



**ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE
DE LAUSANNE**

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
(Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»**

**Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ
ΣΤΗΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΥΠΟΓΡΑΦΩΝ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΣΤΟΥΣ ΓΚΡΙΖΟΥΣ
ΛΥΚΟΥΣ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΑΜΕΡΙΚΗΣ**

Σοφία Κ. Σαμοΐλη

Μεταπτυχιακή Εργασία η οποία υποβάλλεται για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για το Διεπιστημονικό – Διατμηματικό Δίπλωμα Ειδίκευσης του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Πολυτεχνείου "Περιβάλλον και Ανάπτυξη"

**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**

Επιβλέποντες:

Καθηγητής Δ. Αργιαλάς, Ε.Μ.Π.

Καθηγητής F. Golay, E.P.F.L.

Επίκουρος Καθ. Β. Καραθάναση, Ε.Μ.Π.

Επιτροπή Παρακολούθησης:

Δρ. S. Joost, E.P.F.L.

Δρ. R. Caloz, E.P.F.L.

Λωζάννη, Ιανουάριος 2010



**ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE
DE LAUSANNE**

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
(Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»**

**Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ
ΣΤΗΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΥΠΟΓΡΑΦΩΝ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΣΤΟΥΣ ΓΚΡΙΖΟΥΣ
ΛΥΚΟΥΣ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΑΜΕΡΙΚΗΣ**

Σοφία Κ. Σαμοΐλη

**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την
1^η Φεβρουαρίου 2010

.....
Δ. Αργιαλάς
Καθηγητής
Ε.Μ.Π.

.....
F. Golay
Καθηγητής
E.P.F.L.

.....
B. Καραθανάση
Επ. Καθηγήτρια
Ε.Μ.Π.

Λωζάννη, Ιανουάριος 2010

.....

Σοφία Κ. Σαμοΐλη

Διπλ. Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Μ.Sc. Περιβάλλον και Ανάπτυξη Ε.Μ.Π.

Copyright © Σοφία Κ. Σαμοΐλη, 2010

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική αποτελεί αποτέλεσμα σπουδών που διεξάχθηκαν στην Ελλάδα και στην Ελβετία και θα ήταν ανέφικτη χωρίς τη συνεχή καθοδήγηση και συμβολή ενός συνόλου ανθρώπων τόσο σε ακαδημαϊκό όσο και σε προσωπικό επίπεδο χωρίς τους οποίους δεν θα είχε ολοκληρωθεί. Ως εκ τούτου θα ήθελα να εκφράσω τη βαθιά μου ευγνωμοσύνη στον **Καθηγητή** κύριο **Δημήτριο Αργιαλά** του Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.), ο οποίος δέχθηκε να επιβλέψει την εκπόνηση αυτής της εργασίας, για τις άκρως διαφωτιστικές και καιρίες ιδέες και υποδείξεις του στο τηλεπισκοπικό τμήμα της, αλλά και για την άμεση συμπαράστασή του σε κάθε προκύπτον πρόβλημα καθ' όλη τη διάρκειά της.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον **Καθηγητή** κύριο **François Golay** του Εργαστηρίου Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (LaSIG) της Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) για την ανεκτίμητη δυνατότητα που μου προσέφερε να εργαστώ σε ένα καινοτόμο θέμα στις ανωτέρω εγκαταστάσεις για το σύνολο της εργασίας.

Εξαιρετικά ευγνώμων είμαι απέναντι στον **Λέκτορα Δρ. Stéphane Joost**, του οποίου η πρωτοποριακή έρευνα και η πρόταση του εν λόγω θέματος διηγεί τα ακαδημαϊκά μου ενδιαφέροντα σε ένα πρωτόγνωρο επιστημονικό πεδίο και με τον οποίον οι πολύωρες συζητήσεις μου επέτρεψαν να γίνω κοινωνός της διορατικότητάς του, ενώ απaráμιλλη αποτελεί η βοήθειά του στη σύνταξη του παρόντος κειμένου.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον **τ. Λέκτορα Δρ. Régis Caloz** για τον πολύτιμο χρόνο που δαπάνησε για να με οδηγήσει στο παρών θέμα και τους ανωτέρω επιβλέποντές μου στο LaSIG, και για τη βοήθειά του στην αρχική καθοδήγηση για την προσέγγιση της διπλωματικής.

Ευχαριστίες οφείλω να αποδώσω και στην **Καθηγήτρια** κυρία **Jennifer Leonard** του University of Uppsala (UU) για την παραχώρηση και πλήρη πρόσβαση στη γενετική βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια της εργασίας, χωρίς την οποία η πραγματοποίησή της θα ήταν ανέφικτη.

Επιλέγοντας, ευχαριστώ τους συναδέλφους μου Sylvie Stucki, Michäel Kalbermatten, Jens Ingensand, Nicolas Lachance-Bernard για τη βοήθεια και την τεχνική υποστήριξη, αλλά περισσότερο για το ότι με έκαναν να αισθανθώ μέρος ενός εξαιρετικού εργαστηρίου από την πρώτη μέρα.

Εκ καρδιάς ευχαριστώ τους φίλους μου Γ.Α., Ε.Π., Ν.Χ., Δ.Π., Μ.Ι., Λ.Ρ.-Π., Ν.Α., Ρ.Ρ., Α.Β., Ι.Β., Β.Σ., Χ.Λ., Κ.Ν. και την οικογένειά μου των οποίων η υποστήριξη σε όλους τους τομείς ήταν απαράμιλλη και ο βασικός λόγιος για την έγκαιρη ολοκλήρωσή της.

Τέλος, εκφέρω ευχαριστίες προς τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική αποτελεί μια διεπιστημονική προσέγγιση για την αναγνώριση υπογραφών φυσικής επιλογής λόγω περιβαλλοντικής επίδρασης, εξετάζοντας τη συμβολή της Τηλεπισκόπησης και της Χωρικής Ανάλυσης στο πεδίο της Γενετικής του Τοπίου (Landscape Genetics). Αν και πληθώρα μελετών επιχείρησαν να συνδέσουν γενετική και περιβαλλοντική πληροφορία, ώστε να αποκαλυφθούν τα γονίδια που έχουν σχηματιστεί υπό την επίδραση της φυσικής επιλογής λόγω ποικίλων αλληλεπιδρώντων περιβαλλοντικών παραγόντων, πολλές επίδοξες τηλεπισκοπικής φύσεως παράμετροι δεν έχουν ακόμη αξιοποιηθεί ευρέως. Η εργασία αυτή στοχεύει στην κάλυψη αυτού του κενού, ερευνώντας το ενδεχόμενο τηλεπισκοπικά δεδομένα να προκαλέσουν την ανάδειξη σημαντικών συσχετίσεων μεταξύ γονιδίων και περιβάλλοντος. Ένα ετερογενές σύνολο ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων από ένα ευρύ πεδίο πηγών συλλέχθηκε και εξετάστηκε για πιθανές συσχετίσεις μεταξύ αλληλόμορφων συχνοτήτων σε συγκεκριμένες κωδικοποιημένες θέσεις του γονιδιώματος (marker loci) και περιβαλλοντικών παραμέτρων, ώστε να αναγνωριστούν οι υπογραφές της φυσικής επιλογής στο γονιδίωμα του γκρίζου λύκου της Βόρειας Αμερικής (*Canis lupus*). Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην διερεύνηση του κανονικοποιημένου δείκτη βλάστησης (NDVI), καθώς αποτελεί καινοτόμο υποψήφιο προγνωστικό παράγοντα στην εξελικτική διαφοροποίηση των δειγμάτων του υπό εξέταση πληθυσμού.

Το σύνολο των δεδομένων που τελικά αναλύθηκε, αποτελείτο από γενετικά δείγματα από μικρο-δορυφόρους (microsatellites), και δύο τύπους περιβαλλοντικών παραμέτρων, κλιματικών και τηλεπισκοπικών (NDVI, altitude), τα οποία συλλέχθηκαν σαν μηνιαίες μεταβλητές – όπου ήταν διαθέσιμες – ώστε να εξεταστούν για πιθανή επίδραση από την εποχικότητα των γενετικών δεδομένων. Η επεξεργασία τους πραγματοποιήθηκε από τη Μέθοδο Χωρικής Ανάλυσης (Spatial Analysis Method - SAM) για 22 περιβαλλοντικές και 523 γενετικές παραμέτρους. Η SAM απαιτεί γεωαναφερθέντα γενετικά δεδομένα του υπό εξέταση πληθυσμού ώστε να ανακτηθούν οι απαραίτητες πληροφορίες που να χαρακτηρίζουν το δειγματοληφθείσα περιοχή και να συσχετιστούν οι γενετικές παράμετροι με μία ή περισσότερες περιβαλλοντικές παραμέτρους. Η έρευνα συνοψίζεται σε τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση απαιτεί την απόσπαση των κατάλληλων πληροφοριών από τα αντίστοιχα δεδομένα χρησιμοποιώντας τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, ώστε να επιτραπεί η πρόσβαση στο επόμενο στάδιο, ήτοι στην κωδικοποίηση των ληφθέντων

δεδομένων και στη σύνταξη ενός συνδυαστικού πίνακα με τις τιμές των περιβαλλοντικών παραμέτρων και τη δυαδική πληροφορία των γενετικών. Το τρίτο, και τελευταίο, τμήμα περιλαμβάνει την εφαρμογή πολλαπλών μονομεταβλητών λογιστικών παλινδρομήσεων και τον υπολογισμό των βαθμών συσχέτισης μεταξύ των παραμέτρων, με σκοπό τον ορισμό υποθέσεων σχετικά με την πιθανή δύναμη που ενδέχεται να σχηματίζει κάθε υπό εξέταση παράμετρος.

Συγκρίνοντας τις δύο ομάδες περιβαλλοντικών παραμέτρων, προερχόμενες από τηλεπισκοπικά και κλιματικά δεδομένα, συμπεραίνεται ότι οι κλιματικές μεταβλητές ασκούν πίεση στην φυσική επιλογή που πιθανώς θα οδηγούσε σε γενετική διαφοροποίηση, εν αντιθέσει με τον δείκτη βλάστησης NDVI και το υψόμετρο που έπαψαν να συμμετέχουν σε σημαντικές συσχετίσεις από τα πρώτα δύο χαμηλότερα επίπεδα εμπιστοσύνης. Ο δείκτης βλάστησης τείνει να σχηματίζει μειωμένη ικανότητα ως προς τη φυσική επιλογή για την υπό εξέταση περιοχή μελέτης και πληθυσμό, αν και αυτό δεν αποτελεί γενικευμένο συμπέρασμα και τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι μελλοντικοί ερευνητές είναι δυνατό να καταλήξουν σε έκβαση που πιθανώς θα ήταν πιο σαφής, χρησιμοποιώντας υψηλότερης ανάλυσης και περιεκτικότερο σύνολο δεδομένων. Η πιθανή επεξήγηση του λόγου για τον οποίον ο συγκεκριμένος δείκτης περιορίστηκε από το να αποτελέσει ισχυρό υποψήφιο φυσικής επιλογής έγκειται στον υπολογισμό των τιμών του NDVI, οι οποίες απεδείχθησαν ευμετάβλητες σε πλήθος παραγόντων που προκαλούν εν γένει διαταραχή, όπως νεφών και σκίασης λόγω νεφών τα οποία εμφανίζονται συχνά λόγω των κλιματικών συνθηκών της περιοχής μελέτης. Επιπρόσθετα, οι απύσες τιμές από το αρχικό γενετικό σύνολο δεδομένων απέτρεψαν την πραγματοποίηση του κριτηρίου του λόγου των πιθανοφανειών (likelihood ratio G test), συνεπώς είναι πιθανό με ένα ολοκληρωμένο σύνολο δεδομένων και επιπλέον αλληλόμορφα γονίδια, να αποκαλυφθεί ένα ευρύτερο σε πλήθος και ποικιλία πεδίο περιβαλλοντικών παραμέτρων, συμπεριλαμβανομένου του NDVI, το οποίο θα υπόκειται στους όρους της φυσικής επιλογής. Αναφορικά με τα γενετικά δεδομένα, η χωρική κατανομή των αλληλόμορφων γονιδίων θα πρέπει να αναλυθεί περαιτέρω για τη συλλογή πληροφοριών αναφορικά με τις τοπικές τους επιδράσεις και την πιθανή ανάδειξη χωρικών προτύπων που ενδέχεται να αποκαλύπτουν σύνδεση με το περιβάλλον.

Επιλέγοντας, αυτή η διπλωματική διεξήχθη υπό το πρίσμα των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών, αν και μια ανάλυση και ερμηνεία βιολογικής χροιάς θα διεξαχθεί στο πλαίσιο επικείμενης δημοσίευσης μαζί με ειδική μοριακή βιολόγο.

ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

Φυσική επιλογή, αναγνώριση υπογραφών, Μέθοδος Χωρικής Ανάλυσης, μικρο-δορυφόροι, Γενετική Τοπίου, Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση, δείκτης βλάστησης (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI), λογιστική παλινδρόμηση, μοντέλα συσχέτισης, σημαντικά αλληλόμορφα γονίδια, χωρική ανάλυση, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, περιβαλλοντική πίεση, γενετική διαφοροποίηση.

ABSTRACT

The current thesis constitutes an interdisciplinary approach of detecting a selection pressure driven by the environment examining the contribution of Remote Sensing and Spatial Analysis in the field of Landscape Genetics. Even though several studies have been attempting to link genetic and environmental information so as to discover the genes that are being shaped by natural selection because of various interacted environmental factors, aspiring remote sensing derived parameters may have not been extensively exploited. This project aims to fill a part of this gap by analysing whether Remote Sensing data would provoke the emergence of significant gene-environment associations. A heterogeneous set of quantitative and qualitative data from a wide variety of sources with different data structures was collected and tested for potential associations between allelic frequencies at marker loci and environmental parameters in order to identify signatures of natural selection within genomes of North American grey wolves (*Canis lupus*). Emphasis was set to the inquiry of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) as novel candidate predictor in the evolutionary divergence of the sampled populations.

The dataset that has been eventually analysed, consisted of genetic samples by microsatellites, and of two types environmental data, climatic and remote sensed (NDVI, altitude) that have been collected as monthly variables – when available – in order to scan for possible effect of seasonality on genetic data. The process has been elaborated by Spatial Analysis Method (SAM) on 22 environmental and 523 genetic parameters. SAM requires georeferenced genetic data of the study population so as to retrieve information to characterize the sampling location and to correlate genetic parameters to one or more environmental parameters. The research is summarized in three phases. The first phase requires the desired information to be derived by the corresponding data using a Geographic Information System, so as to proceed to the second stage, which is the encoding of the acquired data and the compilation of a combination matrix with the values of the environmental parameters and the binomial information of the genetic ones. The third, and final, part included the implementation of multiple univariate logistic regressions and the computation of the association degrees between the parameters, in order to establish hypotheses about the possible force that each parameter in question could form.

Comparing the two groups of environmental parameters, derived from remote sensing data and climatic data, it is concluded that climatic variables are exerting a selection pressure that could lead to genetic diversity, in contrast to vegetation index and altitude that ceased to be involved in significant associations from the first two lowest confidence levels. Vegetation index tends to shape a reduced selective power for the study area and population in question, although this is not an overall conclusion and the results denote that future researchers could arrive to an outcome that would potentially be more unambiguous by using a dataset of higher resolution and varied content. An explanation that this index is restrained from consisting a powerful candidate for natural selection lies within the computation of the NDVI values proved to be sensitive to a number of perturbing factors including clouds and cloud shadows that due to the prevailing climatic conditions of the study area are not scarce. Furthermore, the missing values of initial genetic dataset prevented the effectuation of G test, so potentially with a complete dataset and additional alleles, a greater amount and range of environmental parameters, NDVI included, would have been unveiled to be under natural selection. From the aspect of genetic data, spatial distribution of alleles should be further analysed for the acquisition of information concerning their local effects and potential emergence of spatial patterns that could unveil an environmental oriented link.

Concluding, this thesis has been elaborated under a geographical information point of view, although a biologically-oriented interpretation-analysis will be realised in the context of a future publication together with specialized molecular biologist.

KEYWORDS

Natural selection, signature detection, Spatial Analysis Method (SAM), microsatellites, landscape genetics, remote sensing, NDVI, logistic regression, association models, significant alleles, spatial analysis, GIS, environmental pressure, genetic diversity.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ABSTRACT	12
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	15
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ	17
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	21
1.1. Γενικοί και Αντικειμενικοί Στόχοι.....	22
2. ΣΧΕΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	23
3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ	29
3.1. Περιοχή Μελέτης.....	29
3.2. Περιγραφή Συλλεχθέντων Περιβαλλοντικών Δεδομένων	31
3.2.1. Κλιματικά δεδομένα	31
3.2.2. Τηλεπισκοπικά δεδομένα	32
3.2.2.1. Τεχνικές συλλογής δεδομένων	32
3.2.2.2. Συλλεχθέντα τηλεπισκοπικά δεδομένα	39
3.2.3. Σύνδεση, γεωαναφορά και οπτικοποίηση τηλεπισκοπικών και κλιματικών δεδομένων.....	43
3.3. Γενετικά Δεδομένα	51
3.3.1. Δείκτες μικρο-δορυφόρων (Microsatellite markers)	51
3.3.2. Περιγραφή δειγμάτων γενετικών δεδομένων.....	54
3.3.3. Προετοιμασία δεδομένων για ανάλυση	55
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ	59
4.1. Προσέγγιση Χωρικής Ανάλυσης βάσει Μοντέλων Συσχέτισης	59
4.2. Λογιστική Παλινδρόμηση	62
4.3. Εφαρμογή της Μεθόδου Χωρικής Ανάλυσης (Spatial Analysis Method, SAM)	68
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	72
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	82
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	90
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	95

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1. Προσδιορισμός λεπτομερειών συλλεχθέντων κλιματικών δεδομένων.	32
Πίνακας 3.2. Τεχνικές λεπτομέρειες συλλεχθέντων τηλεπισκοπικών δεδομένων.	39
Πίνακας 3.3. Τεχνικές λεπτομέρειες του δορυφόρου RADARSAT-2. (Πηγή: MDA, 2008).....	42
Πίνακας 3.4. Τεχνικές λεπτομέρειες χρησιμοποιηθέντων δεδομένων.	43
Πίνακας 3.5. Τμήμα του αρχικού πίνακα με τις περιβαλλοντικές παραμέτρους συνδεδεμένες με τις θέσεις του πληθυσμού των γκρίζων λύκων (εξαχθέν από Manifold).....	50
Πίνακας 3.6. Μέρος του Πίνακα με τις 21 περιβαλλοντικές παραμέτρους συσχετισμένες με τις θέσεις του πληθυσμού των γκρίζων λύκων, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για την στατιστική ανάλυση (εξαχθέντα από Manifold).	51
Πίνακας 3.7. Μέρος του αρχικού πίνακα με γεωαναφερθέντες γενετικούς δείκτες από το αντίστοιχο μοριακό σύνολο δεδομένων του πληθυσμού γκρίζων λύκων. Καθένα από τα νούμερα που εμφανίζονται στις τελευταίες στήλες αντιστοιχούν στο μήκος συγκεκριμένης αλληλουχίας DNA.	54
Πίνακας 3.8. Δείγμα πίνακα με γεωαναφερθέντες γενετικούς δείκτες πριν την κωδικοποίηση.	56
Πίνακας 3.9. Μέρος του πίνακα 3.8. με τους ίδιους γεωαναφερθέντες γενετικούς δείκτες μετά την κωδικοποίηση.	56
Πίνακας 3.10. Τμήμα του τελικού πίνακα με τις γεωαναφερθείσες περιβαλλοντικές και γενετικές μεταβλητές μετά την κωδικοποίηση, συμπεριλαμβανομένης της πιλοφόρου γραμμής και στήλης με τα ονόματα των μεταβλητών. Το πορτοκαλί κουτί, στη δεξιά πλευρά του πίνακα περιέχει τις γενετικές μεταβλητές με την παρουσία ή απουσία ενός αλληλομόρφου γονιδίου, ενώ το πράσινο κουτί στα αριστερά τις περιβαλλοντικές μεταβλητές. (παρουσιάζονται οι 21 από 21 περιβαλλοντικές και οι 5 από 523 γενετικές μεταβλητές)	57
Πίνακας 3.11. Τμήμα του τελικού πίνακα με τις γεωαναφερθείσες περιβαλλοντικές και γενετικές μεταβλητές μετά την κωδικοποίηση, έτοιμος για επεξεργασία από το matSAM, χωρίς να περιέχεται η πιλοφόρος γραμμή και στήλη με τα ονόματα των μεταβλητών. Στη δεξιά πλευρά του πίνακα βρίσκονται οι γενετικές μεταβλητές και στην αριστερή οι περιβαλλοντικές. (παρουσιάζονται 21 από 21 περιβαλλοντικές και 5 από 523 γενετικές μεταβλητές)	58
Πίνακας 4.1. Μέρος του πίνακα εισόδου με τις γεωαναφερθέντες περιβαλλοντικές (περιλαμβάνεται το υψόμετρο χωρικής ανάλυσης 90m) και γενετικές μεταβλητές	

μετά την κωδικοποίησή τους και με την πιλοφόρο γραμμή και στήλη των ονομάτων των μεταβλητών. Το πορτοκαλί κουτί στη δεξιά πλευρά του πίνακα οριοθετεί τις γενετικές μεταβλητές με την πληροφορία για την απουσία ή παρουσία κάποιου αλληλόμορφου γονιδίου, ενώ το πράσινο κουτί στα δεξιά τις περιβαλλοντικές παραμέτρους. (παρουσιάζονται οι 22 από 22 περιβαλλοντικές και οι 5 από 523 γενετικές μεταβλητές)..... 60

Πίνακας 4.2. Μέρος του πίνακα εισόδου με τις γεωαναφερθέντες περιβαλλοντικές (περιλαμβάνεται το υψόμετρο χωρικής ανάλυσης 90m) και γενετικές μεταβλητές μετά την κωδικοποίησή τους χωρίς την πιλοφόρο γραμμή και στήλη των ονομάτων των μεταβλητών. Το πορτοκαλί κουτί στη δεξιά πλευρά του πίνακα οριοθετεί τις γενετικές μεταβλητές με την πληροφορία για την απουσία ή παρουσία κάποιου αλληλόμορφου γονιδίου, ενώ το πράσινο κουτί στα δεξιά τις περιβαλλοντικές παραμέτρους. (παρουσιάζονται οι 22 από 22 περιβαλλοντικές και οι 5 από 523 γενετικές μεταβλητές)..... 61

Πίνακας 5.1. Μέρος του πίνακα απόρριψης όπως εξήχθη από το matSAM με 22 περιβαλλοντικές και 523 γενετικές μεταβλητές (εδώ παρουσιάζονται 19 από τα 523 πιο σημαντικά μοντέλα συσχέτισης), για επίπεδο εμπιστοσύνης 99% (0.01) ($ST=8.69E-07$ συμπεριλαμβανομένης της διόρθωσης Bonferroni)..... 73

Πίνακας 5.2. Πλήθος σημαντικών μοντέλων συσχέτισεων μεταξύ αλληλομόρφων γονιδίων και περιβαλλοντικών παραμέτρων (απεικονίζονται 19 από τα πιο σημαντικά μοντέλα συσχέτισεων σε σύνολο 523 γενετικών μεταβλητών και 22 περιβαλλοντικών), για επίπεδο εμπιστοσύνης από 99% ($ST=8.69E-07$) έως 99.99999999% ($ST=8.69E-16$). 76

Πίνακας 5.3. Πλήθος συσχέτισεων περιβαλλοντικών παραμέτρων με αλληλόμορφα για 22 περιβαλλοντικές παραμέτρους και 523 γενετικές για επίπεδο εμπιστοσύνης από 99% ($ST=8.69E-07$) έως 99.99999% ($ST=8.69E-16$)..... 80

Πίνακας 6.1. Οι περιβαλλοντικές μεταβλητές που εμπλέκονται στα πιο σημαντικά μοντέλα στο υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης και το αλληλόμορφο που είναι πιο πιθανό να βρίσκεται υπό την επήρεια φυσικής επιλογής..... 85

Πίνακας A1. Initial Πίνακας with environmental parameters correlated to locations of population of grey wolves. The NDVI parameters contain errors regarding to the range, which have been corrected and presented at Πίνακας A2..... 102

Πίνακας A2. Final Πίνακας with environmental parameters correlated to locations of population of grey wolves. The NDVI parameters have been corrected. 156

