. Δραγουδέλι ή Ίταμος



6. Μεγέθυνση της παραπάνω εικόνας

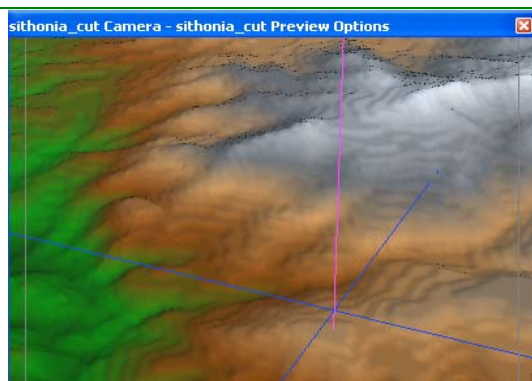
Από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η μαύρη πεύκη εμφανίζεται στην ευρύτερη περιοχή του βουνού Δραγουδέλι ή Ίταμος που τμήματά της διοικητικά διαμοιράζονται στα όρια των Δ.Δ. του Ν. Μαρμαρά, του Α. Νικολάου, της Σάρτης και της Συκέας, ενώ η χαλέπιος πεύκη βρίσκεται σε όλη τη Σιθωνία το άριστο της ανάπτυξής της. Η κατηγορία των ποολίβαδων και των φρυγάνων εμφανίζονται ελάχιστα στη συγκεκριμένη περιοχή μελέτης (των 195 km²). Επιπλέον, αρκετά είναι τα διάκενα που παρεμβάλλονται μεταξύ των κατηγοριών βλάστησης, όπως διαφαίνεται και από τις παραπάνω εικόνες.

Τα δάση των θερμόβιων κωνοφόρων (χαλεπίου και τραχείας πεύκης) και οι δασικές εκτάσεις των αείφυλλων σκληρόφυλλων θάμνων είναι ιδιαίτερα εύφλεκτες φυτοκαλύψεις, και άρα τα διάκενα αυτά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη λήψη μέτρων για πρόληψη (π.χ. αντιπυρικές ζώνες) αλλά και για επιχειρησιακές ζώνες αντιμετώπισης και καταστολής των πυρκαγιών.

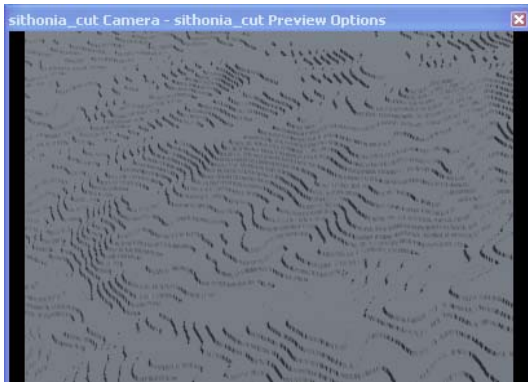
Η Σιθωνία αποτελεί σήμερα έναν ιδιαίτερα ευαίσθητο οικολογικά χώρο, καθώς το μεγαλύτερο τμήμα της έχει προταθεί να ενταχθεί στο δίκτυο ΦΥΣΗ-2000. Επίσης, παρουσιάζει μεγάλο αισθητικό και οικονομικό ενδιαφέρον, αφού πέρα από τις εξυπηρετήσεις σε τουριστικές υπηρεσίες, αποτελεί την περιοχή με τη μεγαλύτερη παραγωγή μελιού άριστης ποιότητας, όπως και τόπος παραγωγής κρασιού και ελαιόλαδου. Κάθε πυρκαγιά που συμβαίνει στα δάση της έχει αντίκτυπο προς όλες τις οικονομικές δραστηριότητες. Για το λόγο αυτό η προστασία τους θεωρείται άμεσης προτεραιότητας.

5.6. Πρόδρομες δοκιμαστικές διαδικασίες

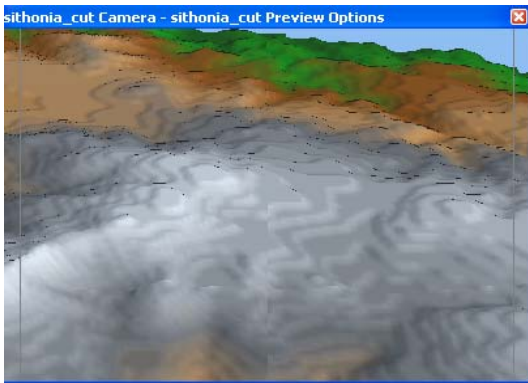
Οι εικόνες που παρατέθηκαν παραπάνω προέκυψαν από πολλές επαναλήψεις της ίδιας χρονοβόρας διαδικασίας, ώστε να επιτευχθεί ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα που θα ανταποκρινόταν στις απαιτήσεις, στις ανάγκες και στους στόχους της διατριβής (καλή ποιότητα αποτελεσμάτων). Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένες από τις προσπάθειες που προηγήθηκαν μέχρι το μοντέλο να πάρει την τελική του μορφή.



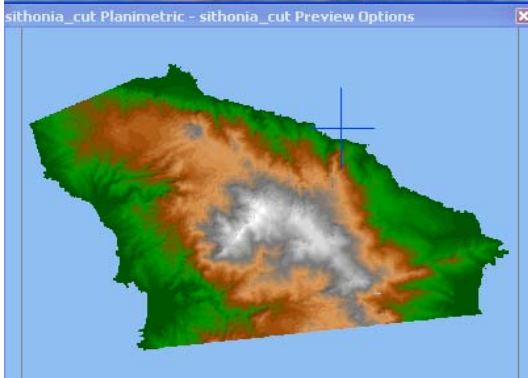
Εισαγωγή του DEM (σε μορφή ESRI grid) στο VNS2, αφού προηγουμένως πραγματοποιήθηκε μάσκα στη θάλασσα



Rendering της παραπάνω
εικόνας



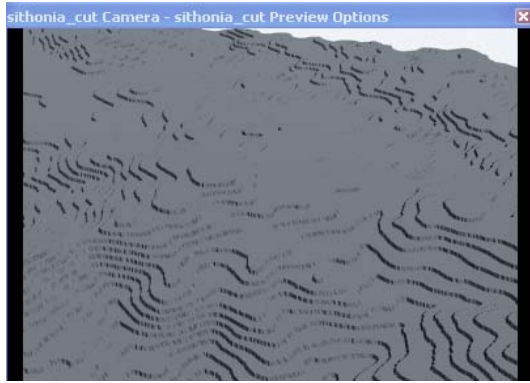
Εισαγωγή του DEM (σε μορφή
USGS dem) στο VNS2, αφού
προηγουμένως
πραγματοποιήθηκε μάσκα στη
θάλασσα



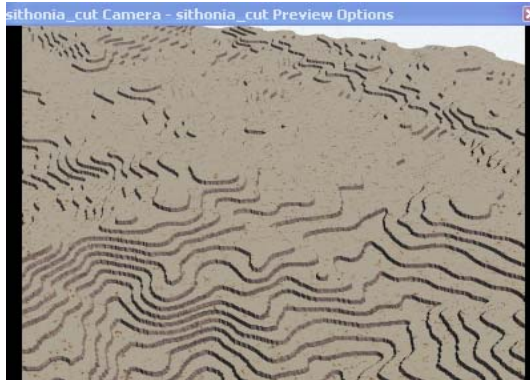
Το DEM από την
πλανημετρική κάμερα



Το DEM από την κάμερα
σκηής



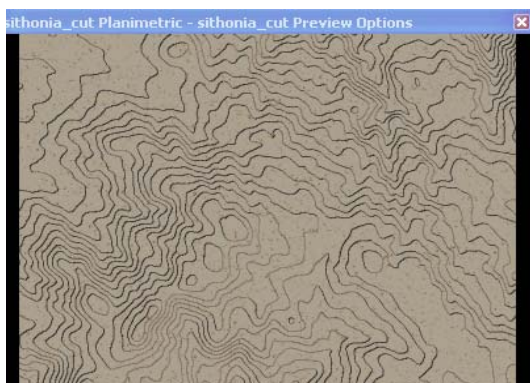
Rendering του DEM από την κύρια κάμερα



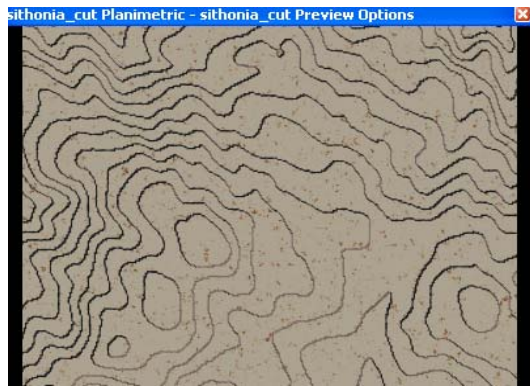
Εισαγωγή του αντικειμένου Western Desert στην υφή του εδάφους και Rendering



Rendering του DEM από την πλανημετρική κάμερα



Rendering του DEM σε μεγέθυνση από την πλανημετρική κάμερα



Rendering του DEM σε
μεγαλύτερη μεγέθυνση από την
πλανημετρική κάμερα



Rendering του DEM σε
μεγέθυνση από την κάμερα
σκηνής

Ο πειραματισμός βοηθάει στο να εξαντλούνται όλες οι εναλλακτικές πορείες προσέγγισης της έρευνας ώστε να μπορεί στο τέλος να επιλέγεται η βέλτιστη μορφή. Για αυτό το λόγο, οι παραπάνω προσπάθειες αν και θεωρήθηκαν ανεπιτυχείς, αποτελούν κρίσιμα στάδια στη δημιουργία του τελικού αποτελέσματος.

5.7. Βίντεο εικονικής πτήσης (fly-over)

Το τελικό στάδιο της εργασίας είναι η δημιουργία εικονικής πτήσης με τη μορφή βίντεο πάνω από την περιοχή μελέτης. Η περιοχή που παρουσιάζεται είναι η περιοχή του βουνού Δραγουδέλι ή Ίταμος. Σ' αυτήν, διακρίνονται κυρίως τα είδη της μαύρης και της χαλεπίου πεύκης καθώς και τα ποολίβαδα. Το βίντεο διαρκεί 15 δευτερόλεπτα, ξεκινάει από ύψος 2500 m και καταλήγει σε ύψος 800 m. Για τη δημιουργία του συγκεκριμένου βίντεο χρειάστηκαν 17 ώρες, ενώ για μεγαλύτερης διάρκειας βίντεο (20 δευτερολέπτων και πάνω) απαιτούνται πάνω από 20 ώρες.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην έρευνα αυτή, πραγματοποιήθηκε η τρισδιάστατη απεικόνιση της βλάστησης στην περιοχή της Σιθωνίας Χαλκιδικής με τη βοήθεια του εξειδικευμένου λογισμικού οπτικοποίησης VNS2.

Απώτερος στόχος της συγκεκριμένης εργασίας ήταν η δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου βλάστησης για τη μελλοντική εφαρμογή προσομοίωσης των πυρκαγιών στη Σιθωνία και η αξιολόγηση της συμπεριφοράς αυτών.

Όπως διαπιστώθηκε από την παρούσα διατριβή, οι τρισδιάστατες απεικονίσεις τοπίων χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς της επιστημονικής έρευνας και βοηθούν στην κατανόηση και προσομοίωση φαινομένων .

Τα πλεονεκτήματα της τρισδιάστατης οπτικοποίησης είναι επιστημονικά αποδεδειγμένο ότι βρίσκονται στον τρόπο με τον οποίο βλέπουμε ή παρατηρούμε την πληροφορία. Έχει αποδειχθεί ότι το 50% των νευρώνων του εγκεφάλου, εμπλέκονται στη διαδικασία της όρασης. Είναι γενικά αποδεκτό ότι η τρισδιάστατη απεικόνιση, ενεργοποιεί περισσότερους νευρώνες, ώστε να εμπλέκει μεγαλύτερο ποσοστό αυτών στη διαδικασία επίλυσης ενός προβλήματος (Κακούρης 2001). Για παράδειγμα, με τους δισδιάστατους χάρτες βλάστησης, το ανθρώπινο μυαλό θα πρέπει να φανταστεί το ανάγλυφο της περιοχής, τη βλάστηση που επικρατεί, πριν κάνει οποιαδήποτε ανάλυση και επεξεργασία. Η τρισδιάστατη απεικόνιση όμως, δίνει μία πλήρη εικόνα του χώρου καθώς πλησιάζει πολύ στην πραγματικότητα. Επιπλέον, επιτρέπει την τρισδιάστατη πλοήγηση σε απεριόριστο αριθμό εικόνων που απεικονίζουν το χώρο, τη σύνδεσή της με δισδιάστατες απεικονίσεις της ίδιας περιοχής και τη δημιουργία βίντεο σε διάφορες μορφές.

Οι τρισδιάστατες απεικονίσεις τοπίων είναι ένας τρόπος απόδοσης της γήινης επιφάνειας. Αποτελούν δυναμικά εργαλεία που εφαρμόζονται σε διάφορες θεματικές περιοχές από πολλές επιστήμες επιλύοντας πολλά προβλήματα. Η τρισδιάστατη απεικόνιση της βλάστησης στην περιοχή της Σιθωνίας Χαλκιδικής μπορεί να βοηθήσει στην εξαγωγή σημαντικών πληροφοριών αν συνδυαστεί με την κατάλληλη βάση δεδομένων. Οποιαδήποτε αλλαγή στην παραπάνω περιοχή μπορεί να οπτικοποιηθεί άμεσα χωρίς περαιτέρω επεξεργασία. Αυτό παρέχει ένα καινοτόμο εργαλείο για σχεδιασμό και λήψη αποφάσεων από επιστήμονες και αναλυτές στη διαχείριση των πυρκαγιών.

6.1. Προβλήματα – περιορισμοί

Κατά τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας προέκυψαν ορισμένα προβλήματα που αφορούσαν κυρίως το λογισμικό που έπρεπε να χρησιμοποιηθεί για την τρισδιάστατη απεικόνιση της βλάστησης, αλλά και την εκμάθησή του.

Το λογισμικό που επιλέχθηκε αποτελεί μια από τις πιο εξειδικευμένες και state-of-the-art προγραμματιστικές εφαρμογές στον τομέα της επιστημονικής οπτικοποίησης με πολλές δυνατότητες και προοπτικές. Η χρήση του μέσα στα πλαίσια μιας μεταπτυχιακής διατριβής απαιτούσε πολλές ώρες μπροστά από έναν υπολογιστή, αρχικά για την εκμάθησή του και στη συνέχεια για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Ο μεγάλος όγκος εκπαιδευτικού υλικού από τη μία έλυσε όλες τις πιθανές απορίες που μπορεί να προέκυπταν στη διάρκεια διεξαγωγής της αλλά από την άλλη ήταν η μοναδική πηγή πληροφόρησης που υπήρχε σχετικά με το λογισμικό, μιας και πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκε το συγκεκριμένο (λογισμικό) στο Τμήμα Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Ένα άλλο πρόβλημα που ενέκυψε, αφορούσε την ποιότητα των δεδομένων. Για να είναι ακριβές και πιο ρεαλιστικό το μοντέλο χρειάζεται αφενός καλύτερα δεδομένα σε επίπεδο χωρικής διακριτικής ικανότητας και αφετέρου λεπτομερή καταγραφή όλων των χαρακτηριστικών των ειδών βλάστησης (μέση πυκνότητα, μέσο ύψος είδους). Στη συγκεκριμένη μελέτη εξαιτίας της έλλειψης κάποιων χαρακτηριστικών που χρειαζόνταν στην παραμετροποίηση του μοντέλου, στηριχθήκαμε είτε στη βιβλιογραφία όταν αυτό ήταν εφικτό, είτε σε δικές μας τιμές. Επιπλέον, η θάλασσα του μοντέλου ενέχει κάποιο βαθμό σφάλματος, καθώς δε βρέθηκε τρόπος να δημιουργηθεί αυτόματα αλλά έπρεπε να πραγματοποιηθεί χειροκίνητα. Όλες οι παραπάνω ενέργειες εισάγουν σφάλμα στο μοντέλο το οποίο είναι όμως γνωστό και μπορεί να ξεπεραστεί με τους τρόπους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Σε επίπεδο εξοπλισμού, η εμπειρία έδειξε ότι όσο καλύτερος ο τεχνικός εξοπλισμός, τόσο πιο γρήγορο το αποτέλεσμα. Στην προκείμενη περίπτωση, οι πεπερασμένες δυνατότητες του H/Y που χρησιμοποιήθηκε οδήγησαν, αφενός, σε περιορισμένο αριθμό επαναλήψεων της τελικής διαδικασίας και αφετέρου, σε μικρή χρονική διάρκεια του βίντεο που δημιουργήθηκε. Τέτοιες δυσκολίες ξεφεύγουν από τις αρμοδιότητες του ερευνητή και έγκειται σε θέματα υλικοτεχνικού εξοπλισμού και υποδομών. Το υψηλό κόστος και του λογισμικού αλλά και του εξοπλισμού αποτελούν μειονεκτήματα της συγκεκριμένης προσέγγισης.

6.2. Μελλοντικές εφαρμογές – Προοπτικές

Η έρευνα της παρούσας διατριβής μπορεί να συνεχιστεί ποικιλοτρόπως.

Σε επίπεδο λογισμικού, μπορούν να γίνουν πολλές παρεμβάσεις στο μοντέλο, προσθέτοντας επιπλέον αντικείμενα, ή βελτιώνοντας τα υπάρχοντα (με την εισαγωγή επιπρόσθετων χαρακτηριστικών) δεδομένου ότι το λογισμικό διαθέτει πολλές λειτουργίες και δυνατότητες οι οποίες

δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στα χρονικά πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας.

Περαιτέρω εφαρμογές στη συνέχιση της παρούσας έρευνας, χρησιμοποιώντας το τρισδιάστατο μοντέλο της Σιθωνίας που δημιουργήθηκε, θα μπορούσαν να είναι οι εξής:

- ❖ Εισαγωγή κειμένου (με τη μορφή κεφαλίδων) για τον εντοπισμό και την αναγνώριση περιοχών που περιλαμβάνονται στο βίντεο
- ❖ Χρήση του βίντεο σε διάφορων ειδών εφαρμογές (για τουριστικούς σκοπούς, εκπαιδευτικούς λόγους, κλπ.)
- ❖ Χρήση του μοντέλου που δημιουργήθηκε ως συμπληρωματικό υλικό στη διαδικασία λήψης αποφάσεων σε θέματα πολιτικής προστασίας για πρόληψη και αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

Αθανασιάδης, Η.Ν., (1985). *Δασική Βοτανική-Συστηματική Σπαρματοφύτων*. Μέρος Ι. Εκδόσεις Διαπούλη-Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.

Αθανασιάδης, Η.Ν., (1986). *Δασική Φυτοκοινωνιολογία*. Εκδόσεις Διαπούλη-Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.

Ζαγκλής, Δ.Δ., (1956). *Ιστορία-Γεωγραφία (από των αρχαιοτήτων χρόνων μέχρι του 1912)*. Θεσσαλονίκη.

Ηρόδοτος. *Ιστορία*. Ζ. 122.

Θεοχάρης, Α και Α. Μπεμ, (1999). *Γραφικά: Αρχές & Αλγόριθμοι*. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.

Θουκυδίδης. *Ιστορία* IV, 110-116. V, 2-3.

Κακούρης, Β., (2001). *Τρισδιάστατη Χαρτογραφική Απεικόνιση Γεωγραφικών Δεδομένων: Προσομοίωση πλεύσης από το ακρωτήριο Αγριλιός ως την πόλη της Μυτιλήνης*. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Κουτσόπουλος, Κ., (2002). *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου*. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Κωνσταντινίδης, Π.Ν., (1990). *Εξέταση και διερεύνηση σχέσεων μεταξύ φυσιογραφικών μονάδων δασών χαλεπίου πεύκης Σιθωνίας Χαλκιδικής και των εμφανιζόμενων σε αυτές φυτοκοινωνιολογικών μονάδων*.

Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Μακαρονάς, Χ.Ι., (1940). *Χρονικά Αρχαιολογικά, Χαλκιδική*. Μακεδονικά (Τόμος Ι).

Μουντράκης, Δ.Μ., (1985). *Γεωλογία της Ελλάδας*. Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Παπάγγελος, Ι. Α., (1981). *Χαλκιδική*. Εκδόσεις Μαλλιάρης-Παιδεία, Θεσσαλονίκη.

Παπακωνσταντίνου, Α. , (2005). *Επεξεργασία δεδομένων ανακτημένων από τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών για την εισαγωγή τους σε Προγράμματα Τρισδιάστατης Απεικόνισης και την αξιοποίησή τους στην κατασκευή τρισδιάστατων μοντέλων εδάφους*. Μεταπτυχιακή διατριβή, Τμήμα Πολιτιστικής Τεχνολογίας & Επικοινωνίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Ξένη βιβλιογραφία

Bandrova, T. (2001). Designing of Symbol System for 3D City Maps. *20th International Cartographic Conference*. Vol.: 2, pp.:1002 - 1010. Beijing, China.

Burrough, P. A., (1991). Sampling designs for quantifying map unit composition, pp.: 89-126. *In: M. J. Mausbach & L. Wilding (eds.)*,

Spatial variabilities of soils and landforms. Special publication, n. 28, Madison, *Soil Sci. Soc. of America*.

Ervin, S.M. and H.H, Hasbrouck, (2001). *Landscape Modeling: Digital Techniques for Landscape Visualization*. McGraw Hill.

Lim, E-M. and T, Honjo., (2003). Three-dimensional visualization forest of landscapes by VRML. *Journal of Landscape and Urban Planning*. Vol.: 63, pp.:175-186.

Muhar, A., (2001). Three-dimensional modeling and visualization of vegetation for landscape simulation. *Journal of Landscape and Urban Planning*. Vol.: 54, pp.:5-17.

Stelzl H., Raggam H., Sacherer O. and Almer A. (2004): Automatic 3D-Visualization of Geo-Information for Fireprevention in European Mediterranean Areas. *ISPRS-International Workshop on Processing and Visualization using High Resolution Imagery*; Technical Commission V/6-Visualization and Animation, Pitsanulok, Thailand, 18-20 November 2004

Stelzl H, Wack H. (2004): Assessment of Forest Stand Parameters from Laserscanner Data in Mixed Forests. *ISPRS-International Workshop on Processing and Visualization using High Resolution Imagery*; Technical Commission V/6-Visualization and Animation, Pitsanulok, Thailand, 18-20 November 2004

Stelzl H., Wimmer A., Raggam H., Sacherer O., Almer A., Banninger C. (2004): *Monitoring Mediterranean Wildlands with Very High Spatial Resolution Satellite Imagery for Fire Prevention and Control*. IGARSS 2004. Anchorage, Alaska. 20.-24.9.2004

UNESCO (1970). *Ιστορία της Ανθρωπότητας*. Αθήνα. Τόμοι 12.

Watt, A., (2000). *3D Computer Graphics: Third Edition*. Addison-Wesley.

Zeiler, M., (1999). *Modeling our world: the ESRI guide to geodatabase design*. Redlands, CA: [Environmental Systems Research Institute, Inc](http://www.esri.com), c1999

Πηγές από το διαδίκτυο

<http://www.statistics.gr>

<http://www.3dnature.com>

<http://el.wikipedia.org>

Επιπλέον πηγές

Corrigan, J., (1994). *Γραφικά Υπολογιστών: Μυσικά και Λύσεις*. Εκδότης Μ. Γκιούρδας, Αθήνα.

Ervin, S.M., Hasbrouck, H., (1999). Thirty years of computing in landscape architecture. *Journal of Landscape Architecture*. C 89 (11), pp: 54-56.

Mc Gaughey, R. J., (1998). Techniques for visualizing the appearance of forestry operations. *Journal Forest*. Vol.: 96, n: 6, pp: 9-14.

Nielson, G. M., Hagen, H. and H., Muller (1997). *Scientific Visualization: Overviews Methodologies Techniques*. Computer Society.

Oppenheimer, P.E., (1986). Real time design and animation of fractal plants and trees. *Journal of Computer Graphics*. Vol.: 20, pp.: 55-64.

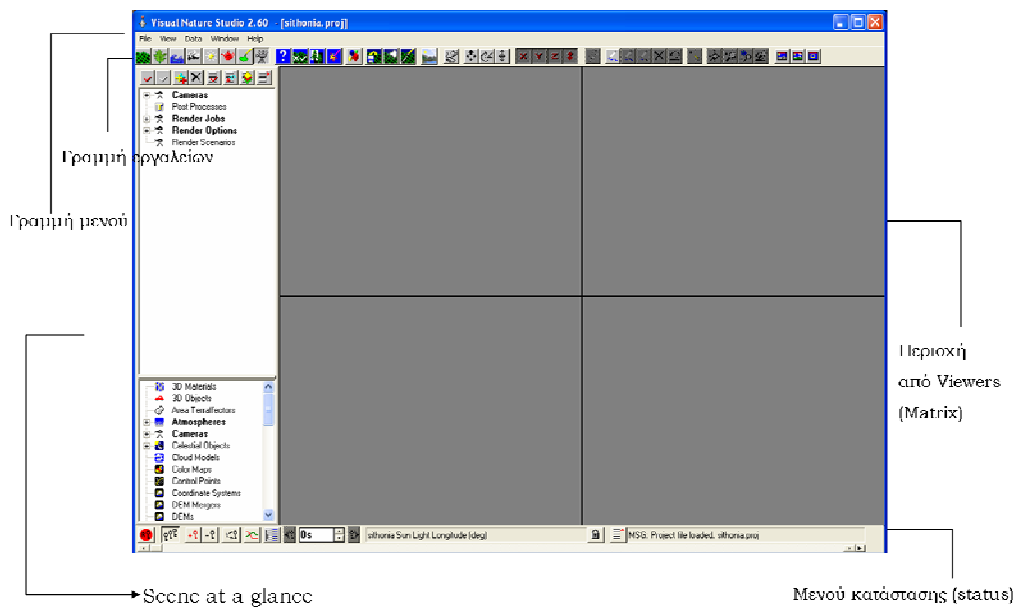
Σφήκας, Γ. (1990). *Δένδρα και θάμνοι της Ελλάδος*. Εκδόσεις Ελληνική Φύση, Αθήνα

Παράρτημα Ι

Παρουσίαση του τεχνικού τμήματος της διατριβής

I. Εισαγωγή του DEM στο VNS2

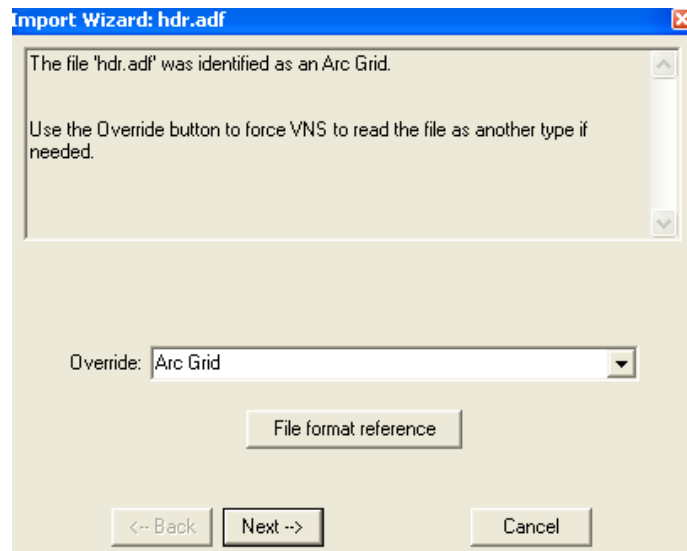
Το περιβάλλον του VNS2



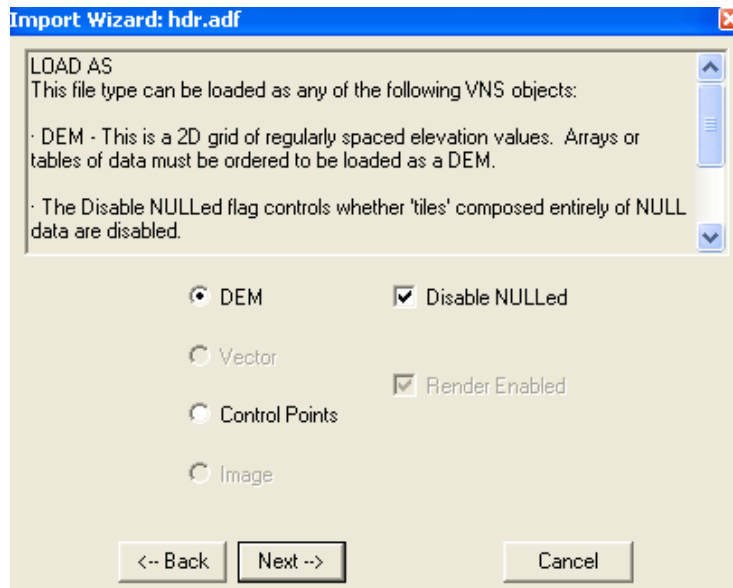
Χωρίζεται, στο Άνω (Upper) και Κάτω (Lower) Τμήμα και επιτρέπει την πρόσβαση σε όλα τα συστατικά - αντικείμενα του λογισμικού.