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 3.1.** Θέσεις δειγμάτων πληθυσμού γκρίζων λύκων. Με κόκκινα σημεία απεικονίζονται 523 δείγματα από άτομα του εξεταζόμενου πληθυσμού λύκων που χρησιμοποιήθηκαν για την εν λόγω ανάλυση. (Πηγή: Google Earth) 29
- Εικόνα 3.2.** Κλιματολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης στο Βόρειο Καναδά και τις Β. ΗΠΑ. Οι κλιματικές συνθήκες στις θέσεις των δειγμάτων του πληθυσμού των λύκων απεικονίζεται με κυανό για τα αρκτικά κωνοφόρα δάση, με γαλάζιο για την τσίγκα και με γκρι για την τούνδρα. 30
- Εικόνα 3.4.** Ψηφιακό Μοντέλο Επιφανείας (Digital Elevation Model, DEM) της Βόρειας Αμερικής από δορυφόρο NOAA. Αρχική προβολή σε Lambert Azimuthal Equal Area, για τις ανάγκες της εν λόγω ανάλυσης επαναπροβλήθηκε σε WGS84. Πηγή: http://edc2.usgs.gov/glcc/glcc_version1.php#NorthAmerica 35
- Εικόνα 3.5.** Σχηματική αναπαράσταση του Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR). **a.** Μονής διέλευσης συμβολομετρία από δύο ξεχωριστές antennas ταυτόχρονα, **b.** και **c.** ①, ②, ③. Αρχές και τεχνική του InSAR, **d.** Επαναλαμβανόμενης διέλευσης συμβολομετρία με single-antenna SAR system.... 37
- Εικόνα 3.6.** Σχηματική αναπαράσταση του σχηματισμού του στερεο-ζεύγους. (Πηγή : De Oliveira and Paradella, 2009 ; Toutin, 2002) 38
- Εικόνα 3.7.** Λήψη τετραπολικών δεδομένων από τον RadarSat-2. (Πηγή: MDA, 2008) 41
- Εικόνα 3.8.** Χάρτης Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DEM) στη Βόρεια Αμερική από δέκτη SRTM, ψηφιοποιημένα υψογραφικά δεδομένα στον Καναδά, κλιματικά δεδομένα και θέσεις γενετικών δεικτών του εξεταζόμενου πληθυσμού (*Canis lupus*) στο βόρειο Καναδά και τις ΗΠΑ, ο οποίος αναπαρίσταται εδώ με πράσινα σημεία. Πραγματοποιήθηκε επαναπροβολή του χάρτη στο WGS 84. Για τις πηγές των συλλεχθέντων δεδομένων βλ. Πίνακας 4. 46
- Εικόνα 3.9.** Χάρτης τηλεπισκοπικών, κλιματικών και θέσεων γενετικών δεδομένων όπως περιγράφονται στον Πίνακα 3.4., σε Lambert Azimuthal Equal Area προβολή. 49
- Εικόνα 3.10.** **a.** Ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων. Αλληλόμορφα γονίδια (εδώ απεικονίζεται με μπλε και πράσινες λωρίδες) τοποθετημένο στις ίδιες θέσεις (loci) χωρίς να είναι πανομοιότυπα καθώς αποτελούνται από ποικίλα μήκη των τεσσάρων βάσεων. Κάθε αλληλόμορφο «ξετυλίγεται» όπως φαίνεται στην Εικόνα **b** και είναι υπεύθυνο για την έκφραση συγκεκριμένου χαρακτηριστικού γνωρίσματος (**c.**)..... 53

Εικόνα 3.11. Σχηματική παρουσίαση της φάσης κωδικοποίησης των δεικτών μικροδορυφόρων (microsatellite markers) ατόμων-δειγμάτων.....	55
Εικόνα 4.1.α. Συνάρτηση και γράφημα λογιστικής παλινδρόμησης, b. Παράδειγμα λογιστικής παλινδρόμησης. (Source: Pariset L., Joost S., Ajmone-Marsan P., Valentini A., 2009; Econogene project http://www.econogene.eu/software/sam/default.asp#data)	62
Εικόνα 4.2. Ο πίνακας a και το γράφημα b είναι παραδείγματα των παραγώγων της SAM μετά την εισαγωγή τους στην εφαρμογή επεξεργασίας λογιστικών φύλλων. a. Υπογραμμισμένα με κίτρινο είναι τα σημαντικά μοντέλα για τον έλεγχο G, Wald ή και τους δύο, και το επίπεδο εμπιστοσύνης που επιδέχεται μεταβολών για την ταυτοποίηση των σημαντικότερων μοντέλων συσχέτισης. b. Γράφημα σιγμοειδούς μορφής, που απεικονίζει την πιθανότητα ο γενετικός δείκτης να είναι παρών για την αντίστοιχη εξεταζόμενη περιβαλλοντική παράμετρο, με άξονα X: περιβαλλοντική παράμετρο (κλίμακα δοσμένη από την στατιστική κατανομή της παραμέτρου), άξονα Y: γενετική παράμετρος. (Πηγή: Pariset L., Joost S., Ajmone-Marsan P., Valentini A., 2009; Econogene project, www.econogene.eu/software/sam/default.asp#data)	67
Εικόνα 4.3. Διάγραμμα ροής των διαδικασιών που απαιτούνται από το matSAM.....	69
Εικόνα 4.4. Παράδειγμα πιθανού σφάλματος όπως εμφανίζεται από το matSAM.....	70
Εικόνα 5.1. Διάγραμμα ποσοστού σημαντικών μοντέλων σε σύνολο 11506, βάσει του επιπέδου εμπιστοσύνης (dataset 22 περιβαλλοντικών και 523 γενετικών παραμέτρων) για a. σύνολο αλληλομόρφων γονιδίων, b. σημαντικότερα αλληλόμορφα (VMF-1-159,VMF-2-171,PEZ_05-2-108,N250-2-132).....	77
Εικόνα 5.2. Διάγραμμα σημαντικών μοντέλων συσχετίσεων μεταξύ αλληλομόρφων γονιδίων και περιβαλλοντικών παραμέτρων σύμφωνα με το επίπεδο εμπιστοσύνης. Από επίπεδο εμπιστοσύνης 99.99999% (ST=8.69E -12) σε dataset 22 περιβαλλοντικών και 523 γενετικών παραμέτρων, μόνο τα VMF-1-159, VMF-2-171, PEZ_05-2-108 και N250-2-132 είναι σημαντικά παρόντα.	77
Εικόνα 5.3. Συνεχής αναπαράσταση ενός διακριτού πλήθους σημαντικών μοντέλων ανά επίπεδο εμπιστοσύνης (1.00E-02 έως 1.00E-011) παραχθέν από την ανάλυση 22 περιβαλλοντικών και 523 γενετικών παραμέτρων.	79
Εικόνα 5.4. Ιστόγραμμα για την παρουσία των περιβαλλοντικών παραμέτρων για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης που αναδείχθηκαν λόγω της συσχέτισής τους με γενετικές παραμέτρους και την ανάμειξή τους σε 11506 σημαντικά μοντέλα.	81

Εικόνα 6.1. Χωρική κατανομή του σημαντικότερου αλληλομόρφου VWF-1-159. Με πράσινα σημεία υποδεικνύονται οι θέσεις του εξεταζόμενου πληθυσμού και με κυανά οι θέσεις που εμφανίζεται το αλληλόμορφο VWF-1-159. 86

Εικόνα A1.a. Ψηφιοποιημένα υψογραφικά και υδρογραφικά δεδομένα στον Καναδά, **b.** Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) στις βόρειες ΗΠΑ από SRTM δέκτη, **c.** Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) στη Βόρεια Αμερική από δορυφόρο NOAA, **d.** Μηνιαίο σύνθετο NDVI στη Βόρεια Αμερική: **d.1.** April 1992, **d.2.** May 1992, **d.3.** June 1992, **d.4.** July 1992, **d.5.** August 1992, **d.6.** September 1992, **d.7.** October 1992, **d.8.** November 1992, **d.9.** December 1992, **d.10.** January 1993, **d.11.** February 1993, **d.12.** March 1993, **e.** Κλιματικά δεδομένα: –
e.1. Monthly temperature (C°), **e.2.** Diurnal Temperature range (C°), **e.3.** Ground frost duration (days), **e.4.** Max possible sunshine duration (%), **e.5.** Precipitation (mm/month), **e.6.** Coefficient of variation of monthly precipitation, **e.7.** Relative humidity(%), **e.8.** Number of wet days **f.** Χωρική κατανομή γενετικών δεικτών για τον πληθυσμό γκρίζων λύκων (*Canis lupus*) στην περιοχή μελέτης του Βόρειου Καναδά και των ΗΠΑ Διοικητικά όρια συλλέχθηκαν από <http://www.gadm.org/country> μόνο για λόγους απεικόνισης, καμία πληροφορία δεν χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση. Προβολή των **a, f:** WGS 84, της **b:** αρχικά GCS North American 1983 αλλά επαναπροβλήθηκε σε WGS 84, της **c, d:** Lambert Azimuthal Equal Area, **e:** αρχικά GCS North American 1983 αλλά επαναπροβλήθηκε σε Lambert Azimuthal Equal Area. Για τις πηγές των δεδομένων βλ. Πίνακα 3.4..... 95

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε μια διεπιστημονική προσέγγιση, η εν λόγω διπλωματική στοχεύει να παρουσιάσει την έρευνα της πιθανότητας συμβολής της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) στο πεδίο της Γενετικής Τοπίου (Landscape Genetics), με προοπτική την αναγνώριση υπογραφών φυσικής επιλογής σε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα πληθυσμού γκριζών λύκων της Βόρειας Αμερικής. Ήτοι, στα πλαίσια της μελέτης της τοπικής προσαρμογής (local adaptation) των πληθυσμών λύκων, η προβληματική έγκειται στην κατά πόσο η τηλεπισκόπηση μπορεί να συνδέεται με την υποκίνηση ανάδειξης γονιδίων εξαιτίας περιβαλλοντικών συσχετίσεων.

Επιχειρώντας την ενσωμάτωση εννοιών και μεθόδων των προαναφερθέντων επιστημών, μελετήθηκε σχετική βιβλιογραφία ώστε να διερευνηθούν οι ενδεχόμενες κατευθυντήριες γραμμές που θα οδηγούσαν στη σωστή κατεύθυνση διαχείρισης του θέματος, αποφεύγοντας μεθόδους και τεχνικές λεπτομέρειες που θα αποδεικνύονταν ανεπιτυχείς (§2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας). Το σύνολο των ψηφιακών εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία (§3. Δεδομένα), επιλέχθηκαν και συλλέχθηκαν με βάση τη φύση και την έκταση της περιοχής μελέτης στην οποία κείται ο υπό εξέταση πληθυσμός – Yukon Territory και Northwest territories του βόρειου Καναδά και βόρειες πολιτείες των ΗΠΑ (Minnesota, Wisconsin, Michigan) – και παράλληλα με βάση την προοπτική να υπάρχει ελεύθερη πρόσβαση στο σύνολο των δεδομένων. Στο ίδιο κεφάλαιο περιλαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με την λεπτομέρεια των αντίστοιχων δεδομένων, καθώς οι τεχνικές συλλογής τους. Στα επόμενα κεφάλαια παρουσιάζεται η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων, ενώ ακολουθούν τα τελικά αποτελέσματα και συμπεράσματα.

Το θέμα της εργασίας βασίζεται στην παρατήρηση ότι αν και η Γενετική Τοπίου (Landscape Genetics) επιχειρεί να συνδέσει γενετική και περιβαλλοντική πληροφορία ώστε να αποκαλυφθεί πιθανή πίεση φυσικής επιλογής που ασκείται από το περιβάλλον, τα τηλεπισκοπικά δεδομένα δεν έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς. Από το 2003 που οι Manel et al. έπλασαν τον όρο γενετική τοπίου, αυτό το πεδίο συνθέτει έναν φιλόπνοο ερευνητικό τομέα που ενσωματώνει την πληθυσμιακή γενετική (population genetics), την οικολογία του τοπίου (landscape ecology) και τη χωρική στατιστική (spatial statistics) (Storfer et al.,

2007), και το οποίο «υπόσχεται να διευκολύνει την αντίληψή μας στο πώς γεωγραφικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα δομούν την γενετική παραλλαγή σε πληθυσμιακό και ατομικό επίπεδο», καθώς «οι δύο θεμελιώδεις στόχοι της γενετική τοπίου είναι η ανίχνευση γενετικών ασυνεχειών και η συσχέτιση αυτών με το τοπίο και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως φυσικά εμπόδια (π.χ. όρη, βαθμίδα υγρασίας)» (Manel et al., 2003). Αναλυτικότερα, εξετάζει την επιρροή του περιβάλλοντος στο γονιδίωμα και επιχειρεί να καταστήσει κατανοητό τον τρόπο με τον οποίο γεωγραφικά και περιβαλλοντικά γνωρίσματα στοιχειοθετούν γενετική πληροφορία (Joost, 2006).

1.1. Γενικοί και Αντικειμενικοί Στόχοι

Τα δεδομένα και οι μέθοδοι που παρέχει η Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση, συνιστούν ένα ανερχόμενο επιστημονικό πεδίο από το οποίο ενδέχεται να αποκομιστούν χρησιμοποιήσιμα περιβαλλοντικά δεδομένα, ώστε να αξιοποιηθούν για τον υπολογισμό μοντέλων συσχέτισης, ή επίσης για έτερους σκοπούς, και άρα να αναλυθεί η συμβολή τους στη γενετική του τοπίου. Συγκεκριμένα, ένας από τους αντικειμενικούς στόχους είναι η διερεύνηση της πιθανότητας αναγνώρισης σαφών τηλεπισκοπικών, όπως ο δείκτης βλάστησης NDVI για να χρησιμοποιηθούν στα πλαίσια σύνταξης των μοντέλων συσχέτισης, ήτοι να επιχειρηθεί η αποκάλυψη συγκεκριμένου παράγοντα σχετικού με την τηλεπισκόπηση πίσω από την αιτιολογία των αλληλεπιδράσεων μεταξύ περιβάλλοντος και φαινοτύπων. Επιπρόσθετα, η συνάφεια της χρήσης του NDVI πρέπει να εκτιμηθεί σε έρευνες συσχέτισης μεταξύ γονιδίων και περιβάλλοντος (GxE association studies), ώστε να αξιολογηθεί ο βαθμός επίδρασής του στη γενετική ποικιλία.

2. ΣΧΕΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Το επιστημονικό πεδίο της γενετικής τοπίου αναδείχθηκε σαν σύνθεση δύο άλλων επιστημονικών πεδίων της πληθυσμιακής γενετικής (population genetics) και της οικολογίας τοπίου (landscape ecology) (Manel et al., 2003). Αυτό το πεδίο στοχεύει στην παροχή πληροφοριών σχετικά με την επιρροή του τοπίου και των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων στην γονιδιακή ροή, τη δομή του πληθυσμού και την τοπική προσαρμογή, αλλά επίσης αποσκοπεί στην αναγνώριση κρυμμένων γενετικών ασυνεχειών-ανωμαλιών, οι οποίες είναι διακοπές στην γενετική ροή χωρίς προφανή αιτία, ή δευτερογενούς επαφής μεταξύ πρώην απομονωμένων πληθυσμών.

Οι μελέτες γενετικής πεδίου απαιτούν δεδομένα από δύο διαφορετικές πηγές: α) δεδομένα της περιοχής μελέτης (πχ. τηλεπισκοπικά δεδομένα, ψηφιακά μοντέλα εδάφους, συλλογές πεδίου) και β) γενετικά δεδομένα σε πολλές περιοχές του γονιδιώματος (multilocus genetic data). Τα δεδομένα της περιοχής μελέτης συλλέγονται με πληθώρα μεθόδων, συμπεριλαμβανομένου: μετρήσεων πεδίου, αερομεταφερόμενους ή δορυφορικούς δέκτες (Storfer et al., 2007). "Γενικά, η γενετική τοπίου επιδιώκει να κατανοήσει την επίδραση των οικολογικών διεργασιών (Turner et al., 2001) στη γενετική ποικιλία ποσοτικοποιώντας τη σχέση μεταξύ μεταβλητών τοπίου, δομή πληθυσμιακής γενετικής και γενετική διαφοροποίηση...". Πρόσφατες εξελίξεις σε δεδομένα υψηλής ανάλυσης (<4m) και σε μεθόδους ανάλυσης, βελτίωσαν εξαιρετικά τη χωρική ορθότητα και ακρίβεια ανίχνευσης, ταξινόμησης και οριοθέτησης χαρακτηριστικών οικοτόπου τόσο στις δύο (Wulder et al., 2004; Greenberg et al., 2005) όσο και στις τρεις διαστάσεις. Τέτοια δεδομένα υψηλής ακρίβειας δύνανται να δημιουργήσουν χωρικά λεπτομερή ψηφιακά μοντέλα εδάφους και σύνθετα φυτοκάλυψης. Σε μεγαλύτερες χωρικές κλίμακες (ανάλυση 250 m–1.1 km), δεδομένα εικόνων λαμβάνονται για ολόκληρη τη γήινη σφαίρα δύο φορές την ημέρα, επιτρέποντας αναλύσεις σε πρωτοφανή χρονική ανάλυση (Rahman et al., 2004; Running et al., 2004) ώστε να συγκριθεί η φαινολογία της βλάστησης με τη φυτική και ζωική γενετική ποικιλία. Εντούτοις, υπογραμμίζεται ότι η κλίμακα των συλλεχθέντων δεδομένων πρέπει να ταιριάζει με αυτή των ερωτήσεων και υποθέσεων που τίθενται από την έρευνα" (Storfer et al., 2007).

Τα δύο σημαντικότερα σημεία της γενετικής τοπίου είναι η ανίχνευση και τοποθέτηση γενετικών ασυνεχειών και η συσχέτιση αυτών των ανωμαλιών με χαρακτηριστικά

γνωρίσματα τοπίου και περιβάλλοντος (Manel et al., 2003). Η πιθανή αιτιολογία, που πιθανώς οδηγεί σε γενετικές διαφοροποιήσεις και συμβάλλει στην πληθυσμιακή ποικιλία, συντίθεται από πολλαπλούς παράγοντες οι οποίοι εξαιτίας συνδυασμένων επιδράσεων βιογεωγραφίας, γεωγραφικής απόστασης και ασυνεχειών κατοικίας (Riginos & Nachman, 2001), όπως θερμοκρασία, βαθμίδα υγρασίας, υδρογραφικό δίκτυο, αλμυρότητα νερού, απόσταση, υψόμετρο, κλίση, ανθρωπογενείς παράγοντες, χρήσεις γης και πιθανά εμπόδια μετακίνησης (πχ. όρη, ποτάμια, οδοί, αποψιλωμένες περιοχές). Ο πλήρης εντοπισμός των βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων που εμπλέκονται στην εξελικτική διαδικασία είναι απαραίτητος για την μοντελοποίηση και πρόβλεψη της εξέλιξης της γενετικής ποικιλομορφίας σύμφωνα με διάφορες υποθέσεις, ιδιαίτερα εκείνων που σχετίζονται με περιβαλλοντικές αλλαγές που οφείλονται στην ανθρώπινη δραστηριότητα, ώστε να παρακολουθούνται τα απειλούμενα είδη.

Η συνέργεια των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων στην γενετική τοπίου χρησιμοποιήθηκε πρόσφατα μέσω «μιας νέας μεθόδου για την ανίχνευση γενετικών υπογραφών φυσικής επιλογής βάσει εφαρμογών χωρικής ανάλυσης» από τους Joost et al. (2007). Με βάση αυτή τη Μέθοδο Χωρικής Ανάλυσης (Spatial Analysis Method, SAM) ελέγχθηκε η συσχέτιση μεταξύ των συχνοτήτων των αλληλόμορφων γονιδίων σε μοριακούς δείκτες με δεδομένα από διάφορες περιβαλλοντικές μεταβλητές, με τη συμβολή των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS), περιβαλλοντικών δεδομένων, μοριακών δεδομένων και πολλαπλών μονομεταβλητών λογιστικών παλινδρομήσεων (Joost et al., 2007).

Προκειμένου να προσδιοριστεί η διαδικασία κατά την οποία ένας περιβαλλοντικός παράγοντας που προέκυψε από δεδομένα εικόνων ή μια υπογραφή φυσικής επιλογής μέσα σε ένα γονιδίωμα, ανιχνευμένο με τηλεπισκοπικές τεχνικές, επηρεάζει το γονιδίωμα και ενδεχομένως συμπεραίνεται ότι το συγκεκριμένο γονιδίωμα υπόκειται στους κανόνες της φυσικής επιλογής, είναι απαραίτητο να αποκαλυφθούν οι λειτουργικοί παράγοντες που κρύβονται πίσω από τους παρατηρούμενους σε ένα ψηφιακό σύνολο δεδομένων, αλλά και να κωδικοποιηθούν οι φαινολογικοί. Επιδράσεις του μικροκλίματος, συνεργιστικές συνέπειες των ορυκτών, η γονιμότητα και η υγρασία του εδάφους για την ανάπτυξη των φυτών, καθώς και οι αμοιβαίες βιοτικές επιρροές ανήκουν στους έμμεσα παρατηρούμενους λειτουργικούς παράγοντες που μπορεί να συσχετιστούν με την διακύμανση των βιοφυσικών παραμέτρων που οδηγούν σε βιοποικιλότητα, τουλάχιστον

μεταξύ πληθυσμών ψαριών (Zonneveld, 1989). Όσον αφορά τους φαινολογικούς παράγοντες, ο Griffith αναφέρεται σε μελέτες στις οποίες χρησιμοποιούνται σύνθετα κανονικοποιημένων δεικτών βλάστησης (NDVI) και φαινολογικές μετρητικές βλάστησης προερχόμενα από δεδομένα χρονοσειρών NDVI, ώστε να εξηγήσει μερικές από τις διακυμάνσεις της ποιότητας του νερού, υποδεικνύοντας με τον τρόπο αυτό ένα σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης πίεσης σε υδατικά συστήματα (Griffith, 2002).

Όπως επισημάνθηκε ανωτέρω, δύο από τους στόχους της γενετικής οπίου είναι να ανιχνευθούν οι θέσεις των γενετικών ανωμαλιών και να συσχετιστούν με χαρακτηριστικά του τοπίου και του περιβάλλοντος, όπως τα όρη, οδικό και υδρογραφικό δίκτυο, βαθμίδα υγρασίας και αποψιλωμένες περιοχές (Manel et al., 2003; Guillot et al., 2007). Ωστόσο, καμιά από τις προαναφερθείσες μελέτες δεν παρουσιάζει κάποια αποτελεσματική μέθοδο τηλεπισκόπησης ή συγκεκριμένα δεδομένα για την αναγνώριση και τον εντοπισμό γενετικών ανωμαλιών, ούτε αποκαλύπτει κάποια προφανή σύνδεση αυτών με περιβαλλοντικούς ή τοπιακούς δείκτες.

Επιπλέον, διάφορες δημοσιευμένες μέθοδοι (Pritchard et al., 2000; Dawson and Belkhir, 2001; Falush et al., 2003; Kerr and Ostrovsky, 2003 αναγνωρίζοντας τη σημασία της γεωαναφοράς γενετικών δεδομένων, κατέληξαν σε λάθος, υποδηλώνοντας διαμέσου των εφαρμοσθέντων αλγορίθμων κάποια χωρική ομοιογένεια στην κατανομή των αιτιωδών φαινομένων. Αυτό το κριτήριο δεν είναι παρά μια υπόθεση που έγινε σε μια προσπάθεια να ποσοτικοποιηθούν και να συσχετιστούν γενετικά δεδομένα και περιβαλλοντικοί δείκτες. Υπό κανονικές συνθήκες, οι οργανισμοί δεν ακολουθούν ομοιόμορφη κατανομή, καθώς σπάνια τα άτομα τείνουν να κατανέμονται κατ' αυτό τον τρόπο στον χώρο. Εξάλλου, βάσει αυτής της υπόθεσης τα άτομα αναγκάζονται να ανατεθούν σε περιοχές που περιβάλλονται από ακατάλληλους βιοτόπους και που τα συγκεκριμένα είδη κανονικά δεν συναντώνται (Guillot et al., 2007; Kidd & Ritchie, 2006). Αναγνωρίζοντας αυτό, ορισμένοι ερευνητές υιοθέτησαν πρόσφατα προσεγγίσεις «γενετικής τοπίου», όπου τα άτομα δειγματοληπτούνται κατά μήκος εκτενών περιοχών, εκτιμάται η γενετική συσχέτιση μεταξύ των ατόμων και αυτές οι σχέσεις συνδέονται με χαρακτηριστικά του τοπίου (Vitalis and Couvet, 2001; Manel et al., 2003; Coulon et al., 2004, 2006; Scribner et al., 2005).

Απευθυνόμενοι στο πρόβλημα ποσοτικοποίησης, αρκετές έρευνες τείνουν να εφαρμόζουν ελέγχους με απλές μηδενικές υποθέσεις για τη γενετική του τοπίου, όπως ελέγχους για την

παρουσίας ενός εμποδίου αντί να συγκρίνουν στοιχεία για ανταγωνιστικές υποθέσεις συνθετότερων επιδράσεων της περιοχής. Το γεγονός αυτό ενδέχεται να οδηγήσει σε παρερμηνείες, όπως αποδεικνύεται από τους Cushman et al. (2006), οι οποίοι διαπίστωσαν πως παρά το ότι απλά μοντέλα απομόνωσης λόγω απόστασης ή ένα μόνο εμπόδιο στη ροή της γενετικής πληροφορίας ήταν στατιστικά σημαντικά, τα μοντέλα που ενέπλεκαν την χρήση γης και το υψόμετρο επεξηγούσαν καλύτερα την παρατηρηθείσα γενετική δομή στις μαύρες αρκούδες (Balkenhol et al., 2009).

Βάσει αυτής της αναφοράς του 2006, διαπιστώθηκε ότι τα πρότυπα της γενετικής δομής συνδέονται πρωταρχικά με τοπιακές βαθμίδες (landscape gradients) χρήσεων γης και υψομέτρου (Cushman et al., 2006). Με τον όρο τοπιακές βαθμίδες οι συγγραφείς διασαφηνίζουν ότι το τοπίο δεν είναι ένα δυαδικό μωσαϊκό κατάλληλων και ακατάλληλων βιοτόπων, καθώς είναι πιθανότερο οι οργανισμοί να βιώνουν τα τοπία σαν βαθμίδες ποικίλων ποιοτήτων και αντιστάσεων στη μετανάστευση παρά σαν μωσαϊκά ομοιόμορφα κατάλληλων βιοτόπων σε ένα ομοιόμορφα αφιλόξενο πίνακα (McIntyre and Barrett, 1992; Manning et al., 2004; McGarigal and Cushman, 2005). Πρότυπα γενετικής συσχέτισης μεταξύ ατόμων ενδέχεται να συσχετίζονται με χαρακτηριστικά τοπίου δομώντας επιφάνειες αντίστασης που αναθέτουν ποικίλες τιμές στον παράγοντα «αντίσταση στην μετανάστευση» για ποικίλα χαρακτηριστικά του πεδίου. Στη συνέχεια μπορεί να υπολογιστεί ένας πίνακας του κόστους μετακίνησης με βάση τα μονοπάτια μικρότερου κόστους ανάμεσα σε όλα τα ζεύγη των εξεταζόμενων ατόμων, αλλά και οι μερικοί έλεγχοι Mantel σε υποθέσεις που περιγράφουν εναλλακτικές σχέσεις μεταξύ τοπιακών παραγόντων και γενετικής ροής. Συγκρίνοντας γενετικές διαφοροποιήσεις μεταξύ ατόμων με τις αποστάσεις κόστους μεταξύ τους, οι ερευνητές μπορούν να ελέγξουν συγκεκριμένες υποθέσεις σχετικά με τις επιδράσεις των χαρακτηριστικών του τοπίου και των περιβαλλοντικών συνθηκών για την ροή γονιδίων (Cushman et al., 2006; Vos et al., 2001; Coulon et al., 2004, 2006; Spear et al. 2005). Συνεπώς, εκτός από την υποστήριξη της προαναφερθείσας θεωρίας για την μη ομοιόμορφη κατανομή, επισημαίνεται επιπλέον μια συσχέτιση μεταξύ παρατηρούμενων γενετικών προτύπων και ενδοπληθυσμιακές αποστάσεις ή πιθανά εμπόδια μετανάστευσης. Με αυτό το εναρκτήριο λάκτισμα, πρέπει να επισημανθεί ότι η ενδεχόμενη αιτία, η οποία πιθανόν να οδηγεί σε γενετικές διαφοροποιήσεις και να συμβάλει σε πληθυσμιακή ποικιλία, συντίθεται από πολλαπλούς παράγοντες που οφείλονται σε συνδυασμένες επιδράσεις βιογεωγραφικών, γεωγραφικών αποστάσεων και ασυνεχιών βιοτόπων (Riginos & Nachman, 2001), όπως θερμοκρασία, υγρασία υδρογραφικό δίκτυο,

βαθμός αλμυρότητας υδάτων, υψόμετρο, κλίσεις εδάφους, ανθρωπογενείς παράγοντες, χρήσεις γης και πιθανά αποτρεπτικά μεταναστευτικά εμπόδια (πχ. όπως τα όρη, ποτάμια, οδικό δίκτυο, βαθμίδα υγρασίας και αποψιλωμένες περιοχές).

Ακόμη μία μελέτη που επιβάλλεται να αναφερθεί λόγω της προσπάθειας της να απαντήσει σε καίριες ερωτήσεις που τέθηκαν από τη γενετική του τοπίου και λόγω του ότι προσέγγισε περισσότερο τα θέματα που αντιμετωπίζονται σε αυτή τη διπλωματική, είναι αυτή των Guillot et al. (2007). Ένα νέο στατιστικό μοντέλο εισάγεται, το οποίο αποσκοπεί στην σύναξη και τον εντοπισμό γενετικών ανωμαλιών μεταξύ των πληθυσμών στο χώρο από ατομικά γεωαναφερθέντα γενετικά δεδομένα σε πολλές θέσεις του γονιδιώματος (multi-locus), χωρίς καμία a priori γνώση των πληθυσμιακών μονάδων και ορίων, δεχόμενο την πρόκληση να άρει τα εμπόδια και να επεκτείνει τους παρόντες αναλυτικούς περιορισμούς (Balkenhol et al., 2009). Η περιοχή μελέτης εντοπιζόταν στις βορειοδυτικές ΗΠΑ και το σύνολο προς ανάλυση ήταν άτομα αδηφάγων (wolverine). Γενετικές ανωμαλίες ταυτοποιήθηκαν και εντοπίστηκαν χωρικά, χρησιμοποιώντας γενετικά δεδομένα. Επιπρόσθετα, εφαρμόστηκαν ακριβείς περιγραφείς του πεδίου, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών (GIS) για τη σύνδεση συναχθέντων γενετικών ασυνεχειών με χαρακτηριστικά του τοπίου, και ως εκ τούτου δημιουργήθηκαν υποθέσεις σχετικά με την αιτία των γενετικών ορίων. Μια προσπάθεια προς αυτήν την κατεύθυνση πραγματοποιήθηκε επίσης από τους Piertney et al. (1998), αλλά η χωρική μέθοδος του Guillot φαίνεται να έχει καλύτερα αποτελέσματα, καθώς αποκαλύπτονται κρυφές γενετικές δομές σε εντοπισμένους μετανάστες, όπως σε άτομα που σχετίζονται ελάχιστα με τους χωρικούς τους γείτονες και με τον καταγόμενο πληθυσμό που τους έχει οριστεί, ακόμη και για είδη με υψηλή κινητικότητα. Υπογραμμίζεται ότι η μέθοδος σχεδιάστηκε για συνεπικρατούντες γενετικούς δείκτες, όπως allozymes, μικροδορυφόροι (micro-satellites) και μονονουκλεοτιδικοί πολυμορφισμοί. Αναφορικά στην δειγματοληπτική στρατηγική ατόμων, αποδοτικά συμπεράσματα στην γενετική τοπίου προκύπτουν όταν πραγματοποιείται τυχαία δειγματοληψία σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης και όχι μόνο δειγματοληψία ορισμένων ατόμων σε καθένα από διάφορα a priori ορισμένων πληθυσμών (Manel et al., 2003).

Ένα από τα πλεονεκτήματα της εν λόγω έρευνας είναι ότι η ακρίβεια αυξάνεται με την δειγματοληπτική προσπάθεια, γεγονός που υποδηλώνει ότι επίσης την αύξηση της δύναμης της γενετικής ασυνέχειας μεταξύ πληθυσμών. Τα δύο πιο σημαντικά

πλεονεκτήματα είναι ότι από την αναπτυχθείσα στατιστική μέθοδο κατέστη δυνατή η κατάληξη στο συμπέρασμα ότι πολλαπλοί χωρικοί τομείς, οι οποίοι ενδεχομένως να παρουσιάζονται ως ασύνδετοι μεταξύ του δειγματοληπτικού παραθύρου, μπορούν να ανήκουν στην ίδια πληθυσμιακή μονάδα, και ως εκ τούτου το πλήθος των πληθυσμιακών μονάδων να τεθεί ως άγνωστη παράμετρος.

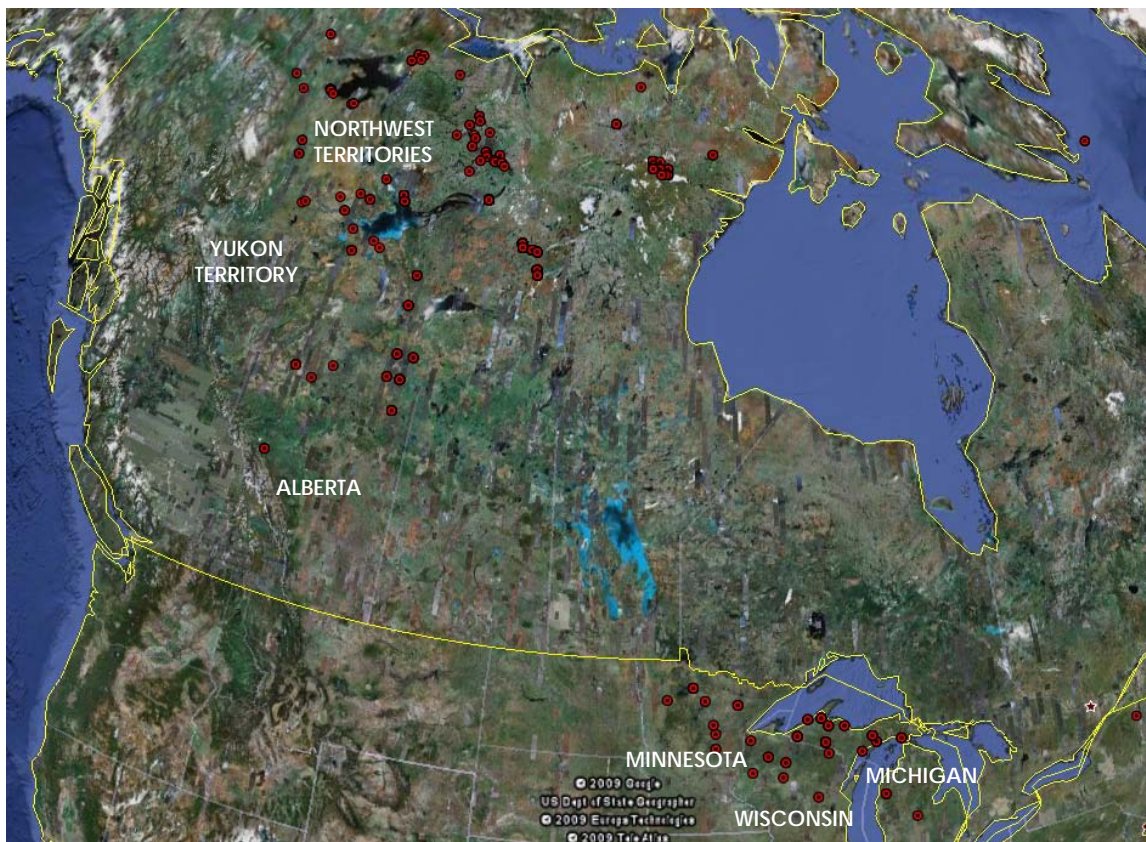
Ο μόνος στόχος που τέθηκε αρχικά από τη μελέτη και δεν διευκρινίστηκε, είναι αυτός περί της συσχέτισης μεταξύ περιβαλλοντικών παραμέτρων, παραμέτρων τοπίου-πεδίου και γενετικών ασυνεχειών. Η μοναδική περιβαλλοντική παράμετρος που αναφέρεται να επηρεάζει τον εξεταζόμενο πληθυσμό είναι η ανθρώπινη επίδραση στον βιότοπο και των μεγαλύτερης κινητικότητας ειδών. Εντούτοις, μια μέθοδος παρόμοια με αυτές που χρησιμοποιούνται στις τηλεπισκοπικές εικόνες για την αφαίρεση του θορύβου της εικόνας εφαρμόζοντας κατάλληλα φίλτρα, χρησιμοποιήθηκε ώστε να απομακρυνθεί ο θόρυβος από συγχεόμενες συντεταγμένες ατόμων που είχαν ληφθεί σαν δείγματα.

Εν κατακλείδι, από τη σχετική βιβλιογραφία τεκμαίρεται ότι η συμβολή της τηλεπισκόπησης ενδέχεται να είναι σημαντικότερη από ό,τι αναφέρεται στη βιβλιογραφία, επειδή η χρήση της δεν αναφέρεται στην πλειονότητα των μελετών, κυρίως λόγω της ασυνάφειας των ερευνητών με το εν λόγω επιστημονικό πεδίο.

3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ

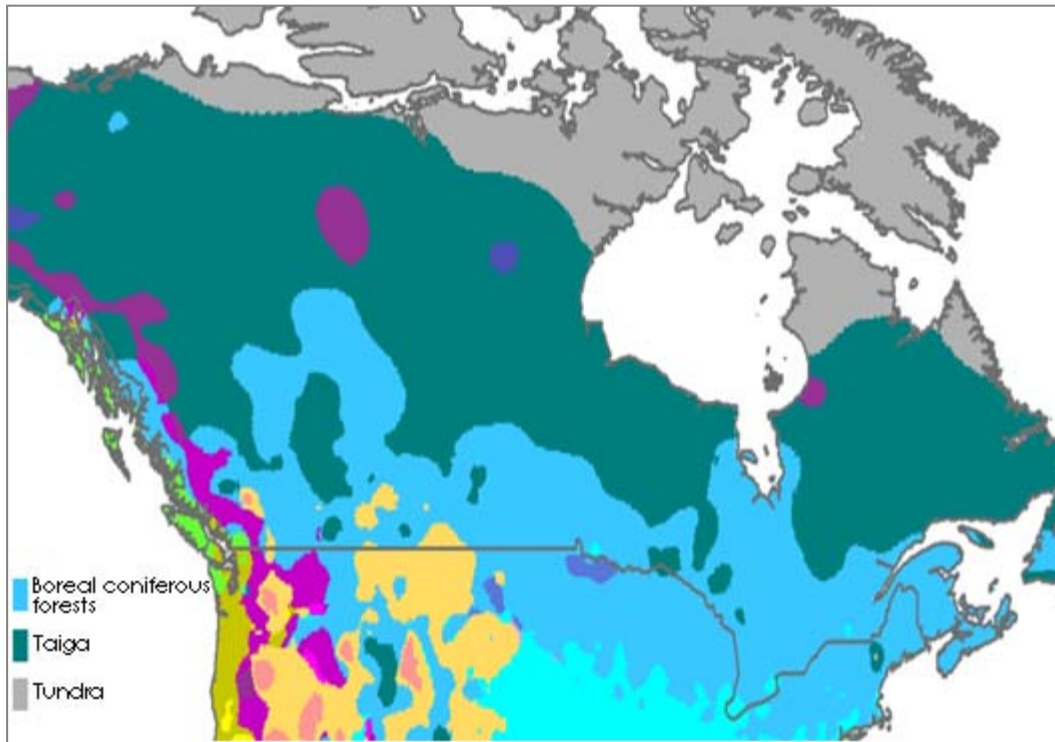
3.1. Περιοχή Μελέτης

Ο υπό εξέταση πληθυσμός γκρίζων λύκων εντοπίζεται στις κεντρικές υπο-αρκτικές και μεγάλων γεωγραφικών πλατών δασικές περιοχές του Καναδά (Yukon Territory και Northwest territories) και στις βόρειες πολιτείες των ΗΠΑ (Minnesota, Wisconsin, Michigan) (Εικόνα 3.1.). Εξαιτίας της θέσης της παραπλεύρωσ του Βόρειου Πόλου, ιδιαίτερα χαρακτηριστικά προστίθενται.



Εικόνα 3.1. Θέσεις δειγμάτων πληθυσμού γκρίζων λύκων. Με κόκκινα σημεία απεικονίζονται 523 δείγματα από άτομα του εξεταζόμενου πληθυσμού λύκων που χρησιμοποιήθηκαν για την εν λόγω ανάλυση. (Πηγή: Google Earth)

Το κλίμα του βορειοανατολικού τμήματος της περιοχής μελέτης αποτελείται από ημι-άνυδρη αρκτική τούνδρα (semi-arid low-Arctic tundra' Bliss, 1988) που χαρακτηρίζεται από δύο μόνο εποχές, ήτοι χειμώνα και καλοκαίρι. Τα βορειοδυτικά τμήματα της περιλαμβάνουν την βόρεια καναδική τάιγκα (Northern Canadian Shield Taiga), η οποία χαρακτηρίζεται από σύντομα δροσερά καλοκαίρια και παρατεταμένους χειμώνες, και αρκτικά κωνοφόρα δάση (boreal coniferous forest) τα οποία χαρακτηρίζονται από υψηλές βροχοπτώσεις (Εικόνα 3.2.). Τα στοιχεία του τοπίου που συναντώνται σε αυτές τις περιοχές είναι λίμνες, παγωμένες πλέον του μισού έτους, υψηλής πυκνότητας δάση και ομαλή τοπογραφία (Musiani et al, 2007).



Εικόνα 3.2. Κλιματολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης στο Βόρειο Καναδά και τις Β. ΗΠΑ. Οι κλιματικές συνθήκες στις θέσεις των δειγμάτων του πληθυσμού των λύκων απεικονίζεται με κυανό για τα αρκτικά κωνοφόρα δάση, με γαλάζιο για την τάιγκα και με γκρι για την τούνδρα.

3.2. Περιγραφή Συλλεχθέντων Περιβαλλοντικών Δεδομένων

Για την διερεύνηση της πιθανότητας μια περιβαλλοντική παράμετρος να συνιστά σημαντική δύναμη για τη διαμόρφωση του γονιδιώματος, συλλέχθηκαν κλιματικά και τηλεπισκοπικά δεδομένα, τα οποία παρουσιάζονται στα ακόλουθα υποκεφάλαια.

Τα συλλεχθέντα δεδομένα διατίθενται σε διάφορες προβολές. Η Lambert Αζιμουθιακή Ισημβαδική προβολή (*Lambert Azimuthal Equal Area*) καλύπτει 48 όμορες πολιτείες των ΗΠΑ και του Καναδά και συνήθως χρησιμοποιείται για Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους (DEM) και δεδομένα εδαφοκάλυψης. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών διαφορετικά datums χρησιμοποιούνται από τα Παγκόσμια Γεωδαιτικά Προβολικά Συστήματα (*World Geodetic System WGS*). Το WGS 84, που είναι προς το παρόν σε χρήση για αυτό το σύστημα, ισχύει μέχρι το 2010. Το βόρειο Αμερικάνικο datum (North American Datum) του 1983 βασίζεται στο σφαιροειδές του Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς (*Geodetic Reference System 1980, GRS80*), και πρόκειται για ένα γεωκεντρικό οριζόντιο datum χωρίς αρχικό σημείο αναφοράς ή κατεύθυνση (πολικό άξονα), το οποίο χρησιμοποιείται για επιθέματα εθνικών ατλάντων. Επιπρόσθετα, αποτελεί ένα ευρέως χρησιμοποιημένο datum. Για την διαχείριση, επεξεργασία και ανάλυση των απαραίτητων πληροφοριών, απαιτείται η προβολή όλων των δεδομένων σε ένα προβολικό σύστημα. Η προσέγγιση και η επάρκεια της επεξεργασίας των εικόνων που ακολουθείται από τα πακέτα GIS λογισμικών ώστε να διορθωθούν οι διαφορές που δημιουργούνται κατά την μετατροπή μεταξύ σφαιροειδών δεν είναι σαφής και ορισμένα προβλήματα ενδέχεται να προκύψουν. Η οπτικοποίηση των δεδομένων που τελικά χρησιμοποιήθηκαν, παρουσιάζονται στο παράρτημα^[1] (Εικόνα A1).

3.2.1. Κλιματικά δεδομένα

Κλιματικά δεδομένα συλλέχθηκαν από την περιβαλλοντική βάση δεδομένων του σχεδίου ECONOGENE, τα οποία συγκεντρώθηκαν από την Climatic Research Unit (CRU) για χρονική περίοδο 40 ετών (Πίνακας 3.1.). Όλα τα περιβαλλοντικά δεδομένα (κλιματικά και NDVI) συλλέχθηκαν σαν μηνιαίες μεταβλητές ώστε να διερευνηθεί η επίδραση της εποχικότητας στα γενετικά δεδομένα. Περαιτέρω πληροφορίες σχετικά με τη δομή των δεδομένων περιέχονται στο άρθρο των New et al. (2002).

Πίνακας 3.1. Προσδιορισμός λεπτομερειών συλλεχθέντων κλιματικών δεδομένων.

Δεδομένα	Δορυφόρος/ Δέκτης	Ανάλυση	Προβολή/ Ελλειψοειδές- Datum	Περιοχή	Πηγή	Αρχική Ημ/νία Συλλογής
Κατακρήμνιση, συντελεστής διακύμανσης μηνιαίας κατακρήμνισης, σχετική υγρασία, μέση και ημερήσια θερμοκρασία, διάρκεια παγετού εδάφους, διάρκεια ηλιοφάνειας, πλήθος υγρών ημερών	885 μετεωρολογικοί μετρητικοί σταθμοί	χωρική ανάλυση 10' πλάτος/μήκος ~ 12000 m	GCS North American 1983/ Geodetic Reference System 1980 (GRS80)	Βόρεια Αμερική	Climate Research Unit http://www.cru.uea.ac.uk (με την ευγενική παραχώρη ση του Laboratory of Geographic Information Systems (LaSIG), EPFL)	1961– 2001

3.2.2. Τηλεπισκοπικά δεδομένα

3.2.2.1. Τεχνικές συλλογής δεδομένων

Τηλεπισκόπηση είναι η επιστήμη και η τεχνική που εξετάζει τις αρχές, μεθόδους, όργανα και συστήματα με οποία επιτυγχάνεται η εκ του μακρώθεν συλλογή, επεξεργασία, ανάλυση και ερμηνεία πληροφοριών που σχετίζονται με συγκεκριμένες ιδιότητες αντικειμένων ή φαινομένων. Η Τηλεπισκόπηση έχει εφαρμοστεί στη γεωργία, δασολογία, γεωλογία, γεωμορφολογία, τεχνική φωτογεωμορφολογία, ωκεανογραφία, κλιματολογία, γεωγραφία, περιφερειακή ανάπτυξη και στην καταγραφή και παρακολούθηση των φυσικών και ανθρωπίνων διαθεσίμων γενικότερα (Αργιαλάς, 1977· Μπαντέκας, 1984· Ρόκος, 1988).

Στην παρούσα διπλωματική αυτές οι εφαρμογές επιχειρήθηκαν να εμπλουτιστούν με την διερεύνηση της πιθανής συμβολής της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης στην Γενετική του Τοπίου. Οι πτυχές που η Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση παρέχει, αποτελούν ένα φιλόδοξο εναρκτήριο λάκτισμα για την χρήση των παραγώγων της από πλευράς δεδομένων και μεθόδων. Τα περιβαλλοντικά σύνολα δεδομένων που συλλέγονται από παθητικούς ή ενεργητικούς δέκτες, ενδέχεται να παρέχουν γνώρισμα και άρα παράγοντες που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των μοντέλων συσχετίσεων, ενώ παράλληλα

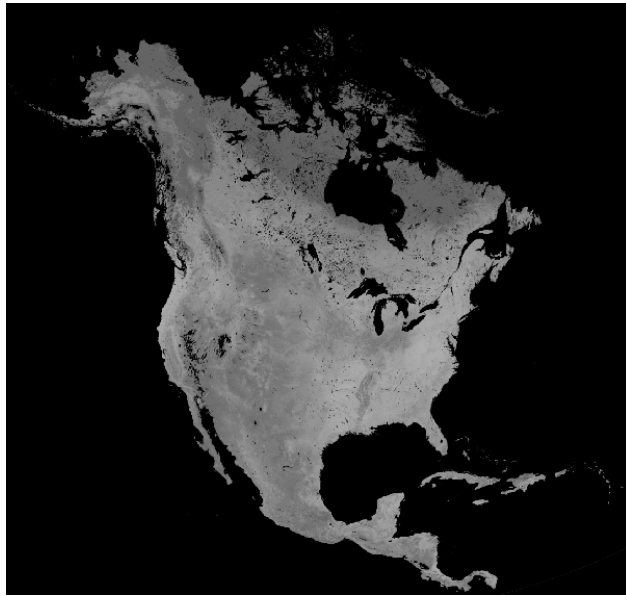
προσφέρονται για ανάλυση της πιθανής συνέργειας του εν λόγω επιστημονικού κλάδου στην γενετική τοπίου, στοχεύοντας στην επιβεβαίωση της υπόθεσης περί αναγνώρισης υπογραφών φυσικής επιλογής στα γονιδιώματα οργανισμών, στη συγκεκριμένη εργασία γκρίζων λύκων.