Για την εισαγωγή του DEM (ESRI Grid) ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

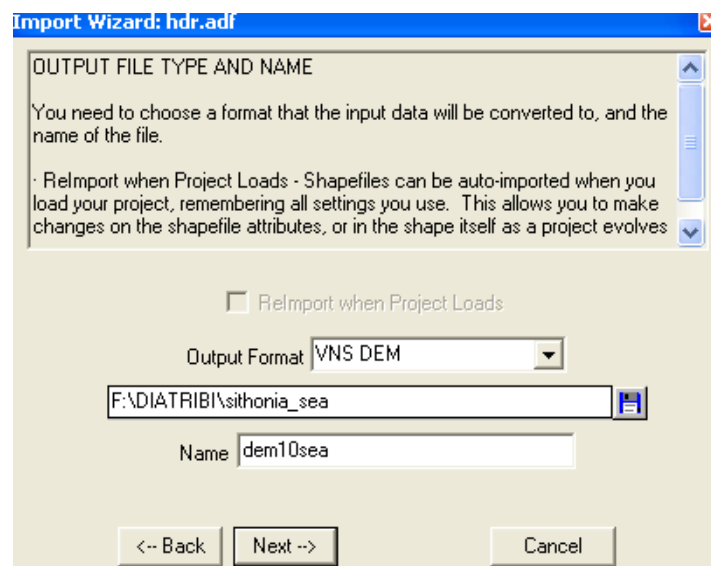
File	View	Data	Window	Help
New...				CTRL+N
Open...				CTRL+O
Save				CTRL+S
Save As...				CTRL+A
Save As Template...				
Sign & Save...				
Import Wizard...				CTRL+I
Import Scene...				CTRL+SHIFT+I
Export Scene...				CTRL+SHIFT+X
Scene Express...				CTRL+SHIFT+E
0 Open Resume File				ALT+0
1 F:\DIATRIBI\sithonia\sithonia\sithonia.proj				ALT+1
2 F:\test_tutorial\tst\tst.proj				ALT+2
3 F:\test_tutorial\flyby\flyby.proj				ALT+3
4 F:\test_tutorial\animation\mainopengl.mov				ALT+4
5 F:\test_tutorial\animation\animation.proj				ALT+5
6 F:\DIATRIBI\kostas\sithonia\sithonia.proj				ALT+6
Preferences				▶
Select User...				ALT+U
Remove Current User				
Template Manager...				
Quit				CTRL+Q



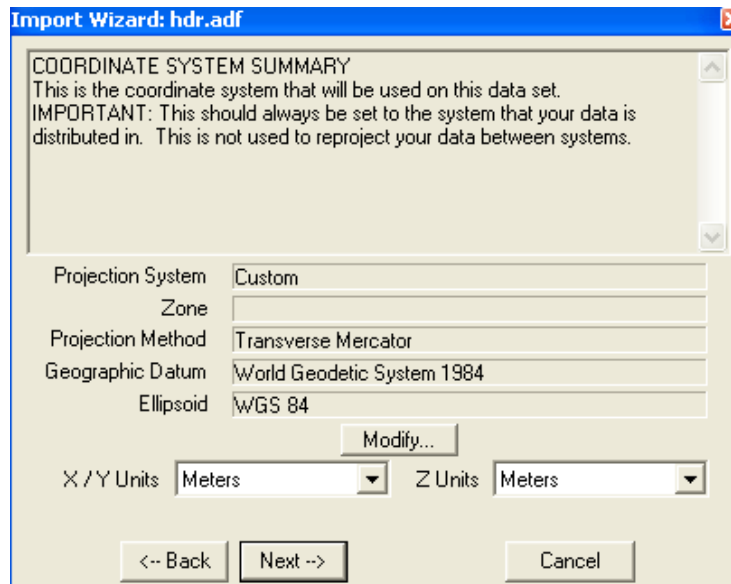
Next→



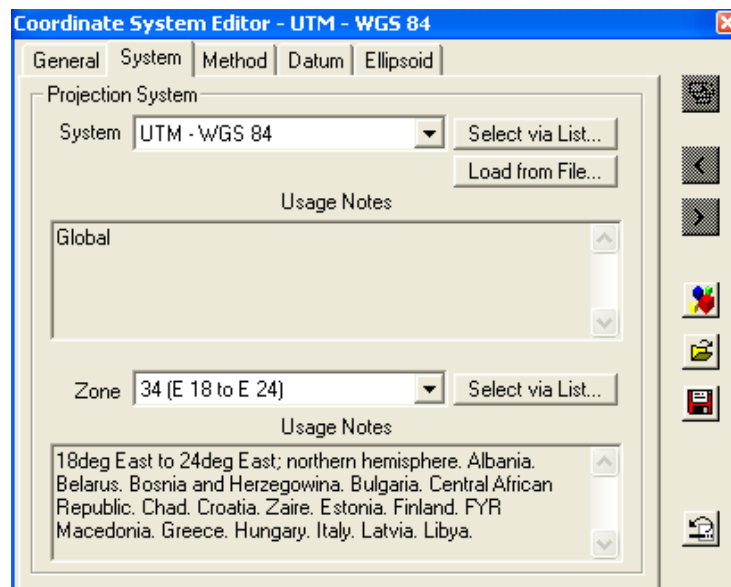
Next→



Next→

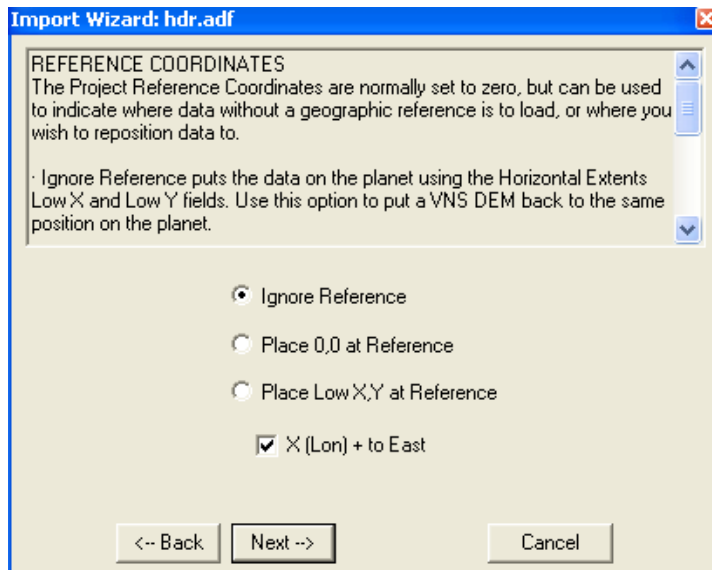


Modify→

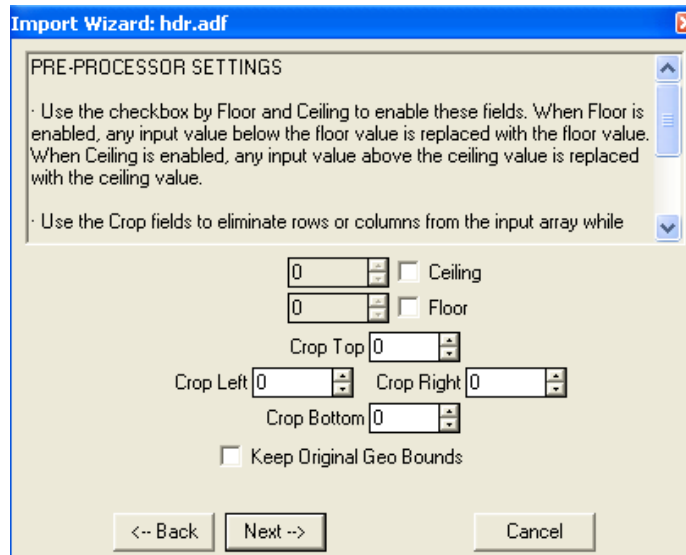


Next→

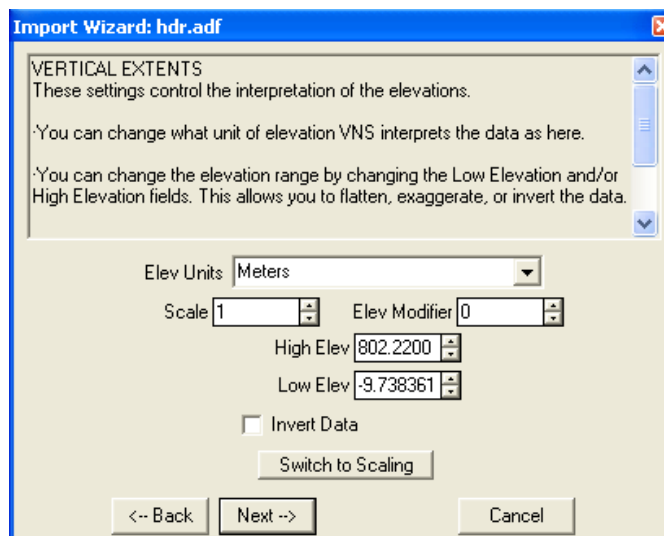
Στο σημείο αυτό ορίζεται η χαρτογραφική προβολή του ψηφιακού μοντέλου εδάφους. Στην προκειμένη περίπτωση το Dem ήταν ορισμένο σε προβολή UTM – WGS 84, με ζώνη UTM 34N.



Next→



Next→



Next→

Import Wizard: hdr.adf

HORIZONTAL EXTENTS
This shows the number of elevation points in the DEM, the area that each elevation point covers, and where the DEM is positioned on the planet.

- The size of the DEM is shown in the Cols & Rows field.
- Grid Units indicate the unit of measure used for Grid Spacing.

Grid: Linear Units Cols: 2404, Rows: 1493 Bound: Linear Units

Grid Spacing (W/E): Grid Spacing (N/S):

Total DEM Size (W/E): Total DEM Size (N/S):

Width: Height:

High Y:

Low X: High X:

Low Y:

Next→

Import Wizard: hdr.adf

OUTPUT DEMS
Each DEM is loaded into memory as it's being rendered. These values are closest to the recommended DEM size of 300 x 300. The render engine will have to load the entire DEM into memory if any portion of that DEM is visible. Breaking even a "normal" sized DEM into smaller pieces can sometimes increase rendering speed.

DEMs Row-Wise (W/E): DEMs Col-Wise (N/S):

Output Cols: Output Rows:

Output WE Cell Size (m): Output NS Cell Size (m):

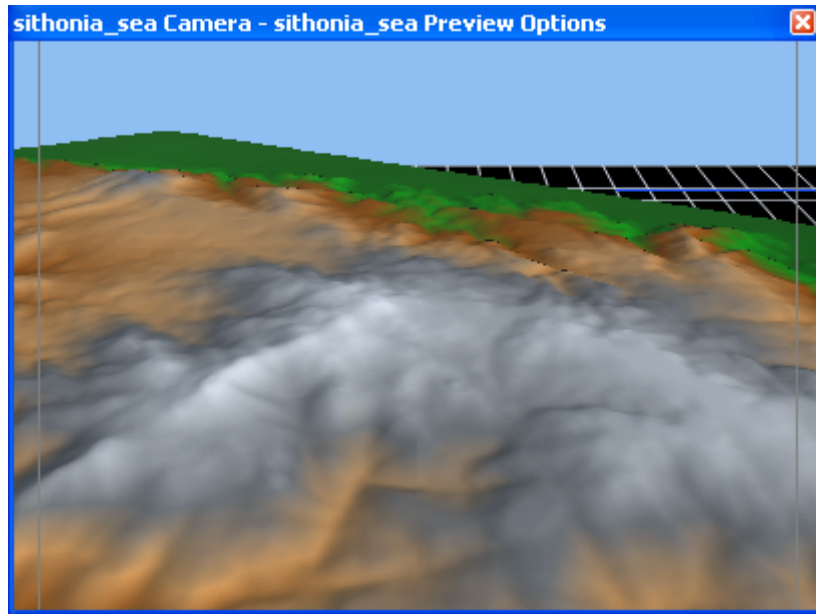
Spline Constrain

Import→

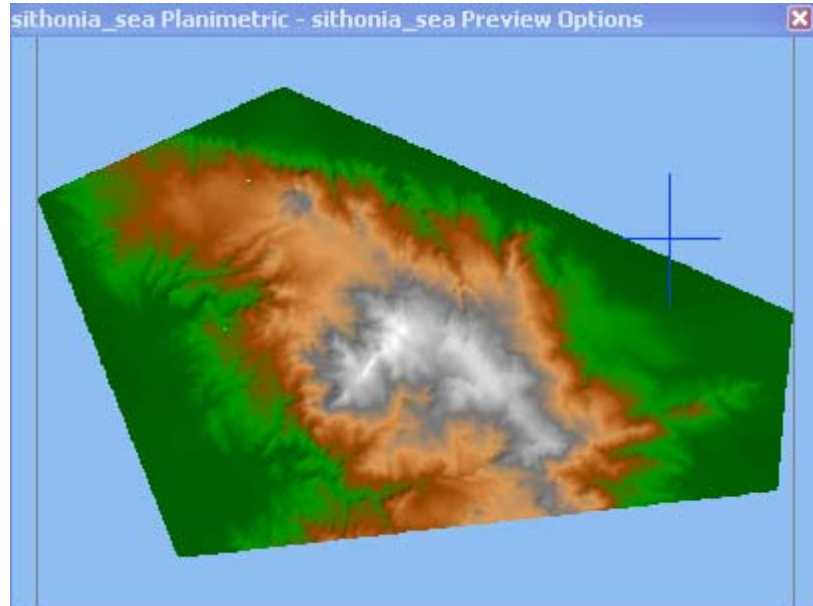
UTM - WGS 84

Make this new Coordinate System the default for Viewing and Rendering?

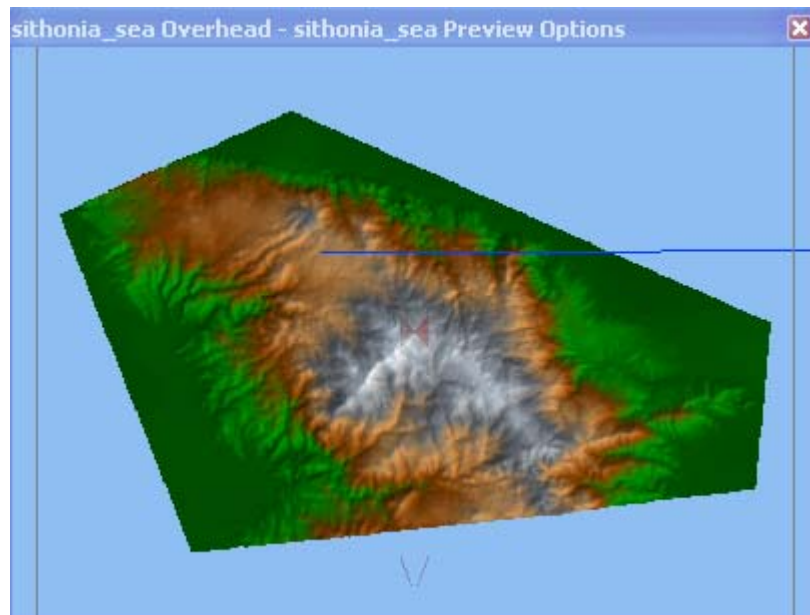
Πατώντας Ναι, εισάγεται το ψηφιακό μοντέλο εδάφους, όπως παρουσιάζεται παρακάτω:



Από την κύρια κάμερα



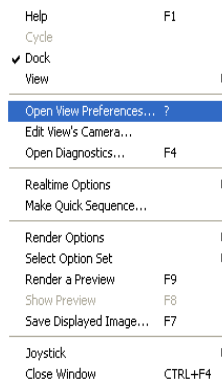
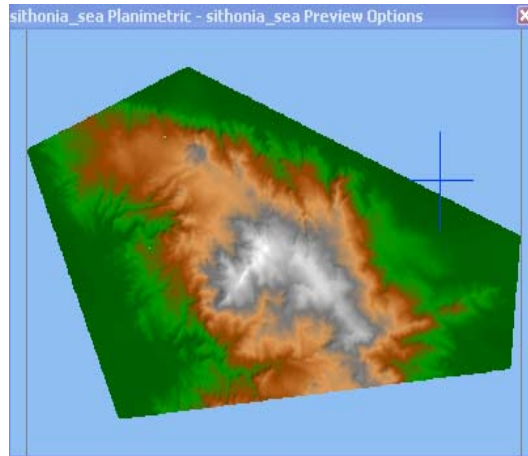
Από την πλανημετρική



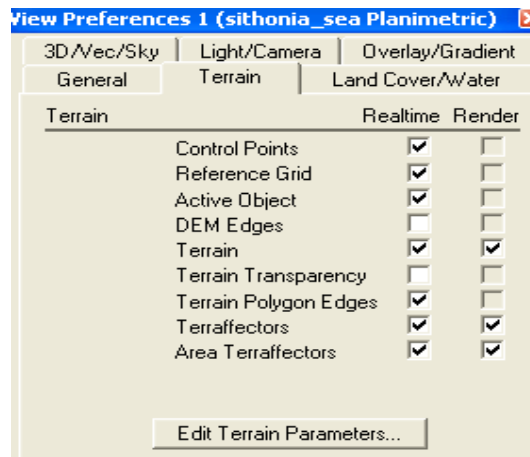
Από την κάμερα σκηνης (Overhead)

II. Επεξεργασία του DEM και του περιβάλλοντός του

Ανοίγοντας το παράθυρο της πληνημετρικής κάμερας και πατώντας δεξί κλικ→ Open View Preferences

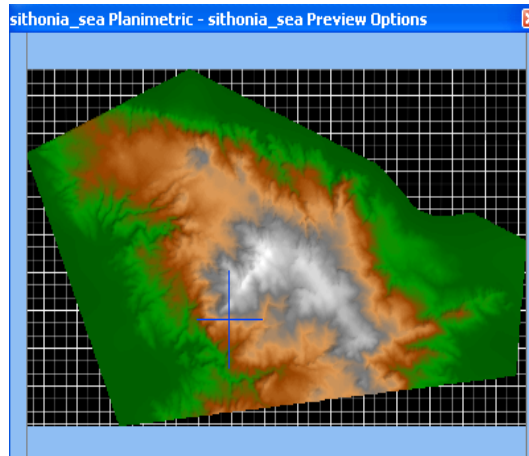



→Terrain

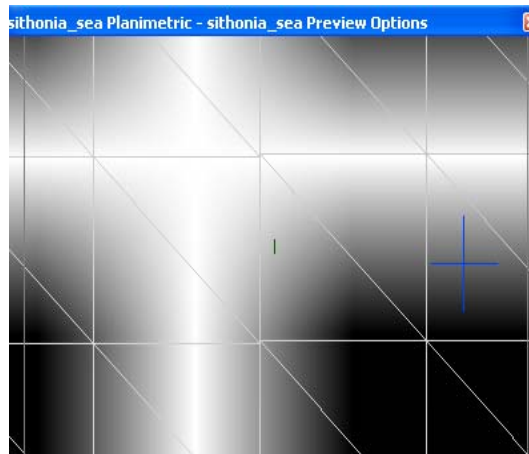


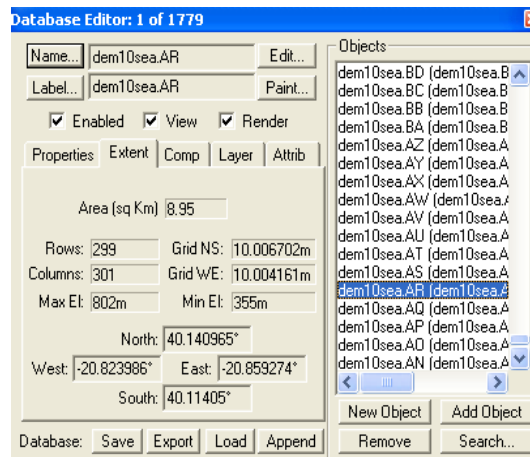
Τοσκάρομε →Terrain Polygon Edges

Το Dem εμφανίζεται όπως φαίνεται παρακάτω:



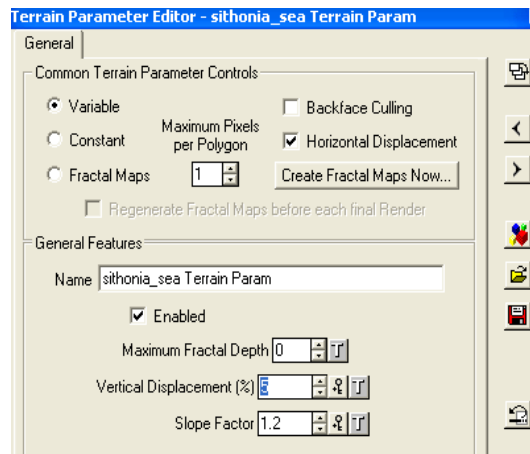
Πατώντας το spacebar και επιλέγοντας από τη γραμμή εργαλείων το εικονίδιο  (Zoom Mode) κάνουμε Zoom In στο παράθυρο της πλανημετρικής κάμερας για να δούμε την απεικόνιση της τρισδιάστατης επιφάνειας του εδάφους σε μορφή πλέγματος. Πρόκειται για ένα πλέγμα από ισοκαταναμημένα γεω-αναφερόμενα σημεία , όπου το κάθε σημείο έχει υψόμετρο.

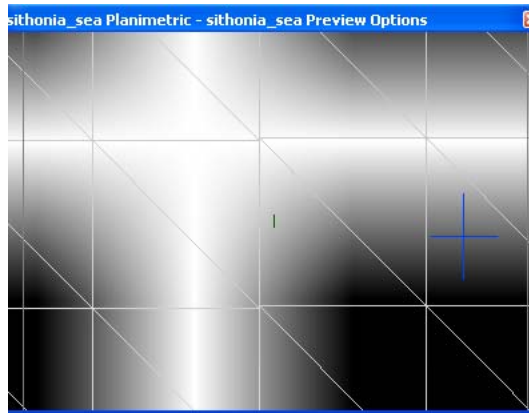




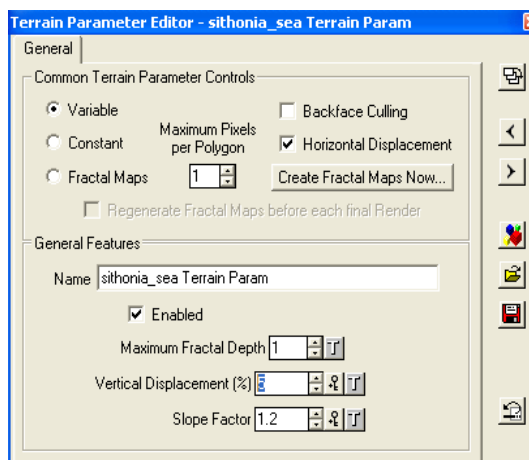
View → Database Editor → Extent. Το μέγεθος του πλέγματος (grid) είναι 10 m x 10 m. Κατά τη διαδικασία του (rendering) κάθε ένα κελί (cell) του πλέγματος (grid) διαιρείται σε τριγωνικά πολύγωνα. Ο βαθμός υποδιαίρεσης κάθε πολυγώνου καθορίζεται από την παράμετρο του Maximum Fractal Depth.

Terrain Parameter Editor – sithonia_sea Terrain Param → General → Maximum Fractal Depth 0 (default).

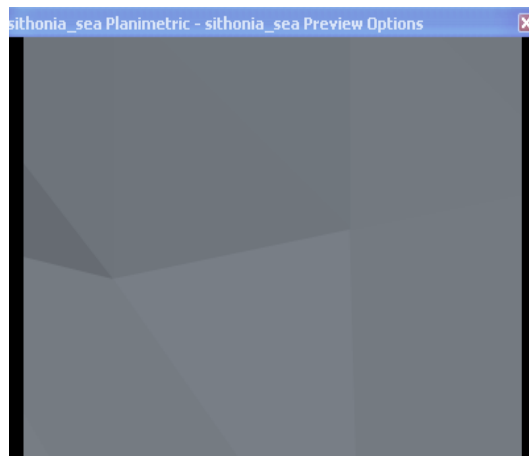




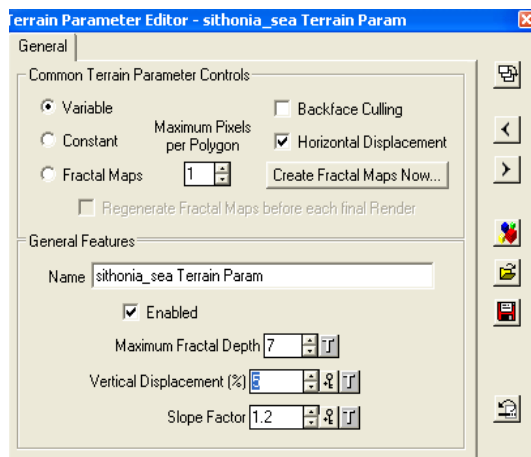
Κάθε κελί διαιρείται σε δύο τριγωνικά πολύγωνα.



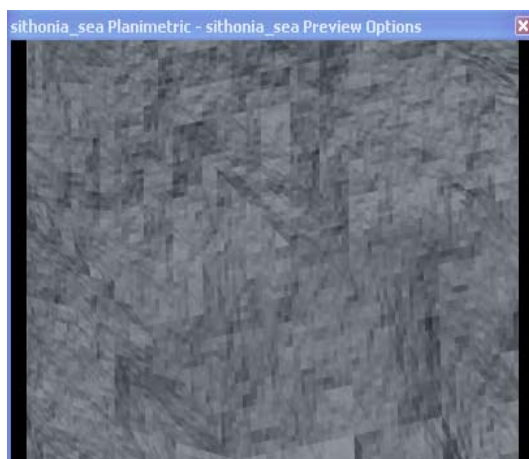
Terrain Parameter Editor – sithonia_sea Terrain Param → General → Maximum Fractal Depth 1.



Κάθε κελί διαιρείται σε τέσσερα τριγωνικά πολύγωνα.




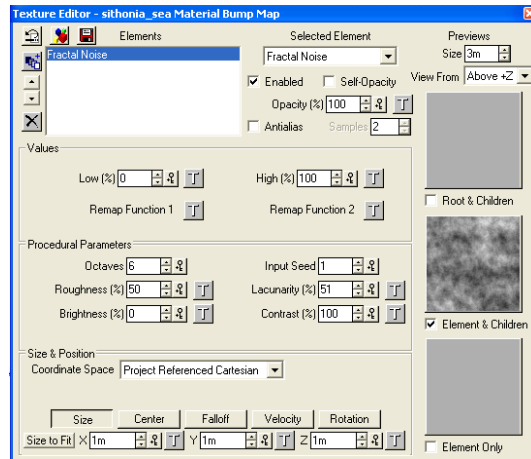
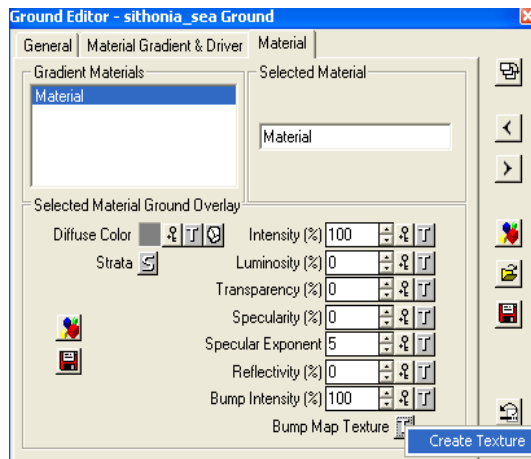
Terrain Parameter Editor – sithonia_sea Terrain Param → General → Maximum Fractal Depth 7 (η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει).



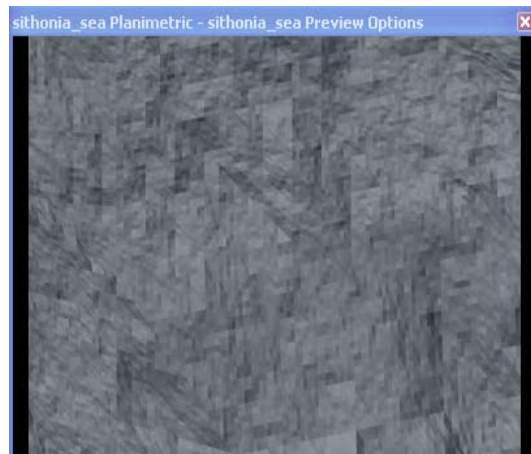
Δίνοντας στο Maximum Fractal Depth την τιμή 7 αυξάνεται η οπτική λεπτομέρεια. Στην πραγματικότητα δεν έχει αυξηθεί η λεπτομέρεια του εδάφους, αφού η αρχική πληροφορία έχει παραμείνει αναλλοίωτη, απλά έχει εξομαλυνθεί το οπτικό αποτέλεσμα ώστε να είναι πιο ρεαλιστικό.

Ένας άλλος τρόπος για να φαίνεται το έδαφος πιο ρεαλιστικό είναι:

Απ' τη γραμμή εργαλείων → Land Cover Task Mode  → Ground Editor - sithonia_sea Ground → Material → Bump Map Texture → Create Texture



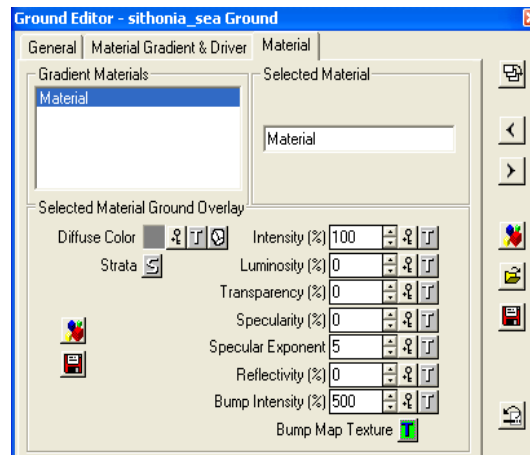
Αφήνουμε το default texture → προκύπτει η παρακάτω εικόνα



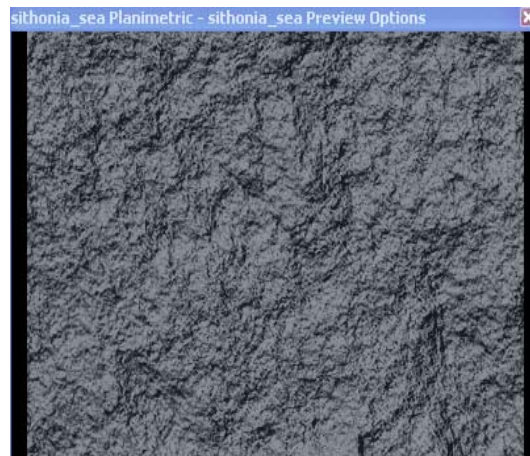
Στη συνέχεια → Ground Editor - sithonia_sea Ground → Material → Bump Intensity → 500

Bump intensity

Είναι μία παράμετρος που αυξάνει τη ρεαλιστικότητα του μοντέλου. Όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή της, τόσο πιο ρεαλιστικό φαίνεται το έδαφος.