Τα παραχθέντα τηλεπισκοπικά γνωρίσματα, που εξετάζονται για το αν ενέχουν θέση περιβαλλοντικών παραγόντων πρόβλεψης στην εξελικτική ποικιλότητα του πληθυσμού των γκρίζων λύκων, είναι κυρίως ο κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), αλλά και το υψόμετρο όπως αυτό προκύπτει από Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους (Digital Elevation Models, DEM).

Ο NDVI είναι ένα αριθμητικός δείκτης για την εκτίμηση της περιεκτικότητας της χλωροφύλλης και της υγρασίας του υπό εξέταση αντικειμένου (βλάστησης ή εδάφους) και υπολογίζεται από τον λόγο της διαφοράς των τιμών ανακλαστικότητας του υπέρυθρου (NIR) και του κόκκινου καναλιού (R) του αισθητήρα, προς το άθροισμα αυτών (εξίσωση 1):

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (1)$$

Ο λόγος αυτός βασίστηκε στην παρατήρηση ότι ζωντανά πράσινα φυτά που περιέχουν υψηλές ποσότητες χλωροφύλλης απορροφούν ηλιακή ακτινοβολία, καθώς χρησιμοποιείται κατά τη φωτοσύνθεση, και τα κύτταρα των φύλλων ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία στην εγγύς υπέρυθρη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, καθώς σε περίπτωση που αυτή η ποσότητα ενέργειας απορροφούταν από το φυτό θα προκαλούσε υπερθέρμανση και πιθανώς καταστροφή του. Σαν αποτέλεσμα της παρατήρησης αυτής και από τη στιγμή που τα AVHRR δεδομένα του NOAA περιέχουν τιμές σε αυτές τις φασματικές περιοχές, προέκυψε η ανωτέρω εξίσωση. Ο NDVI κυμαίνεται μεταξύ -1.0 και +1.0. Σε μια δορυφορική εικόνα (Εικόνα 3.3.) οι περιοχές που απεικονίζονται με ανοικτούς τόνους του γκρι, συγκριτικά με τις γεινιάζουσες, συνιστούν περιοχές βλάστησης καθώς χαρακτηρίζονται από υψηλή ανακλαστικότητα και τείνουν να έχουν τιμές μεγαλύτερες του 1, ενώ οι υπόλοιπες περιοχές, όπως οι υδάτινες και χέρσες επιφάνειες που απορροφούν την ακτινοβολία, τείνουν να είναι περιοχές που απεικονίζονται με σκούρους τόνους και αρνητικές τιμές. Συνεπώς, ο προσδιορισμός της βλάστησης καθίσταται άμεσος.



Εικόνα 3.3. Σύνθετο NDVI της βόρειας Αμερικής από δορυφόρο NOAA (Μάιος 1992). Αρχική προβολή σε Lambert Azimuthal Equal Area, εδώ μετατροπή προβολής σε WGS84. Πηγή: http://edc2.usgs.gov/glcc/glcc_version1.php#NorthAmerica

Εντούτοις, το περιορισμένο πεδίο των $[-1.0, +1.0]$ του δείκτη είναι ανεπαρκές για να αναπαρασταθεί 8-bit εικόνα, επιπρόσθετα στο γεγονός ότι η διαδικασία κατωφλίωσης της εικόνας για λόγους ταξινόμησης καθίσταται πολύπλοκη. Για την επίλυση αυτού καθιερώθηκε ο κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης (Scaled Normalized Difference Vegetation Index):

$$ScaledNDVI = 100 \cdot \left(\frac{NIR - R}{NIR + R} + 1 \right)$$

του οποίου το εκτεταμένο εύρος των $[0, 200]$ συγκατατίθεται σε μια ακριβέστερη ταξινόμηση. Η τιμή -1.0 του πεδίου τιμών του NDVI αντιστοιχεί στην τιμή 0 του πεδίου τιμών του κανονικοποιημένου δείκτη βλάστησης (Scaled NDVI), η τιμή 0 του NDVI στην 100 του Scaled NDVI και η τιμή $+1.0$ στην τιμή 200 . Συνεπώς ένα εικονοστοιχείο (pixel) ή ένα αντικείμενο με τιμή NDVI 0.43 αντιστοιχεί σε τιμή 143 . Σε ένα Scaled NDVI σύνθετο οι περιοχές με τιμές μικρότερες από 100 ταξινομούνται σαν νέφη, υδάτινες επιφάνειες ή άλλες επιφάνειες μη-βλάστησης, ενώ περιοχές με τιμές μεγαλύτερες από 100 ταξινομούνται σαν βλάστηση. Ο δείκτης υπολογίζεται για κάθε αντικείμενο μιας δορυφορικής εικόνας από τη μέση τιμή των ανακλαστικότητων των εικονοστοιχείων που το απαρτίζουν για το κανάλι R ή αντίστοιχα NIR (Αργιαλάς, 1998).

Υπογραμμίζεται ότι εξαιτίας της ευαισθησίας του NDVI ορισμένες ασάφειες μπορεί να ανακύψουν. Δεδομένου ότι ο NDVI εκτιμά την περιεκτικότητα σε υγρασία από την χαμηλή ανακλαστικότητα του εξεταζόμενου αντικειμένου και τα σύνθετά του αναπαρίστανται με σκούρους τόνους, τα βρεγμένα εδάφη τείνουν να χαρακτηρίζονται από διαφορετικές τιμές του NDVI σύμφωνα με την υγρασία του εδάφους και όχι βάσει των αλλαγών στη βλάστηση. Επιπλέον, λεπτά ή μικρά νέφη και σκιές νεφών με διαστάσεις μικρότερες από την ανάλυση της εικόνας, ενδέχεται να οδηγήσουν σε εσφαλμένες μετρήσεις του NDVI και άρα σε λανθασμένες ερμηνείες. Αυτά τα ζητήματα ελαχιστοποιούνται με τη δημιουργία συνθέτων από καθημερινές ή σχεδόν καθημερινές λήψεις εικόνων. Καθώς ο εν λόγω δείκτης αποτελεί την καινοτομία αυτής της διπλωματικής, δόθηκε έμφαση στην συλλογή και ερμηνεία του συνόλου των εικόνων για την αποφυγή παραπλάνησης.

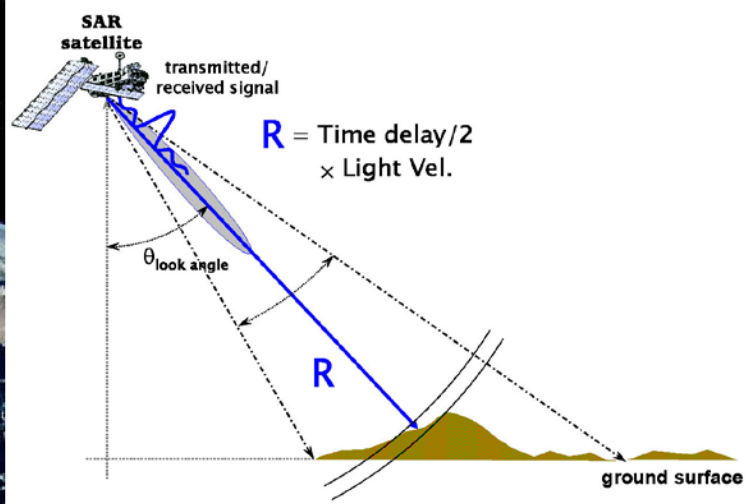
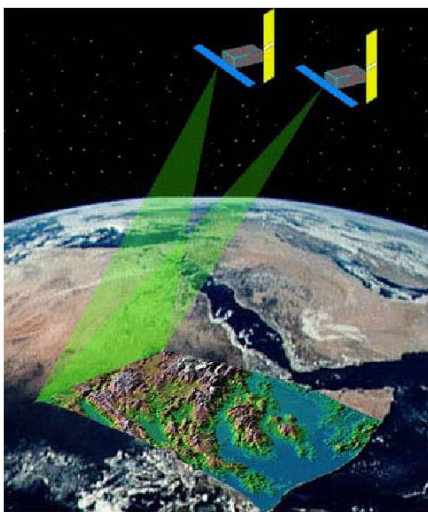
Το δεύτερο χαρακτηριστικό που εξήχθη από τηλεπισκοπικά δεδομένα ήταν το υψόμετρο. Για τον λόγο αυτόν επιστρατεύθηκαν Ψηφιακά Μοντέλα Επιφανείας (Digital Elevation Models, DEM. Το DEM είναι μια ψηφιακή συνεχής αναπαράσταση της τοπογραφίας της γήινης επιφάνειας ή μέρους αυτής(Εικόνα 3.4.).



Εικόνα 3.4. Ψηφιακό Μοντέλο Επιφανείας (Digital Elevation Model, DEM) της Βόρειας Αμερικής από δορυφόρο NOAA. Αρχική προβολή σε Lambert Azimuthal Equal Area, για τις ανάγκες της εν λόγω ανάλυσης επαναπροβλήθηκε σε WGS84. Πηγή: http://edc2.usgs.gov/glcc/glcc_version1.php#NorthAmerica

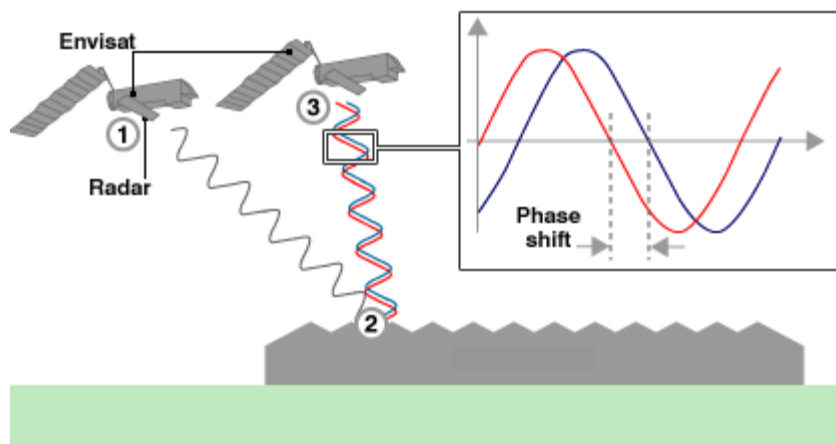
Καλείται επίσης Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (Digital Terrain Model, DTM) και περιέχει μόνο την επιφάνεια, αποκλείοντας τα ανθρωπογενή χαρακτηριστικά όπως κτήρια, δέντρα κ.ά. Ένα DEM μπορεί να αναπαρασταθεί είτε σαν raster είτε σαν triangular irregular network

(TIN) και υλοποιείται με τηλεπισκοπικές τεχνικές, με τη συνένεργεια δεδομένων LiDAR, στερεο-φωτογραμμετρίας, radars και σπάνια πλέον με απευθείας τοπογραφικές μετρήσεις πεδίου με όργανα όπως το θεοδόλιχο ή ο ολοκληρωμένος μετρητικός σταθμός (total station). Μια τηλεπισκοπική τεχνική που χρησιμοποιείται για την προετοιμασία ενός DEM είναι η *Interferometric Synthetic Aperture Radar* (InSAR). Δύο περάσματα του δορυφόρου radar (πχ. RADARSAT-1) ή ένα πέρασμα ενός δορυφόρου εξοπλισμένου με δύο αντέννες (πχ. SRTM) καλύπτουν μια επαρκή περιοχή για τη σύνθεση δεκάδων χιλιομέτρων υψομετρικού χάρτη.

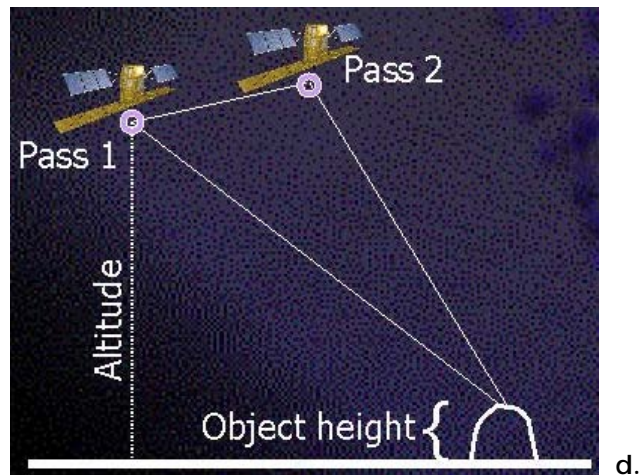


a.

b.



c.

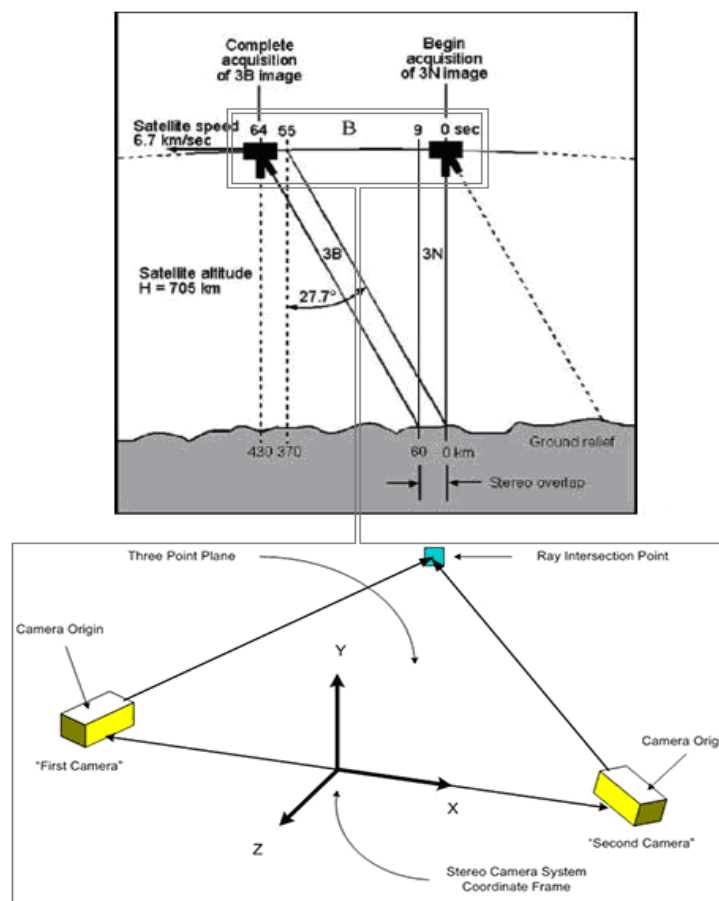


Εικόνα 3.5. Σχηματική αναπαράσταση του Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR).
a. Μονής διέλευσης συμβολομετρία από δύο ξεχωριστές antennas ταυτόχρονα,
b. και c. ①, ②, ③. Αρχές και τεχνική του InSAR,
d. Επαναλαμβανόμενης διέλευσης συμβολομετρία με single-antenna SAR system.
(Πηγή : a., b. <http://www.geodesy.miami.edu/sar.html>,
c. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/6231334.stm>
d. <http://envisat.esa.int/handbooks/asar/CNTR1-1-5.htm>)

Στην εικόνα 3.5.a. παρουσιάζονται δύο δορυφόροι που φωτίζουν την ίδια περιοχή της Γης. Σε περίπτωση ταυτόχρονης σάρωσης από δύο διαφορετικές antennas, μία antenna μεταδίδει και λαμβάνει ταυτόχρονα το σήμα του radar. Αυτή η antenna καλείται κύρια (master). Η δεύτερη antenna, ή αλλιώς «σκλάβος» (slave), μπορεί μόνο να λαμβάνει σήματα. Αυτή η μέθοδος αναφέρεται στην βιβλιογραφία ως *συμβολομετρία μονής διέλευσης* (single-pass interferometry) (Εικόνα 3.5.a.). Σε περίπτωση που ένα single-antenna SAR system επανεπισκεφθεί την ίδια θέση και καταγράψει εικόνες για την ίδια περιοχή μετά από αρκετές ημέρες ή εβδομάδες, η μέθοδος καλείται *επαναλαμβανόμενης διέλευσης συμβολομετρία* (repeat-pass interferometry). Με αυτή τη μέθοδο, κάθε antenna ενέχει διπλό ρόλο πομπού και δέκτη, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.3.d. Στην ουσία, ένας μόνο δορυφόρος ακτινοβολεί την περιοχή (Εικόνα 3.5.c. ① και ②), ακολουθούμενος αρκετές εβδομάδες έχω χρόνια αργότερα από ένα δεύτερο δορυφόρο στην ίδια ονομαστική τροχιά που λαμβάνει μια δεύτερη εικόνα. Υπολογίζεται η μετακίνηση τους γήινης επιφάνειας μεταξύ δύο διαδοχικών διελεύσεων του δορυφόρου, ακολουθώντας αρχές που απεικονίζονται στην Εικόνα 3.5.b. Οι δύο βασικές απαιτήσεις είναι οι τροχιές των δύο διελεύσεων των δορυφόρων να είναι γνωστές με μεγάλη ακρίβεια, και να αξιοποιηθεί η πληροφορία του πλάτους (amplitude) και της φάσης (phase) που λαμβάνεται από τη διαφορά φάσεων του SAR σήματος. Η πληροφορία από τη φάση εκ των δύο διελεύσεων των δορυφόρων είναι ένα είδος μέτρησης απόστασης, και χρησιμοποιείται για την

εκτίμηση της διαφοράς απόστασης, μέσω της διαφοράς φάσματος (range change), μεταξύ δύο διελεύσεων (Εικόνα 3.5.c ³), στην κατεύθυνση του υπό γωνία χ δορυφόρου ("look angle"). Αυτό υποδηλώνει ότι η μέτρηση είναι εγγενώς μονοδιάστατη. Η χρήση και των δύο διελεύσεων (ascending and descending passes) μπορεί να χρησιμεύσει στον καθορισμό της μέτρησης του διαστάτου διανύσματος.

Μια άλλη τεχνική είναι η αλληλεξάρτηση ψηφιακής εικόνας (digital image correlation) η οποία παράγει ένα στερεο-ζεύγος από διαφορετικές γωνίες από την ίδια διέλευση ενός Earth Observation Satellite (ASTER, SPOT5) ή ενός αερομεταφερόμενου δέκτη (Εικόνα 3.6.). Στις σπάνιες περιπτώσεις που η συμβολομετρία δεν παρέχει ικανοποιητικά αποτελέσματα, κυρίως σε ορεινές περιοχές, πραγματοποιείται επίγεια μέτρηση της γήινης επιφάνειας παράγοντας ψηφιακούς χάρτες ισοϋψών με παρεμβολή. Η ακρίβεια του DEM εξαρτάται από την ορθότητα συλλογής των δεδομένων (απόλυτη ακρίβεια) και από την ακρίβεια παρουσίασης της μορφολογίας (σχετική ακρίβεια).



Εικόνα 3.6. Σχηματική αναπαράσταση του σχηματισμού του στερεο-ζεύγους. (Πηγή : De Oliveira and Paradella, 2009 ; Toutin, 2002)

Τα συλλεχθέντα τηλεπισκοπικά δεδομένα συνάδουν με τους στόχους της διπλωματικής εργασίας και τη φύση και έκταση της περιοχής μελέτης. Οι τεχνικές λεπτομέρειες των εικόνων και των επιλεχθέντων δορυφόρων που εξυπηρετούν αυτό το σκοπό αναλύονται στο επόμενο τμήμα.

3.2.2.2. Συλλεχθέντα τηλεπισκοπικά δεδομένα

Τα διαθέσιμα δεδομένα που συλλέχθηκαν από ποικίλες πηγές και οι τεχνικές τους λεπτομέρειες, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για τη διερεύνηση των εφαρμογών της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης στη γενετική τοπίου, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3.2.).

Πίνακας 3.2. Τεχνικές λεπτομέρειες συλλεχθέντων τηλεπισκοπικών δεδομένων.

Δεδομένα	Δορυφόρος/ Δέκτης	Ανάλυση	Προβολή/ Ελλειψοειδές - Datum	Περιοχή	Πηγή	Αρχική Ημ/νία Συλλογής
Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους Digital Terrain Elevation Data (DTED)	Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)	30m και 90 m (1 arc second και 3 arc second, Level 2 και 1 αντίστοιχα)	EPSG/ WGS 84	Wisconsin, Michigan, Minnesota (ΗΠΑ)	eros.usgs.go v/products/ elevation	02/2002
Multispectral, bi-directional reflectance properties	Moderate Resolution Imaging Spectroradio meter (MODIS)	1000 m	Lambert Conformal Conic (LCC) / Geodetic Reference System 1980 (GRS80)	Καναδάς	http://geogratis.gc.ca/geogratis/en/option/select.do?id=25509	2000, day 49
AVHRR Land cover digital data	NOAA	1000 m	Lambert Conformal Conic (LCC) 49/77/ Geodetic Reference System 1980 (GRS80)	Καναδάς	http://geogratis.cgdi.gc.ca/download/landcover/scale/	01/01/1992 - 31/12/1993

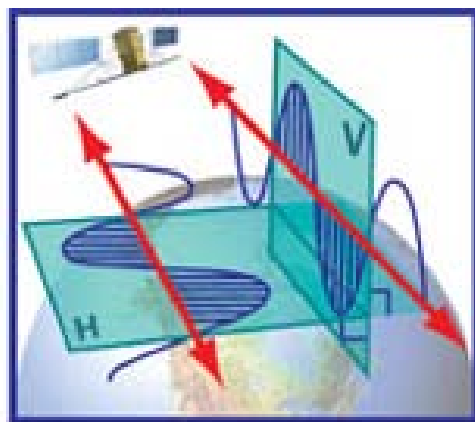
Ψηφιοποιημένα υψογραφικά και υδρογραφικά δεδομένα από χάρτη του National Topographic Data Base κλίμακας 1:250000	-	-90 m	GCS North American 1983/ Geodetic Reference System 1980 (GRS80)	Καναδάς	ftp://ftp2.cits.rncan.gc.ca/pub/geo_base/official/cded/250k_dem/001/	01/01/1973
Ψηφιακό μωσαϊκό χρήσεων γης με τετραπολική δέσμη (Fine Quad-Polarization)	RADARSAT -2	12 m	EPSG/ WGS 84	Καναδάς και ΗΠΑ	ftp://ftp.md.a.ca	
Orthorectified tri-decadal, pan-sharpened Landsat ψηφιακές εικόνες από το National Elevation Dataset (NED)	Landsat ETM+	15 m (παγχρωματικό κανάλι), 60 m (θερμικό υπέρυθρο κανάλι)	GCS North American 1983/ Geodetic Reference System 1980 (GRS80)	Wisconsin, Michigan, Minnesota (ΗΠΑ)	http://eros.usgs.gov/imagallery/index.php	07/1999 – 09/2002
AVHRR εικόνα χρήσεων γης, Μηνιαία σύνθετα NDVI, Digital Elevation Model (DEM)	NOAA	1000 m	Lambert Azimuthal Equal Area/ Sphere of radius 6,370,997 meters	Βόρεια Αμερική	http://edc2.usgs.gov/glcc/glcc_version1.php#NorthAmerica	04/1992 – 03/1993

Η National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) καταγράφει εβδομαδιαίως την χιονοκάλυψη (snow cover extent, SCE) από το 1966, πάνω από το Βόρειο ημισφαίριο, αλλά κατά τη διάρκεια της ανοιξιάτικης τήξης των πάγων έχει αναφερθεί μια υπερεκτίμηση της SCE (Wang et al., 2005). Το πιο πρόσφατο σύνολο δεδομένων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί δωρεάν και παράχθηκε από το NOAA (NOAA-15), χαρακτηρίζεται από 6 κανάλια, τα οποία καταγράφουν δεδομένα στο ένα AVHRR/3 όργανο κυρίως για

χαρτογράφηση του εδάφους και των νεφών κατά τη διάρκεια τη ημέρας και της νύχτας, αλλά και για καταγραφή του χιονιού και των πάγων (Noaasis.noaa.gov).