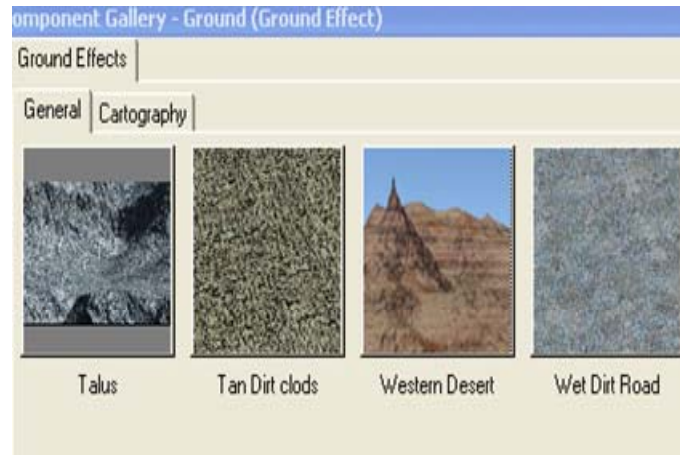
Στη νέα εικόνα που προκύπτει φαίνεται η λεπτομέρεια στο έδαφος, κάνοντάς το πιο ρεαλιστικό.



Και με τους δύο τρόπους που περιγράφηκαν παραπάνω, αυξάνεται η οπτική λεπτομέρεια του εδάφους. Η κύρια όμως διαφορά τους βρίσκεται στην ταχύτητα κατά τη διάρκεια του rendering.

Από τους δύο τρόπους, αυτός με την αύξηση της παραμέτρου Bump Intensity, είναι γρηγορότερος και δίνει καλύτερα οπτικά αποτελέσματα.

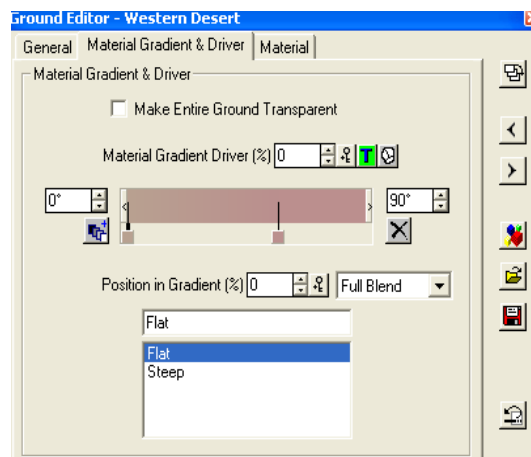
Στη συνέχεια → Ground Editor - sithonia_sea Ground → General → Open Component Gallery 



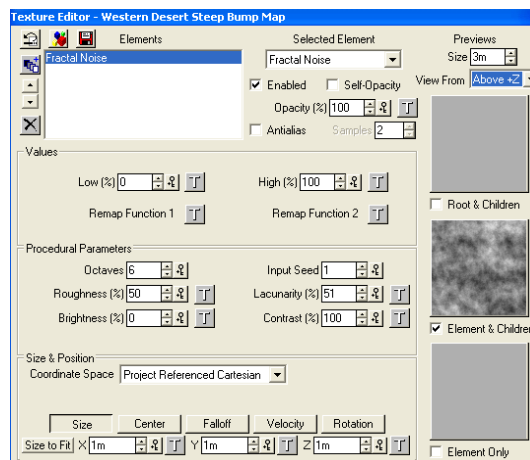
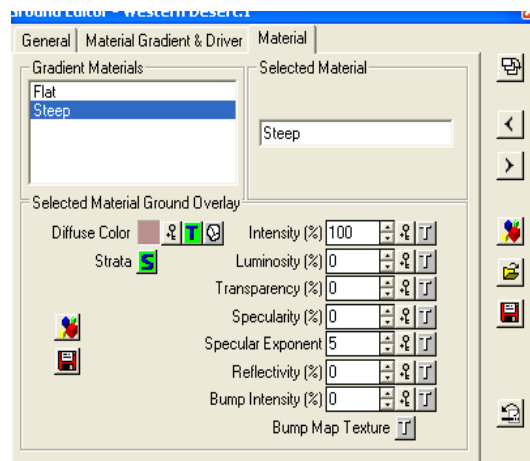
Από τη βιβλιοθήκη του προγράμματος επιλέγεται το Western Desert

Ground Editor - Western Desert → Material Gradient & Driver

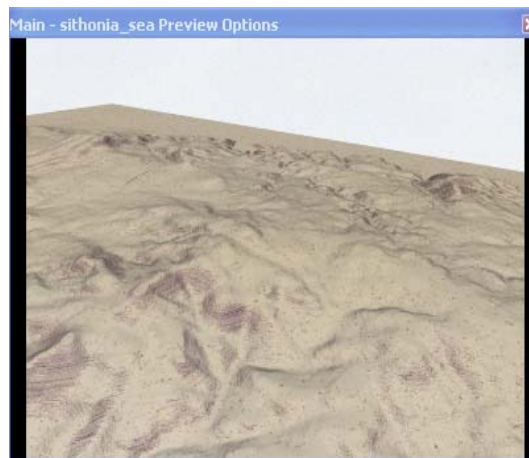
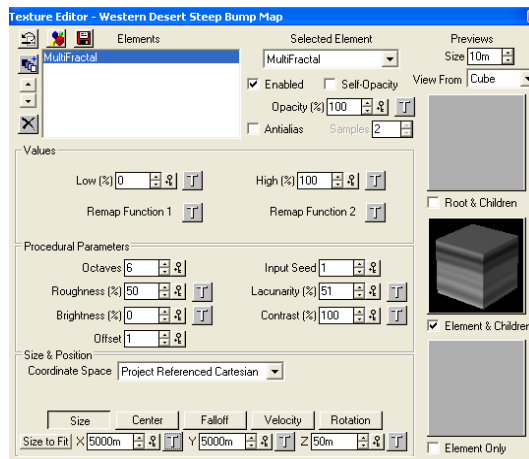
Το αντικείμενο (Western Desert) που μόλις προστέθηκε στο μοντέλο, αποτελείται από δύο επιφάνειες: τη flat για το επίπεδο έδαφος και τη steep για το κεκλιμένο.




Ground Editor - Western Desert → Material (επιλέγεται το steep) → Bump Map Texture → Create Texture → Texture Editor - Western Desert Steep Bump Map






Texture Editor - Western Desert Steep Bump Map → Selected Element (Multi - Fractal), View From (Cube), Size to Fit (X 5000 m, Y 5000 m, Z 50 m).

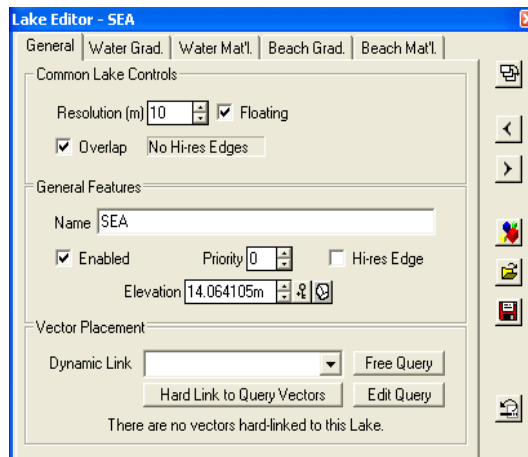


Δημιουργία θάλασσας

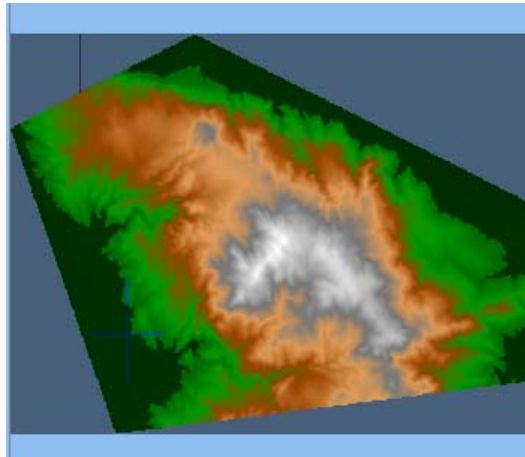
Πατώντας απ' τη γραμμή εργαλείων το εικονίδιο  (Water Task Mode) στο Scene At A Glance εμφανίζονται οι κατηγορίες

-  Lakes
-  Streams
-  Wave Models

Lakes → Lake Editor – SEA →

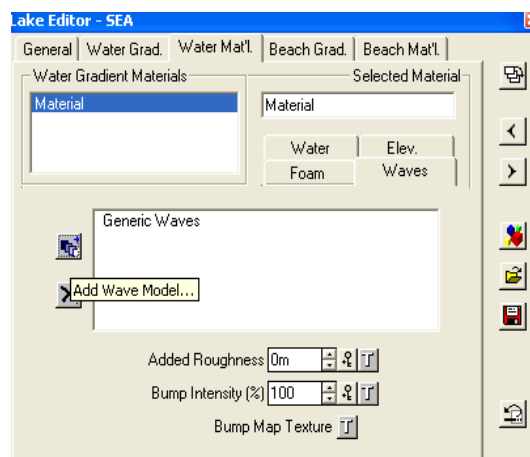


Πατώντας το Ctrl και δεξί κλικ στο Dem της πλανημετρικής κάμερας, δημιουργούμε τη θάλασσα, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:




Για τη δημιουργία κυμάτων στη θάλασσα:

Lake Editor – SEA → Water Gradient Materials → Add Wave Model
(επιλέγονται τα Generic Waves)



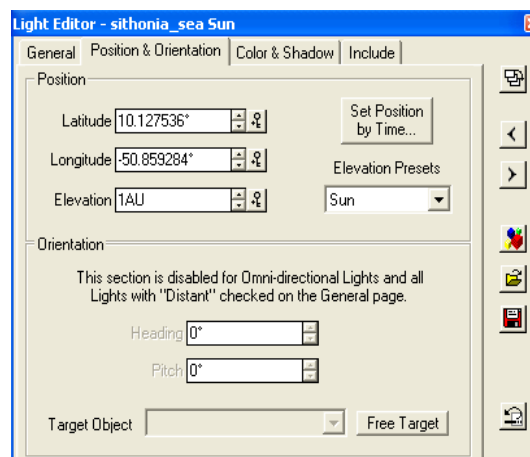


Επιλογή ώρας και ημερομηνίας

Πατώντας απ' τη γραμμή εργαλείων το εικονίδιο  (Light Task Mode) εμφανίζονται δύο κατηγορίες στο Scene At A Glance: Lights και Shadows



Διπλό κλικ στην κατηγορία Lights → Light Editor → Position & Orientation



→Set Position by Time

Light: sithonia_sea Sun

Reference Longitude (deg) -20.859284

Date 22 Aug

Time 12:00 AM PM

Latitude 10.923875°

Longitude -20.859284°

Click Reverse Seasons to show the equivalent date in the opposite season

Reverse Seasons

Keep Cancel


→Keep

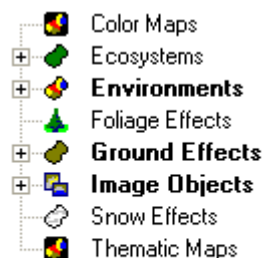
Μ' αυτόν τον τρόπο επιλέγεται η ημερομηνία και η ώρα που επιθυμεί ο χρήστης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκε η ημερομηνία 22 Αυγούστου 12 η ώρα το μεσημέρι

III. Δημιουργία οικοσυστημάτων στο VNS2

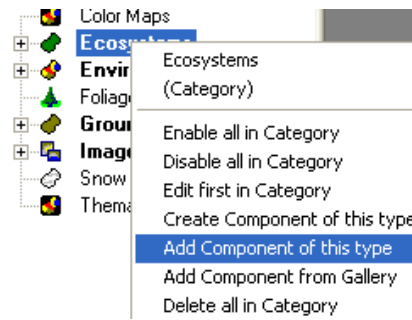
Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκαν τέσσερις διαφορετικοί τύποι βλάστησης της Σιθωνίας (μαύρη πεύκη-***pinus nigra***, καλέπιος πεύκη-***pinus halepensis***, φρύγανα-***frigana*** και ποολίβαδα-***grassland***). Κάθε οικοσύστημα δημιουργήθηκε ξεχωριστά και στη συνέχεια συνδέθηκε με το αντίστοιχο διανυσματικό αρχείο (.shp).

Δημιουργία του οικοσυστήματος της μαύρης πεύκης

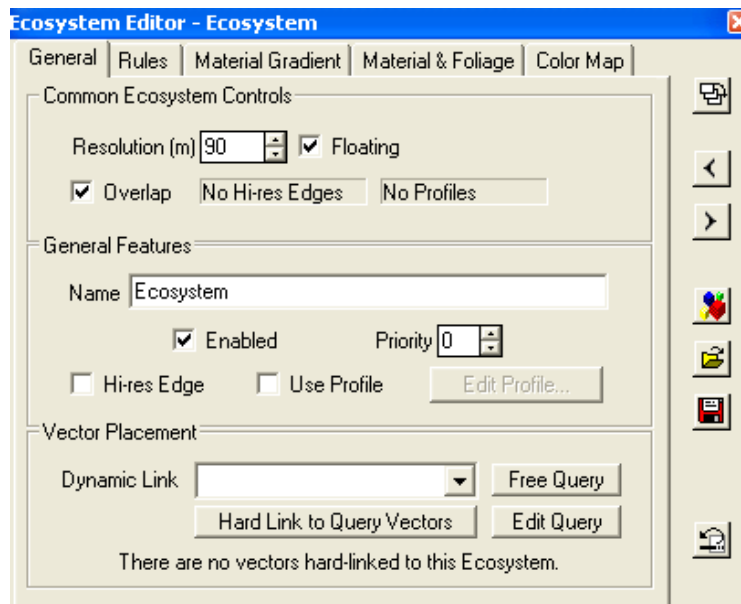
Πατώντας απ' τη γραμμή εργαλείων το εικονίδιο  (Land Cover Task Mode) εμφανίζονται οι παρακάτω κατηγορίες στο Scene At A Glance



Πατώντας δεξί κλικ στο Ecosystems → Add Component of this type

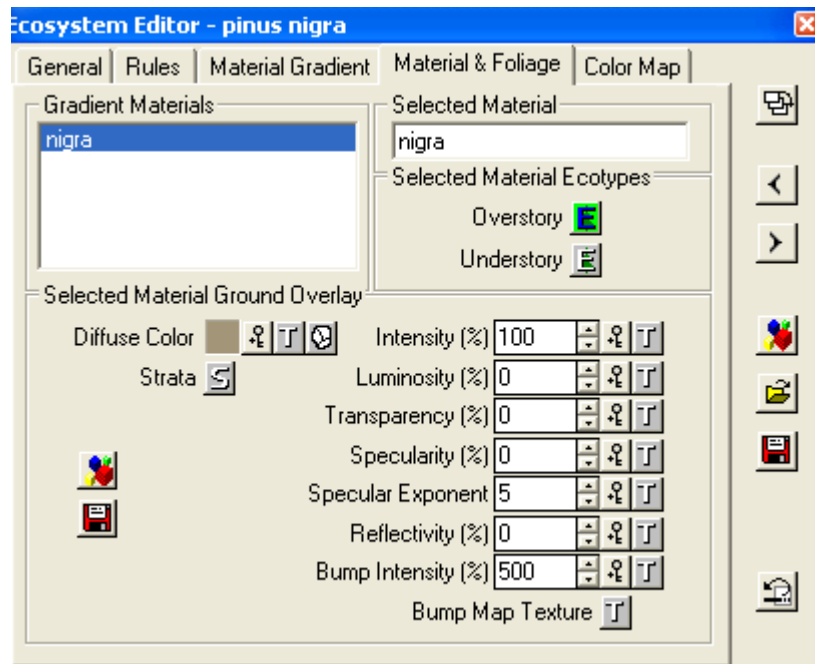


→ Ecosystem Editor- Ecosystem



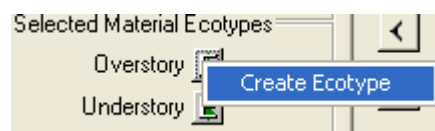
Ecosystem editor- Ecosystem →General

Αλλαγή του ονόματος (Name) Ecosystem σε pinus nigra → Enter

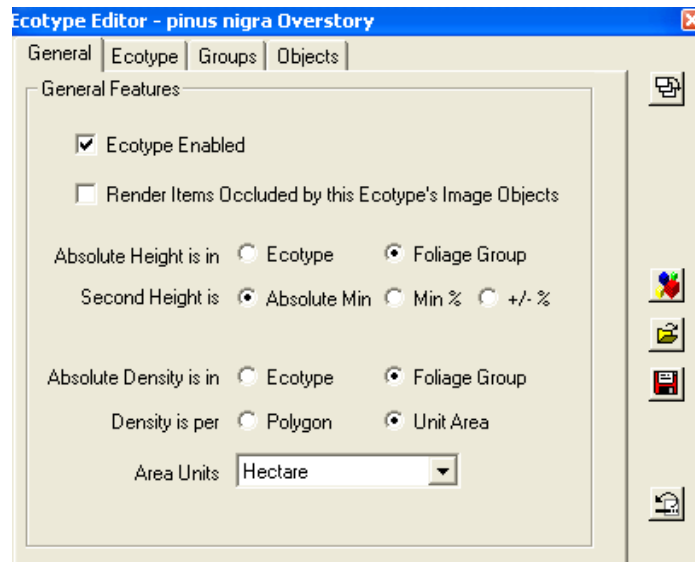


Το Bump Intensity είναι μια παράμετρος πολύ σημαντική για τη ρεαλιστικότερη απόδοση του μοντέλου (για περισσότερα βλέπε Παράρτημα Ι. Επεξεργασία του DEM και του περιβάλλοντός του). Στην προκειμένη περίπτωση δίνεται η τιμή 500.

Ecosystem editor – pinus nigra → Material & Foliage → Selected Material (δίνεται το όνομα nigra) → Selected Material Ecotypes → Overstory → Create Ecotype

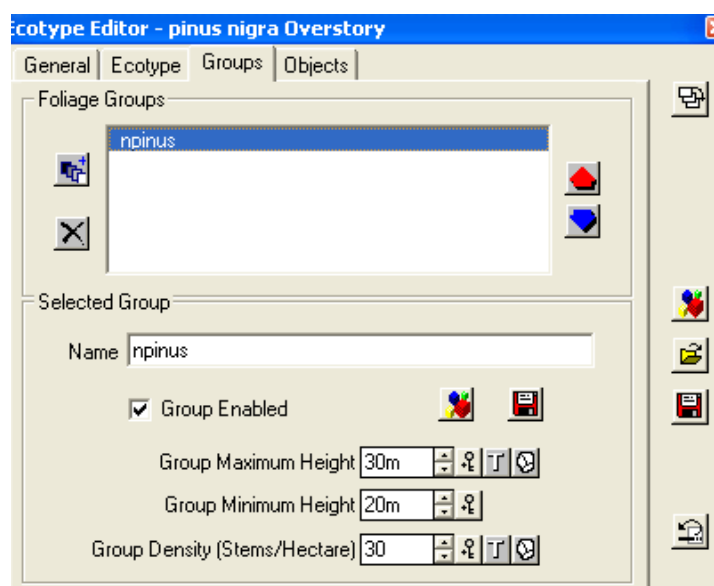


→ Ecotype Editor – pinus nigra Overstory → General



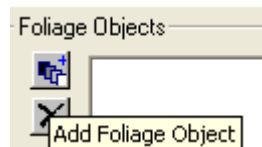
Τσεκάρονται στο Absolute Heights is in, το Foliage Group, στο Absolute Density is in, το Foliage Group και στο Density is, το per Unit Area, όπως φαίνονται παραπάνω. Το Area Units παραμένει Hectare.

Ecotype Editor – pinus nigra Overstory → Groups

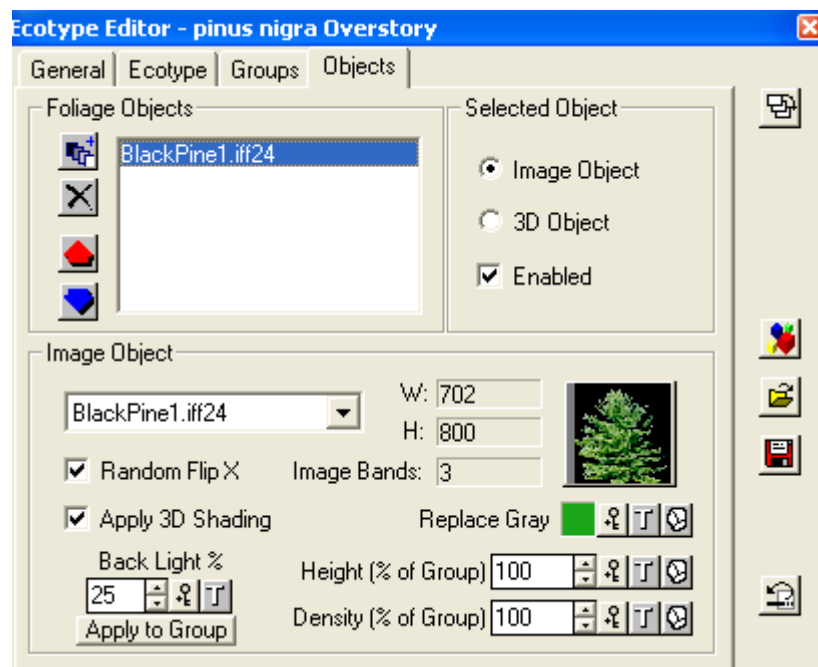


Δίνεται το όνομα pinus ενώ στο Group Maximum Height (το 30 m), Group Minimum Height (το 20 m), Group Density (Stems/Hectares) (το 30).Οι αριθμοί για το μέγιστο και ελάχιστο ύψος των φυτών αλλά και για την πυκνότητα βασίστηκαν στη βιβλιογραφία. Πάντως, το λογισμικό έχει τη δυνατότητα να εισάγει τις συγκεκριμένες τιμές από τη βάση του συγκεκριμένου διανυσματικού αρχείου αν αυτές υπάρχουν.

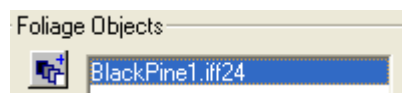
Ecotype Editor – pinus nigra Overstory →Objects →

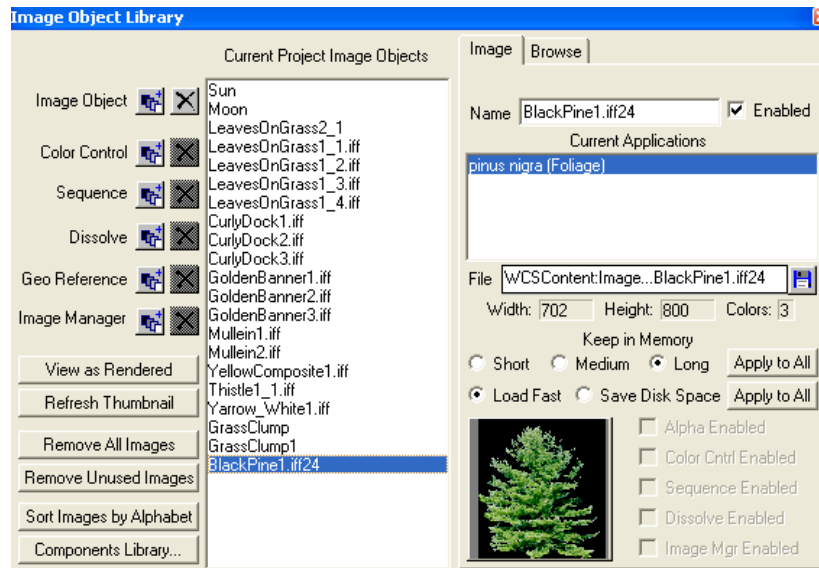


Από το Image Object → New Image Object→ Επιλέγεται το Black Pine1.iff 24,όπως φαίνεται παρακάτω



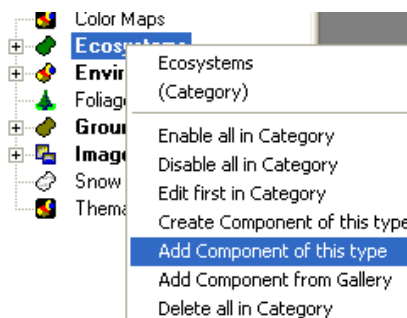
Διπλό κλικ στο BlackPine1.iff24
→ Image Object Library



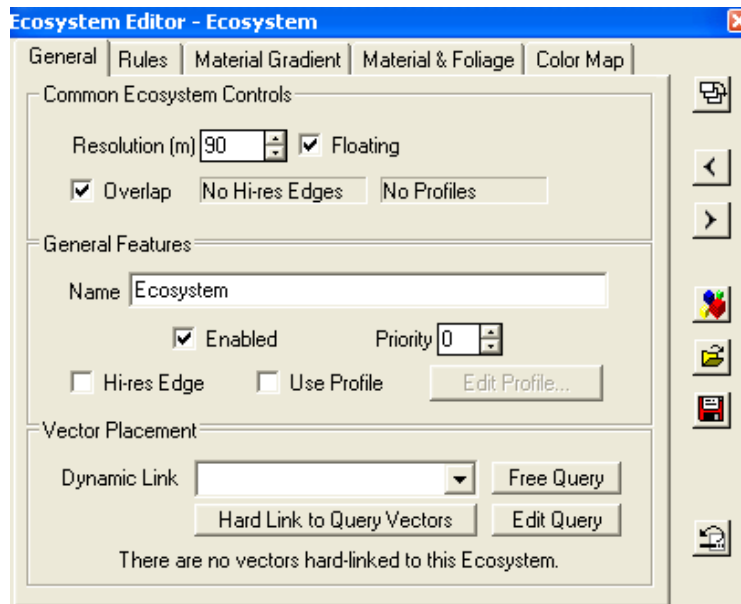


Keep in Memory → Long και Load Fast → Apply to All
 Δημιουργία του οικοσυστήματος της χαλεπίου πεύκης

Πατώντας δεξί κλικ στο Ecosystems → Add Component of this type

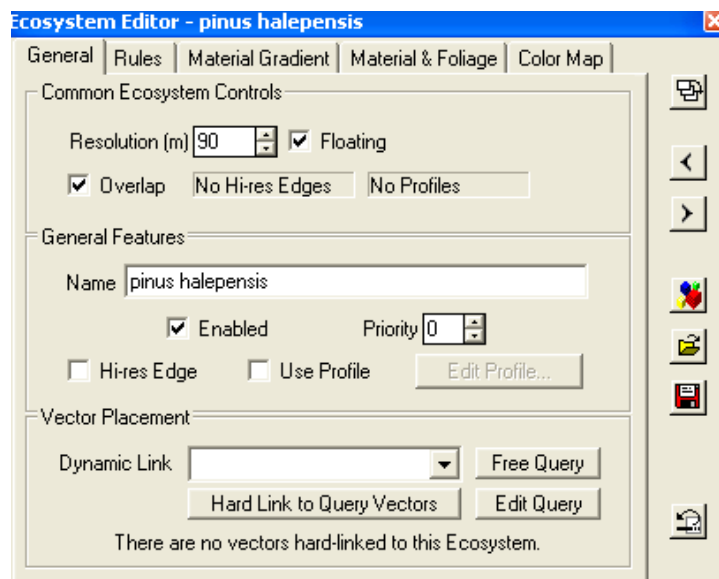


→ Ecosystem Editor

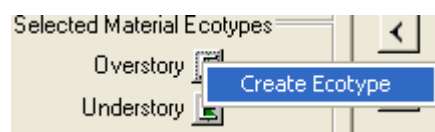


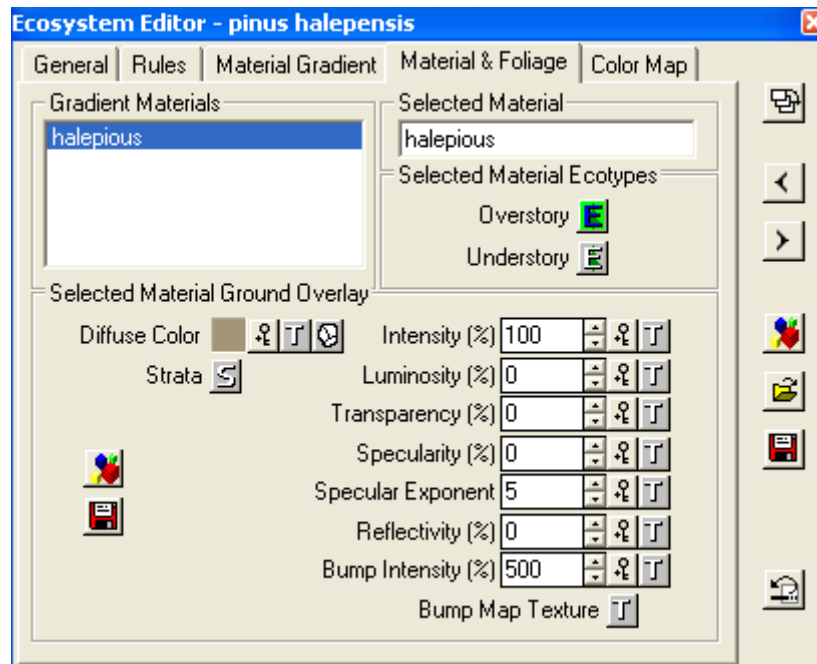
Ecosystem editor- Ecosystem → General

Αλλαγή του ονόματος (Name) Ecosystem σε pinus halepensis → Enter



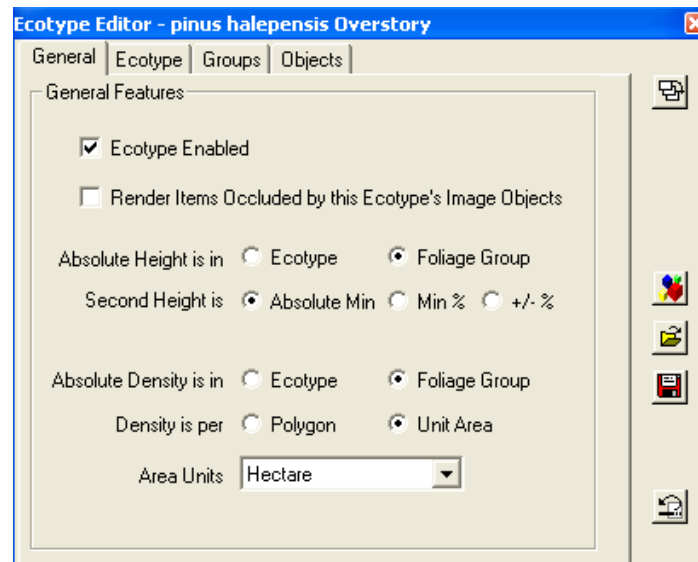
Ecosystem Editor- pinus halepensis → Material & Foliage → Selected Material (δίνεται το όνομα halepious) → Selected Material Ecotypes → Overstory → Create Ecotype





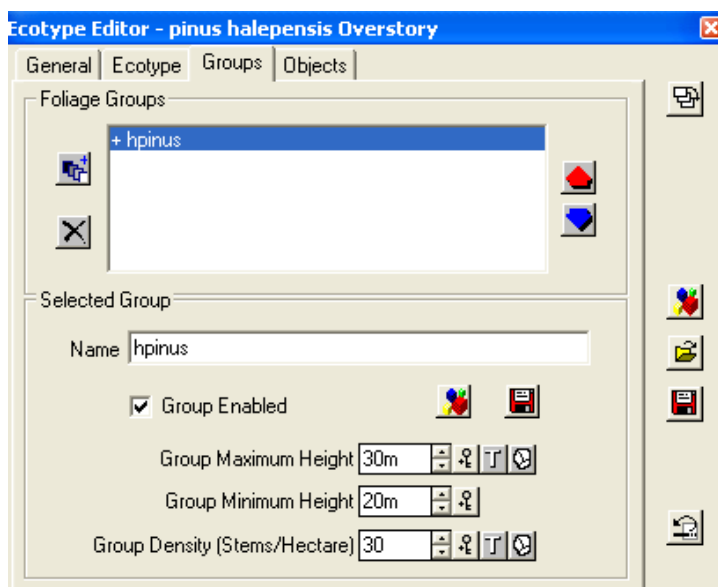
Στο Bump Intensity δίνεται και πάλι η τιμή 500.