Ο δορυφόρος RADARSAT καταγράφει περιβαλλοντικές αλλαγές, λειτουργώντας δύο φορές ημερησίως ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών, παρέχοντας κάλυψη μεγάλων περιοχών. Τόσο ο RADARSAT-1 όσο και ο 2 διαγράφουν πολική ηλιοσύγχρονη τροχιά. Ειδικά ο RADARSAT-2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αγροτικές και δασικές, λόγω της διπολικής (dual-polarization) και τετραπολικής (quadrature polarization) λειτουργίας του. Η πόλωση αναφέρεται στον προσανατολισμό της ακτίνας του radar σε σχέση με τη γήινη επιφάνεια. Ο RADARSAT-2 μεταδίδει και λαμβάνει κύματα radar σε οριζόντιες (Horizontal, H) και κάθετες (Vertical, V) πολώσεις. Αυτό παράγει σήματα συμπολικά (co-polarized HH και VV) και διασταυρωμένης πόλωσης (cross-polarized HV και VH) (MDA, 2008).

Το σύνολο των δεδομένων που συλλέχθηκε και επεξεργάστηκε σε αυτή την εργασία είναι τετραπολικά (Fine Quad-Pol), ήτοι τέσσερις εικόνες που λαμβάνονται ταυτόχρονα, παράγοντας πλήρη polarimetric σύνολα δεδομένων με δύο co-polarized (HH και VV) και δύο cross-polarized (HV και VH) εικόνες. Πιο επεξηγηματικά, κάθε εικόνα περιέχει τιμές από τέσσερα (4) κανάλια διαφορετικής πόλωσης. Τα τετραπολικά δεδομένα διατηρούν πληροφορία πλάτους(amplitude) και φάσης (phase) από τα κύματα radar, ενώ υπολογίζεται επίσης η σχετική φάση μεταξύ των καναλιών (Εικόνα 3.7.). Ο λόγος για την επιλογή αυτής της λειτουργίας ακτίνας έγκειται στο ότι οι πληροφορίες που παράγονται σε ένα σύνολο δεδομένων quad-pol βελτιώνει την ικανότητα χαρακτηρισμού των φυσικών ιδιοτήτων και την ανάκτηση βιο- ή γεω-φυσικών ιδιοτήτων της φυσικής γήινης επιφάνειας.



Εικόνα 3.7. Λήψη τετραπολικών δεδομένων από τον RadarSat-2. (Πηγή: MDA, 2008)

Πίνακας 3.3. Τεχνικές λεπτομέρειες του δορυφόρου RADARSAT-2. (Πηγή: MDA, 2008)

Χωρική Ανάλυση	3 to 100 m	Το διαθέσιμο εύρος χωρικών αναλύσεων επιτρέπει ευρύ φάσμα εφαρμογών. Η ultra-Fine δέσμη βελτιώνει την ανίχνευση και ταξινόμηση των αντικειμένων
Πόλωση	Fine Quad-Pol (HH, HV, VV και VH), ονομαστικό swath πλάτος 25m, εύρος ανάλυσης κατά προσέγγιση 12m, κατά προσέγγιση αζιμουθιακή ανάλυση 8m, κατά προσέγγιση γωνία λήψης 20°-41°	Καλύτερη διάκριση των διαφόρων τύπων επιφανειών και βελτιωμένη ανίχνευση και αναγνώριση αντικειμένων
Κατεύθυνση	Left- and right-looking imaging	Μειώνεται ο χρόνος επανάληψης της λήψης για αποδοτικότερη παρακολούθηση
Onboard Συσκευή Εγγραφής	Solid-state συσκευές εγγραφής	Εγγυάται λήψη εικόνας σε κάθε σημείου του κόσμου για αλληπάλληλα downlinking Υψηλής χωρητικότητας (300 Gb) random access αποθήκευση Ταυτόχρονη ανάγνωση και καταγραφή
Onboard Συσκευή για Ακριβή Εντοπισμό	GPS δέκτες onboard	± 60-m real-time εντοπισμός GPS-derived γεωμετρική ακρίβεια, παρέχει καλύτερο έλεγχο εντοπισμού για γρήγορη παράδοση προϊόντων (χωρίς επίγειο έλεγχο)
Έλεγχος Υψομέτρου	Εκτροπής διεύθυνσης	Έλεγχος της εκτροπής διεύθυνσης για μηδενική Doppler μετατόπιση στο κέντρο της δέσμης για διευκόλυνση ακριβούς επεξεργασίας εικόνας

Η συχνότητα που χρησιμοποιείται από τον RADARSAT-1 (5.3 GHz) συμπίπτει με εκείνες που χρησιμοποιούνται από τα ασύρματα δίκτυα LAN (5.250 έως 5.350 GHz), συνεπώς η συχνότητα που χρησιμοποιείται από τον RADARSAT-2 μετατέθηκε στα 5.405 GHz για να

αποφευχθεί πιθανή παρεμβολή. Έτσι ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες να επηρεαστεί η ποιότητα της εικόνας από ασύρματα LAN δίκτυα (MDA, 2008).

Ο Landsat Thematic Mapper διαθέτει επτά (7) φασματικά κανάλια, εκ των οποίων τα έξι (6) καταγράφουν δεδομένα ανακλαστικότητας στο ορατό και υπέρυθρο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, και το ένα (1) λαμβάνει δεδομένα για τη θερμοκρασία της Γης. Η χωρική ανάλυση των έξι καναλιών είναι 30 μέτρα.

3.2.3. Σύνδεση, γεωαναφορά και οπτικοποίηση τηλεπισκοπικών και κλιματικών δεδομένων

Τα δεδομένα που τελικά χρησιμοποιήθηκαν, αποτελούνται από τηλεπισκοπικά, κλιματικά (Πίνακες 3.1., 3.2.) και γενετικά δεδομένα (θα παρουσιαστούν σε επόμενο υποκεφάλαιο στον Πίνακα 3.6) και παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3.4.).

Πίνακας 3.4. Τεχνικές λεπτομέρειες χρησιμοποιηθέντων δεδομένων.

Τύπος Δεδομένων	Δεδομένα	Δορυφόρος/ Δέκτης	Ανάλυση	Προβολή/ Ελλειψοειδές	Περιοχή	Πηγή	Αρχική Ημ/νία Συλλογής
Τηλεπισκοπικά	Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους Digital Terrain Elevation Data (DTED)	Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)	90m (3 arc second, Level 1)	EPSG/ WGS 84	Wisconsin, Michigan, Minnesota (ΗΠΑ)	eros.usgs.gov/products/elevation	02/2002
	Ψηφιοποιημένα υψογραφικά και υδρογραφικά δεδομένα από την National Topographic Data Base από αρχική κλίμακα 1:250000	-	-90 m	GCS North American 1983/ Geodetic Reference System 1980 (GRS80)	Καναδάς	ftp://ftp2.cits.rncan.gc.ca/pub/geobase/official/cded/250k_dem/001/	01/01/1973
	Μηνιαία σύνθετα NDVI (Απρίλιος 1992, Μάρτιος 1993), Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους Digital Elevation Model (DEM)	NOAA	1000 m	Lambert Azimuthal Equal Area/ Sphere of radius 6,370,997 meters	Βόρεια Αμερική	http://edc2.usgs.gov/glcc/glcc_version1.php#NorthAmerica	04/1992-03/1993

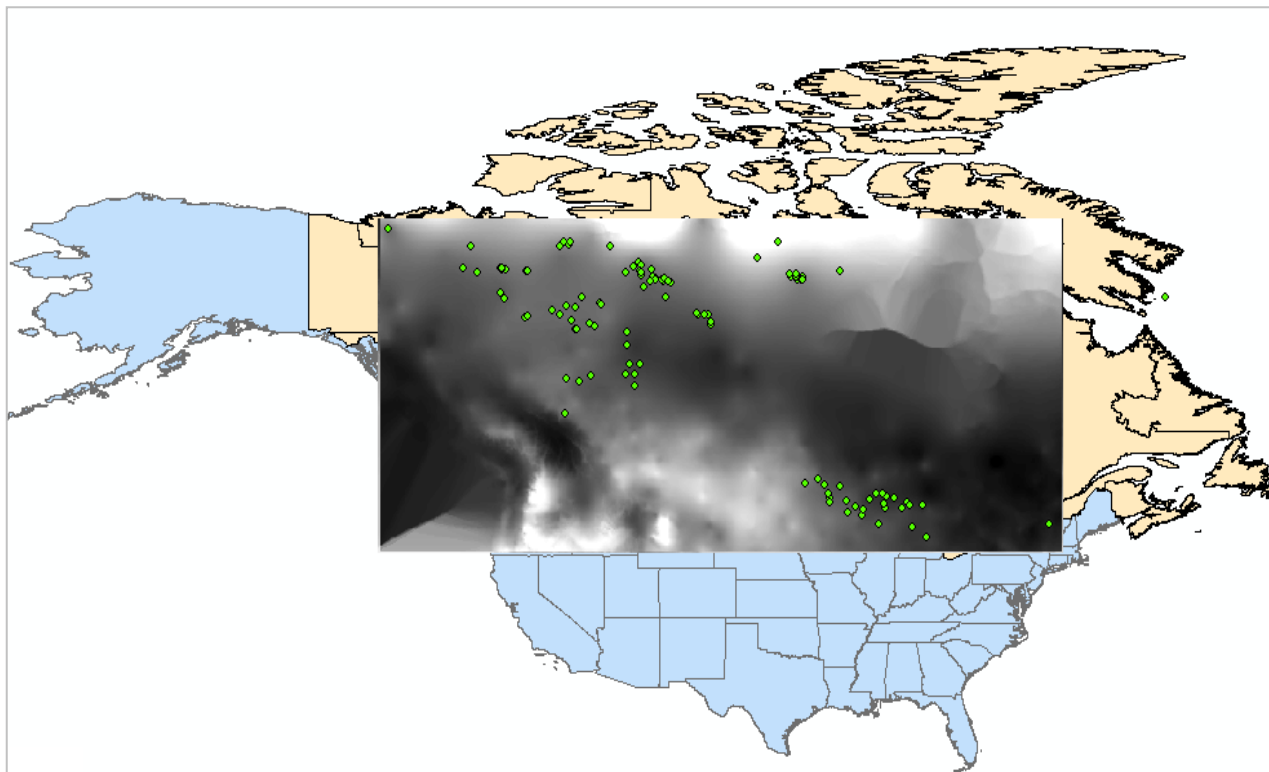
Κλιματικά	Υγρασία, συντελεστής διακύμανσης μηνιαίας κατακρήμνισης, σχετική υγρασία, μέση και ημερήσια θερμοκρασία, διάρκεια παγετού εδάφους, διάρκεια ηλιοφάνειας, πλήθος υγρών ημερών	885 μετεωρο-λογικοί μετρητικοί σταθμοί	χωρική ανάλυση 10' lat/lon, ~ 12000 m	GCS North American 1983/ Geodetic Reference System 1980 (GRS80)	Βόρεια Αμερική	Climate Research Unit http://www.cru.uea.ac.uk (με την ευγενική παραχώρηση του Laboratory of Geographic Information Systems (LaSIG), EPFL)	1961-2001
Γενετικά	Μοριακοί δείκτες από δείγματα DNA (αίμα, ιστός από γούνες) αιχμαλώτων και θηραμάτων γκρίζων λύκων (συμπεριλαμβανομένης της θέσης)	Τηλεμετρία με μικρο-δορυφόρους (micro-satellite telemetry), VHF ραδιο-κολάρα		WGS 84	Wisconsin, Michigan, Minnesota (ΗΠΑ), Yukon, Northwest Territories (Βόρειος Καναδάς)	Με την ευγενική παραχώρηση του Τμήματος Evolutionary Biology του University of Uppsala (Σουηδία) και του Laboratory of Geographic Information Systems (LaSIG) της École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Ελβετία)	1997-2000

Η οπτικοποίηση των χρησιμοποιηθέντων δεδομένων παρατίθεται στο παράρτημα^[1] (Εικόνα Α1). Τα τηλεπισκοπικά δεδομένα συλλέχθηκαν έτσι ώστε να καλύπτουν την περιοχή μελέτης σε μια ακρίβεια σύμφωνη με τη χωρική κατανομή των κλιματικών δεδομένων. Οι τύποι των δορυφόρων και των προϊόντων τους έπρεπε επίσης να επιλεγθούν βάσει της εκτεταμένης της περιοχής μελέτης και των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν (καλύπτεται το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου από χιόνι και νέφη εξαιτίας της τούνδρας και της τσίγκα, Βλ §3.1. Περιοχή Μελέτης). Για τον λόγο αυτό δεν χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα

πολύ υψηλής ανάλυσης, καθώς θα απαιτούσε την επεξεργασία ενός εξαιρετικά μεγάλου συνόλου δεδομένων και άρα θα προκαλούσε την καθυστέρηση στην ολοκλήρωση κάθε εργασίας που πραγματοποιούνταν με αυτό.

Τα τηλεπισκοπικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους (DEM) και σύνθετα δεικτών βλάστησης (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI), στοχεύοντας στην εξακρίβωση του αν τα παραχθέντα χαρακτηριστικά, τα οποία αντίστοιχα είναι το υψόμετρο και η περιεκτικότητα της βλάστησης σε χλωροφύλλη, αποτελούν επιβλητικούς παράγοντες στην εξελικτική ποικιλία του πληθυσμού των γκρίζων λύκων. Τα κλιματικά δεδομένα επεξεργάστηκαν για την ίδια εφαρμογή. Ο λόγος για τον οποίον επελέχθησαν δύο σύνολα δεδομένων DEM με διαφορετική ανάλυση έγκειται στο ότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν μετά τη στατιστική ανάλυση δεν ήταν τα αναμενόμενα και έπρεπε να εξεταστεί αν στην αιτία εμπλεκόταν η μικρή ανάλυση των 1000m. Αυτό θα αναλυθεί περαιτέρω στο κεφάλαιο §4.3.3. Προεπεξεργασία Δεδομένων.

Η διαχείριση και ανάλυση των γεωγραφικών δεδομένων κατέστη δυνατή με τη χρήση του χωρικού λογισμικού πακέτου ArcGIS. Η εισαγωγή και γεωαναφορά των συλλεχθέντων προϊόντων του SRTM και των ψηφιοποιημένων υψογραφικών δεδομένων μαζί με τις συντεταγμένες των γενετικών δεικτών στο ίδιο σύστημα συντεταγμένων (WGS '84), είχε ως αποτέλεσμα την συνδυασμένη τους οπτικοποίηση όπως παρατίθεται και στην κάτωθι εικόνα (Εικόνα 3.8.).



Εικόνα 3.8. Χάρτης Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DEM) στη Βόρεια Αμερική από δέκτη SRTM, ψηφιοποιημένα υψογραφικά δεδομένα στον Καναδά, κλιματικά δεδομένα και θέσεις γενετικών δεικτών του εξεταζόμενου πληθυσμού (*Canis lupus*) στο βόρειο Καναδά και τις ΗΠΑ, ο οποίος αναπαρίσταται εδώ με πράσινα σημεία. Πραγματοποιήθηκε επαναπροβολή του χάρτη στο WGS 84. Για τις πηγές των συλλεχθέντων δεδομένων βλ. Πίνακας 4.

Η ανωτέρω εικόνα μορφοποιήθηκε μετά την επαναπροβολή όλων των συνιστωσών δεδομένων του χάρτη στο προβολικό σύστημα των γενετικών δεδομένων (WGS84). Η επαναπροβολή του ψηφιοποιημένου υψογραφικού και υδρογραφικού συνόλου δεδομένων (DEM) του Καναδά πραγματοποιήθηκε στο ArcToolbox με το εργαλείο Project Raster (Data Management Tools → Projections and Transformations → Raster).

Επειδή η προβολή του καναδικού DEM είναι στο σύστημα GCS North American 1983, το εξαχθέν raster έπρεπε να μετατραπεί σε WGS84 και επιπλέον επειδή καλύπτει όλη την Βόρεια Αμερικανική ήπειρο, ο γεωγραφικός μετασχηματισμός που έπρεπε να εφαρμοστεί είναι ο NAD_1983_To_WGS_1984_1^[2]. Η ακρίβεια του μετασχηματισμού ποικίλλει, με μεγαλύτερη ακρίβεια στα νοτιότερα γεωγραφικά πλάτη και λιγότερη στα βόρεια, αλλά γενικά με μέγιστο offset στα 2 μέτρα.

Αναφορικά στα κλιματικά δεδομένα, ο τύπος των αρχείων έπρεπε να αλλάξει ώστε να επεξεργαστούν από το λογισμικό. Επιλέχθηκε να μετατραπούν σε μια πιο σταθερή και αξιόπιστη μορφή, συνεπώς η έκταση*.grd μετονομάστηκε σε *.asc. Η αρχική τους προβολή ήταν επίσης GCS North American 1983, έτσι επαναπροβλήθηκαν βάσει των γενετικών δεδομένων, όπως περιγράφηκε και για το DEM.

Εντούτοις, η συσχέτιση όλων των διαθέσιμων πληροφοριών, και ειδικά των προϊόντων του NOAA (DEM και NDVI σύνθετα) ήταν αδύνατη αφού η διεργασία διεκόπη από την ανικανότητα του ArcGIS να υποστηρίξει την προβολή Lambert Azimuthal Equal Area. Επειδή η προβολή δεν συμπεριλαμβανόταν στην βάση δεδομένων του πακέτου ArcGIS, επιχειρήθηκε να δημιουργηθεί βάσει των συνοδευτικών εγγράφων των προϊόντων του NOAA (central meridian/longitude: -100, latitude of origin: 50) και μιας μετατροπής στη μόνη παραπλήσια διαθέσιμη προβολή την North Pole Lambert Azimuthal Equal Area (επελέχθη Authalic σφαίρα).

Η μετατροπή της υπάρχουσας προβολής για τη γεωαναφορά των απαιτούμενων δεδομένων ακολουθήθηκε από μια επαναπροβολή από Lambert σε WGS84 μέσω του ArcCatalog και του ArcToolbox, παρόμοια με την ανωτέρω διαδικασία για μετατροπή από GCS North American 1983 σε WGS84. Εντούτοις, εξαιτίας της άγνωστης μεθόδου που εφαρμόζεται από το ArcGIS για μετατροπές μεταξύ σφαιροειδών και τις περιορισμένες δυνατότητες δημιουργίας μιας νέας προβολής, η γεωαναφορά των δεδομένων ήταν ανέφικτη.

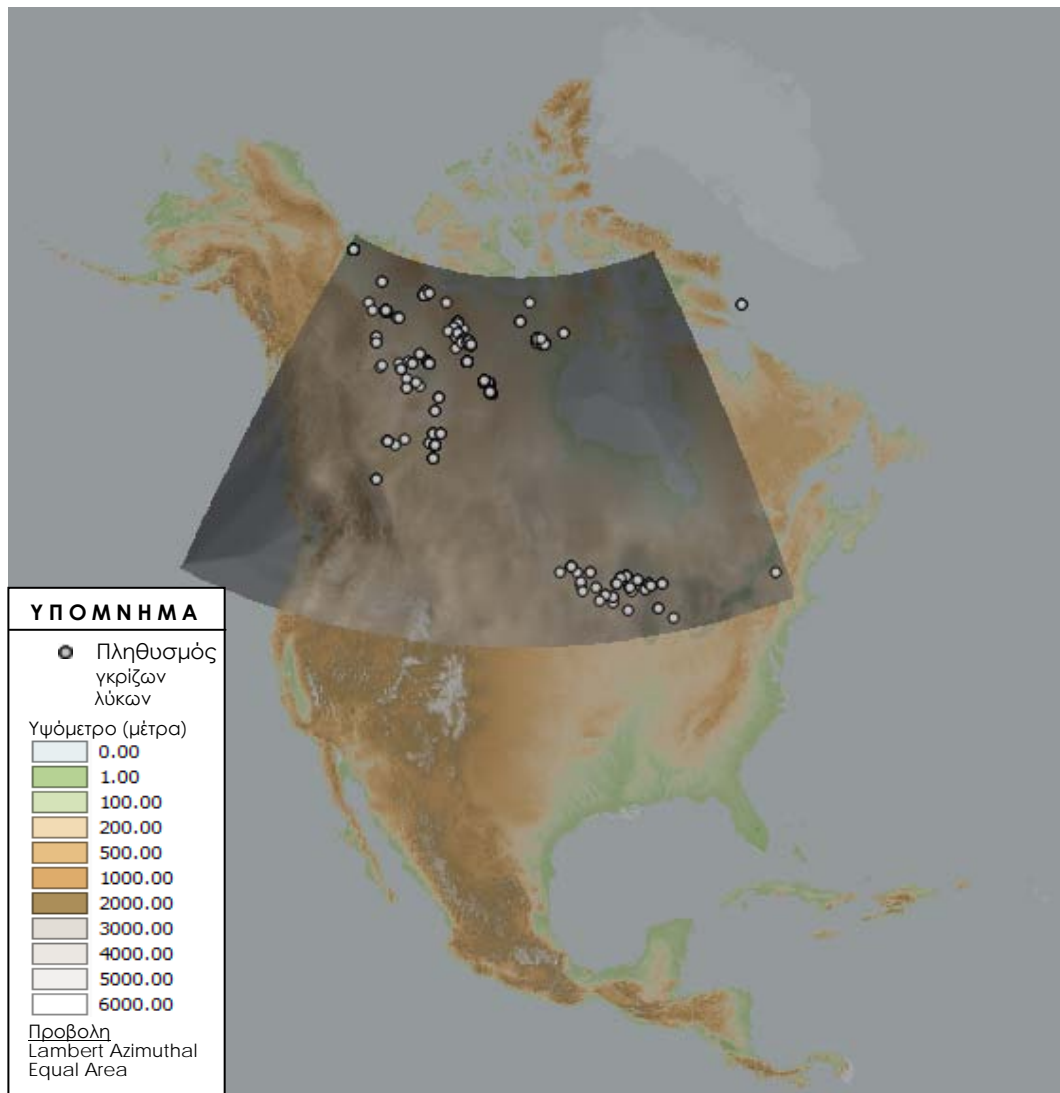
Η λύση ανευρέθη από ένα άλλο λογισμικό για προβολή, μετατροπή και επεξεργασία χαρτών και δεδομένων που καλείται *Manifold*. Η σύνθεση ενός χάρτη που περιλαμβάνει τα δεδομένα ενδιαφέροντος πραγματοποιείται με απλούστερο τρόπο σε ότι αφορά την γεωαναφορά. Ένα raster dataset προστίθεται από File → Import → Surface και η προβολή του προσδιορίζεται από τον διάλογο Edit → Assign Projection. Επειδή η προβολή Lambert Azimuthal Equal υποστηρίζεται πλήρως από το Manifold τα αντίστοιχα δεδομένα προστέθηκαν χωρίς περαιτέρω πολύπλοκες διεργασίες.

Για την επεξεργασία των παραγώγων του NOAA, DEM και σύνθετα του NDVI, ο τύπος των αρχείων μετατράπηκε από τον γενικό τύπο αρχείων εικόνων (*.img) σε *.bil (Band Interleaved by Line), το οποίο είναι δυαδικό αρχείο που περιέχει τα εικονοστοιχεία μιας

εικόνας πολυφασματικής ή της κλίμακας του γκρι. Υπάρχουν τέσσερα περιγραφικά αρχεία (τύπου ASCII αρχεία κειμένου) που συνοδεύουν τα δεδομένα bil: ένα αρχείο-κεφαλίδα (header file), ένα στατιστικό αρχείο, ένα αρχείο με την ανάλυση (resolution file) και ένα έγχρωμο αρχείο (color file). Καθώς τα αρχικά δεδομένα συλλέχθηκαν σε img τύπο, για να καταστούν αναγνώσιμα μετά την μετατροπή τους σε bil, κρίνεται απαραίτητη τουλάχιστον η δημιουργία ίδιου αριθμού header files (*.hdr). Τα header αρχεία είναι αρχεία κειμένου που συνοδεύουν τα raster αρχεία και παρέχουν πληροφορίες για τη γεωαναφορά³⁾ και τη φύση τους. Το περιεχόμενο αυτού του αρχείου 9 γραμμών για Lambert Azimuthal Equal Area προβολή ακολουθεί:

byteorder M	
nbits 8	→ για να δηλωθεί το βάθος ανάλυσης
xdim 1000.000000	} → για να δηλωθεί το μέγεθος του εικονοστοιχείου και άρα η κλίμακα της εικόνας
ydim 1000.000000	
ncols 9223	→ για να δηλωθεί το πλήθος στηλών του raster αρχείου
nrows 8996	→ για να δηλωθεί το πλήθος γραμμών του raster αρχείου
nbands 1	→ για να δηλωθεί το πλήθος καναλιών του raster αρχείου
ulxmap -4487000.00000	} → για να δηλωθεί η θέση που πρέπει να τοποθετηθεί η εικόνα βάσει του πάνω αριστερά κελιού (upper left grid cell)
ulymap 4480000.00000	

Η εισαγωγή των δεδομένων του Πίνακα 3.4., σε Lambert Azimuthal Equal προβολή και του συνδυασμού διάφορων επιπέδων διαφάνειας για κάθε επίθεμα(layer) είχε ως αποτέλεσμα τον ακόλουθο χάρτη (Εικόνα 3.9.).



Εικόνα 3.9. Χάρτης τηλεπισκοπικών, κλιματικών και θέσεων γενετικών δεδομένων όπως περιγράφονται στον Πίνακα 3.4., σε Lambert Azimuthal Equal Area προβολή.

Για τη δημιουργία πίνακα που συνδέει τις περιβαλλοντικές παραμέτρους, αποτελούμενο από πληροφορίες αποσπώμενες από τα εισαχθέντα τηλεπισκοπικά και κλιματικά δεδομένα, τις θέσεις των γενετικών δεδομένων και κατόπιν των γενετικών παραμέτρων, χρησιμοποιήθηκε ο διάλογος Surface → Transfer Heights. Ο πίνακας που συντάχθηκε αποτελεί την απαιτούμενη εισροή για την μετάβαση στο τμήμα της στατιστικής ανάλυσης. Ακολουθεί ένα δείγμα του πίνακα με τα πρώτα 10 από 519 άτομα/γενετικούς δείκτες (Πίνακας 3.5). Ολόκληρος ο πίνακας βρίσκεται στο παράρτημα ^[4] (Πίνακας A1).

Πίνακας 3.5. Τμήμα του αρχικού πίνακα με τις περιβαλλοντικές παραμέτρους συνδεδεμένες με τις θέσεις του πληθυσμού των γκριζών λύκων (εξαχθέν από Manifold).

CODE	Longitude	Latitude	Altitude (1000m)	NDVI April	NDVI May	NDVI Jun	NDVI Jul	NDVI Aug	NDVI Sept	NDVI Oct	NDVI Nov	NDVI Dec	NDVI Jan	NDVI Feb	NDVI March	Mean Temperature Yearly TMPY	Temperature Diurnal Yearly DTRY	Max% possible Sunshine Yearly SUNY	Days Ground Frost Yearly FRSY	Coefficient Precipitation Yearly PRCV	Precipitation Yearly PRY	Wet Days Yearly RDOY	Relative Humidity Yearly% REHY
JAL2346	-117.56	53.41	1036	122	-120	-92	-90	-91	-109	-123	116	99	104	119	-124	1.85	13.24	40.95	20.76	64.25	47.22	8.38	69.82
JAL2347	-117.56	53.41	1036	120	-117	-94	-91	-90	-109	-121	116	99	104	120	-124	1.85	13.24	40.95	20.76	64.25	47.22	8.38	69.82
JAL2349	-117.56	53.41	1036	121	-118	-95	-93	-97	126	126	116	99	101	107	-124	1.85	13.24	40.95	20.76	64.25	47.22	8.38	69.82

Όπως παρατηρείται στον Πίνακα A1, οι τιμές της περιβαλλοντικής παραμέτρου του δείκτη βλάστησης (Normalized Difference Vegetation Index NDVI) κυμαίνονται στο πεδίο τιμών [-127, 127]. Λόγω αυτής της διακύμανσης θεωρήθηκε ότι τα NDVI σύνθετα είχαν τιμές σε αυτό το πεδίο και ότι πρόκειται για Scaled NDVI οπότε το πεδίο τιμών αναμενόταν να είναι [0,200]. Το λάθος προέκυψε από τον μετασχηματισμό του τύπου των αρχείων από *.img σε *.bil για να καταστούν επεξεργάσιμα από το Manifold, οπότε οι NDVI τιμές δεν υπολογίστηκαν σωστά. Για τον λόγο αυτό τα δυαδικά αρχεία μετατράπηκαν σε grid μέσω του ArcCatalog και του διαλόγου Export → Raster to different format.

Επιλέγοντας να μην προστεθεί τύπος αρχείου στο παράθυρο διαλόγου Output Raster υποδηλώνεται η μετατροπή και αποθήκευση των δεδομένων σε grid. Τα αρχεία grid δημιουργούνται χρησιμοποιώντας δεδομένα με πολλαπλά στρώματα δομής raster, όπου η βασική μονάδα αποθήκευσης είναι ένας ορθογώνιος στερεό με κελιά. Το όνομα ενός αρχείου grid δεν αποθηκεύεται αν περιέχει κενά ή οποιοδήποτε ειδικό χαρακτήρα εκτός από κάτω παύλα, αν ξεκινά από νούμερο και αν είναι μεγαλύτερο από 13 χαρακτήρες. Το grid, όπως και το coverage, αποθηκεύεται σε ξεχωριστό κατάλογο με τους σχετικούς πίνακες και τα αρχεία που περιέχουν συγκεκριμένη πληροφορία για αυτό [5]. Επειδή το στερεό αποθηκεύεται ως εγγραφή μήκους μιας μεταβλητής, στο Manifold θα υπολογιστεί και θα μεταφερθεί σε πίνακα με τις σωστές τιμές NDVI, όπως περιγράφηκε ανωτέρω. Ένα τμήμα του τελικού πίνακα που χρησιμοποιήθηκε για την στατιστική ανάλυση και που δεν

εμπειρείε άλλα σφάλματα, παρουσιάζεται ακολούθως (Πίνακας 3.6.). Ολόκληρος ο πίνακας βρίσκεται στο παράρτημα^[6] (Πίνακας A2.).

Πίνακας 3.6. Μέρος του Πίνακα με τις 21 περιβαλλοντικές παραμέτρους συσχετισμένες με τις θέσεις του πληθυσμού των γκρίζων λύκων, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για την στατιστική ανάλυση (εξαχθέντα από Manifold).

CODE	Longitude	Latitude	Altitude 1000m	NDVI April	NDVI May	NDVI Jun	NDVI Jul	NDVI Aug	NDVI Sept	NDVI Oct	NDVI Nov	NDVI Dec	NDVI Jan	NDVI Feb	NDVI March	Mean Temperature Yearly TMPY	Temperature Diurnal Yearly DTRY	Max% possible Sunshine Yearly SUNY	Days Ground Frost Yearly FRSY	Precipitation Yearly Coefficient PRCY	Wet Days Yearly RDOY	Relative Humidity Yearly% REHY	
JAL2346	-117.56	53.41	1036	131	141	150	157	157	146	149	116	111	119	147	132	1.85	13.24	40.95	20.76	64.25	47.22	8.38	69.82
JAL2347	-117.56	53.41	1036	131	141	150	157	157	146	149	116	111	119	147	132	1.85	13.24	40.95	20.76	64.25	47.22	8.38	69.82
JAL2349	-117.56	53.41	1036	131	141	150	157	157	146	149	116	111	119	147	132	1.85	13.24	40.95	20.76	64.25	47.22	8.38	69.82

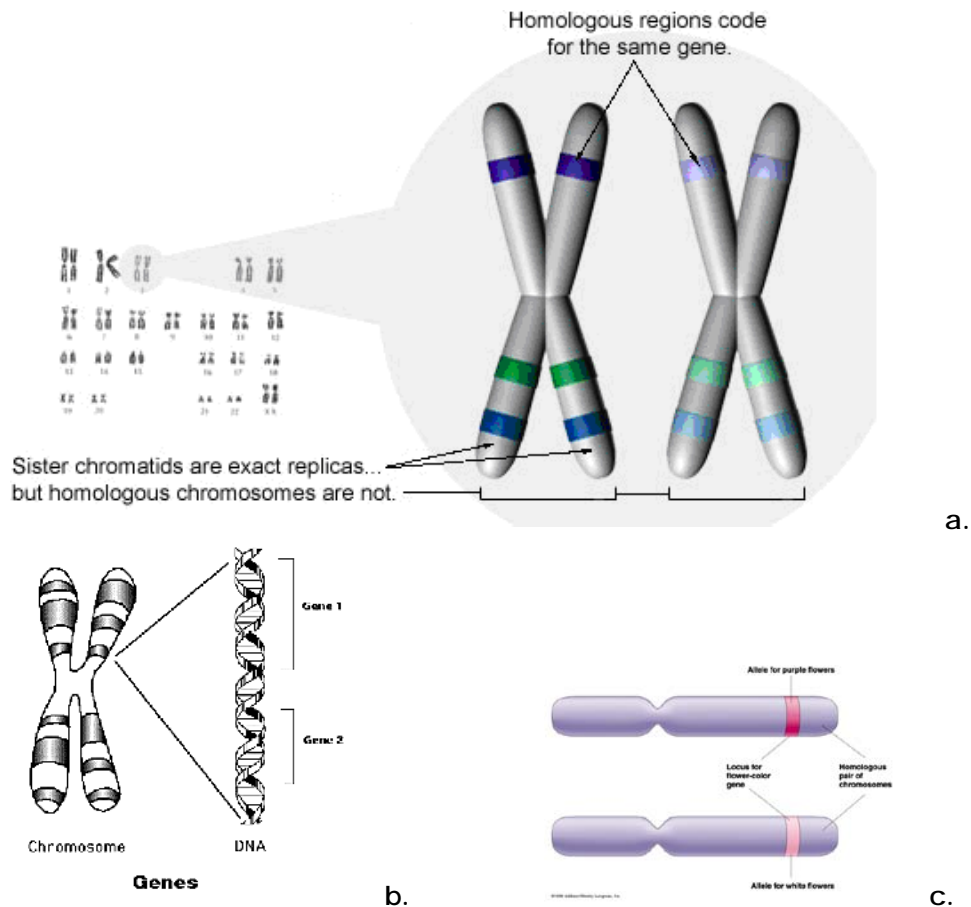
3.3. Γενετικά Δεδομένα

3.3.1. Δείκτες μικρο-δορυφόρων (Microsatellite markers)

Τα μοριακά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούν συγκεκριμένα τμήματα του DNA, γνωστής νουκλεοτιδικής αλληλουχίας ή μη, τα οποία καλούνται **γενετικοί δείκτες** (genetic markers). Αυτοί οι δείκτες χρησιμοποιήθηκαν σαν σημεία αναφοράς για τη μελέτη του γονιδιώματος και δεν θεωρούνται απαραίτητα σαν γονίδια, παρά το ότι στατιστικά συσχετίζονται με τα εξεταζόμενα γονίδια. Σε κάθε δείκτη, κάθε εξεταζόμενο άτομο κατέχει ένα γενετικό προφίλ που καλείται γονότυπος και που αποτελείται από ένα ζευγάρι αλληλόμορφων γονιδίων. Η ανάλυση ενός τμήματος του DNA σε δοσμένη θέση στο γονιδίωμα που καλείται **locus** και με δοσμένο πληθυσμό, ενδέχεται να αποκαλύψει ποικίλες παραλλαγές. Αυτές οι διάφορες μεταβλητές σε ένα locus καλούνται **αλληλόμορφα γονίδια** (alleles). Ένας γονότυπος που θα περιείχε το ίδιο αλληλόμορφο καλείται **ομοζυγωτικός**, ενώ ένας γονότυπος με δύο διαφορετικά αλληλόμορφα καλείται **ετεροζυγωτικός**. Σε

περίπτωση που ο καθορισμός του γονότυπου ενός ατόμου δεν είναι εφικτός, καθώς ορισμένα αλληλόμορφα τείνουν να κρύβουν την παρουσία άλλων αλληλόμορφων, είναι δυνατό να προσπελαστεί μέσω του φαινότυπου. Ο φαινότυπος είναι η μετάφραση του γονότυπου όταν αυτός έχει εμφανή χαρακτήρα. Τα αλληλόμορφα που έχουν τη δύναμη να καλύπτουν άλλα αλληλόμορφα ονομάζονται *επικρατή* και αυτά που καλύπτονται *υπολειπόμενα*. Μέσα σε έναν πληθυσμό, η κατανομή των γονοτύπων εξελίσσεται σαν αποτέλεσμα της επίδρασης έντονων εξελικτικών δυνάμεων όπως η **φυσική επιλογή**. Ποικίλοι τρόποι ανίχνευσης μοριακών δεικτών εντός του γονιδιώματος έχουν αναπτυχθεί (AFLP, δείκτες μικροδορυφόρων κ.ά). Στην παρούσα μελέτη, το γονιδίωμα σαρώθηκε με δείκτες μικροδορυφόρων. Γενικά, οι **δείκτες μικροδορυφόρων** (microsatellite markers) έχουν πολλά αλληλόμορφα χωρίς σχέση επικράτειας ή χαρακτήρα υπολειπόμενου γονιδίου. Ως εκ τούτου ο ακριβής φαινότυπος προσδιορίζεται από τους μικροδορυφόρους με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πληροφορία συγκριτικά με άλλες μεθόδους ανίχνευσης, ενώ επίσης είναι λιγότερο δαπανηροί αλλά παράλληλα διαθέσιμοι σε μεγάλες ποσότητες (Joost et al., 2008). Ένα παράδειγμα με την συλλεχθείσα για αυτή την εργασία πληροφορία, ακολουθεί.

Κάθε άτομο (λύκος) έχει δύο (2) ομόλογα χρωμοσώματα (πχ. C2088-1 και C2088-2) καθένα από τα οποία βρίσκονται στην δύο (2) έλικες του DNA, και είναι τοποθετημένα σε συγκεκριμένες θέσεις (loci) στην αλυσίδα του DNA. Τα ομόλογα χρωμοσώματα περιέχουν παρόμοιες γενετικές πληροφορίες, αλλά δεν είναι πανομοιότυπα αντίγραφα το ένα του άλλου. Περιέχουν τα ίδια γονίδια στις ίδιες loci με διαφορετικές εκδοχές που καλούνται αλληλόμορφα γονίδια (Εικόνα 3.10.). Κάθε αλληλόμορφο είναι υπεύθυνο για την έκφραση ενός μοναδικού χαρακτηριστικού, όπως για παράδειγμα του χρώματος της γούνας. Διαθέτουν ποικίλα μήκη, το οποίο σημαίνει ότι τα νουκλεοτίδια σε κάθε χρωμόσωμα είναι διάφορες εκδοχές των τεσσάρων βάσεων: Αδενίνη (Adenine, A), Θυμίνη (Thymine, T), Κυτοσίνη (Cytosine, C) και Γουανίνη (Guanine, G), κάτι το οποίο εξηγεί την γενετική διαφοροποίηση και ποικιλία. Επί παραδείγματι, στον γενετικό δείκτη MARCO001 (Πίνακας 3.7) το αλληλόμορφο C2088-1 έχει 115 γραμμές με τις βάσεις A,T,C,G να σχηματίζουν ζεύγη με το αλληλόμορφο C2088-2 στο ομόλογό του χρωμόσωμα που στη συγκεκριμένη περίπτωση τυγχάνει να έχει το ίδιο μήκος (115), αλλά διαφορετική αλληλουχία βάσεων. Σε αυτή την περίπτωση, όπου οι τιμές και για τα δύο χρωμοσώματα είναι ίδιες, καλείται ομοζυγία.



Εικόνα 3.10. a. Ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων. Αλληλόμορφα γονίδια (εδώ απεικονίζονται με μπλε και πράσινες λωρίδες) τοποθετημένο στις ίδιες θέσεις (loci) χωρίς να είναι πανομοιότυπα καθώς αποτελούνται από ποικίλα μήκη των τεσσάρων βάσεων. Κάθε αλληλόμορφο «ξετυλίγεται» όπως φαίνεται στην Εικόνα **b** και είναι υπεύθυνο για την έκφραση συγκεκριμένου χαρακτηριστικού γνωρίσματος (**c.**).

Το μοριακό σύνολο δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε παρουσιάζεται σε πίνακες. Ένα μέρος του αρχικού γενετικού εξεταζόμενου συνόλου δεδομένων αποτελεί ο Πίνακας 3.7. Κάθε γραμμή του πίνακα αντιστοιχεί σε ένα άτομο-δείγμα, στη συγκεκριμένη περίπτωση σε ένα γκρίζο λύκο. Η πρώτη στήλη περιέχει έναν αναγνωριστικό κωδικό ταυτοποίησης, τον γενετικό δείκτη (genetic marker) για κάθε δείγμα, οι δύο επόμενες στήλες περιέχουν τις γεωγραφικές συντεταγμένες σε WGS84 σύστημα συντεταγμένων, και η στήλη που καλείται "Τοποθεσία" περιγράφει την ακριβή θέση όπου το ελήφθη το δείγμα του DNA. Οι επόμενες στήλες περιέχουν το μήκος μιας συγκεκριμένης αλληλουχίας DNA, πχ. το 107 αντιστοιχεί σε 107 βάσεις. Οπουδήποτε μεταξύ αυτών των στηλών, τα κελιά είναι κενά ή έχουν τιμές 0, υποδηλώνεται η απουσία πληροφορίας. Για να ληφθεί η κατάλληλη πληροφορία, ο

πίνακας θα επεξεργαστεί από με λογιστική παλινδρόμηση μετά από ένα στάδιο κωδικοποίησης ώστε να μετατραπεί σε δυαδική πληροφορία με αριθμούς 1 ή 0 που επισημαίνουν την παρουσία ή απουσία αντίστοιχα ενός αλληλόμορφου γονιδίου (βλ. κεφάλαιο §4. Μέθοδος).

Πίνακας 3.7. Μέρος του αρχικού πίνακα με γεωαναφερθέντες γενετικούς δείκτες από το αντίστοιχο μοριακό σύνολο δεδομένων του πληθυσμού γκρίζων λύκων. Καθένα από τα νούμερα που εμφανίζονται στις τελευταίες στήλες αντιστοιχούν στο μήκος συγκεκριμένης αλληλουχίας DNA.

Γενετικός κωδικός	Γεωγρ. Πλάτος	Γεωγρ. Μήκος	Τοποθεσία	C2088	C2088	C2017	C2017	C2001	C2001	N2096	N2096	VWF	VWF
MARCO008	56.23	-117.43	Peace River	0	0	266	266	149	153	99	99	163	181
MARCO007	56.23	-117.43	Peace River	107	115	262	266	129	153	103	103	157	175
MARCO001	56.00	-116.28	Peavine Metis Settlement, AB	115	115	266	266	145	145	95	99	157	157
JAL5170	46.21	-88.51	GreatLakes			266	270					141	159

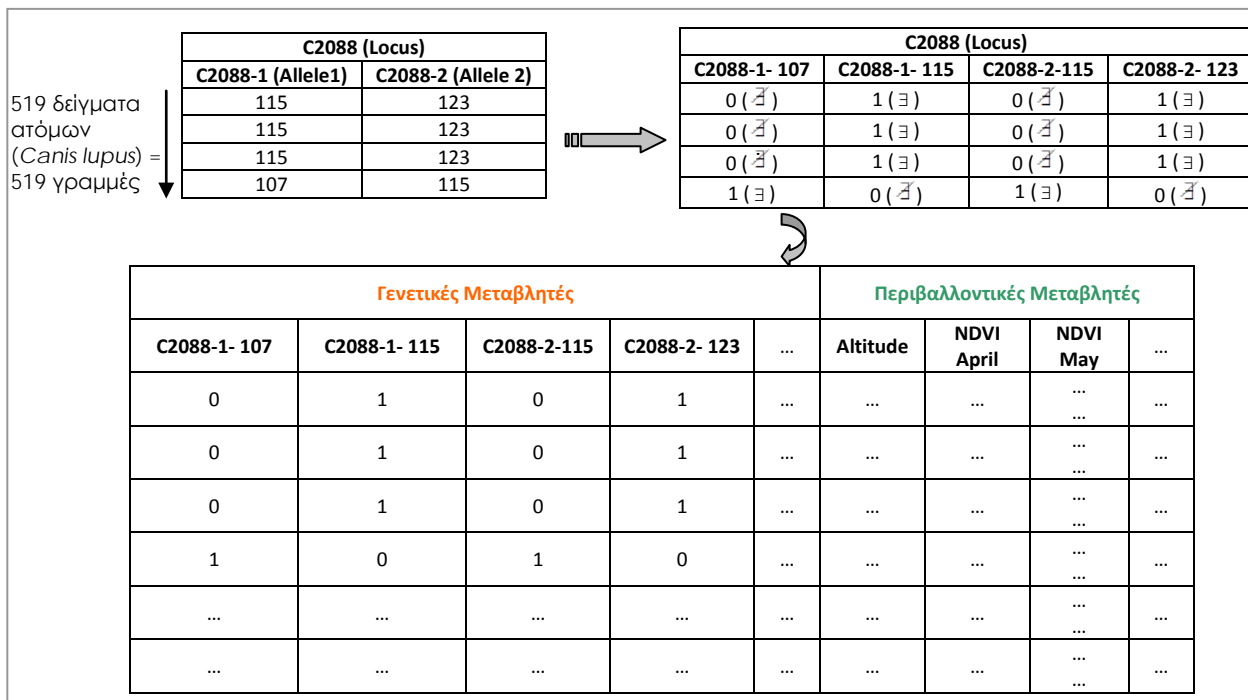
3.3.2. Περιγραφή δειγμάτων γενετικών δεδομένων

Τα γενετικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη των στόχων αυτής της εργασίας ελήφθησαν από αιματολογικά δείγματα λύκων που ελέγχονταν με κολλάρο-δορυφόρους, οι οποίοι αιχμαλωτίστηκαν ζωντανοί στην πολιτεία του Καναδά Northwest Territories, αλλά και από ιστό από γούνες νόμιμα θηρευμένων λύκων. Τα κρυφά προς επαλήθευση δείγματα προήλθαν από λύκους που σκοτώθηκαν από κυνηγούς από το 1999 έως το 2000 στις πολιτείες Northwest Territories, Nunavut και Alberta. Το χρώμα της γούνας και το φύλο καταγράφηκαν για κάθε κρυφό δείγμα και κάθε λύκο με κολλάρο-δορυφόρο. Οι περιγραφές των χρωμάτων προτυποποιήθηκαν χρησιμοποιώντας τον τυποποιημένο οδηγό για ταξινόμηση γούνας και δέρματος του Obbard (1987). Εντούτοις, επειδή το χρώμα της γούνας ποικίλει πάνω στην επιφάνεια του σώματος ενός λύκου και η θέση των κρυφών δειγμάτων ήταν άγνωστη, το χρώμα της γούνας κατατάσσεται σε δύο γενικές κατηγορίες, "σκούρο" (γκρι μέχρι μαύρο χρώμα) και "ανοικτό" (άσπρο έως σχεδόν άσπρο) (Musiani et al., 2007).

3.3.3. Προετοιμασία δεδομένων για ανάλυση

Έχοντας ήδη λάβει τις απαραίτητες πληροφορίες από τηλεπισκοπικά και κλιματικά δεδομένα και τις συσχετίσεις τους με τον γεωαναφερθέντα υπό εξέταση πληθυσμό, ήτοι με τους γενετικούς δείκτες των γκρίζων λύκων, οι περιβαλλοντικοί παράμετροι δημιουργήθηκαν και έγιναν μέρος του πίνακα που θα χρησιμοποιηθεί σαν εισροή στον στάδιο της στατιστικής ανάλυσης. Η μόνη περαιτέρω επεξεργασία που πρέπει αυτή η κατηγορία παραμέτρων να υποστεί είναι ο περιορισμός της ακρίβειας των ψηφίων των τιμών της στα δύο δεκαδικά, λόγω της χρήσης της έκδοσης 1 του SAM software, ενός προγράμματος που θα περιγραφεί στο κεφάλαιο §5.3. Εφαρμογή της SAM.

Τα γενετικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία είναι δείκτες από μικροδορυφόρους (microsatellite markers). Ως εκ τούτου, κρίνεται απαραίτητη η προετοιμασία τους υπό μορφής φάσης κωδικοποίησης για την παραγωγή δυαδικής πληροφορίας για τις πολλαπλές μονομεταβλητές λογιστικές παλινδρομήσεις (multiple univariate logistic regressions). Το σχεδιάγραμμα της φάσης κωδικοποίησης των δειγμάτων-ατόμων παρουσιάζεται συνοπτικά και σχηματικά στην Εικόνα 3.11. Ένα τμήμα του αρχικού εξεταζόμενου γενετικού συνόλου δεδομένων ακολουθεί στον Πίνακα 3.8.