→ Ecotype Editor – pinus halepensis Overstory → General



Τσεκάρονται στο Absolute Heights is in, το Foliage Group, στο Absolute Density is in, το Foliage Group και στο Density is, το per Unit Area, όπως φαίνονται παραπάνω. Το Area Units παραμένει Hectare.

Ecotype Editor – pinus halepensis Overstory →Groups

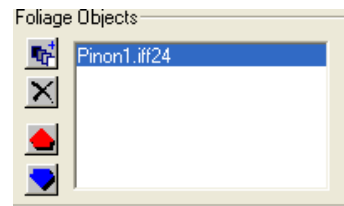


Δίνεται το όνομα hpinus ενώ στο Group Maximum Height (το 30 m), Group Minimum Height (το 20 m), Group Density (Stems / Hectares) (το 30).Οι αριθμοί για το μέγιστο και ελάχιστο ύψος των φυτών αλλά και για την πυκνότητα όπως και στη μαύρη πεύκη, βασίστηκαν στη βιβλιογραφία.

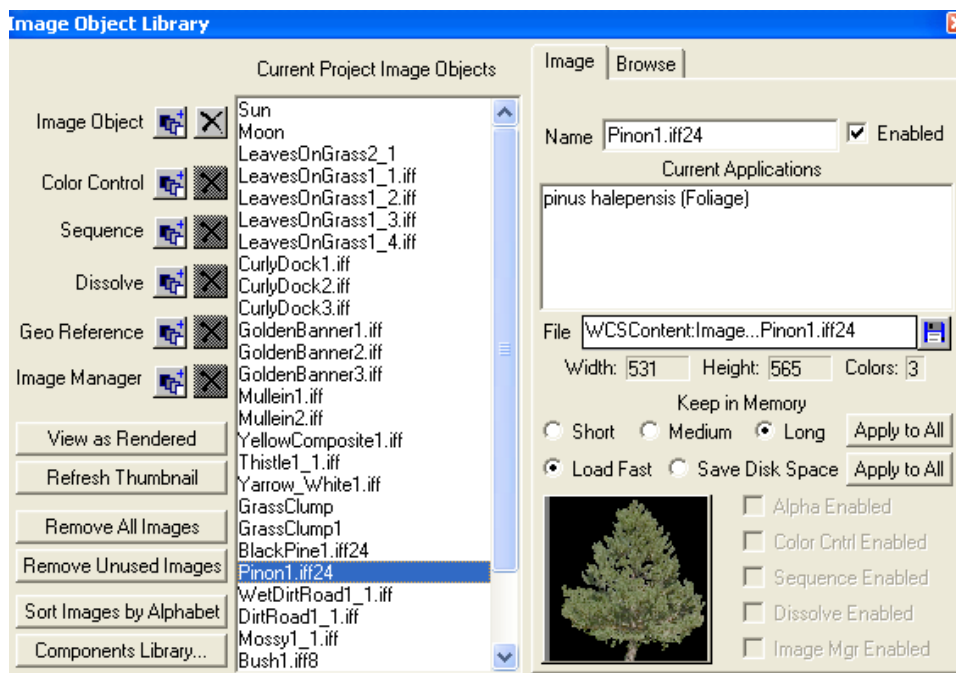
Ecotype Editor – pinus halepensis Overstory →Objects →



Από το Image Object → New Image Object → Επιλέγεται το Pinon1.iff24, όπως φαίνεται παρακάτω



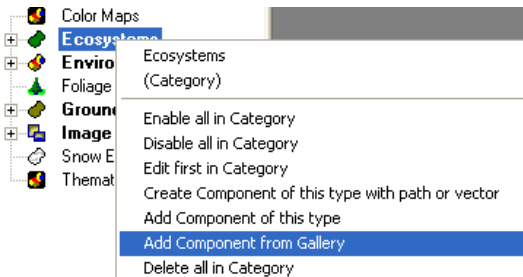
Διπλό κλικ στο Pinon1.iff24
 → Image Object Library



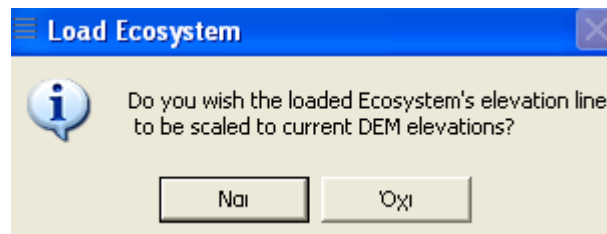
Keep in Memory → Long και Load Fast →Apply to All

Δημιουργία του οικοσυστήματος των ποδιών

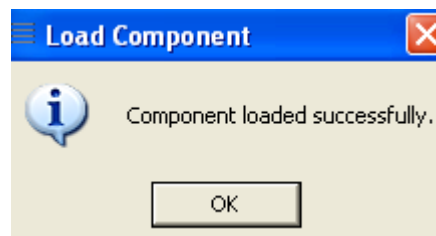
Πατώντας δεξί κλικ στο Ecosystems →Add Component from Gallery



Επιλέγεται από τη βιβλιοθήκη του λογισμικού το Grassland

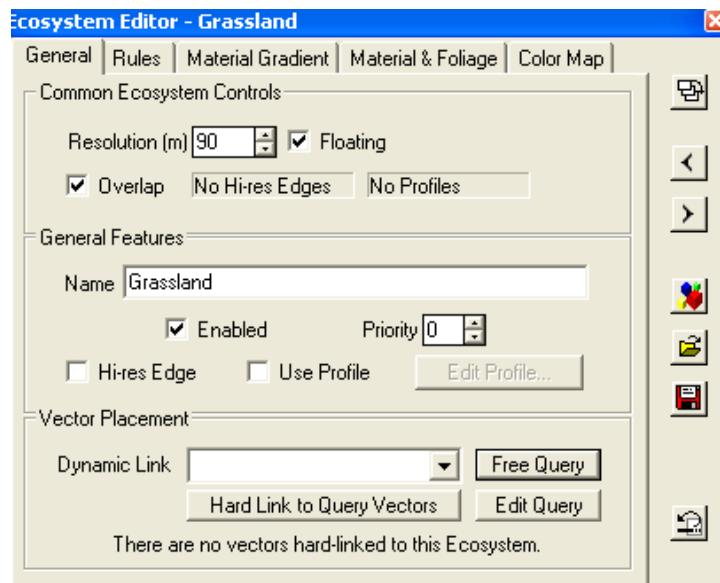


→ Ναι

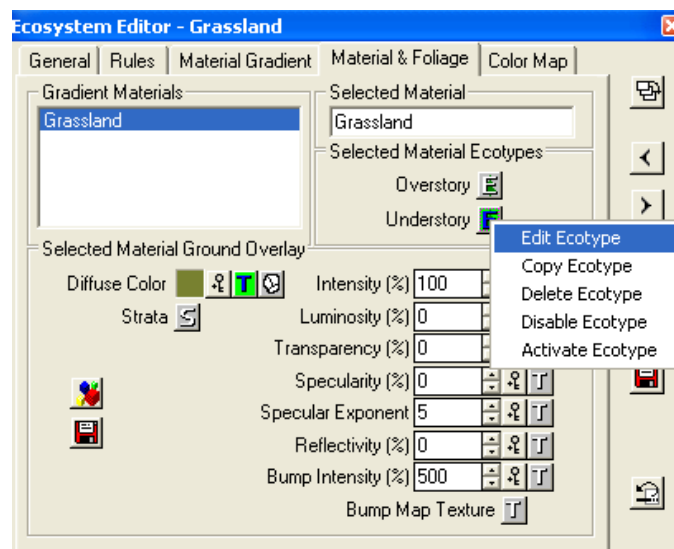


→ OK

→ Ecosystem Editor - Grassland



Ecosystem Editor - Grassland → Material & Foliage → Selected Material → Grassland → Selected Material Ecotypes → Understory → Edit Ecotype

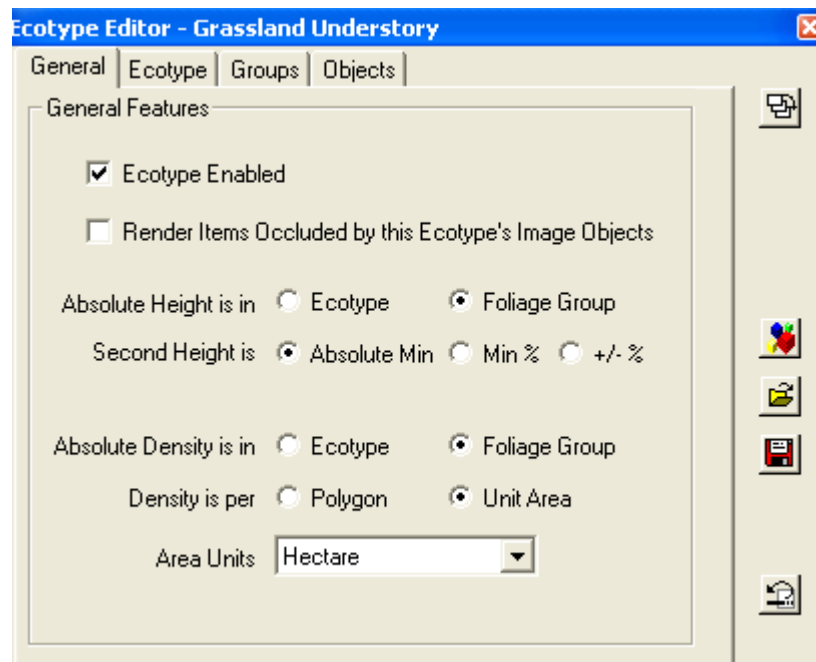


Στο Bump Intensity δίνεται η τιμή 500.

Επειδή το συγκεκριμένο οικοσύστημα επιλέχθηκε από τις βιβλιοθήκες του προγράμματος, συμπεριλαμβάνει όλα τα αντικείμενα τα οποία θα

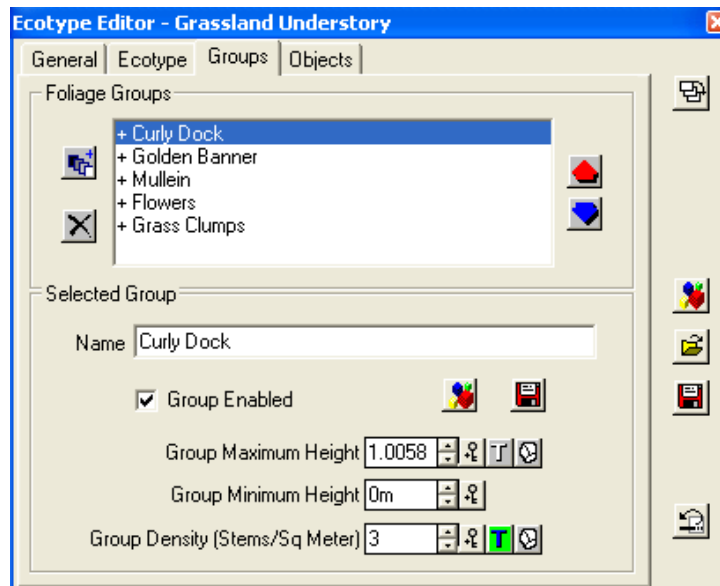
προστεθούν σ' αυτό, έχοντας καθορισμένες και όλες τις παραμέτρους τους (ύψος, πυκνότητα, εικόνες αντικειμένων, είδη αντικειμένων κλπ.).

→ Ecotype Editor – Grassland Understory → General

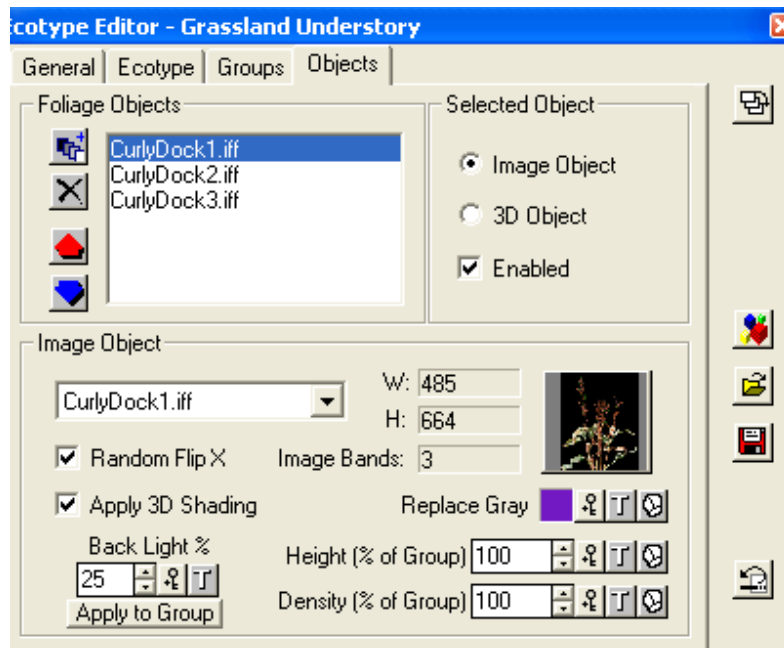


Τσεκάρονται στο Absolute Heights is in, το Foliage Group, στο Absolute Density is in, το Foliage Group και στο Density is, το per Unit Area, όπως φαίνονται παραπάνω. Το Area Units παραμένει Hectare.

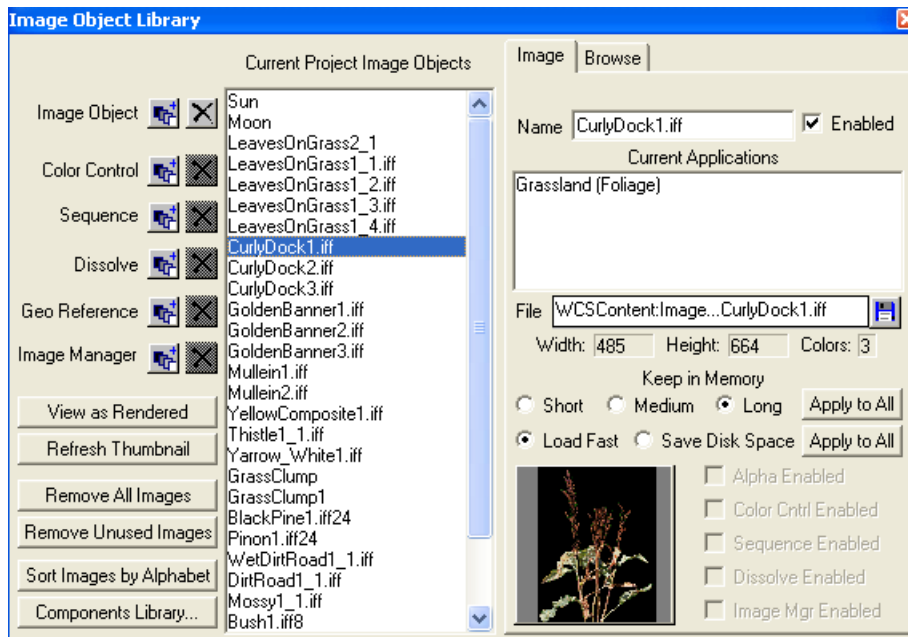
Ecotype Editor – Grassland Understory → Groups



Ecotype Editor – Grassland Understory → Objects →



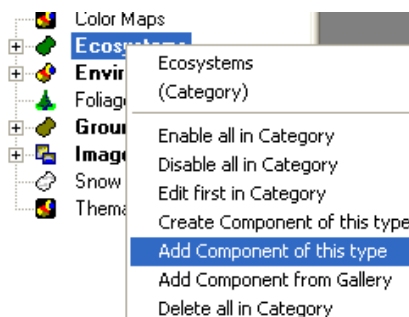
Διπλό κλικ στο CurlyDock1.iff
 → Image Object Library



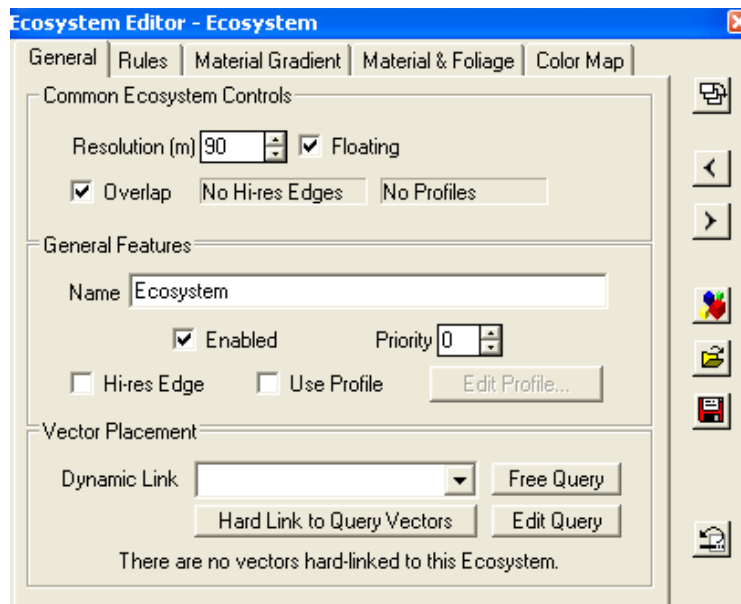
Keep in Memory → Long και Load Fast → Apply to All

Δημιουργία του οικοσυστήματος των φρύγανων

Πατώντας δεξί κλικ στο Ecosystems → Add Component of this type

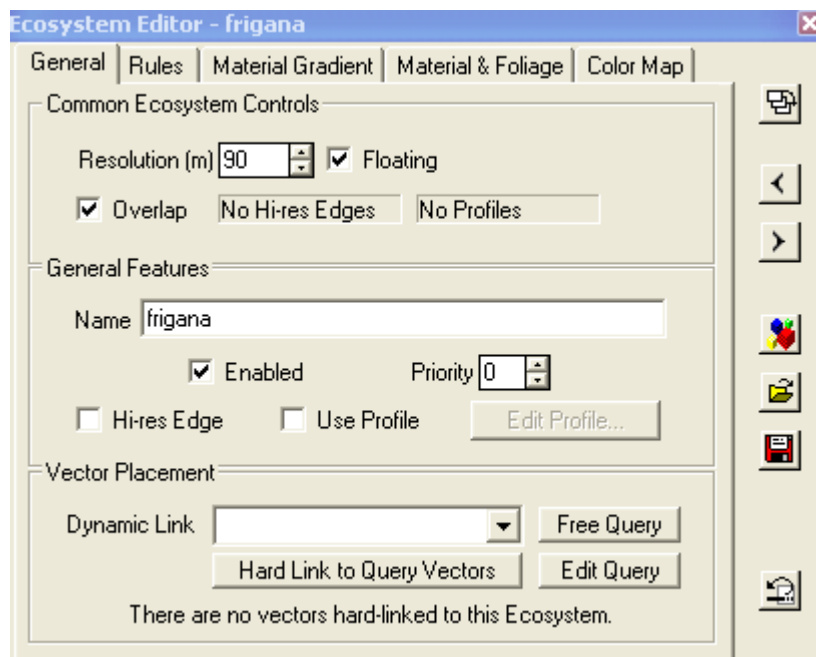


→ Ecosystem Editor- Ecosystem

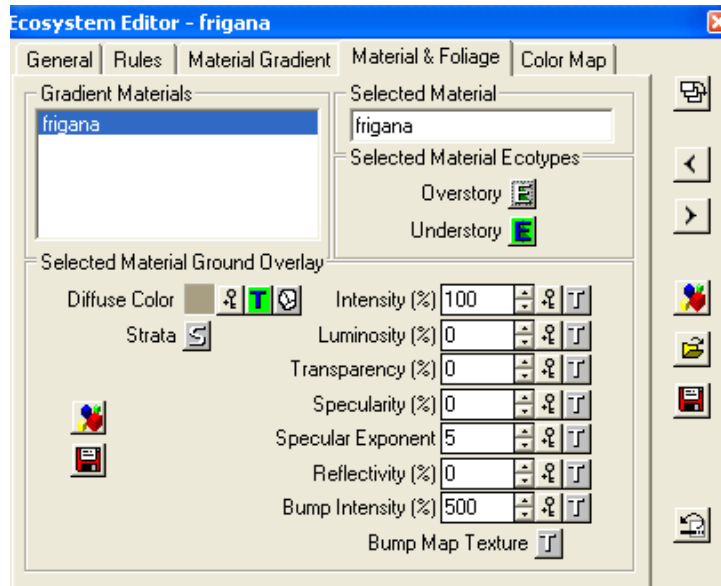
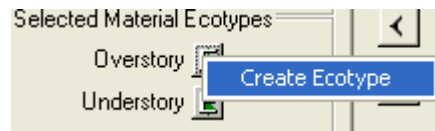


Ecosystem editor- Ecosystem →General

Αλλαγή του ονόματος (Name) Ecosystem σε frigana → Enter

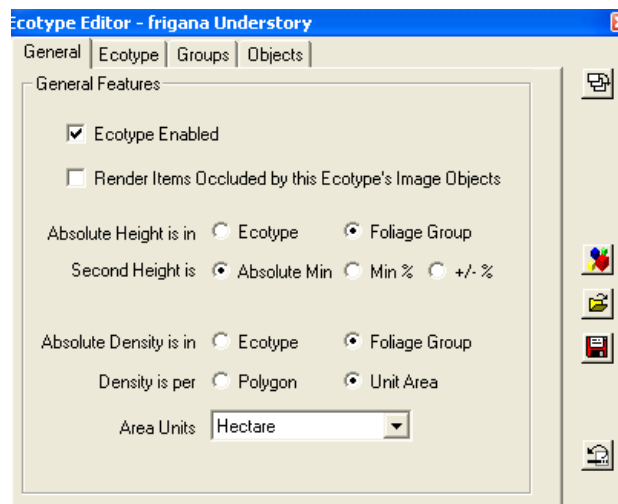


Ecosystem editor – frigana → Material & Foliage → Selected Material
(δίνεται το όνομα frigana) → Selected Material Ecotypes → Understory →
Create Ecotype



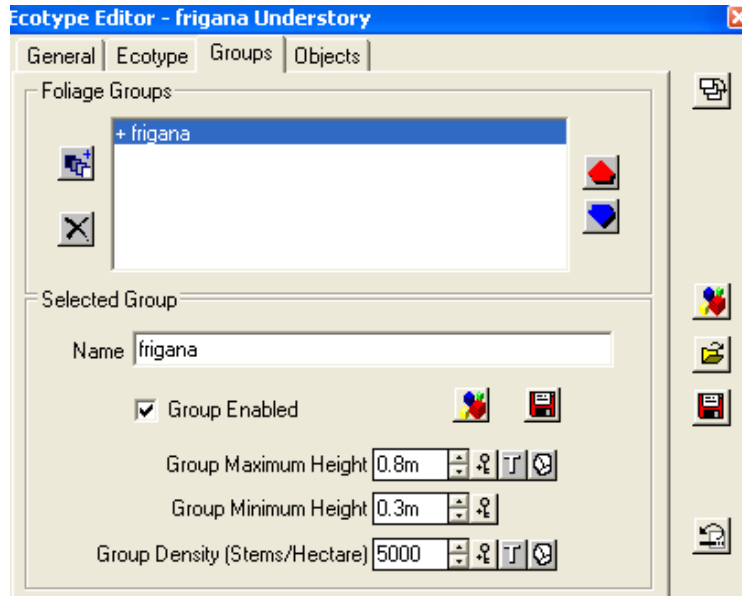
Στο Bump Intensity δίνεται για άλλη μια φορά η τιμή 500.

→ Ecotype Editor – frigana Understory → General



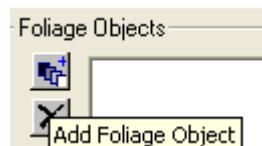
Τσεκάρονται στο Absolute Heights is in, το Foliage Group, στο Absolute Density is in, το Foliage Group και στο Density is, το per Unit Area, όπως φαίνονται παραπάνω. Το Area Units παραμένει Hectare.

Ecotype Editor – frigana Understory → Groups

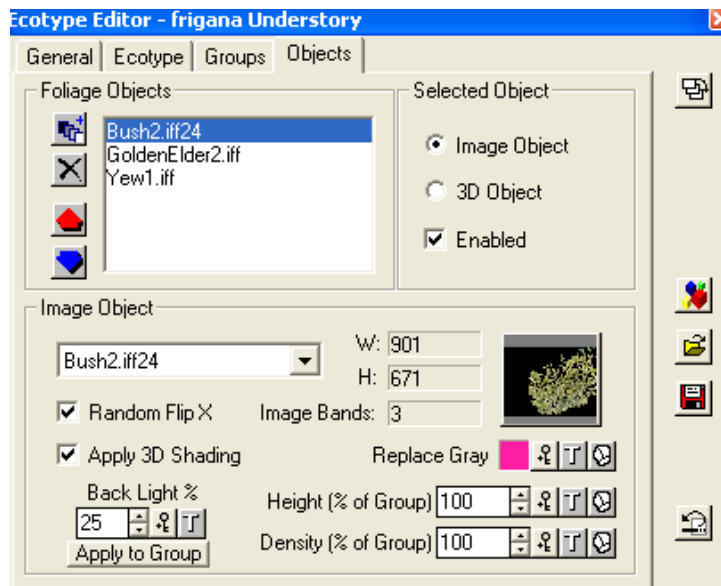


Δίνεται το όνομα frigana ενώ στο Group Maximum Height (το 0.8 m), Group Minimum Height (το 0.3 m), Group Density (Stems / Hectares) (το 5000).Οι τιμές δόθηκαν από τον ερευνητή.

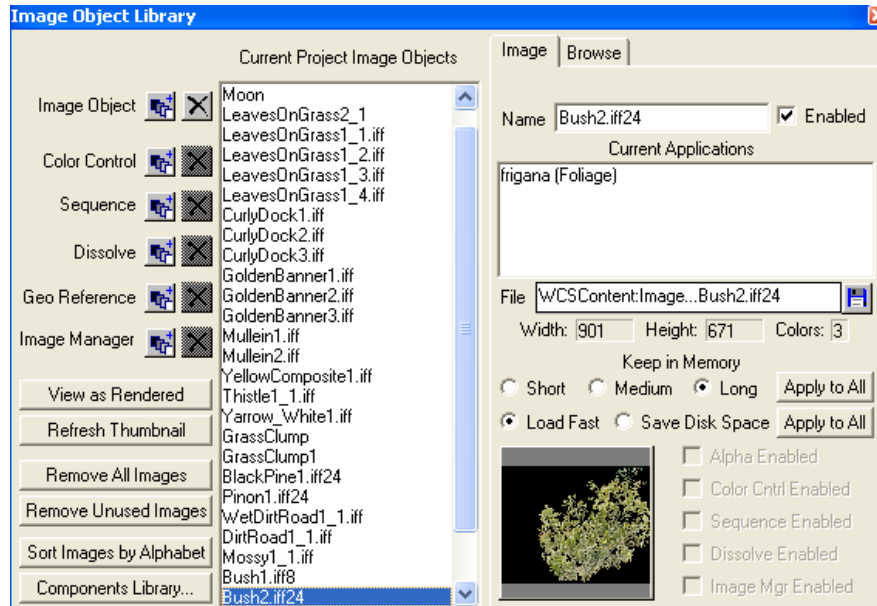
Ecotype Editor – frigana Understory →Objects →



Από το Image Object → New Image Object→ Προστίθενται τρεις εικόνες όπως φαίνεται παρακάτω



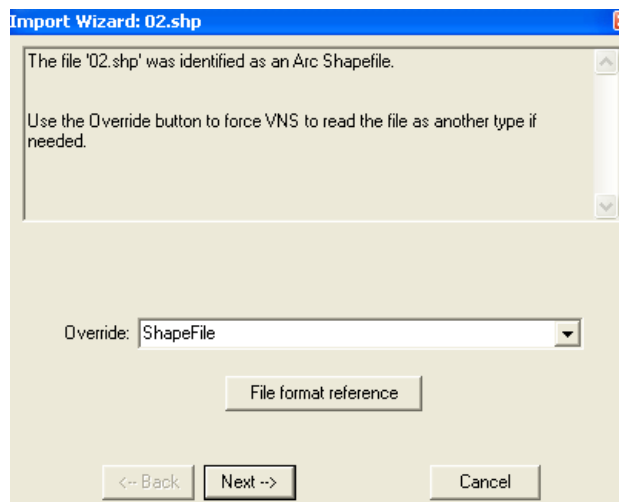
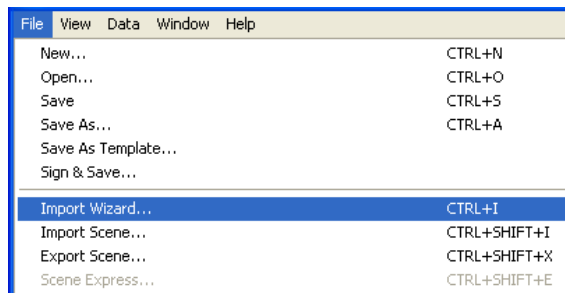
Διπλό κλικ σε κάθε μία απ' αυτές
 → Image Object Library



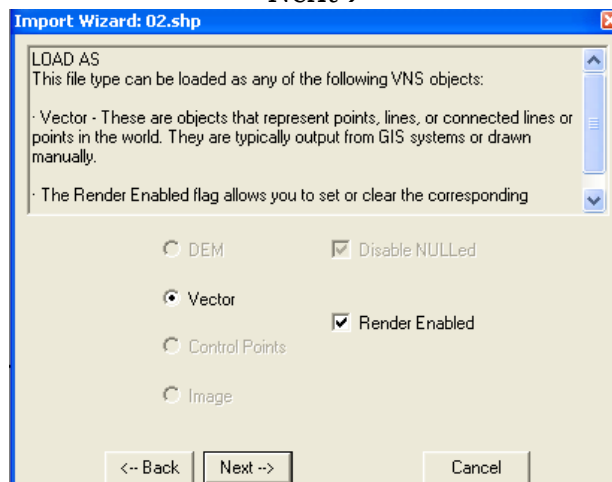
Keep in Memory → Long και Load Fast → Apply to All

IV. Εισαγωγή διανυσματικών δεδομένων και σύνδεσή τους με τα οικοσυστήματα

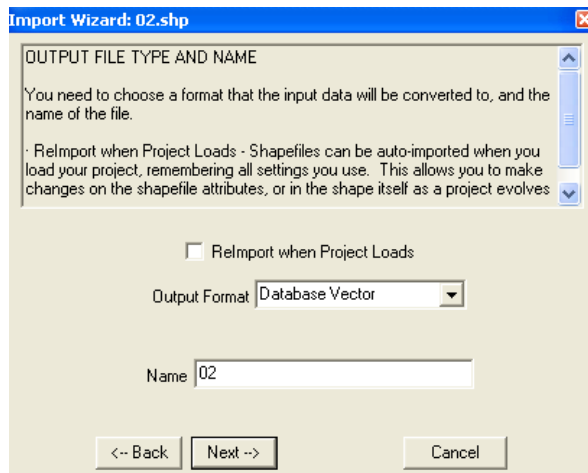
Εισαγωγή της κατηγορίας της μαύρης πεύκης



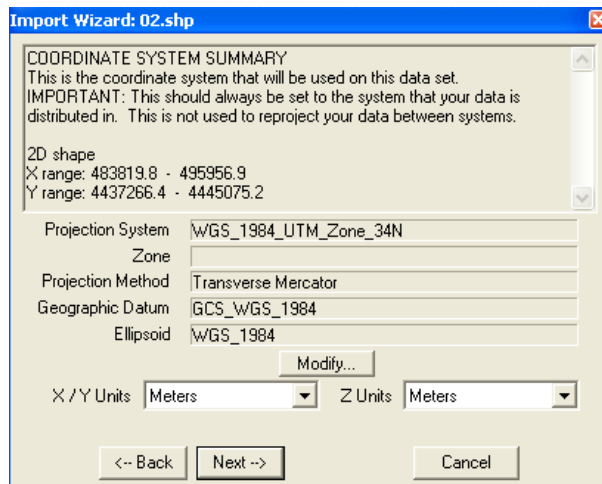
Next→



Next→

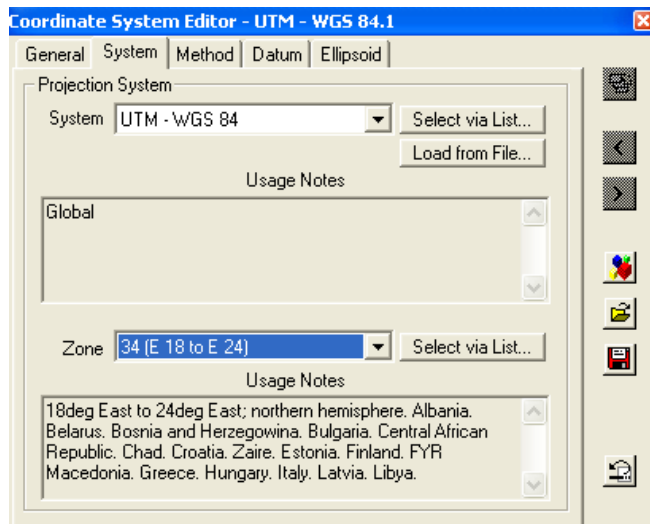


Next→

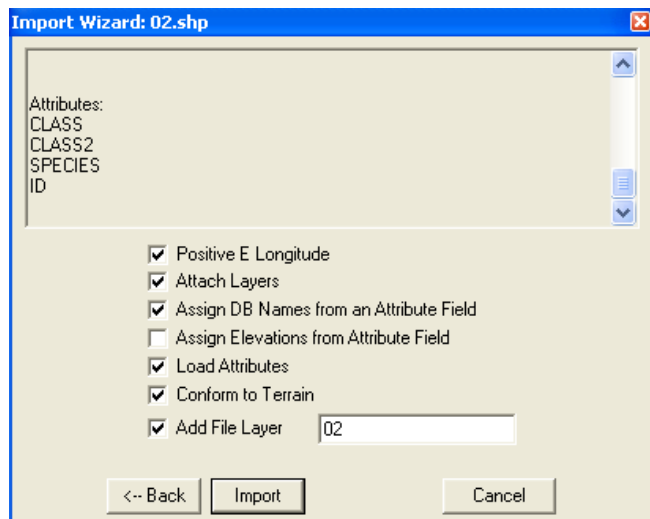


Modify →

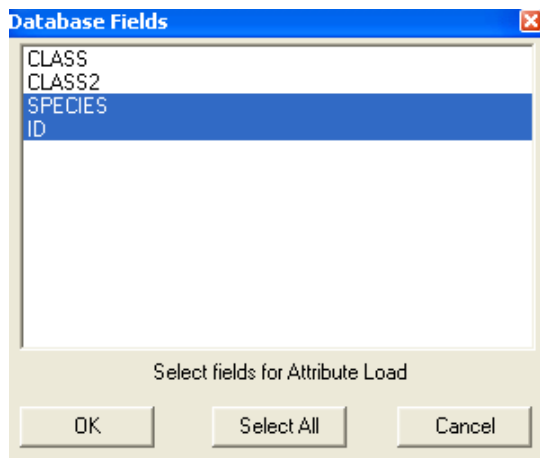
Στο σημείο αυτό ορίζεται η χαρτογραφική προβολή του διανυσματικού αρχείου. Στην προκειμένη περίπτωση το συγκεκριμένο shapefile ήταν ορισμένο σε προβολή UTM – WGS 84, με ζώνη UTM 34N.



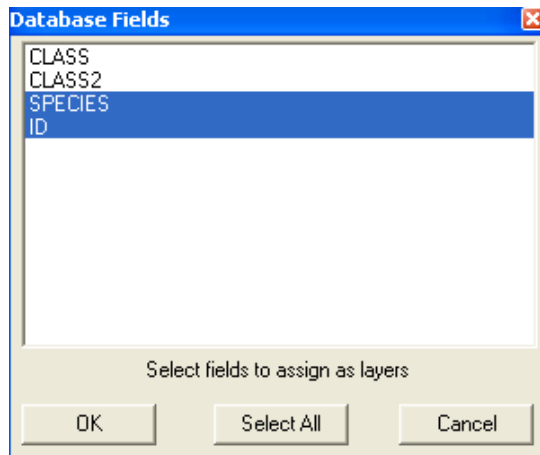
Next →



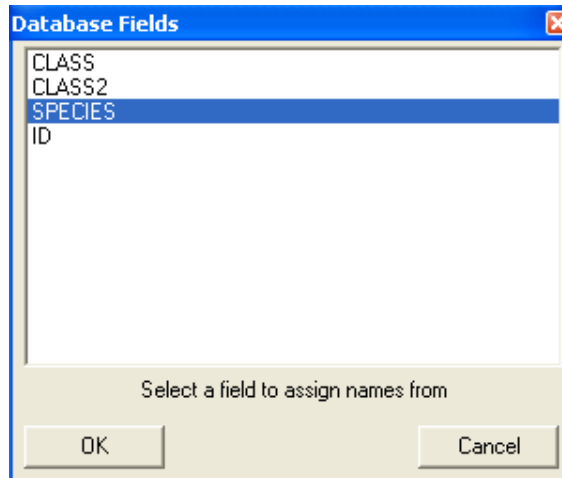
Import →



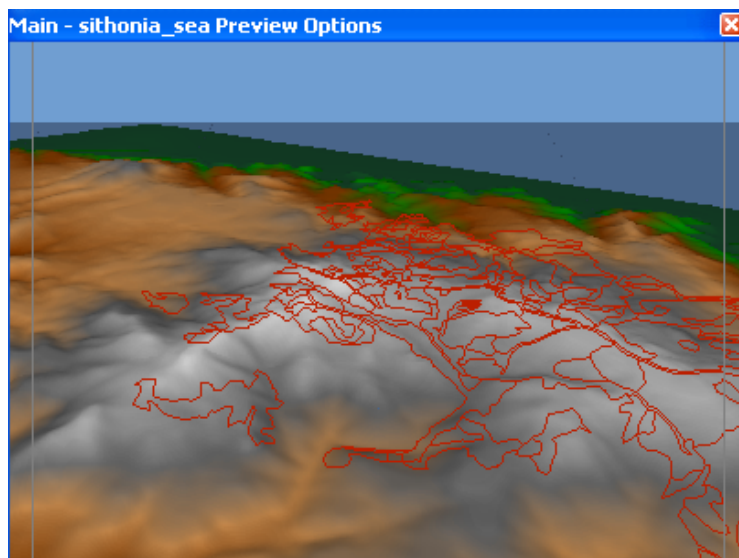
OK →



OK →

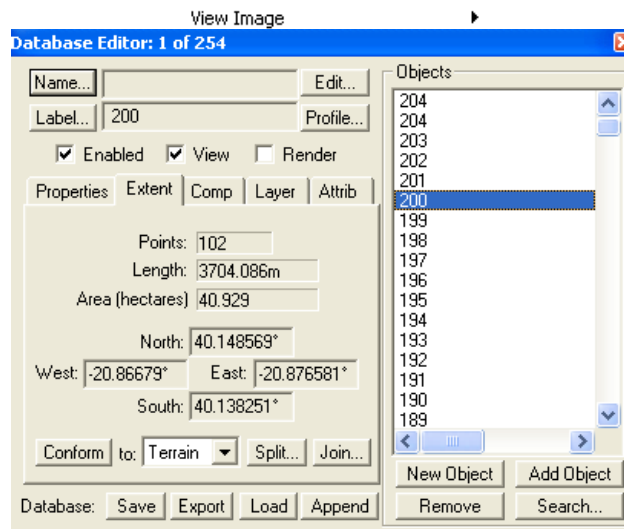
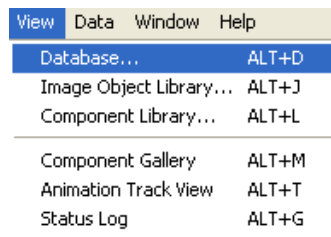


OK →

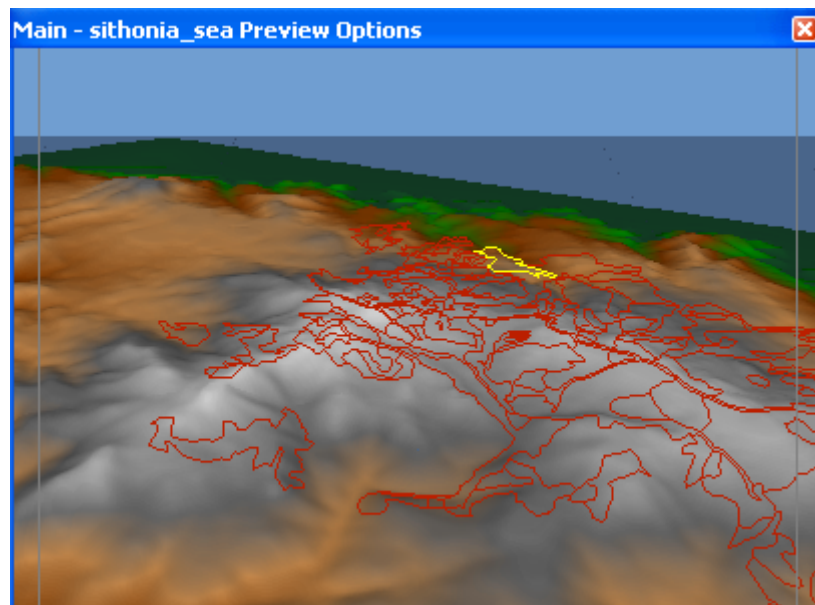


Εμφάνιση των πολυγώνων της μαύρης πεύκης στη Σιθωνία

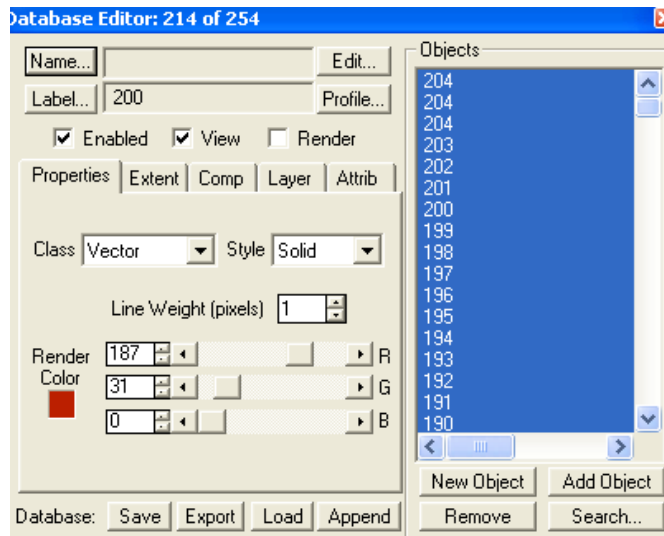
Στη συνέχεια →



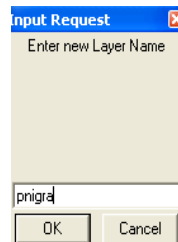
Εμφανίζεται η βάση η οποία όπως φαίνεται και παραπάνω περιλαμβάνει όλα τα πολύγωνα τα οποία εισήχθησαν. Με την επιλογή οποιουδήποτε πολύγωνα στη βάση, πραγματοποιείται αυτόματα η εμφάνισή του στο παράθυρο της κύριας κάμερας.



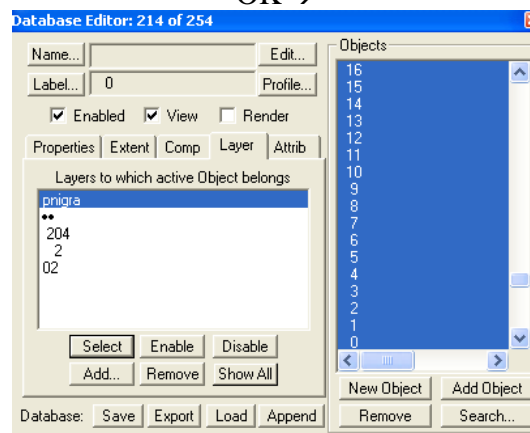
Database Editor → Επιλογή όλων των πολυγώνων της μαύρης πεύκης



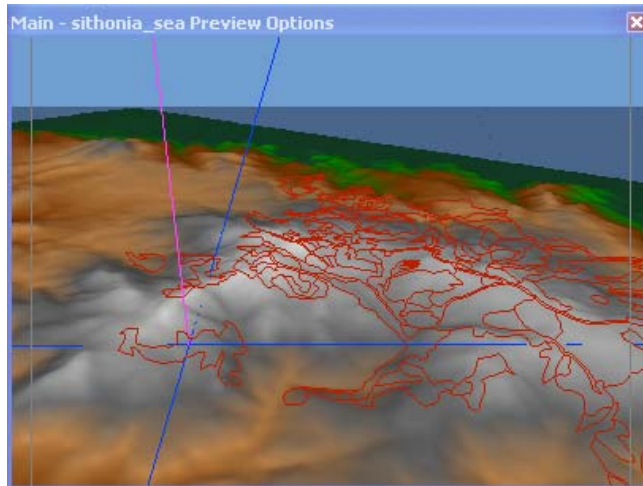
→ Layer → Add



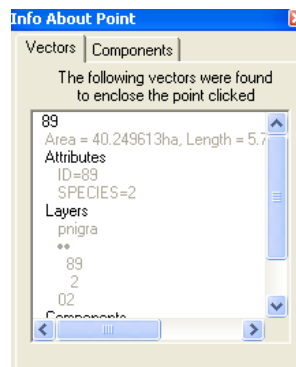
OK →



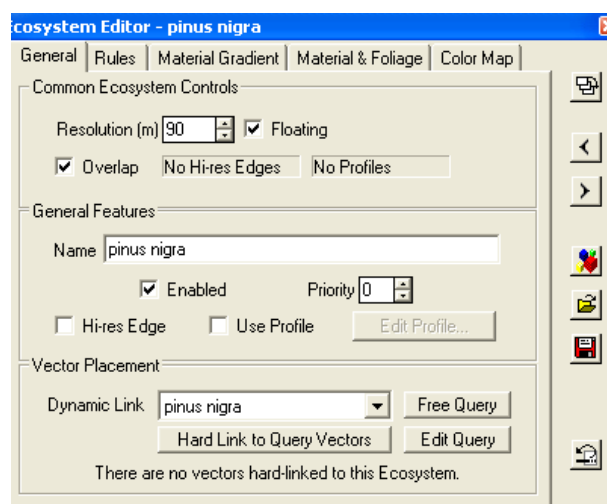
Μ' αυτόν τον τρόπο ομαδοποιούνται όλα τα αντικείμενα που αφορούν ένα layer (στην προκειμένη περίπτωση το layer pnigra). Η επιλογή αυτή είναι πολύ σημαντική γιατί βοηθάει στη γρήγορη διαχείριση πολυάριθμων αντικειμένων.



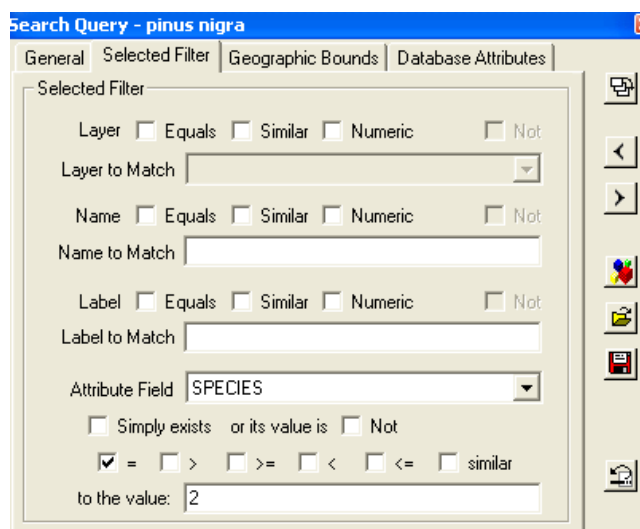
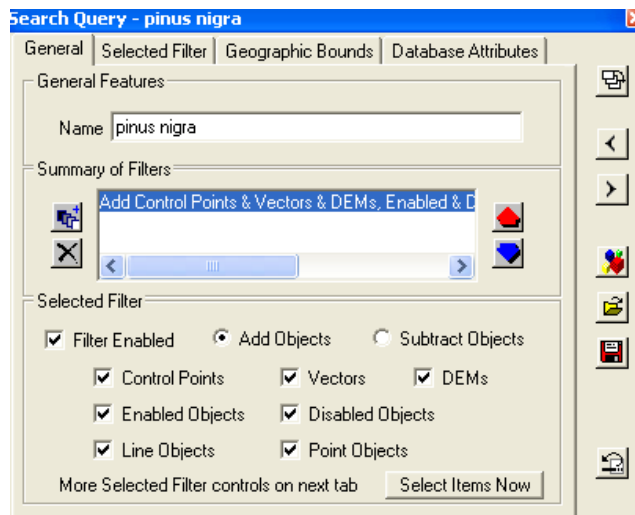
Με δεξί κλικ του ποντικιού σε οποιοδήποτε πολύγωνο στο παράθυρο της κύριας κάμερας (όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα), ο χρήστης λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με το πολύγωνο αυτό.



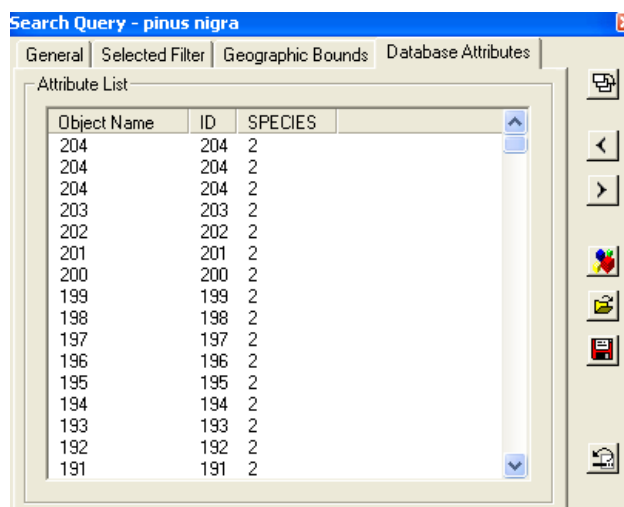
Ecosystem Editor- pinus nigra → Dynamic Link (pinus nigra) → Edit Query



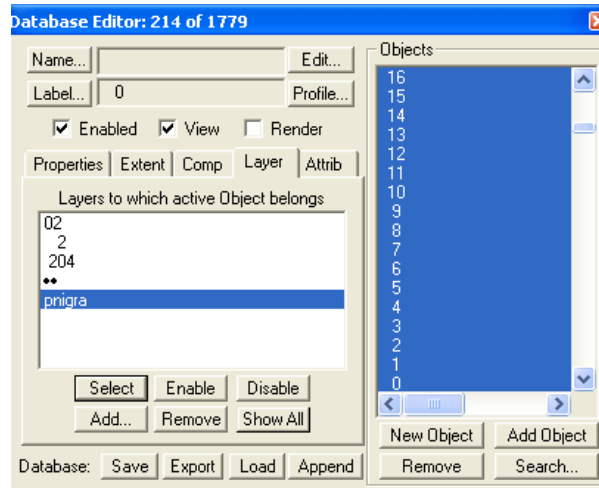
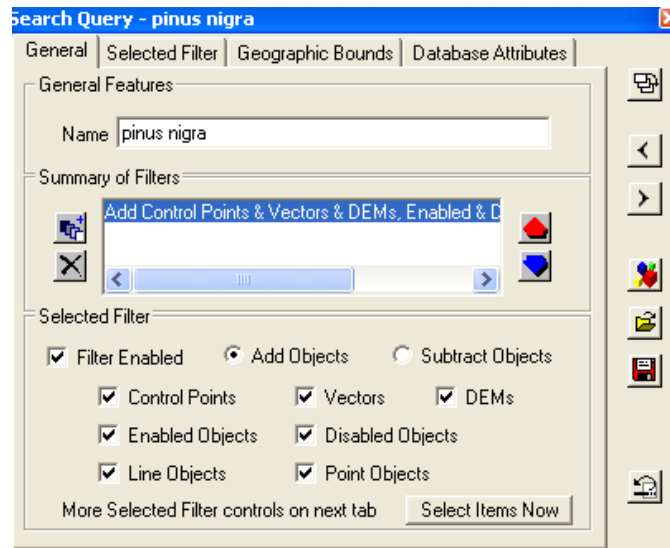
Search Query – pinus nigra → Selected Filter →



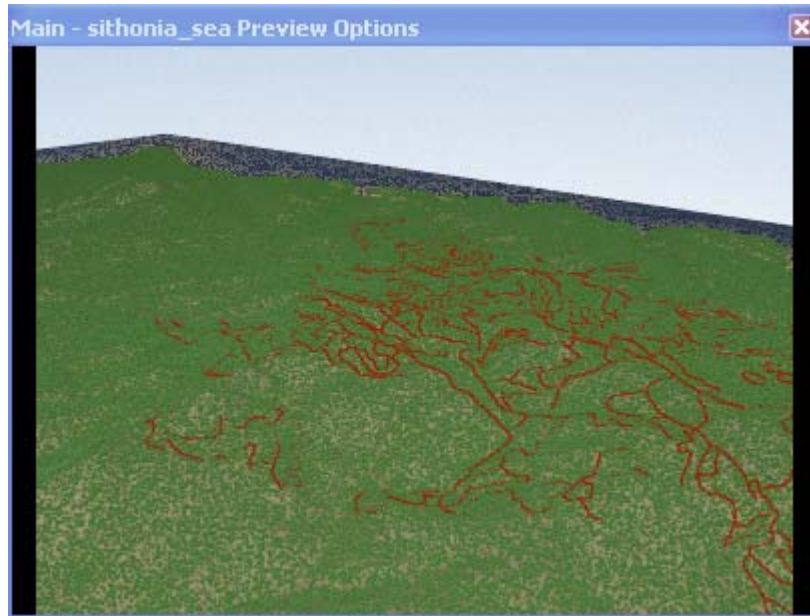
Στο Attribute Field επιλέγεται η στήλη Species και δίνεται η τιμή 2(Value) → Enter



→ Search Query – pinus nigra → General → Select Items Now



Επιλέγονται όλα τα πολύγωνα της μαύρης πεύκης από τη βάση

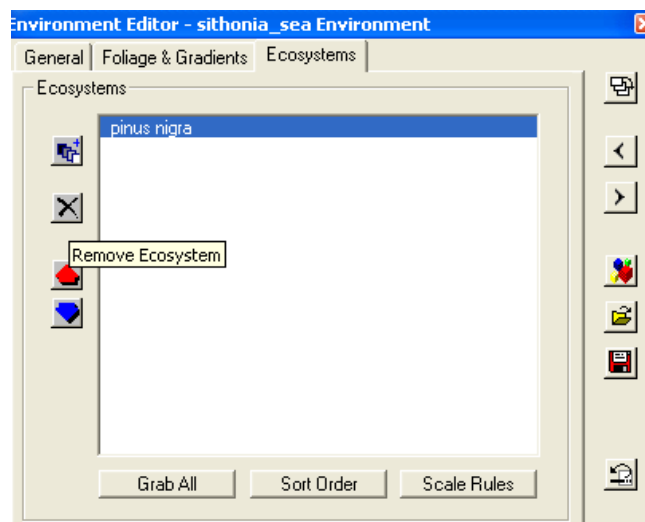


Στην παραπάνω εικόνα εμφανίζεται η βλάστηση (μαύρη πεύκη) σε όλη την περιοχή της Σιθωνίας και όχι στα πολύγωνα που εισήχθησαν.