Εικόνα 3.11. Σχηματική παρουσίαση της φάσης κωδικοποίησης των δεικτών μικροδορυφόρων (microsatellite markers) ατόμων-δειγμάτων.

Πίνακας 3.8. Δείγμα πίνακα με γεωαναφερθέντες γενετικούς δείκτες πριν την κωδικοποίηση.

Γενετικός κωδικός	Γεωγρ. Πλάτος	Γεωγρ. Μήκος	Τοποθεσία	C2088	C2088	C2017	C2017	C2001	C2001	N2096	N2096	VWF	VWF
MARCO008	56.23	-117.43	Peace River	0	0	266	266	149	153	99	99	163	181
MARCO007	56.23	-117.43	Peace River	107	115	262	266	129	153	103	103	157	175
MARCO001	56.00	-116.28	Peavine Metis Settlement, AB	115	115	266	266	145	145	95	99	157	157
JAL5170	46.21	-88.51	GreatLakes			266	270					141	159

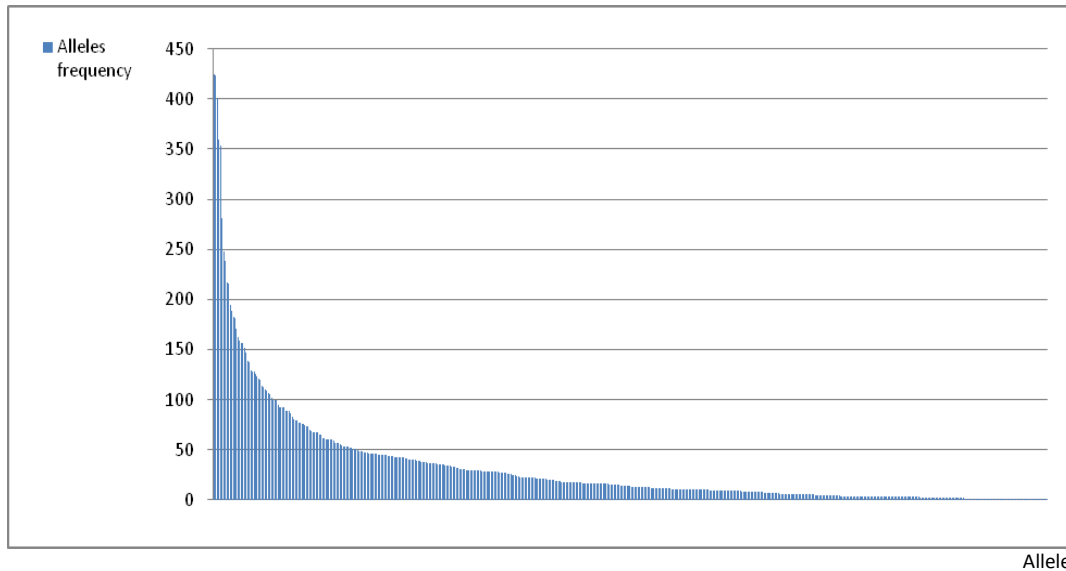
Το γεγονός ότι κάθε άτομο και άρα κάθε δείγμα έχει γεωαναφερθεί, επιτρέπει την συλλογή περιβαλλοντικών πληροφοριών και τη συσχέτισή τους με την τοποθεσία του δείγματος. Για τη διαμόρφωση του πίνακα εισόδου στη Μέθοδο Χωρικής Ανάλυσης (Spatial Analysis Method, SAM), η οποία θα περιγραφεί σε ακόλουθο κεφάλαιο, ο οποίος περιέχει περιβαλλοντικές μεταβλητές και την πληροφορία σχετικά με την παρουσία ή απουσία ενός δοσμένου δείκτη, οι τιμές που λείπουν (άδεια κελιά) και οι τιμές 0 θα αντικατασταθούν από την εντολή "NaN" (N=κεφαλαίο a=μικρό N=κεφαλαίο), η οποία είναι δάνειο από το συντακτικό του Matlab και σημαίνει «όχι νούμερο» (Not a Number). Κάθε αλληλόμορφο γονίδιο θα μετατραπεί σε στήλη και αν το εξεταζόμενο αλληλόμορφο είναι παρών θα αντικαθίσταται από 1, διαφορετικά από 0. Αν ένα αλληλόμορφο ενός χρωμοσώματος έχει μήκος που το αλληλόμορφο του ομόλογου χρωμοσώματός του δεν έχει, η στήλη δημιουργείται μόνο για το πρώτο, καθώς δεν υπάρχει νόημα στη δημιουργία μιας στήλης που περιέχει μόνο μηδενικές τιμές. Ένα παράδειγμα κωδικοποίησης ακολουθεί (Πίνακας 3.9.).

Πίνακας 3.9. Μέρος του πίνακα 3.8. με τους ίδιους γεωαναφερθέντες γενετικούς δείκτες μετά την κωδικοποίηση.

Γενετικός δείκτης	C2088-1	C2088-1-107	C2088-1-115	C2088-2	C2088-2-115
MARCO008	0	NaN	NaN	0	NaN
MARCO007	107	1	0	115	1
MARCO001	115	0	1	115	1
JAL5170		NaN	NaN		NaN

Μετά την ολοκλήρωση της κωδικοποίησης των γενετικών δεικτών οι κολώνες με κόκκινο χρώμα απομακρύνονται, οι περιβαλλοντικές παράμετροι του πίνακα A2. προστίθενται και τα περιγραφικά στοιχεία (τιτλοφόρος γραμμή και στήλη) διαγράφονται. Οι γενετικές

παράμετροι ταξινομήθηκαν, όπως θα αναφερθεί στη συνέχεια (§4.1. Εισαγωγή στην Προσέγγιση Χωρικής Ανάλυσης βάσει Μοντέλων Συσχετίσεων), βάσει της συχνότητας εμφάνισής τους, η οποία υπολογίζεται από το άθροισμα της δυαδικής πληροφορίας κάθε γενετικού δείκτη. Ο τελικός πίνακας που είναι έτοιμος να επεξεργαστεί από το πρόγραμμα matSAM περιέχει 21 περιβαλλοντικές και 523 γενετικές παραμέτρους. Ένα τμήμα του ακολουθεί στον Πίνακα 3.11.



Εικόνα 3.13. Συχνότητα εμφάνισης των αλληλόμορφων γονιδίων του εξεταζόμενου πληθυσμού (*Canis lupus*) στον βόρειο Καναδά και Η.Π.Α.

Πίνακας 3.10. Τμήμα του τελικού πίνακα με τις γεωαναφερθείσες περιβαλλοντικές και γενετικές μεταβλητές μετά την κωδικοποίηση, συμπεριλαμβανομένης της πιτλοφόρου γραμμής και στήλης με τα ονόματα των μεταβλητών. Το πορτοκαλί κουτί, στη δεξιά πλευρά του πίνακα περιέχει τις γενετικές μεταβλητές με την παρουσία ή απουσία ενός αλληλομόρφου γονιδίου, ενώ το πράσινο κουτί στα αριστερά τις περιβαλλοντικές μεταβλητές. (παρουσιάζονται οι 21 από 21 περιβαλλοντικές και οι 5 από 523 γενετικές μεταβλητές)

CODE	Altitude 1000m	NDVI April	NDVI May	NDVI Jun	NDVI Jul	NDVI Aug	NDVI Sept	NDVI Oct	NDVI Nov	NDVI Dec	NDVI Jan	NDVI Feb	NDVI March	Mean Temperature	Yearly IMPY	Temperature Diurnal	Yearly DTRY	Max% possible	Sunshine Yearly SUNY	Days Ground Frost	Yearly FRSY	Coefficient Precipitation	Yearly PRCV	Precipitation Yearly PRY	Wet Days Yearly RDOY	Relative Humidity	Yearly% REHY	C2017-2-266	C2017-1-266	PEZ_05-1-100	N253-2-108	N253-1-108
MARCO008	597.00	121	138	161	163	159	126	126	106	99	101	107	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86	1	0	1	0	1						

MARCO007	597.00	121	138	161	163	159	126	126	106	99	101	107	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86	1	0	1	NaN	NaN
MARCO001	437.00	131	154	172	166	168	170	149	107	107	109	116	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13	0	1	1	1	1
JAL5170	518.00	126	168	177	170	169	175	139	100	105	106	118	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33	0	1	1	0	0

Πίνακας 3.11. Τμήμα του τελικού πίνακα με τις γεωαναφερθείσες περιβαλλοντικές και γενετικές μεταβλητές μετά την κωδικοποίηση, έτοιμος για επεξεργασία από το matSAM, χωρίς να περιέχεται η τιτλοφόρος γραμμή και στήλη με τα ονόματα των μεταβλητών. Στη δεξιά πλευρά του πίνακα βρίσκονται οι γενετικές μεταβλητές και στην αριστερή οι περιβαλλοντικές. (παρουσιάζονται 21 από 21 περιβαλλοντικές και 5 από 523 γενετικές μεταβλητές)

597.00	121	138	161	163	159	126	126	106	99	101	107	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86	1	0	1	0	1
597.00	121	138	161	163	159	126	126	106	99	101	107	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86	1	0	1	NaN	NaN
437.00	131	154	172	166	168	170	149	107	107	109	116	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13	0	1	1	1	1
518.00	126	168	177	170	169	175	139	100	105	106	118	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33	0	1	1	0	0

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία ένα ετερογενές σύνολο ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων συγκεντρώθηκε από ευρεία ποικιλία πηγών με διαφορετικές δομές. Η πρώτη φάση απαιτεί η επιθυμητή πληροφορία να προέλθει από τα αντίστοιχα δεδομένα με χρήση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών, ώστε να προωθηθεί στο δεύτερο στάδιο, στην αποκωδικοποίηση των συλλεχθέντων δεδομένων. Το τρίτο, και τελικό, μέρος συμπεριλαμβάνει την εφαρμογή πολλαπλών μονομεταβλητών λογιστικών παλινδρομήσεων, προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος της διπλωματικής, ήτοι η διαμόρφωση ενός συμπεράσματος σχετικά με την ύπαρξη μιας δύναμης για κάθε παράμετρο υπό εξέταση, ελέγχοντας τους γενετικούς δείκτες για συσχετίσεις μεταξύ αλληλόμορφων συχνοτήτων σε συγκεκριμένες θέσεις (loci) και περιβαλλοντικές παραμέτρους.

4.1. Προσέγγιση Χωρικής Ανάλυσης βάσει Μοντέλων Συσχέτισης

Εκτός των συνηθισμένων εφαρμογών της Χωρικής Ανάλυσης, πρόσφατα μία νέα αναπτύχθηκε. Η χρησιμότητα των GIS διευρύνθηκε, όπως επισημάνθηκε και ανωτέρω, με μια μέθοδο που εισήχθη από τους Joost et al. (2007), υπό το όνομα Μέθοδος Χωρικής Ανάλυσης (Spatial Analysis Method, SAM) και εφεξής αναφερθείσαι ως SAM. Με τη συνδρομή των GIS, πραγματοποιούνται πολλαπλές μονομεταβλητές λογιστικές παλινδρομήσεις επί περιβαλλοντικών και μοριακών δεδομένων, ώστε η SAM να ανιχνεύσει υπογραφές φυσικής επιλογής υπολογίζοντας τους βαθμούς συσχέτισης μεταξύ αλληλόμορφων συχνοτήτων από μοριακούς δείκτες και διάφορες περιβαλλοντικές παραμέτρους, προκειμένου να δημιουργηθούν υποθέσεις σχετικά με τους πιθανούς παράγοντες που συνδέονται με την πίεση από τη φυσική επιλογή.

Η SAM απαιτεί την ύπαρξη γεωαναφερθέντων γενετικών δεδομένων για την διερεύνηση του πληθυσμού, ώστε να ανακτηθούν πληροφορίες που να χαρακτηρίζουν το δείγμα του πληθυσμού και να συσχετίζουν τις γενετικές με μία ή περισσότερες περιβαλλοντικές παραμέτρους. Τα μοριακά σύνολα δεδομένων που χρησιμοποιούνται για αυτή την ανάλυση είναι της μορφής πινάκων. Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα άτομο-δείγμα του εξεταζόμενου πληθυσμού, ενώ οι στήλες οργανώνονται βάσει των συντεταγμένων του ατόμου και περιέχουν δυαδική πληροφορία (1 ή 0), ανάλογα με την κατάσταση του

εκάστοτε γενετικού δείκτη (παρουσία ή απουσία αντίστοιχα). Για τους AFLP δείκτες, οι τιμές 1 ή 0 επισημαίνουν τους φαινοτύπους «παρουσία δεσμού» ή «απουσία δεσμού». Για microsatellite δείκτες, οι τιμές 1 και 0 υποδηλώνουν την παρουσία ή απουσία συγκεκριμένου αλληλόμορφου γονιδίου στην εξεταζόμενη θέση (locus) (για γενετικούς ορισμούς βλ §3.3.1. Δείκτες μικρο-δορυφόρων). Η μέθοδος εφαρμόστηκε πρόσφατα και σε SNP (Pariset, Joost, Ajmone and Valentini, 2009). Για μικροδορυφόρους και SNP, μια φάση κωδικοποίησης αποτελεί προϋπόθεση, ενώ τα AFLP δεδομένα είναι ιδανικά για λογιστική παλινδρόμηση καθώς περιέχουν δυαδική πληροφορία.

Ο πίνακας εισόδου που θα επεξεργαστεί από το πρόγραμμα "matSAM.exe", είναι συνδυαστικός και περιέχει όλες τις τιμές των περιβαλλοντικών παραμέτρων και τη δυαδική πληροφορία των γενετικών (Πίνακας 4.2). Η μορφή του αρχείου είναι κειμένου και επιβάλλεται να είναι (*.txt) διαχωρισμένο με κενά χωρίς την περιγραφική πληροφορία των μεταβλητών (πιπλοφόρος γραμμή και στήλη). Κατά τη προετοιμασία του πίνακα προτιμάται η ταξινόμηση των παραμέτρων, η αρίθμηση τους και η διατήρηση της ίδιας σειράς για όλα τα αρχεία ώστε να αποφευχθούν οι ασάφειες. Οι γενετικοί δείκτες δύναται να ταξινομηθούν βάσει της συχνότητάς τους μεταξύ των δειγμάτων των ζωϊκών ή φυτικών οργανισμών.

Πίνακας 4.1. Μέρος του πίνακα εισόδου με τις γεωαναφερθέντες περιβαλλοντικές (περιλαμβάνεται το υψόμετρο χωρικής ανάλυσης 90m) και γενετικές μεταβλητές μετά την κωδικοποίησή τους και με την πιπλοφόρο γραμμή και στήλη των ονομάτων των μεταβλητών. Το πορτοκαλί κουτί στη δεξιά πλευρά του πίνακα οριοθετεί τις γενετικές μεταβλητές με την πληροφορία για την απουσία ή παρουσία κάποιου αλληλόμορφου γονιδίου, ενώ το πράσινο κουτί στα δεξιά τις περιβαλλοντικές παραμέτρους. (παρουσιάζονται οι 22 από 22 περιβαλλοντικές και οι 5 από 523 γενετικές μεταβλητές)

CODE	Altitude 1000m	Altitude 90m	NDVI April92	NDVI May	NDVI Jun	NDVI Jul	NDVI Aug	NDVI Sept	NDVI Oct	NDVI Nov	NDVI Dec	NDVI Jan	NDVI Feb	NDVI March	Mean Temperature Yearly TMPY	Temperature Diurnal Yearly DTRY	Max% possible Sunshine Yearly SUNY	Days Ground Frost Yearly FRSY	Coefficient Precipitation Yearly PRCV	Precipitation Yearly PRY	Wet Days Yearly RDOY	Relative Humidity Yearly% REHY	C2017-2-266	C2017-1-266	PEZ_05-1-100	N253-2-108	N253-1-108
MARCO011	476.00	470.00	135	142	154	159	160	149	136	106	99	109	130	133	-0.14	12.37	44.69	18.65	55.65	38.63	9.65	70.67	1	0	1	1	1

MARCO012	351.00	372.00	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25	1	1	1	NaN	NaN
MARCO013	351.00	372.00	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25	1	1	1	1	1

Πίνακας 4.2. Μέρος του πίνακα εισόδου με τις γεωαναφερθέντες περιβαλλοντικές (περιλαμβάνεται το υψόμετρο χωρικής ανάλυσης 90m) και γενετικές μεταβλητές μετά την κωδικοποίησή τους χωρίς την πιλοφόρο γραμμή και στήλη των ονομάτων των μεταβλητών. Το πορτοκαλί κουτί στη δεξιά πλευρά του πίνακα οριοθετεί τις γενετικές μεταβλητές με την πληροφορία για την απουσία ή παρουσία κάποιου αλληλόμορφου γονιδίου, ενώ το πράσινο κουτί στα δεξιά τις περιβαλλοντικές παραμέτρους. (παρουσιάζονται οι 22 από 22 περιβαλλοντικές και οι 5 από 523 γενετικές μεταβλητές)

476.00	470.00	135	142	154	159	160	149	136	106	99	109	130	133	-0.14	12.37	44.69	18.65	55.65	38.63	9.65	70.67	1	0	1	1	1
351.00	372.00	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25	1	1	1	NaN	NaN
351.00	372.00	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25	1	1	1	1	1

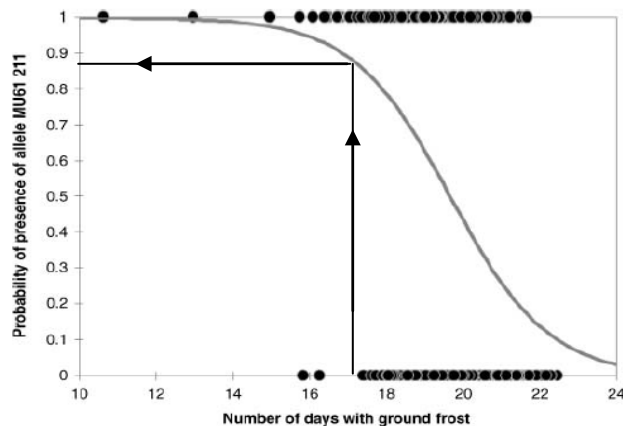
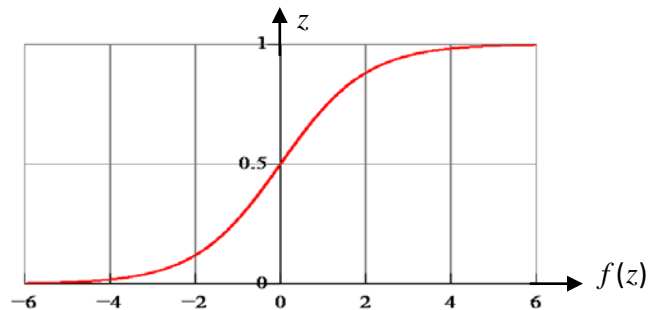
Σημειώνεται ότι το δείγμα που αναλύθηκε από την SAM υπόκειται σε διαφορετικούς κανόνες από ότι οι τυπικές αναλύσεις στην πληθυσμιακή γενετική. Ο στόχος είναι να ληφθεί ένα στατιστικά αντιπροσωπευτικό πλήθος ατόμων ανά τύπο τοπίου και όχι ανά πληθυσμό. Η δειγματοληψία πρέπει να σχεδιαστεί με σκοπό την χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου, καθώς είναι δύσκολο να επαναναθετηθούν οι θέσεις σε παλαιότερα συλλεχθέντα από το πεδίο datasets χωρίς να έχουν καταγραφεί οι γεωγραφικές συντεταγμένες. Ταυτόχρονα οφείλει να είναι αντιπροσωπευτική της περιοχής μελέτης όπου τα εξεταζόμενα είδη εμφανίζονται με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια και με διαθέσιμα αντίστοιχης ακρίβειας περιβαλλοντικά δεδομένα, ώστε να παραχθούν τα καλύτερα δυνατά μοντέλα συσχέτισης. Μεταξύ των περιορισμών της μεθόδου συγκαταλέγεται και η κλίμακα της περιοχής μελέτης, η οποία καθορίζει το είδος των διαθεσίμων δεδομένων που επιβάλλεται να είναι το ακριβέστερα δυνατόν, και οι απαιτήσεις δεξιοτήτων GIS για την παραγωγή των πινάκων εισόδου στην SAM (Joost et al., 2007).

4.2. Λογιστική Παλινδρόμηση

Η θεωρία της λογιστικής παλινδρόμησης που χρησιμοποιείται στην SAM είναι μία από τις μεθόδους στατιστικής ανάλυσης. Πρόκειται για ένα γενικευμένο γραμμικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για τη διωνυμική παλινδρόμηση, η οποία χρησιμοποιεί ένα σύνολο από ανεξάρτητες μεταβλητές για να προβλεφθεί η παρουσία ή η απουσία ενός χαρακτηριστικού σε ένα σύνολο εξαρτημένων μεταβλητών. Για αυτή τη μέθοδο οι περιβαλλοντικές παράμετροι παίζουν το ρόλο των ανεξάρτητων μεταβλητών, ενώ τα γενετικά δεδομένα των εξαρτημένων, συνεπώς το λογιστικό μοντέλο χρησιμοποιείται για να προβλέψει την πιθανότητα εμφάνισης ενός γεγονότος (παρουσία ή απουσία) ενός αλληλόμορφου γονιδίου βάσει μιας περιβαλλοντικής παραμέτρου προσαρμόζοντας δεδομένα σε μια λογιστική καμπύλη που σχηματίζεται από την συνάρτηση της λογιστικής παλινδρόμησης όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 4.1. Η πρόβλεψη βασίζεται στην κατασκευή ενός γραμμικού μοντέλου και συγκεκριμένα στην εκτίμηση των τιμών των παραγόντων ενός συνόλου ανεξάρτητων μεταβλητών που χρησιμεύουν σαν παράγοντες πρόβλεψης.

$$z = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k \quad (1)$$

$$f(z) = \frac{e^z}{e^z + 1} = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (2)$$



a.

Εικόνα 4.1.a. Συνάρτηση και γράφημα λογιστικής παλινδρόμησης, **b.** Παράδειγμα λογιστικής παλινδρόμησης. (Source: Pariset L., Joost S., Ajmone-Marsan P., Valentini A., 2009; Econogene project <http://www.econogene.eu/software/sam/default.asp#data>)

b.

Το πρώτο μέρος της συνάρτησης της λογιστικής παλινδρόμησης (1) περιέχει τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής σε μορφή του λογαρίθμου της πιθανότητας p (Φωκιανός και Χαραλάμπους):

$$z = \log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k \quad (3)$$

Οι συντελεστές παλινδρόμησης β_i εκτιμώνται με την μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας με βάση το γεγονός ότι η εξαρτημένη μεταβλητή ακολουθεί διωνυμική κατανομή, γεγονός που εξηγεί την σιγμοειδή μορφή της καμπύλης της λογιστικής παλινδρόμησης. Από την εξίσωση (3) η πιθανότητα p μπορεί να υπολογιστεί μέσω της εξίσωσης (4):

$$p = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)} \quad (4)$$

Το δεύτερο μέρος της συνάρτησης είναι αποτέλεσμα του γραμμικού συνδυασμού των ανεξάρτητων μεταβλητών που συμμετέχουν στο μοντέλο της παλινδρόμησης. Στην Εικόνα 4.1b., το γράφημα της λογιστικής παλινδρόμησης με ανεξάρτητη μεταβλητή την περιβαλλοντική μεταβλητή «αριθμός ημερών με παγετό στο έδαφος» και εξαρτημένη τη γενετική μεταβλητή "Allele MU61 211", υποδεικνύει ότι αν για παράδειγμα ο αριθμός των ημερών με παγετό είναι 17, τότε η αντίστοιχη πιθανότητα εμφάνισης του αλληλόμορφου γονιδίου MU61 211 (απεικονίζεται με ένα μαύρο σημείο και τιμή 1) είναι 0.9 (90%). Ωστόσο, πέρα από την πρόβλεψη, ένα μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης παρέχει ένα μέτρο συσχέτισης μεταξύ της συχνότητας μιας γεωαναφερθείσας γενετικής και μιας περιβαλλοντικής παραμέτρου για κάθε θέση και εν αντιθέσει με την πολλαπλή παλινδρόμηση, στις εξαρτημένες μεταβλητές μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκτός από την ποσοστιαία και η ονομαστική κλίμακα. Επομένως, η συσχέτιση ελέγχεται μεταξύ κάθε αλληλόμορφου και κάθε περιβαλλοντικής παραμέτρου. Η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται για να εκτιμήσει τον βαθμό σπουδαιότητας των μοντέλων που αποτελούνται από όλα τα πιθανά ζεύγη μεταξύ των δύο ειδών παραμέτρων και για να τονίσει τους γενετικούς δείκτες που εμπλέκονται στα πιο σημαντικά μοντέλα σαν πιθανούς υποψηφίους για σύνδεση με περιοχές του γονιδιώματος εμπλεκόμενες σε διαδικασίες προσαρμογής στο περιβάλλον. Ο σκοπός αυτός μπορεί να επιτευχθεί από την εκτίμηση του βαθμού σημασίας των συνιστωσών που υπολογίζονται από τη συνάρτηση λογιστικής παλινδρόμησης μέσω στατιστικών ελέγχων απευθύνοντας το ερώτημα αν ένα μοντέλο που περιλαμβάνει μια περιβαλλοντική μεταβλητή περιέχει περισσότερες

πληροφορίες για την αντίστοιχη μεταβλητή από ένα μοντέλο με μια μόνο σταθερά. Όπως προαναφέρθηκε, στη λογιστική παλινδρόμηση η σύγκριση πειραματικών και θεωρητικών τιμών βασίζεται στη λογαριθμική συνάρτηση πιθανοφάνειας. Η σπουδαιότητα των μοντέλων καθορίζεται από το τεστ για το λόγο πιθανοφάνειας (likelihood ratio G) και το τεστ Wald (Hosmer and Lemeshow, 2000; Joost et al., 2007). Ο λόγος πιθανοφάνειας (likelihood ratio) ή G statistic ορίζεται ως:

$$G = -2 \ln \frac{L}{L'}$$

όπου L : η πιθανοφάνεια του αρχικού μοντέλου (με μία μόνο σταθερά)

L' : η πιθανοφάνεια του νέου μοντέλου που περιλαμβάνει την εξεταζόμενη μεταβλητή

Εάν οι προστιθέμενες παράμετροι είναι μηδενικές, τότε η G statistic ακολουθεί χ -τετράγωνο κατανομή, όπου οι βαθμοί ελευθερίας του συστήματος είναι όσο και το πλήθος των προστιθέμενων παραμέτρων (Hosmer & Lemeshow, 2000).