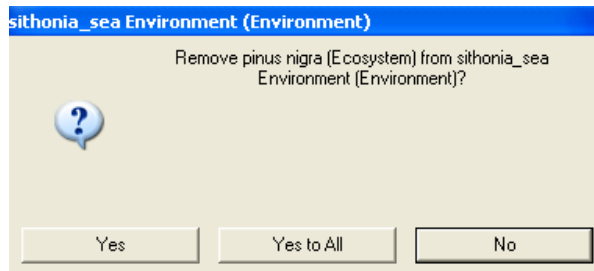
Για το λόγο αυτό→



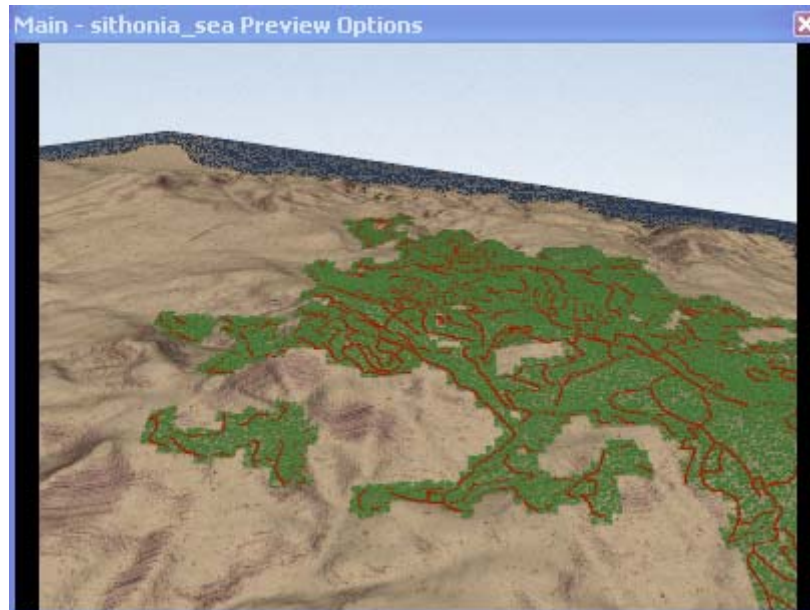
Environment Editor – sithonia_sea Environment →



Remove Ecosystem  →

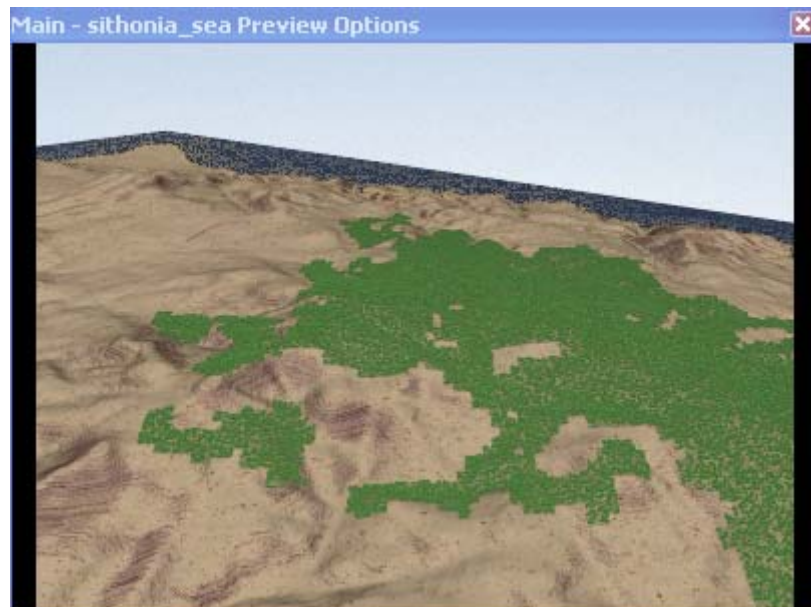
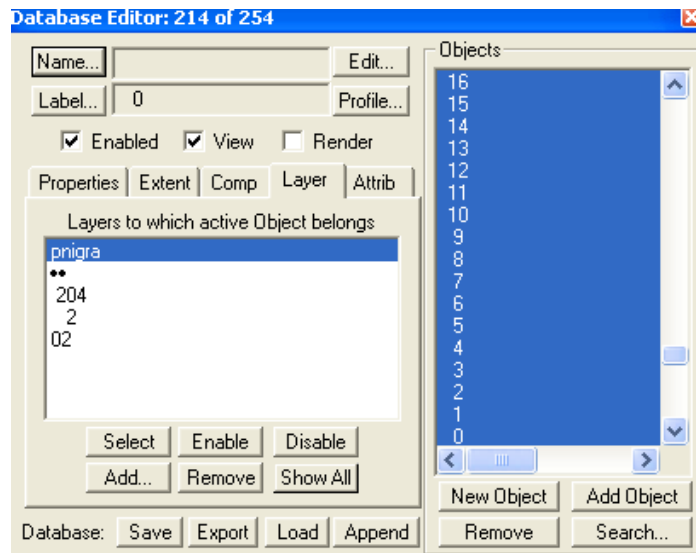


Yes →



Μ' αυτόν τον τρόπο περιορίζεται η βλάστηση στα όρια των πολυγώνων των διανυσματικών αρχείων (όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα)

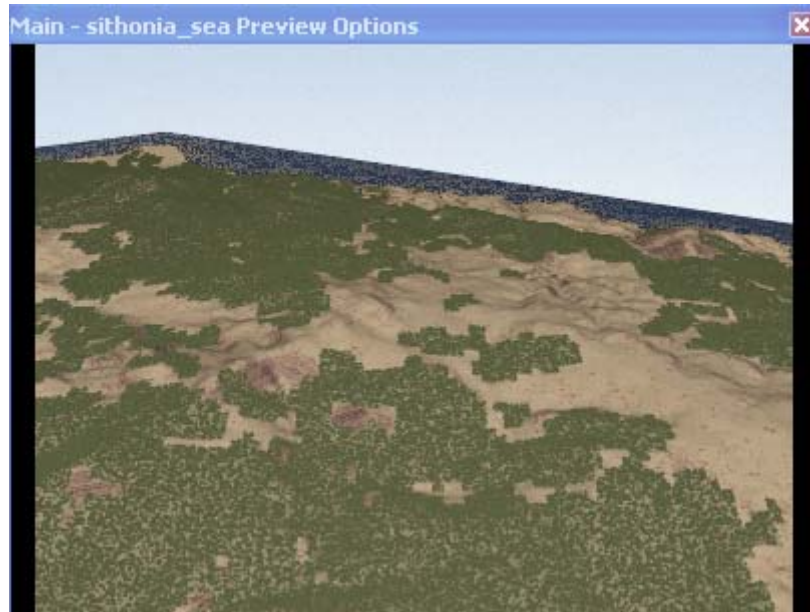
Για την απόκρυψη των πολυγώνων → Database Editor → Layer (pnigra)
→ Select → Ξετσεκάρισμα στο Render



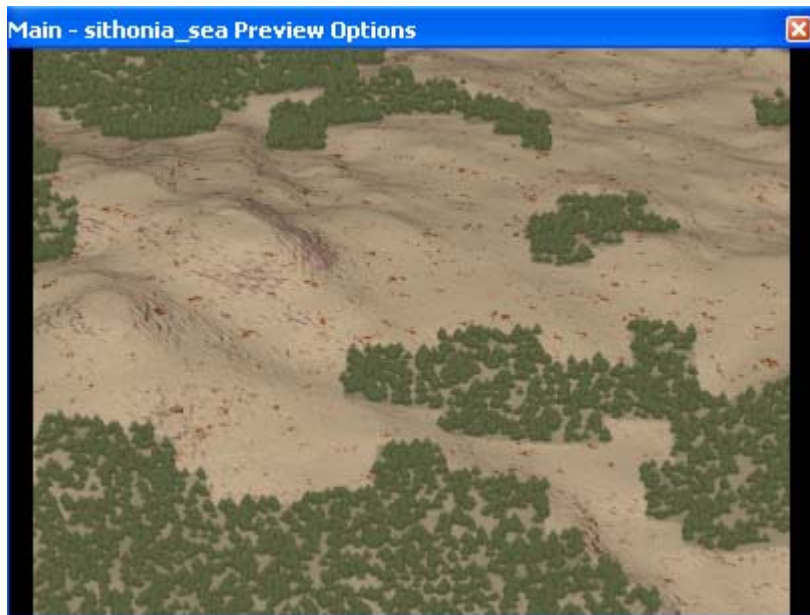
Εμφάνιση της μαύρης πεύκης στη Σιθωνία

Εισαγωγή της κατηγορίας της χαλεπίου πεύκης

Πραγματοποιείται η ίδια διαδικασία με την εισαγωγή της μαύρης πεύκης



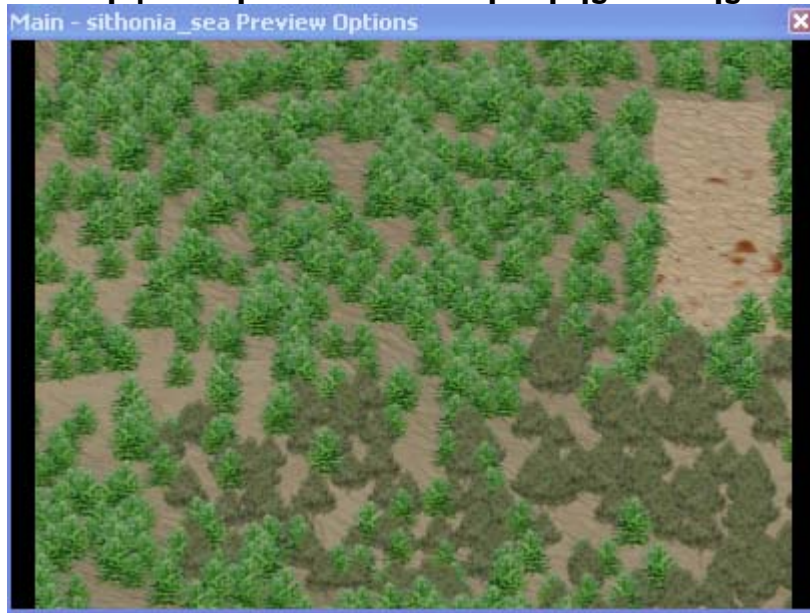
Εμφάνιση της καλεπίου πεύκης στη Σιθωνία



Σε μεγέθυνση



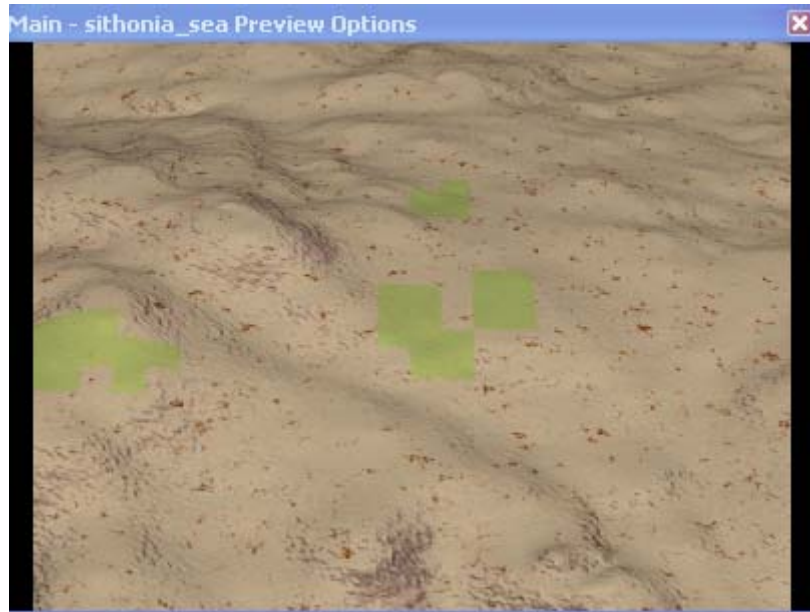
Εμφάνιση χαλεπίου και μαύρης πεύκης



Εμφάνιση χαλεπίου και μαύρης πεύκης σε μεγέθυνση

Εισαγωγή της κατηγορίας των ποολίβαδων

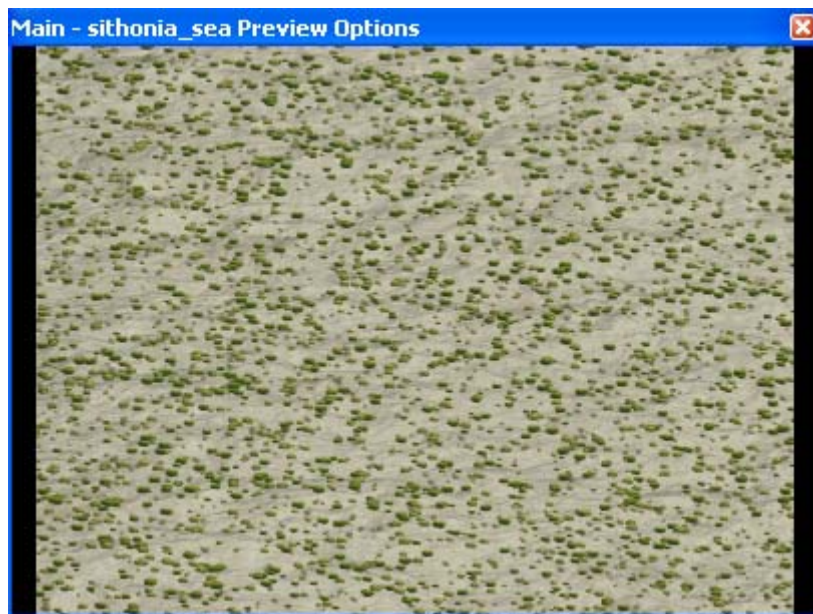
Πραγματοποιείται η ίδια διαδικασία με την εισαγωγή της μαύρης πεύκης



Εμφάνιση των ποολίβαδων στη Σιθωνία


Εισαγωγή της κατηγορίας των φρύγανων

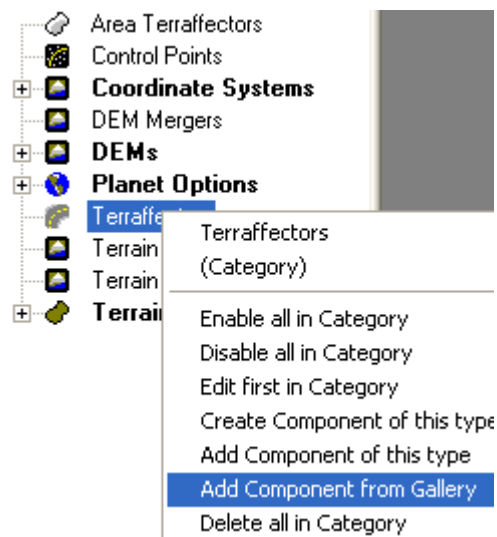
Πραγματοποιείται η ίδια διαδικασία με την εισαγωγή της μαύρης πεύκης



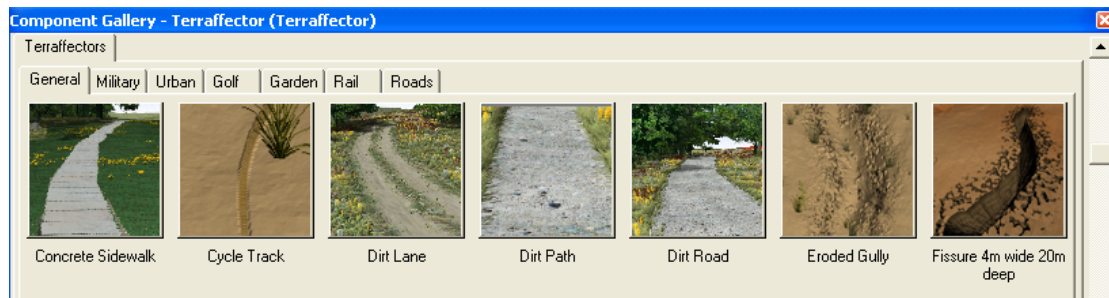
Εμφάνιση των φρύγανων στη Σιθωνία

V. Εισαγωγή δρόμων

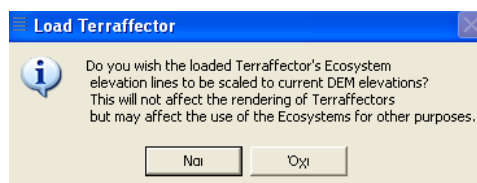
Πατώντας απ' τη γραμμή εργαλείων το εικονίδιο  (Terrain Task Mode) εμφανίζονται οι παρακάτω κατηγορίες στο Scene At A Glance



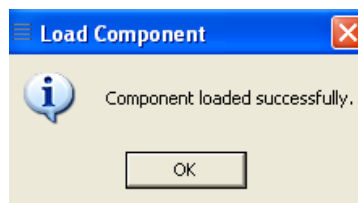
Πατώντας δεξί κλικ στο Terraffectors → Add Component from Gallery



Από τη βιβλιοθήκη του VNS2 επιλέγεται το Dirt Lane

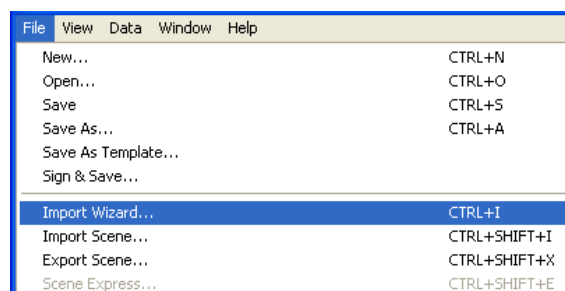


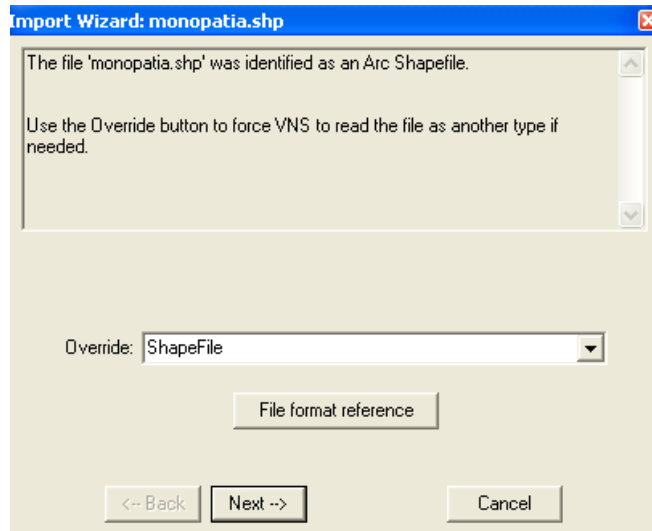
→ Ναι



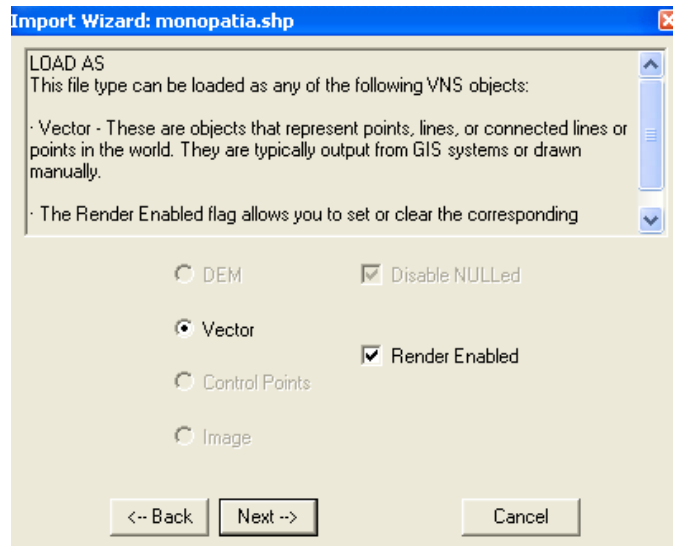
→ OK

Στη συνέχεια εισάγεται στο λογισμικό το διανυσματικό αρχείο με τα μονοπάτια, όπως φαίνεται παρακάτω

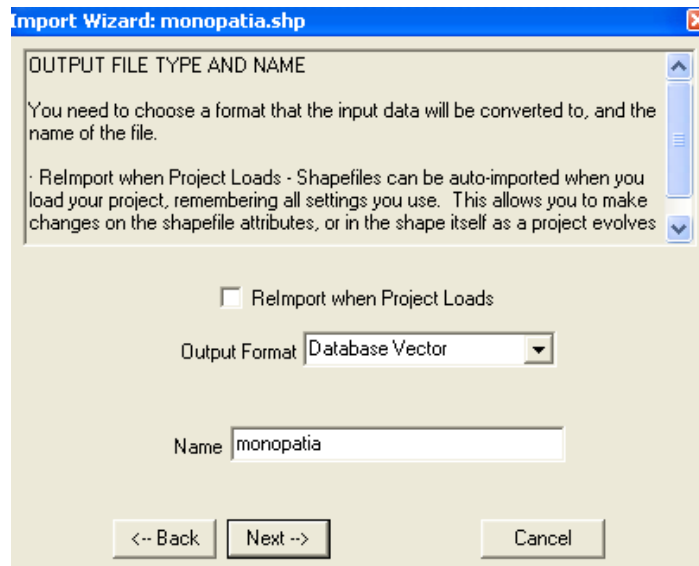




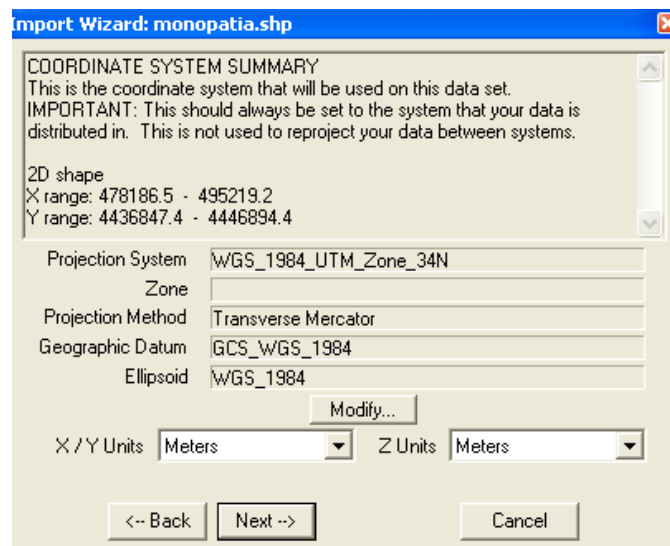
Next→



Next→

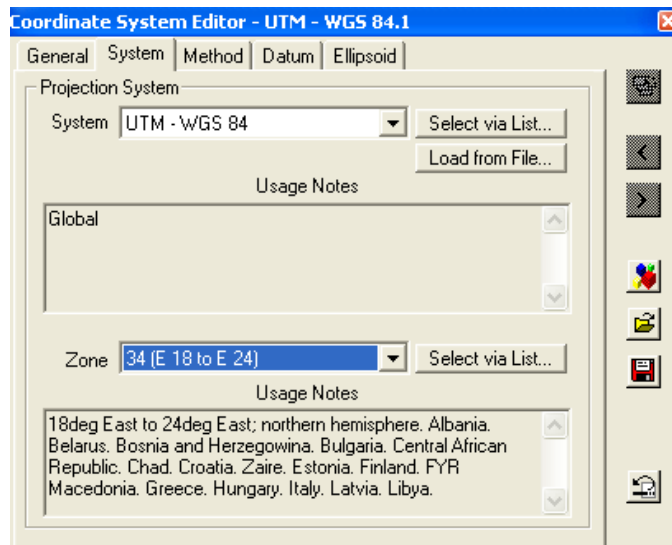


Next→

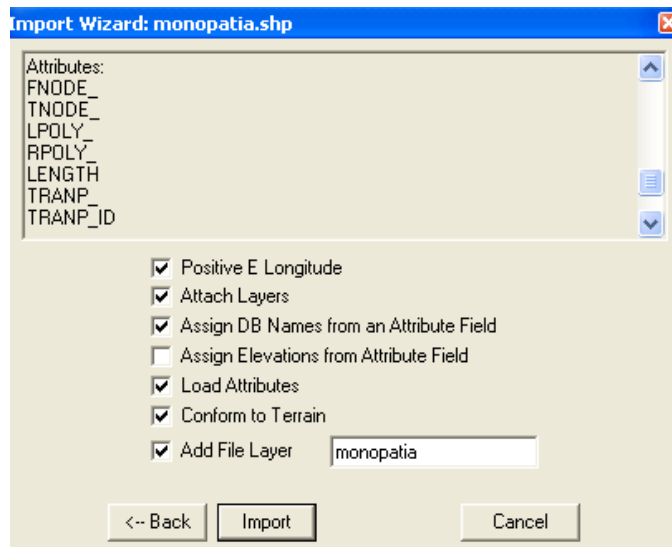


Modify →

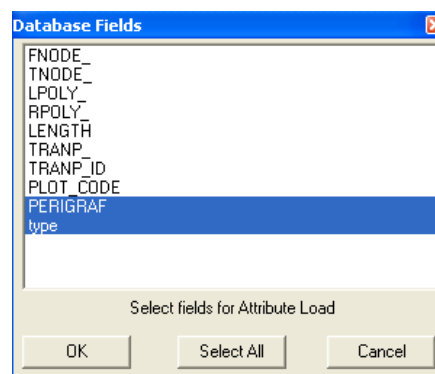
Στο σημείο αυτό ορίζεται η χαρτογραφική προβολή του διανυσματικού αρχείου. Στην προκειμένη περίπτωση το συγκεκριμένο shapefile ήταν ορισμένο σε προβολή UTM – WGS 84, με ζώνη UTM 34N.



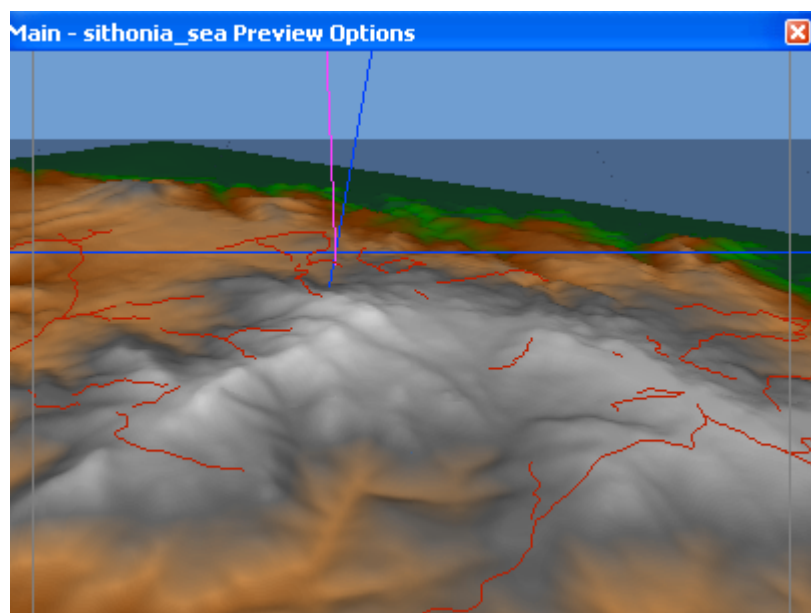
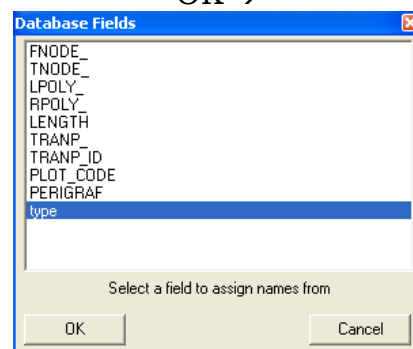
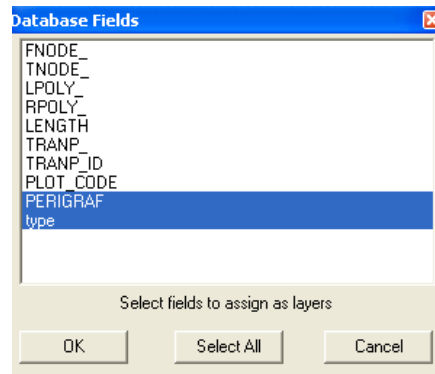
Next →



Import →



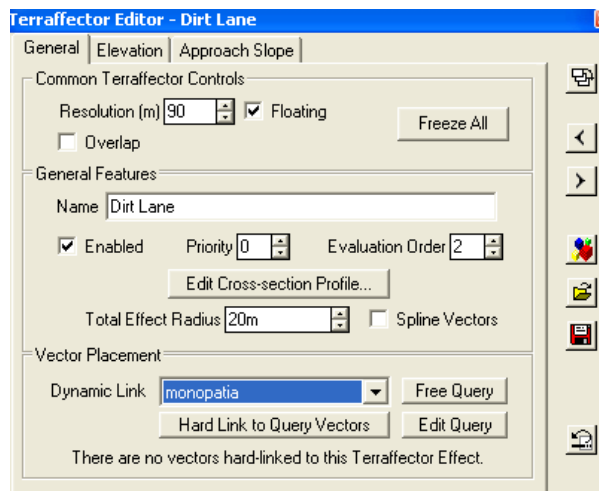
OK →



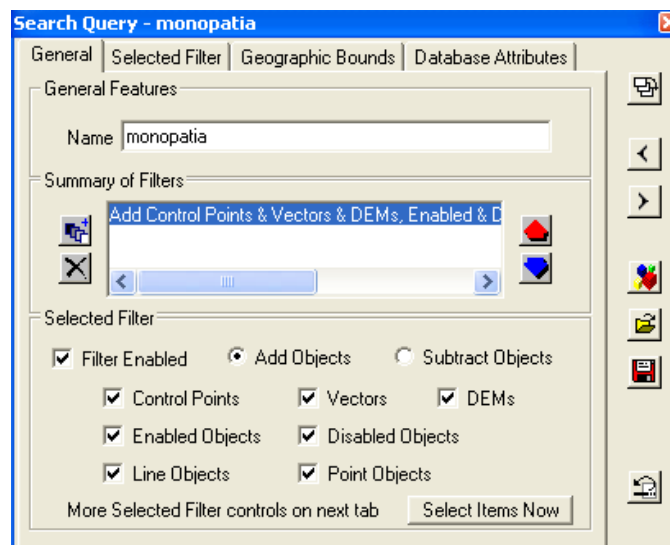
Εμφάνιση των γραμμών (μονοπάτια) στην περιοχή μελέτης

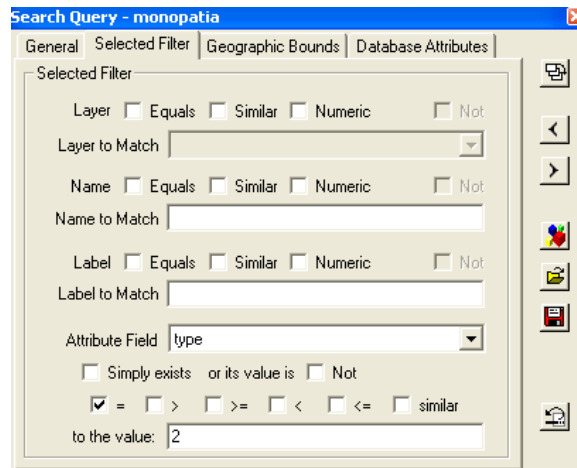
→ Στη συνέχεια

Terrafactor Editor- Dirt Lane → Dynamic Link (monopatia) → Edit Query



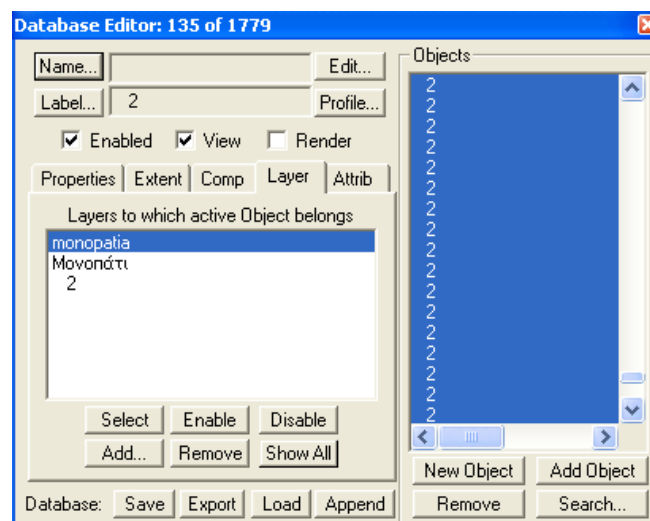
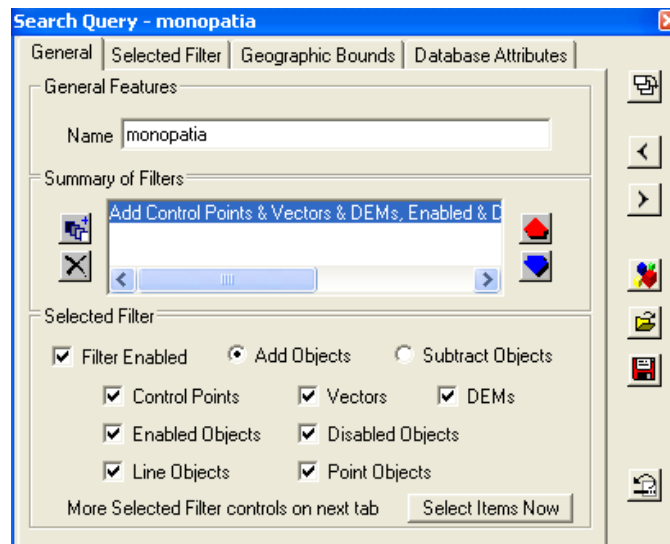
Search Query – monopatia → Selected Filter →





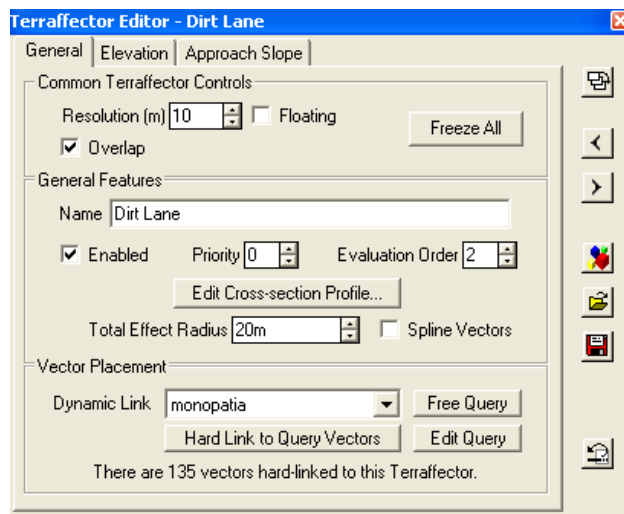
Στο Attribute Field επιλέγεται η στήλη type και δίνεται η τιμή 2(Value)
 → Enter

→ Search Query – monopatia → General →Select Items Now

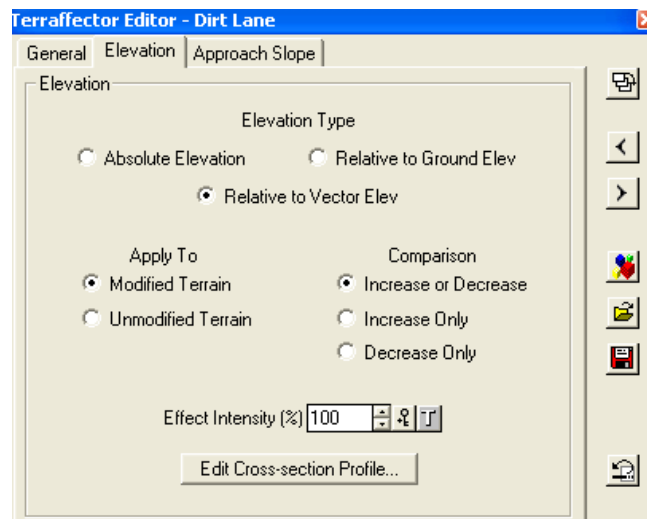


Επιλέγονται όλα τα αντικείμενα από τη βάση

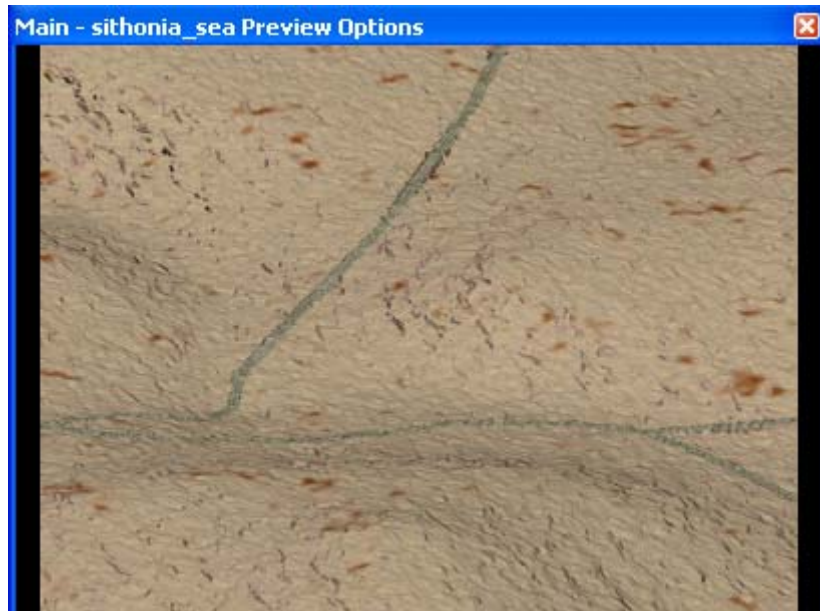
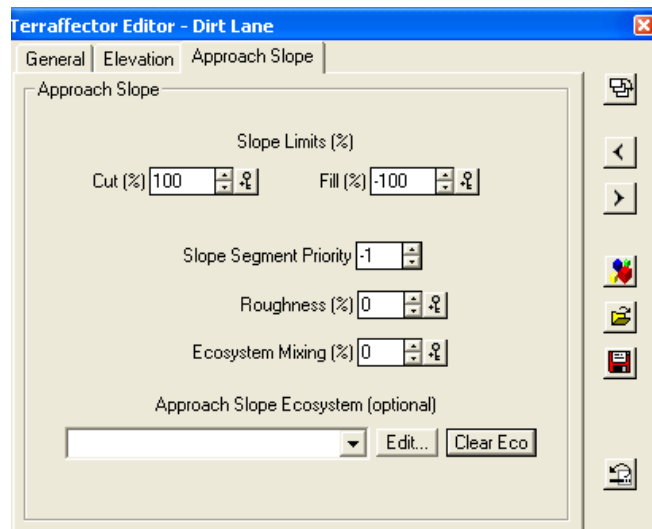
Terrafactor Editor- Dirt Lane → General →



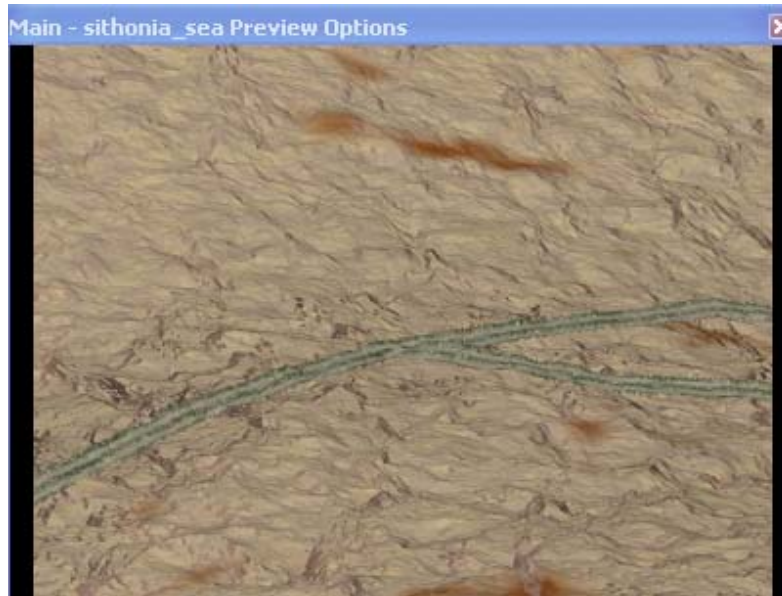
Terrafactor Editor- Dirt Lane → Elevation →



Terrafactor Editor- Dirt Lane → Approach Slope →




Εμφάνιση μονοπατιών στη Σιθωνία



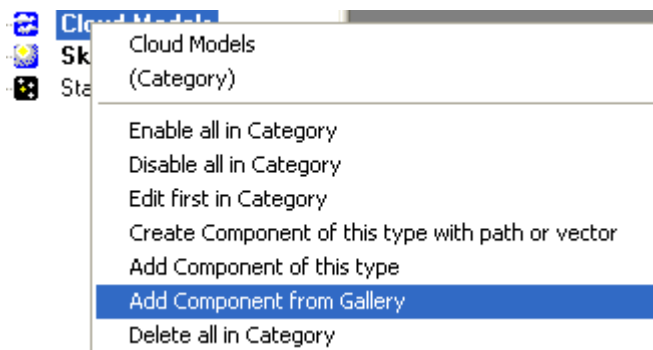
Εμφάνιση μονοπατιών στη Σιθωνία σε μεγέθυνση

VI. Εισαγωγή νεφών

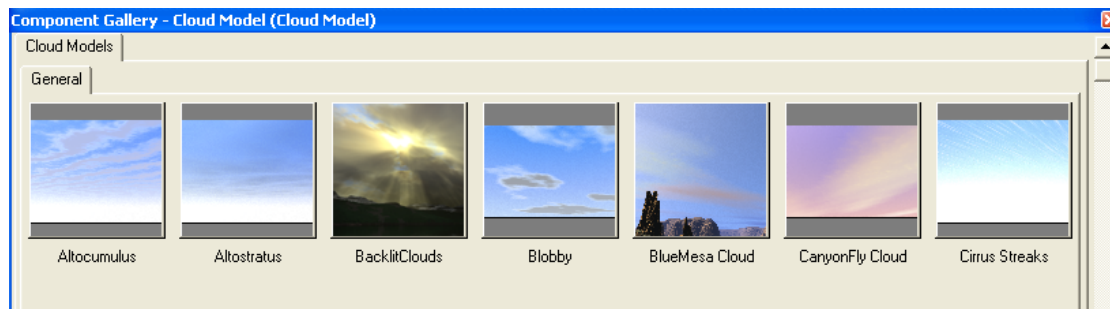
Πατώντας απ' τη γραμμή εργαλείων το εικονίδιο  (Sky Task Mode) εμφανίζονται οι παρακάτω κατηγορίες στο Scene At A Glance

- + Atmospheres
- + Celestial Objects
- + Cloud Models
- + Skies
- Starfields

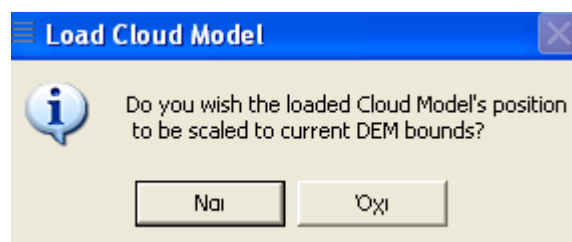
Πατώντας δεξί κλικ στο Cloud Models → Add Component from Gallery



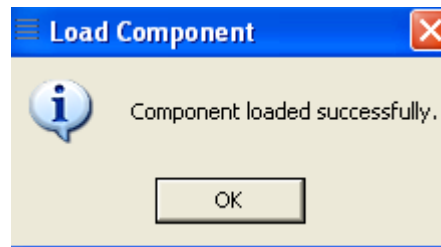
Το λογισμικό διαθέτει πλούσιες βιβλιοθήκες διαφόρων αντικειμένων, συστημάτων, κ.ά., με αποτέλεσμα ο χρήστης να έχει πολλές επιλογές



Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκαν τα νέφη AltoCumulus

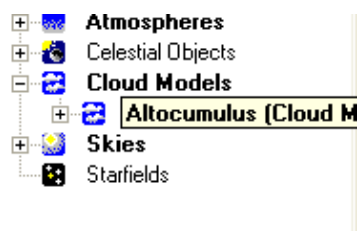


Ναι →

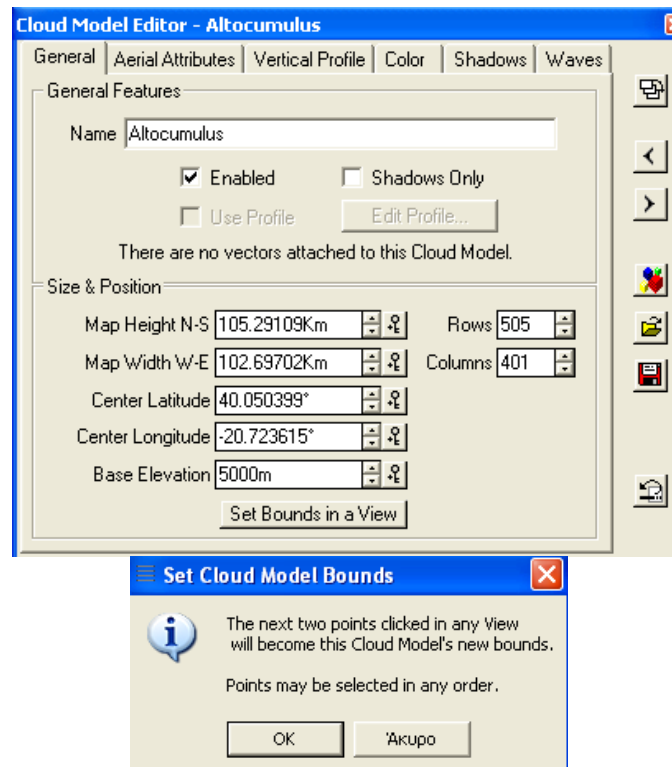


OK→

Στο Scene At A Glance εμφανίζεται το αντικείμενο που μόλις προστέθηκε



Διπλό κλικ στο Altocumulus (Cloud Model) → Cloud Model Editor - Altocumulus → General → Set Bounds in a View



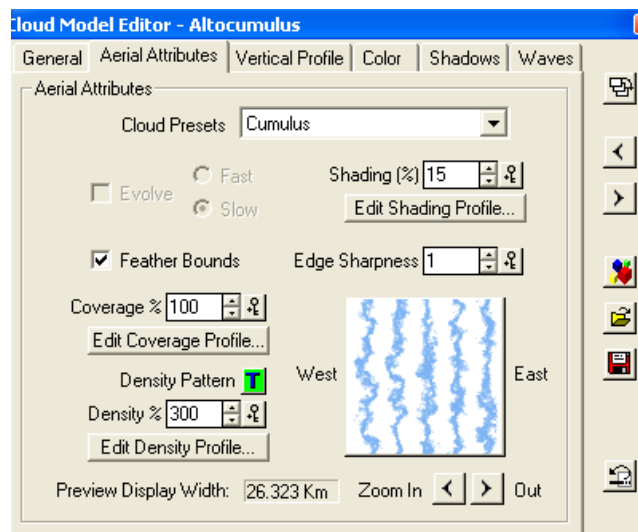
OK →

Με τον τρόπο αυτό μπορεί να οριστεί η περιοχή των νεφών σε όποιο παράθυρο κάμερας επιθυμεί ο χρήστης



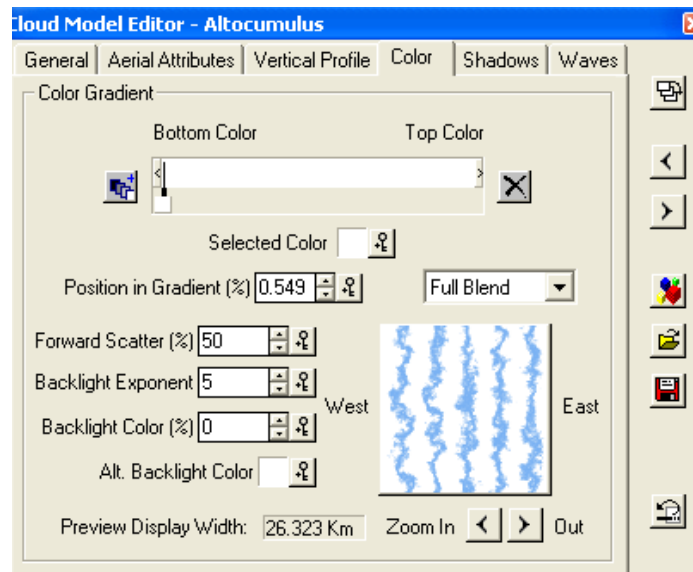
Η επιλογή της περιοχής, πραγματοποιείται με αριστερό κλικ του ποντικιού είτε στην αριστερή πλευρά του παραθύρου (σε ένα σημείο) είτε στη δεξιά και μετά στη διαγώνιο (του σημείου) έτσι ώστε να σχηματιστεί ένα τετράγωνο (αντίστοιχο με αυτό της εικόνας).

Στη συνέχεια → Cloud Model Editor - Altocumulus → Aerial Attributes



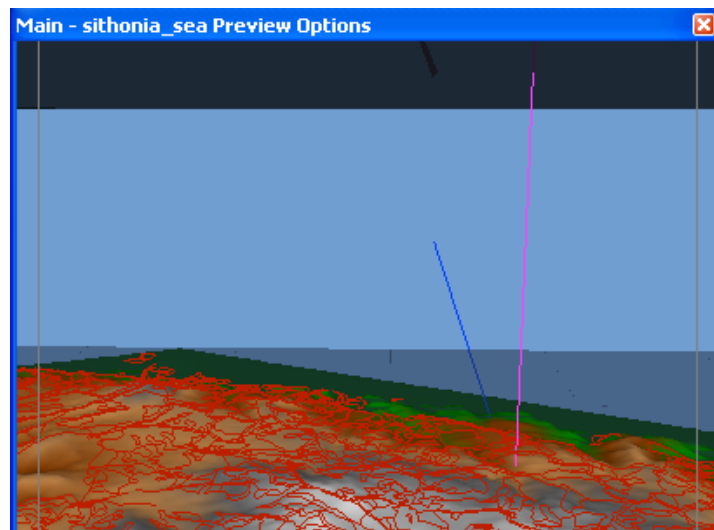
Στο σημείο αυτό ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να καθορίσει την πυκνότητα των νεφών (Density), το ποσοστό των νεφών που θα καλύπτουν τον ουρανό (Coverage), το χρώμα των νεφών (Color) κ.ά.


Cloud Model Editor - Altopcumulus → Color

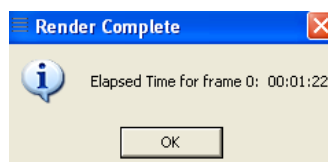


Παρουσία νεφών στη Σιθωνία

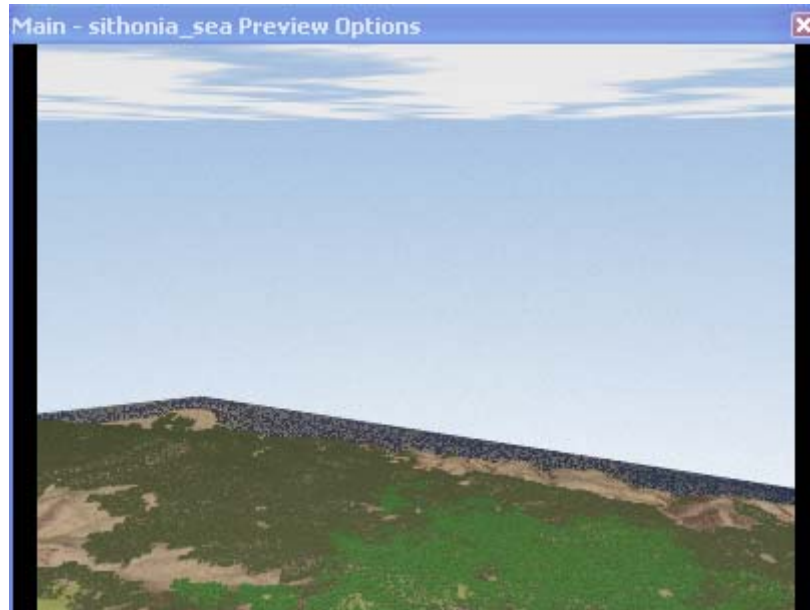
VII. Διαδικασία δημιουργίας της τελικής εικόνας (Rendering)



Ενεργοποιώντας το παράθυρο της κύριας κάμερας → από τη γραμμή εργαλείων →  (Render Preview) →




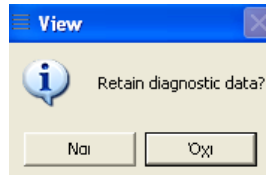
OK →



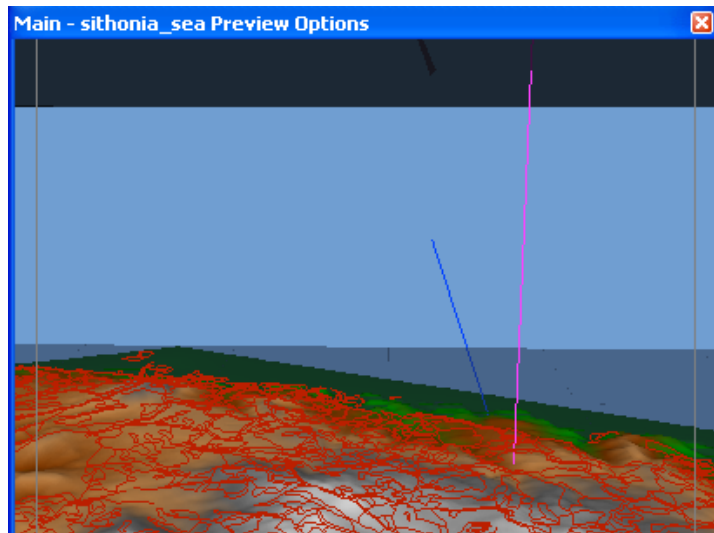
Πατώντας με τον κέρσορα σε οποιοδήποτε σημείο πάνω στην εικόνα λαμβάνουμε πληροφορίες που αφορούν το επιλεγμένο σημείο. Στην προκειμένη περίπτωση επιλέχθηκε ένα σημείο στην περιοχή της μαύρης πεύκης (πράσινο ανοιχτό).

Diagnostic Data	
Component:	pinus nigra
Distance (Z):	9677.8867m
Latitude	40.141398°
Longitude	-20.877211°
Elevation:	374.89011m
Rel Et:	-0.33
Slope:	13.553496°
Aspect:	271.89297°
Reflection:	0.0%
Illumination:	84.4%
Normal XYZ:	0.519, -0.409, -0.751
RGB/HSV:	77,113,58 / 99,48,44
Alpha:	255

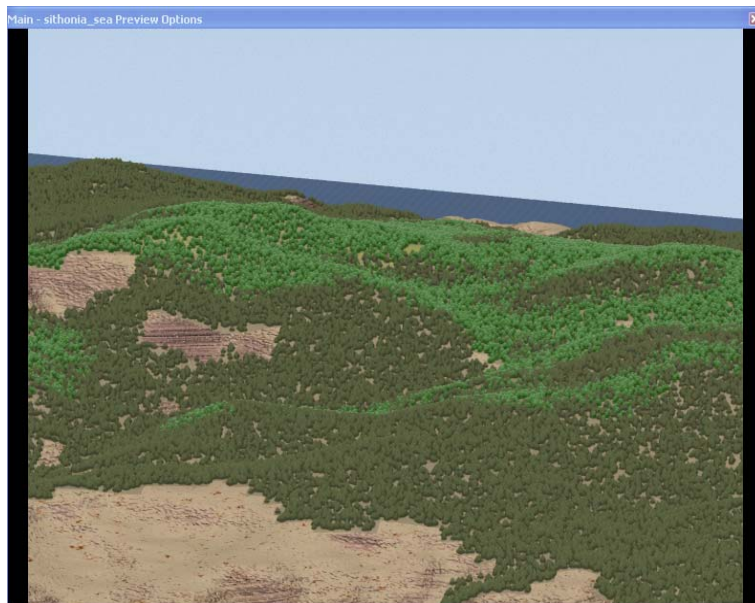
Στη συνέχεια → απενεργοποιούμε το εικονίδιο  (View [F8]/Refresh [V] Realtime) →



Ναι → Επιστροφή στην αρχική κατάσταση



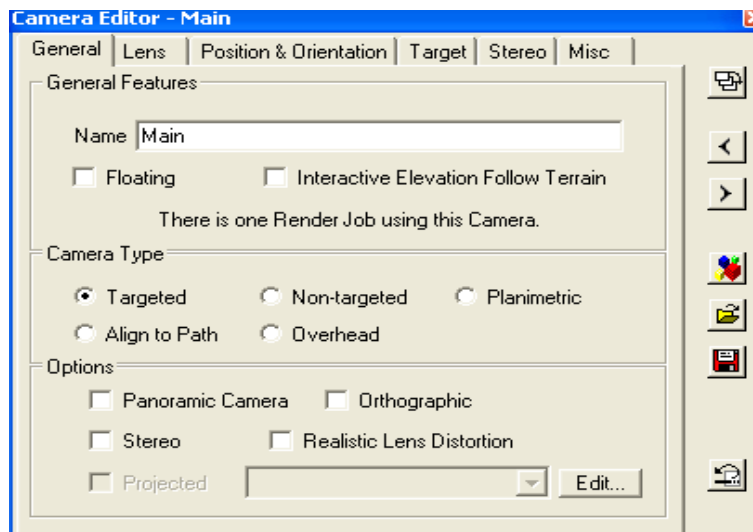
Με τον ίδιο τρόπο δημιουργούνται και οι παρακάτω εικόνες, από διαφορετικές όμως οπτικές γωνίες



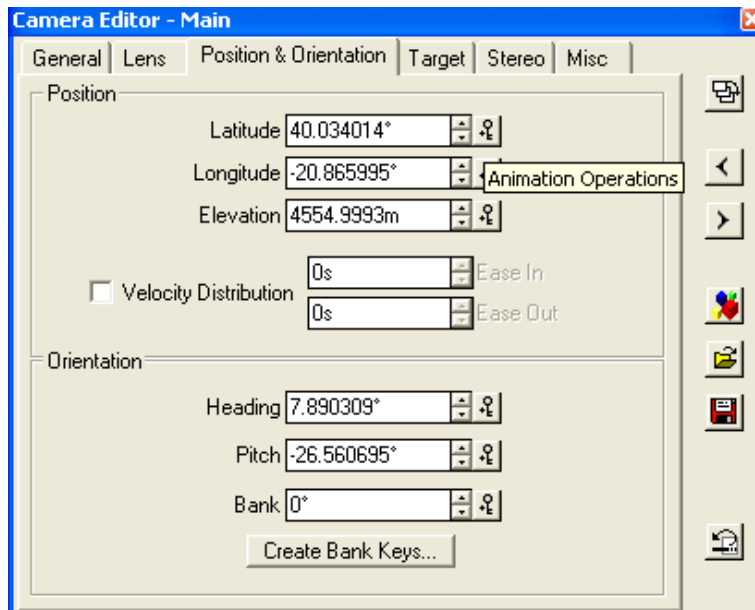


VIII. Διαδικασία Animation

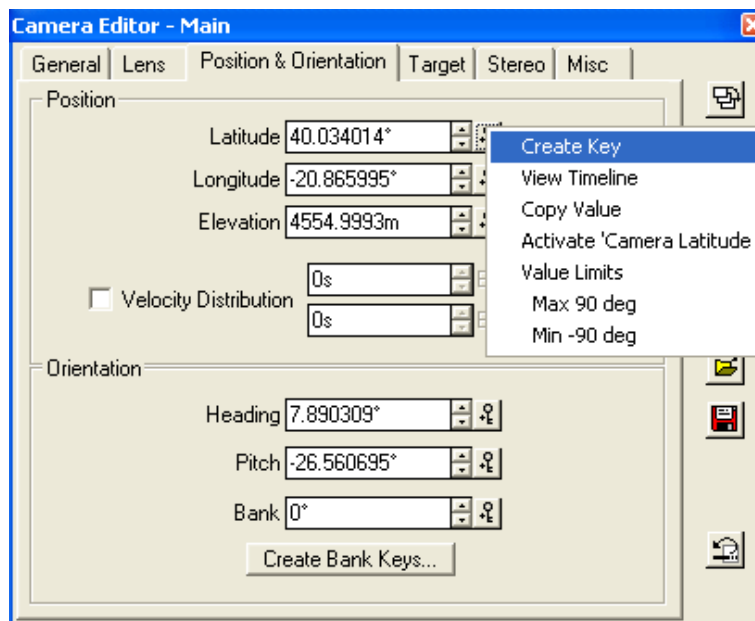
Render Task Mode → Main Camera Editor



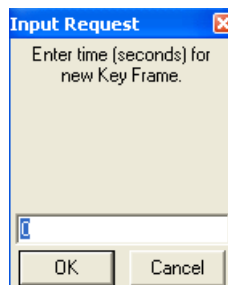
→ Position Orientation → Latitude → 

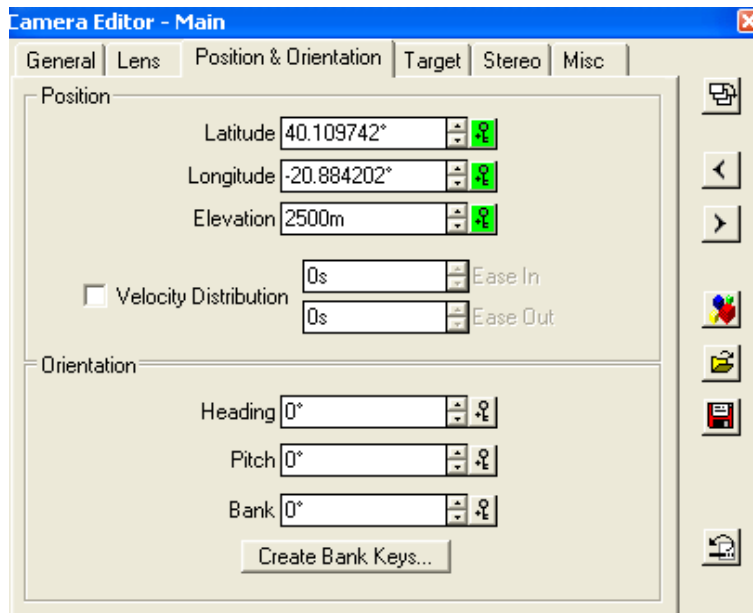


→ Create Key



→ Input Request → 0 seconds → OK

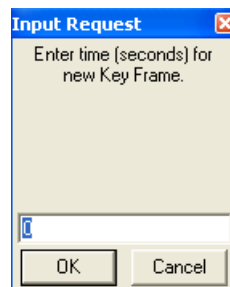




Το πρώτο καρέ (frame) δημιουργήθηκε για τα 2500 m.

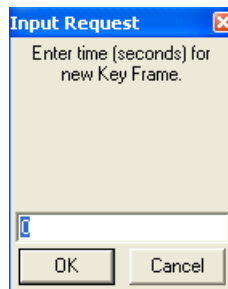


Ctrl + κλικ στην κύρια κάμερα για να αλλάξουμε το ύψος (π.χ. 1500 m) και στη συνέχεια → 15 sec



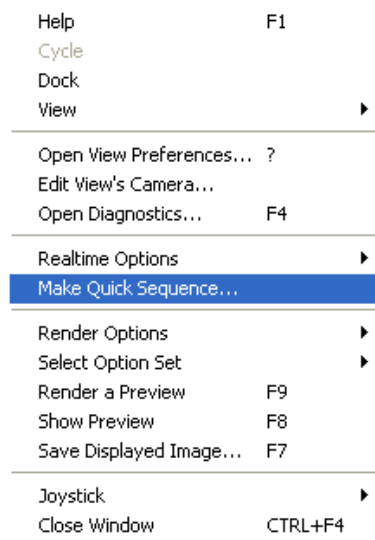
για το τελευταίο καρέ μας

Ctrl + κλικ και πάλι στην κύρια κάμερα για να αλλάξουμε και πάλι το ύψος (π.χ. 800 m) και στη συνέχεια → 10 sec

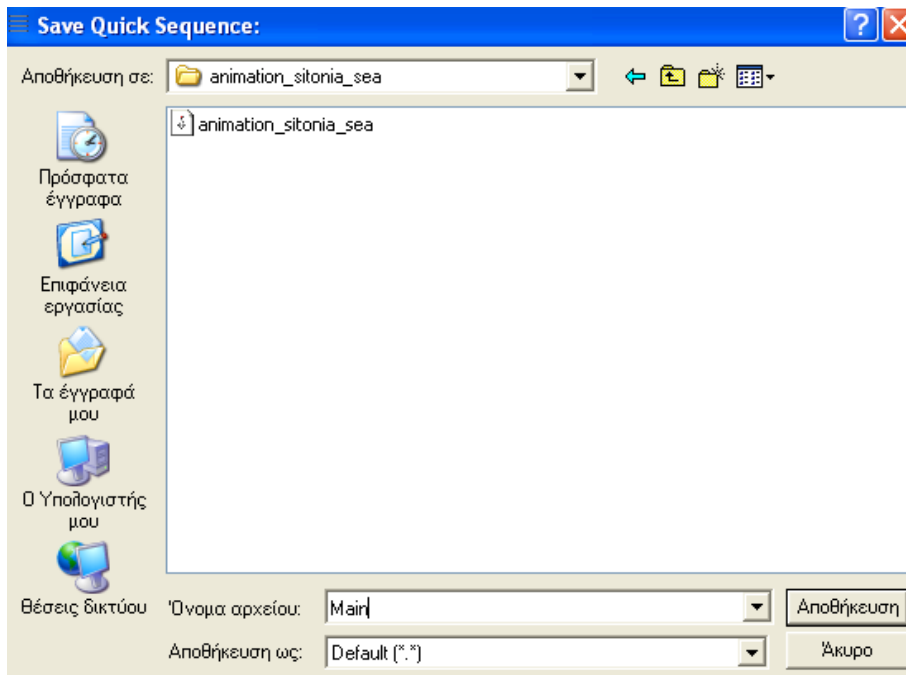


Έτσι δημιουργήθηκαν τρία καρέ για το animation, το οποίο θα διαρκεί 15 sec και θα ξεκινάει από 2500m και θα τελειώνει σε υψόμετρο 800m.

Στη συνέχεια → από το παράθυρο της κύριας κάμερας (main camera) → δεξί κλικ → Make Quick Sequence



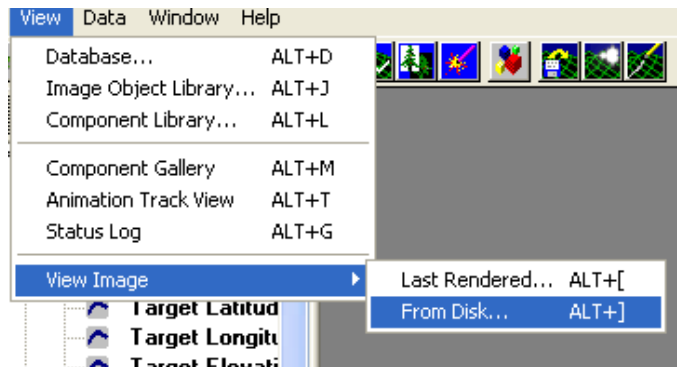
→ Save Quick Sequence



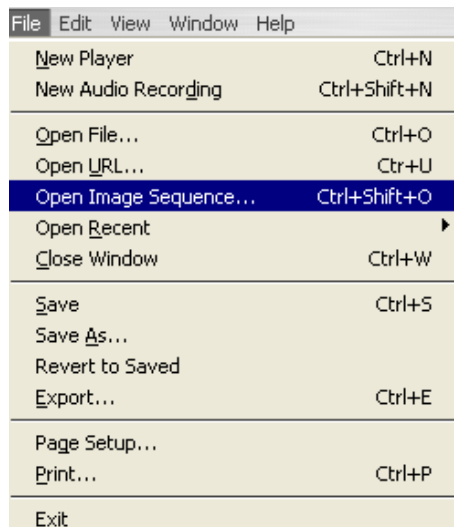
→ Αποθήκευση



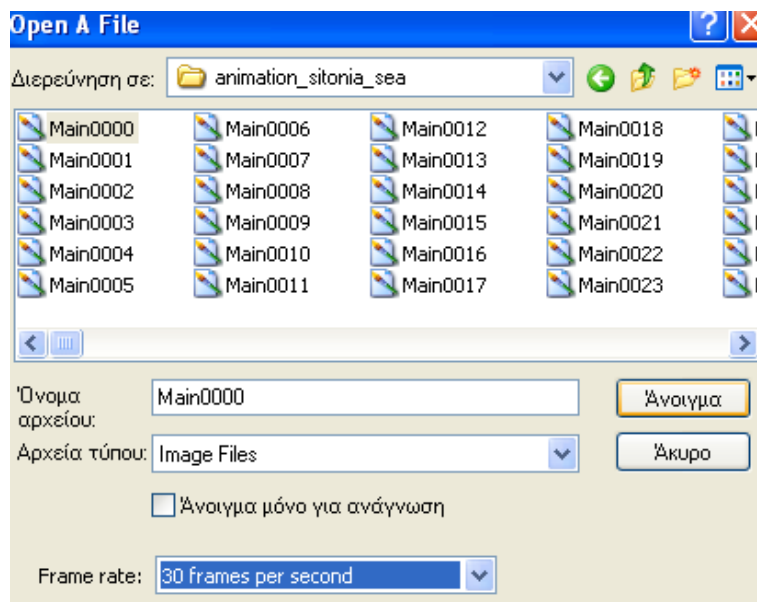
View → View Image → From Disk

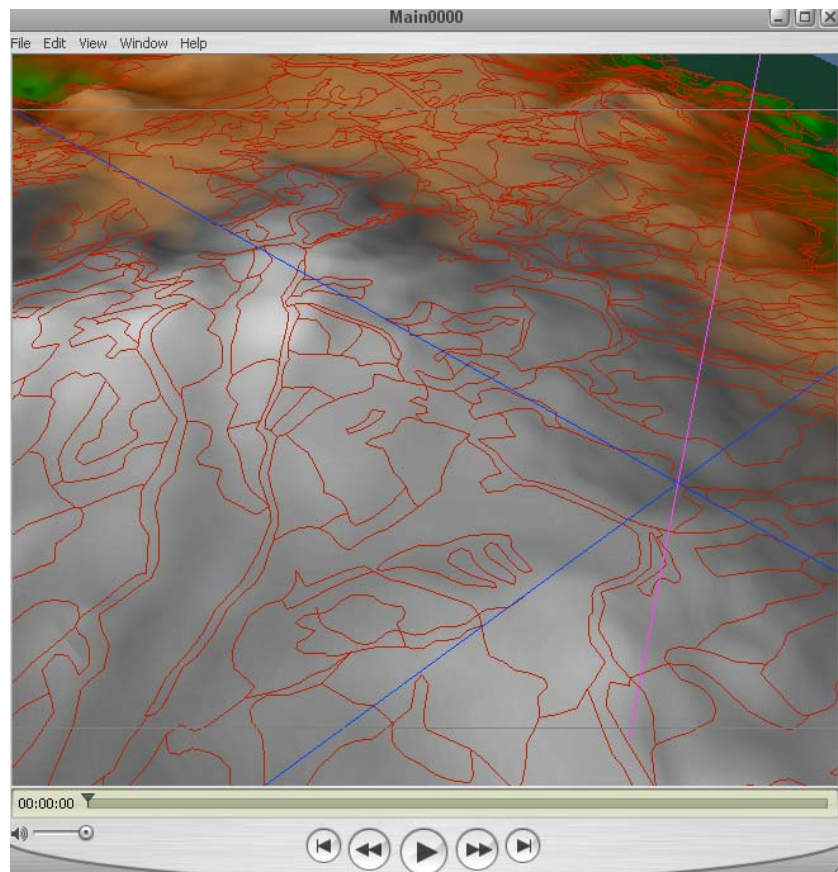


Στη συνέχεια ανοίγουμε το πρόγραμμα Quick Time Pro → File→ Open Image Sequence



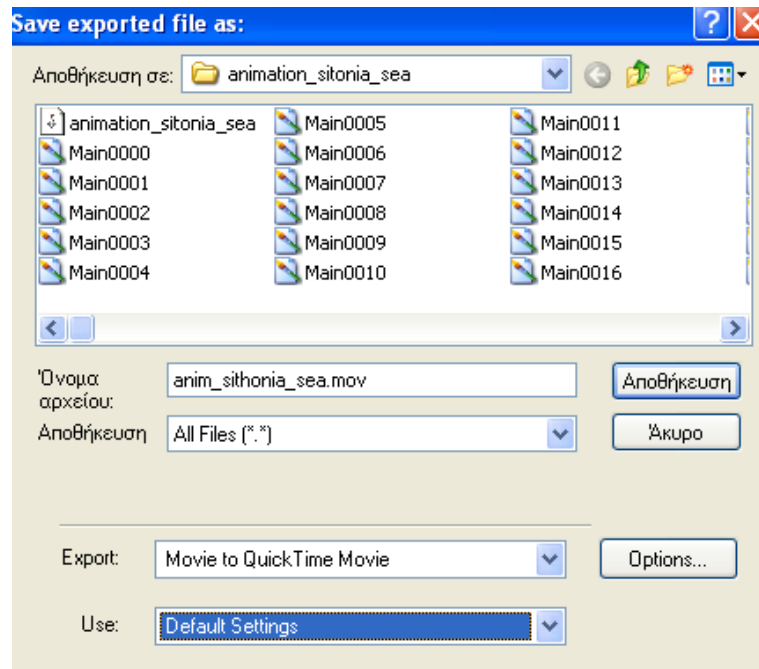
→ Επιλέγουμε το Main0000 , Frame Rate (30 frames per second) → Άνοιγμα



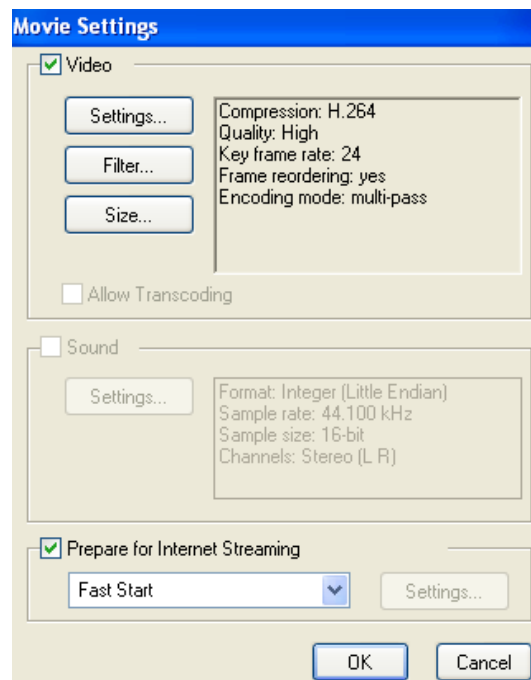


Για να το σώσουμε → File → Export

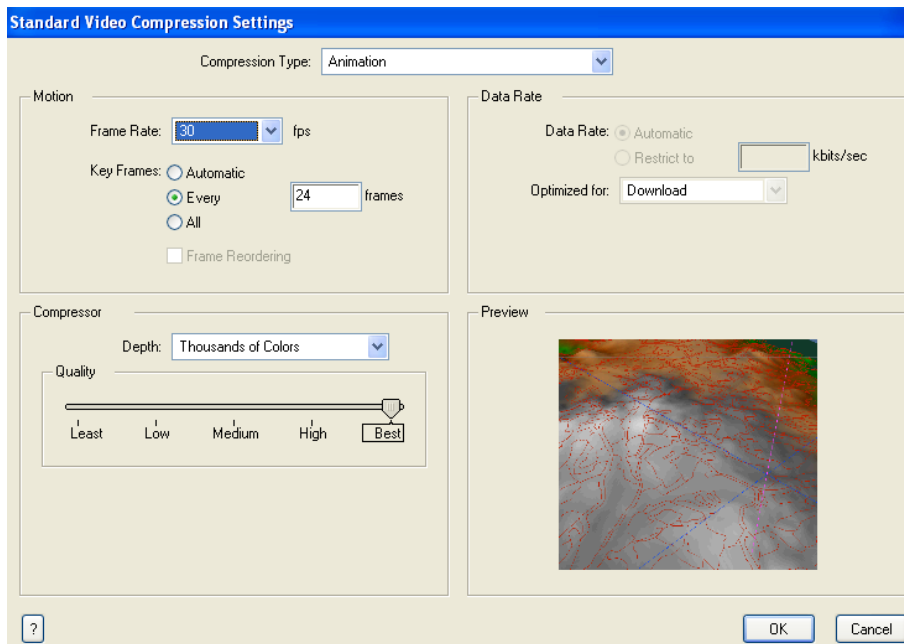




Δίνουμε όνομα στο αρχείο → Options



→ Settings

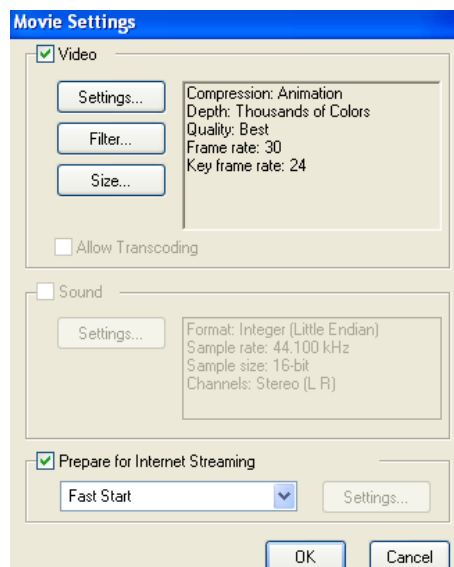


Compression Type (Animation)

Motion → Frame Rate (30), Key Frames (Every 24 frames)

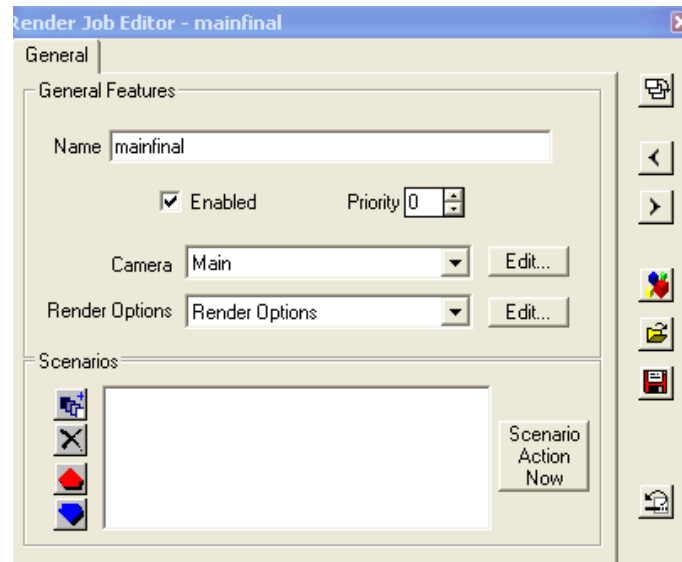
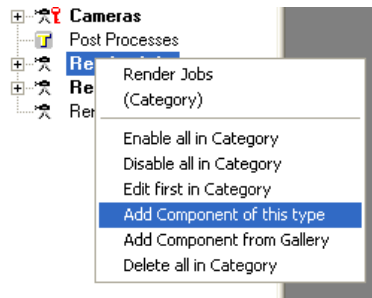
Compressor → Depth (Thousands of Colors), Quality (Best)

→OK



→OK→Save

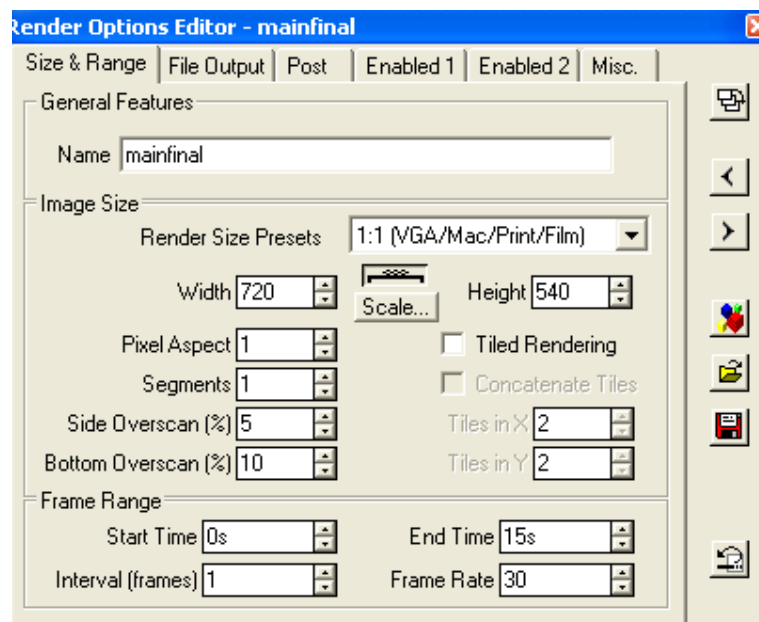
Render Task Mode → δεξιά κλικ στο Render Jobs → Add Component of this type



Name → Main Final

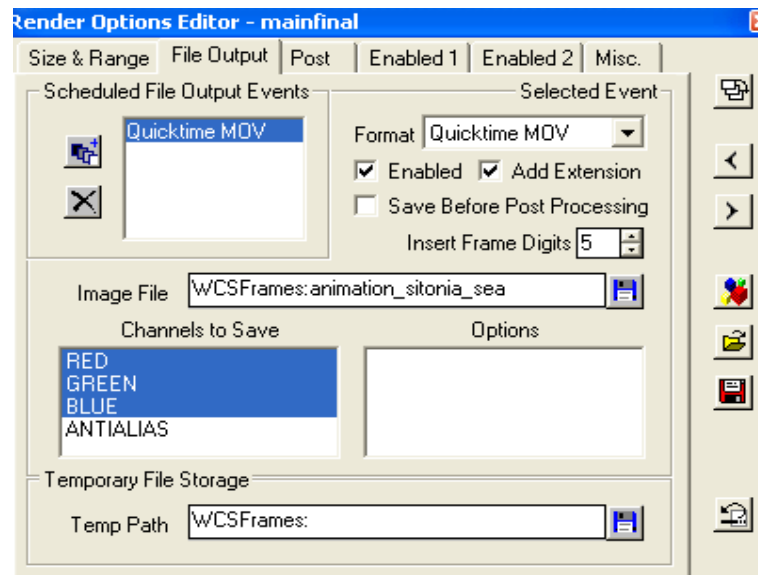
Camera → Main

Render Options → New Render Options → Edit



Render Options Editor – mainfinal → Size & Range→

Pixel Aspect: 1, End time: 15s

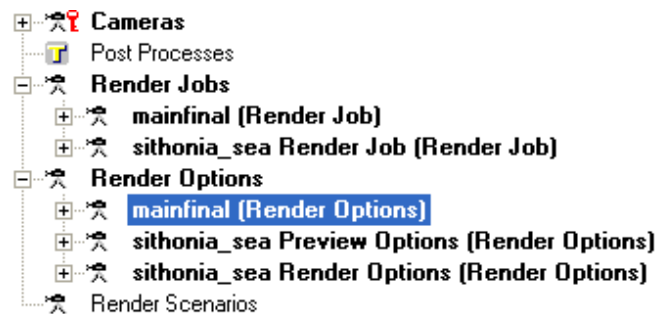


Render Options Editor – mainfinal → File Output →


 Add Output Event→Format: Targa

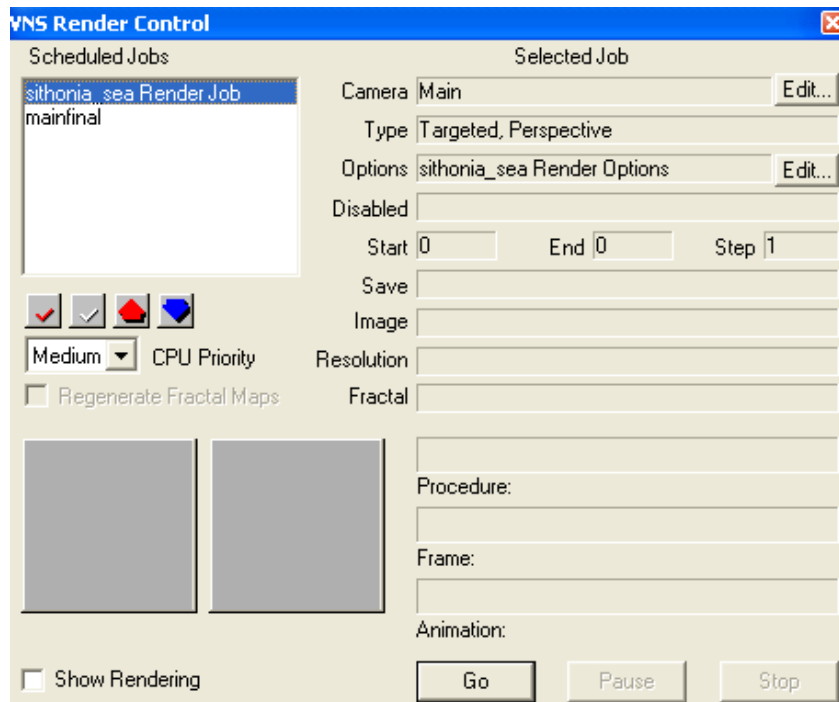
Image File: WCS Frames:animation_sithonia_sea

Στη συνέχεια →

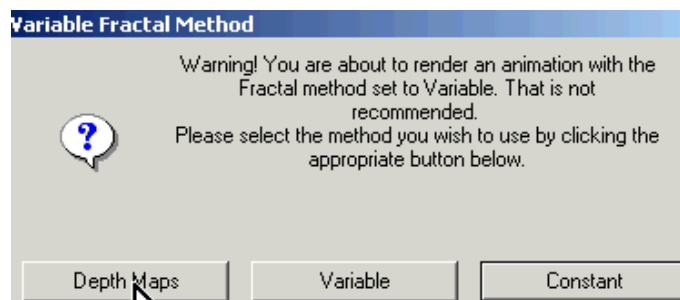


Scene-At-A-Glance → Σέρνουμε το Main final Render Options στο Main final Render Job→ OK

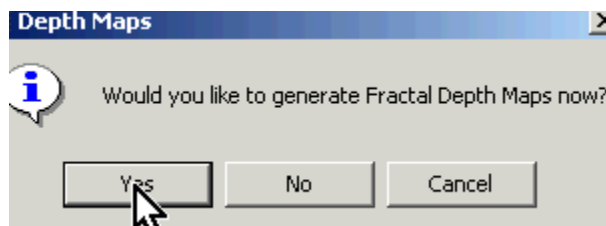
 Render Control→



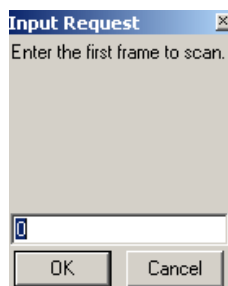
GO→



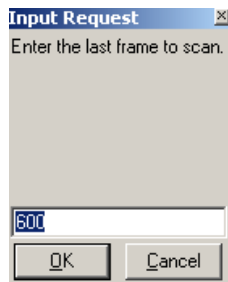
Depth Maps→



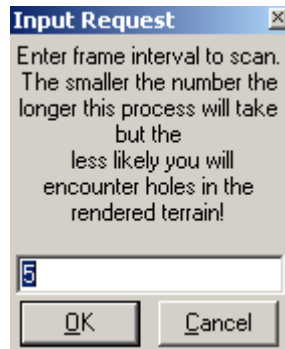
Yes→



OK→



OK→



OK→