Η $Wald$ statistic ορίζεται ως:

$$W = \frac{\hat{\beta}_i}{\sigma(\hat{\beta}_i)}$$

όπου β : η μέγιστη πιθανοφάνεια της παραμέτρου i

$\hat{\beta}_i$: η εκτίμηση της μέγιστης πιθανοφάνειας της παραμέτρου β_i

$\sigma(\hat{\beta}_i)$: η εκτίμηση του τυπικού σφάλματος της εκτίμησης της μέγιστης πιθανοφάνειας της παραμέτρου β_i

Για μηδενική υπόθεση (null hypothesis) – ήτοι το μοντέλο με την υπό εξέταση μεταβλητή δεν εξηγεί την παρατηρούμενη κατανομή καλύτερα από ένα μοντέλο με μία μόνο σταθερά – ο προκύπτων λόγος ακολουθεί κανονική κατανομή, αλλά η διακύμανση εκτιμάται με βάση την θεωρία μέγιστης πιθανοφάνειας.

Μόνο στην περίπτωση που και οι δύο έλεγχοι λόγου πιθανοφάνειας και ο έλεγχος Wald απορρίψουν τις αντίστοιχες μηδενικές υποθέσεις, το μοντέλο θεωρείται σημαντικό. Αυτή η διπλή δικλείδα ασφαλείας εξασφαλίζει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων μια και η αξιοπιστία κάθε ελέγχου ξεχωριστά έχει πολλές φορές αμφισβητηθεί από την αντίστοιχη

βιβλιογραφία. Σύμφωνα με τους Hauck και Donner (1977) (Joost et al., 2007) ο έλεγχος Wald συμπεριφέρεται με παρεκκλίνοντα τρόπο και συχνά αποτυγχάνει να απορρίψει την μηδενική υπόθεση, ενώ έτερη μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο έλεγχος λόγου πιθανοφάνειας είναι καλύτερος από τον έλεγχο Wald, ο οποίος έχει ικανοποιητική ακρίβεια μόνο για μεγάλα δείγματα (Agresti, 1990; Tu and Zhou, 1999). Παρ' όλα αυτά, μια μελέτη του 2003 των Conte και de Maio υποστηρίζει ότι ο έλεγχος Wald υπερβαίνει σε ακρίβεια τους υπόλοιπους ελέγχους, αλλά στην περίπτωση μεγάλων συντελεστών το τυπικό σφάλμα διογκώνεται, γεγονός που μειώνει την Wald statistic και οδηγεί σε σφάλματα τύπου II (ή β), που αποτυγχάνουν να αποκλείσουν τη μηδενική υπόθεση όταν είναι ψευδής.

Από τη στιγμή που η μέθοδος χωρικής ανάλυσης δύναται να επεξεργάζεται ταυτόχρονα πολλά μονομεταβλητά μοντέλα για πληθώρα γενετικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων με σκοπό να εντοπίσει τους δείκτες που είναι πιο πιθανό να επηρεάζονται από τη φυσική επιλογή, μια διόρθωση θα πρέπει να επιλεγεί η οποία θα διατηρεί το Familywise Error Rate (FWER) σε χαμηλά επίπεδα. Το FWER είναι η πιθανότητα να εντοπιστούν ένα ή περισσότερα σφάλματα τύπου I(α) – απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης όταν είναι αληθινή – κατά τη διάρκεια πολλαπλών ζευγών ελέγχων. Εάν το επίπεδο σπουδαιότητας για τον έλεγχο διαφόρων υποθέσεων ταυτόχρονα πρέπει να είναι α (το μέγιστο), τότε η πιθανότητα σφάλματος τύπου I είναι γενικώς πολύ μεγαλύτερη από α , αλλά με την υλοποίηση της διόρθωσης *Bonferroni* οι έλεγχοι πραγματοποιούνται σε ένα επίπεδο εμπιστοσύνης $\frac{\alpha}{n}$, όπου α είναι το επιθυμητό κατώφλι εμπιστοσύνης ενώ n είναι ο αριθμός των συγκρίσεων, ή εν προκειμένω το πλήθος των ταυτόχρονα ελεγχόμενων μοντέλων. Η διόρθωση που επελέχθη είναι πολύ συντηρητική ώστε να προκύψουν ισχυρές υποψήφιες συσχετίσεις. Ωστόσο, η εφαρμογή του SAM επιτρέπει την εισαγωγή κατωφλιού εμπιστοσύνης και επομένως πολλά περισσότερα μοντέλα μπορούν να ελέγχονται ταυτόχρονα, σύμφωνα με τις ανάγκες των χρηστών (Joost et al., 2007).

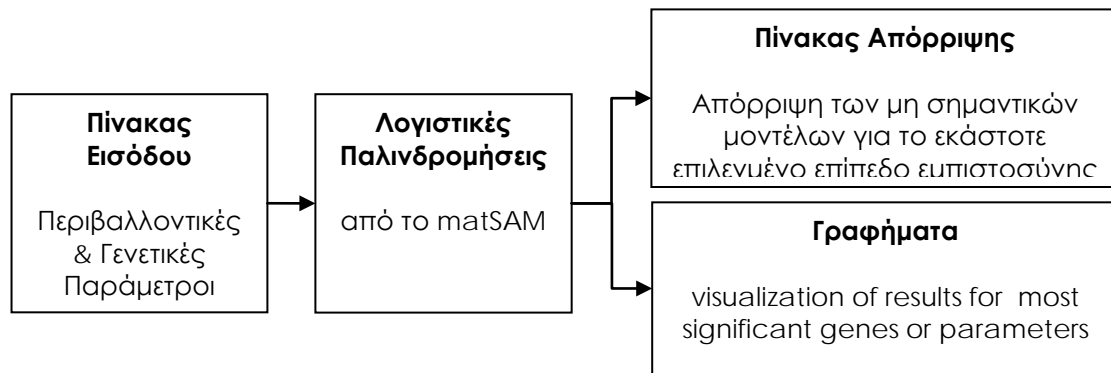
Η ταυτόχρονη επεξεργασία πολλών μοντέλων έχει αυτοματοποιηθεί με την εφαρμογή SAM, η οποία έχει αναπτυχθεί σε Matlab, χρησιμοποιώντας και προσαρμόζοντας την GLMfit συνάρτηση, ένα γενικευμένο γραμμικό μοντέλο προσαρμογής που αναπτύχθηκε από τους MacCullagh και Nelder (1989). Για την προετοιμασία της δομής ενός πίνακα απόρριψης – ένας πίνακας ανάλυσης ο οποίος βοηθά στον προσδιορισμό των πιο σημαντικών μοντέλων απορρίπτοντας εκείνα που είναι λιγότερο σημαντικά σύμφωνα με

το καθορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης – το πλήθος των γενετικών δεικτών και των περιβαλλοντικών παραμέτρων οι οποίες θα επεξεργαστούν καθορίζονται με σκοπό την τελική εκτίμηση των μοντέλων. Στη συνέχεια της διαδικασίας επιλύονται οι εξισώσεις πιθανοφάνειας επιτρέποντας έτσι την μέγιστη πιθανοφάνεια των παραμέτρων να καθοριστεί και να υπολογιστούν για κάθε μοντέλο οι τιμές P οι οποίες συνδέονται με τους G και Wald στατιστικούς ελέγχους. Οι εξαγόμενοι πίνακες και τα εξαγόμενα γραφήματα είναι σε μορφή *.txt τα οποία μπορούν να εισαχθούν σε ένα στατιστικό λογισμικό ή μια εφαρμογή λογιστικών φύλλων (Εικόνα 4.2.). Μέσω μακροεντολών στο Excel που αναπτύχθηκε σε Visual Basic, τα παραχθέντα αποτελέσματα, ανεξαρτήτως του πλήθους τους, μπορούν να επεξεργαστούν και να και να προσαρμοστούν στο αντίστοιχο επίπεδο εμπιστοσύνης μέσω δυναμικών πινάκων ανάλυσης. Αναλυτικότερα, θέτοντας ένα αρχικό επίπεδο εμπιστοσύνης το οποίο προσαρμόζεται προοδευτικά, αναδεικνύονται τα πιο σημαντικά μοντέλα. Τα ζεύγη γενετικών δεικτών και περιβαλλοντικών παραμέτρων που εμπλέκονται σε σημαντικά μοντέλα, επιβεβαιώνονται από τον ένα ή και τους δύο ελέγχους, στην περίπτωση που ο μέγιστος αριθμός επαναλήψεων επιτευχθεί πριν λυθεί η εξίσωση της μέγιστης πιθανοφάνειας για έναν από τους ελέγχους. Η μέθοδος επιτρέπει να συμπεριληφθεί στο σύνολο των σημαντικών μοντέλων, ένα ακόμη μοντέλο το οποίο καθορίστηκε ως σημαντικό από έναν μόνο έλεγχο, αν για παράδειγμα ο γενετικός δείκτης καθορίστηκε από μια προσέγγιση πληθυσμιακής γενετικής (Joost et al., 2007).

4.3. Εφαρμογή της Μεθόδου Χωρικής Ανάλυσης (Spatial Analysis Method, SAM)

Μια από τις μεθόδους της στατιστικής ανάλυσης είναι η λογιστική παλινδρόμηση, η οποία χρησιμοποιεί ένα σύνολο ανεξάρτητων μεταβλητών για να προβλέψει την απουσία ή την παρουσία ενός γνωρίσματος στο σύνολο δεδομένων των κατηγορικών εξαρτημένων μεταβλητών. Με τη συνέργεια πολλαπλών μονομεταβλητών λογιστικών παλινδρομήσεων, των GIS, περιβαλλοντικών και γενετικών δεδομένων, μια νέα μέθοδος ανίχνευσης υπογραφών φυσικής επιλογής βασισμένη στην εφαρμογή της χωρικής ανάλυσης εισήχθη από τους Joost et al. (2007), υπό το όνομα Μέθοδος Χωρικής Ανάλυσης (Spatial Analysis Method) και εφεξής αποκαλούμενη SAM. Η SAM είναι η μέθοδος που εφαρμόστηκε στον εξεταζόμενο πληθυσμό των 519 γκρίζων λύκων της εν λόγω εργασίας. Οι έλεγχοι που εκπονήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την ανίχνευση θέσεων σε χρωμοσώματα (loci) που προσαρμόστηκαν στον περιβάλλοντα χώρο, λόγω ποικίλων παραγόντων, και άρα για τον εντοπισμό του ποσοστού του γονιδιώματος ή των γονιδίων που διαμορφώθηκαν από τη φυσική επιλογή, αλλά και για τον υπολογισμό των βαθμών συσχέτισης μεταξύ περιβαλλοντικών και γενετικών παραμέτρων για την δημιουργία υποθέσεων σχετικά με τους πιθανούς παράγοντες που σχετίζονται με την πίεση από τη φυσική επιλογή.

Η διαδικασία που απαιτείται από την SAM προκειμένου να ληφθούν και αναλυθούν τα αποτελέσματα επί των σημαντικών μοντέλων και συνεπώς επί περιβαλλοντικών παραμέτρων και της ενδεχόμενης σύνδεσής τους με περιοχές του γονιδιώματος που εμπλέκονται σε διαδικασίες προσαρμογής, παρουσιάζεται σχηματικά στην Εικόνα 4.3. Ένα αρχείο εκτελέσιμο σε Windows πραγματοποιείται από το matSAM, το οποίο ελέγχεται για πρώτη φορά με την παρούσα διπλωματική σε Windows Vista και Windows 7, και το οποίο δύναται να επεξεργαστεί παράλληλα πλείστα μοντέλα λογιστικών παλινδρομήσεων βάσει της συνάρτησης GLMfit (βλ. §4.2. Λογιστική Παλινδρόμηση).



Εικόνα 4.3. Διάγραμμα ροής των διαδικασιών που απαιτούνται από το matSAM.

Έχοντας ήδη διαμορφώσει τον πίνακα που περιγράφηκε ως πίνακας εισόδου στην Εικόνα 4.3., μέρος του οποίου αποτελεί ο Πίνακας 3.11., προκειμένου να προβεί σε στατιστική ανάλυση, στο επόμενο και πιο ουσιαστικό στάδιο της μεθόδου, πρέπει να εκτελεστεί το πρόγραμμα matSAM. Για τον λόγο αυτόν χρησιμοποιείται κονσόλα MS DOS με την ακόλουθη σύνταξη:

```
C:  
cd C:\[path]\SAM  
matSAM.exe [NameFile.txt] [nb env. variables] [nb gen. variables] [1
```

όπου:

- C: ο τόμος στον οποίο είναι αποθηκευμένο το πρόγραμμα matSAM
- cd: αλλαγή ευρετηρίου (change directory) από C: σε φάκελο που είναι αποθηκευμένο το πρόγραμμα SAM
- []: κενό
- [path]: η διαδρομή για την εύρεση της θέσης που είναι αποθηκευμένο το matSAM πρόγραμμα
- [NameFile.txt]: το όνομα του πίνακα εισόδου
- [nb env. variables]: το πλήθος των περιβαλλοντικών παραμέτρων που περιέχονται στον πίνακα εισόδου
- [nb gen. variables]: το πλήθος των γενετικών παραμέτρων που περιέχονται στον πίνακα εισόδου

- 1: ο τύπος της επιθυμητής συνάρτησης του γραφήματος που θα εξαχθεί από το matSAM. Επειδή μόνο η σιγμοειδής συνάρτηση εφαρμόζεται στην τρέχουσα έκδοση του matSAM, ο μόνος δυνατός τύπος είναι ο 1.

Για τον τρέχοντα πίνακα εισόδου των 21 περιβαλλοντικών παραμέτρων και των 523 γενετικών δεικτών (μέρος του στον Πίνακα 3.12.), μετά την μετατροπή και αποθήκευσή του από αρχείο λογιστικού φύλλου σε αρχείο κειμένου, η εντολή που πρέπει να δοθεί είναι:

```
C:  
cd C:\samprogram\SAM  
matSAM.exe env21gen523.txt 21 523 1
```

Εξαιτίας των μεγάλων διαστάσεων του πίνακα εισόδου, υπολογίστηκε μεγάλο πλήθος ζευγών μεταξύ των δύο ειδών παραμέτρων και η επεξεργασία των μοντέλων από το πρόγραμμα διήρκησε αρκετά λεπτά. Η διαδικασία ολοκληρώνεται όταν εμφανίζεται ξανά η διαδρομή προς το φάκελο και εξάγονται δυο αρχεία κειμένου με τον πίνακα απόρριψης και το γράφημα στον τρέχοντα φάκελο.

Τα μηνύματα-σφάλματα που ενδέχεται να προκύψουν, αφορούν είτε αλλαγές στις τοπικές ρυθμίσεις είτε το πλήθος των παραμέτρων που έχουν δηλωθεί. Το πρώτο σφάλμα πρέπει να αγνοηθεί, καθώς είναι ενημερωτικού χαρακτήρα και εμφανίζεται αν οι τοπικές ρυθμίσεις έχουν τεθεί σε γλώσσα διαφορετική των αγγλικών. Ωστόσο τα αποτελέσματα δεν επηρεάζονται. Το δεύτερο σφάλμα (Εικόνα 4.4.) αποτελεί απόρροια σφάλματος εισαχθέντος εκ του χρήστη και την λανθασμένη δήλωση του πλήθους των μεταβλητών που περιέχει ο πίνακας εισόδου. Η ανακολουθία επισημαίνεται από το matSAM και πρέπει να διορθωθεί από τον χρήστη.

the number of variables or markers is incorrect !

Εικόνα 4.4. Παράδειγμα πιθανού σφάλματος όπως εμφανίζεται από το matSAM.

Τα εξαγόμενα αρχεία είναι αρχεία οριοθετημένα με κενά. Το εξαγόμενο γράφημα δομείται σε τέσσερις γραμμές για το εκάστοτε μοντέλο. Η πρώτη γραμμή για το κάθε μοντέλο περιέχει τις τιμές των περιβαλλοντικών παραμέτρων του εξεταζόμενου μοντέλου, η δεύτερη γραμμή περιέχει δυαδική πληροφορία που αφορά την παρουσία ή την απουσία ενός γενετικού δείκτη (0 ή 1), στην τρίτη γραμμή βρίσκονται οι υποδιαιρέσεις του Χ άξονα, σε

κλίμακα διαμορφωμένη από την στατιστική κατανομή των περιβαλλοντικών παραμέτρων, και η τελευταία γραμμή περιέχει την πιθανότητα ο εκάστοτε εξεταζόμενος γενετικός δείκτης να είναι παρών για την αντίστοιχη περιβαλλοντική μεταβλητή.

Και τα δύο εξαχθέντα αρχεία επεξεργάστηκαν σε εφαρμογή επεξεργασίας κειμένου ώστε να αντικατασταθούν τα κενά με κόμματα που είναι καλύτερα αναγνωρίσιμα κατά την εισαγωγή τους στην εφαρμογή λογιστικών φύλλων. Εντούτοις μετά την εισαγωγή, παρατηρήθηκε μια κενή στήλη πριν την πρώτη στήλη με τα δεδομένα του αρχείου που περιείχαν NaN. Για την εξάλειψη της ανεπιθύμητης προσθήκης, σε εφαρμογή επεξεργασίας κειμένου και μέσω ενός δανείου έκφρασης από το Unix, το \n NaN (τέλος γραμμής \n NaN) αντικαταστάθηκε από \nNaN (τέλος γραμμής όχι κενό NaN). Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας τα αρχεία επανεισάχθηκαν στο λογισμικό λογιστικών φύλλων και τα μεγάλο πλήθος αποτελεσμάτων επεξεργάστηκε από μια μακροεντολή του Excel macro η οποία αναπτύχθηκε σε Visual Basic για την μορφοποίηση του δυναμικού πίνακα, με την έννοια ότι το επίπεδο εμπιστοσύνης που τέθηκε αρχικά, μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να ταυτοποιηθούν τα σημαντικότερα μοντέλα (Joost et al., 2007). Ο αρχικός πίνακας που προέκυψε περιείχε 15 διαφορετικές ομάδες στατιστικών δεδομένων:

1. Log Likelyhood2
 2. Log Likelyhood1
 3. Degrees of freedom
 4. G value
 5. P value for G
 6. Null hypothesis rejected for G (default confidence level = 99%)
 7. Wald for Beta 0
 8. Wald for Beta 1
 9. P value for Wald Beta 0
 10. P value for Wald Beta 1
 11. Null hypothesis rejected for Wald Beta 0 (default confidence level = 99%)
 12. Null hypothesis rejected for Wald Beta 1 (default confidence level = 99%)
 13. Dynamic null hypothesis analysis for G and Wald Beta 1: Null hypothesis for G
 14. Dynamic null hypothesis analysis for G and Wald Beta 1: Null hypothesis for Wald Beta 1
 15. Dynamic null hypothesis analysis for G and Wald Beta 1: Cumulated test
- } Δυναμικό τμήμα
του
πίνακα απόρριψης

Στο ακόλουθο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο προκύπτων πίνακας απόρριψης, βάσει του οποίου θα αναλυθούν οι αναδειχθείσες συσχετίσεις, έτσι ώστε να αποκαλυφθεί αν οι στόχοι που τέθηκαν στα πλαίσια της διπλωματικής τελικά επετεύχθησαν.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κάθε μία από τις προαναφερθείσες ομάδες (υποκεφάλαιο §4.3. Εφαρμογή της Μεθόδου Χωρικής Ανάλυσης (Spatial Analysis Method, SAM)) αποτελείται από 21 γραμμές, αντίστοιχες με το πλήθος των περιβαλλοντικών παραμέτρων, και 523 στήλες, αντίστοιχες με το πλήθος των γενετικών δεικτών. Το δυναμικό τμήμα του πίνακα προσαρμόζεται ανάλογα με το επίπεδο εμπιστοσύνης που έχει τεθεί να αποκαλύψει τα πιο σημαντικά μοντέλα. Εξαιτίας ορισμένων απουσιών τιμών του πίνακα εισόδου, ο λόγος πιθανοφάνειας (G statistic) δεν μπορούσε να υπολογιστεί, με αποτέλεσμα το “Cumulated test” να καταστεί ανέφικτο (Joost et al., 2007). Μετά τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε από το matSAM για 21 περιβαλλοντικές και 523 γενετικές παραμέτρους, παρατηρήθηκε ότι κανένα αλληλόμορφο δεν συσχετίστηκε με την περιβαλλοντική παράμετρο “Υψόμετρο”. Καμία αλληλεπίδραση με κάποιο μονομεταβλητό μοντέλο δεν προέκυψε για κανένα εξεταζόμενο επίπεδο εμπιστοσύνης. Επειδή η εν λόγω παράμετρος αναμενόταν να επηρεάζει την φυσική επιλογή και τη γενετική ποικιλία, αποφασίστηκε να εξεταστεί η πιθανότητα να οφείλεται στην μικρή ανάλυση (1000 m) του τηλεπισκοπικού dataset από το οποίο παρήχθη (NOAA) και άρα να χρησιμοποιηθεί dataset SRTM ανάλυσης 3arc (περίπου 90 m). Όλα τα ανωτέρω περιγραφέντα στάδια στα υποκεφάλαια §3.3.3. και §4.3., επαναλήφθηκαν για 22 περιβαλλοντικές και 523 γενετικές παραμέτρους. Στους Πίνακες 4.1. και 4.2. παρουσιάστηκε η προετοιμασία του πίνακα εισόδου στο SAM.

Από τη διαδικασία που περιγράφεται σε προηγούμενα κεφάλαια προέκυψε ο τελικός πίνακας απόρριψης (Πίνακας 5.1.), όπου μόνο το Wald test απέφερε αποτελέσματα, καθώς ορισμένες απουσίες το αρχικό γενετικό σύνολο δεδομένων απέτρεψε την διεκπεραίωση του G test και άρα του cumulated test.

Πίνακας 5.1. Μέρος του πίνακα απόρριψης όπως εξήχθη από το matSAM με 22 περιβαλλοντικές και 523 γενετικές μεταβλητές (εδώ παρουσιάζονται 19 από τα 523 πιο σημαντικά μοντέλα συσχέτισης), για επίπεδο εμπιστοσύνης 99% (0.01) ($ST=8.69E-07$ συμπεριλαμβανομένης της διόρθωσης Bonferroni).

	Frequency	65	52	32	57	28	102	113	21	25	33	18	26	61	30	120	152	121	89	37
	Marker	109-1-142	FH2914-2-211	VWF-2-177	VWF-1-159	VWF-2-171	N250-2-132	PEZ_05-2-108	VWF-2-159	Ren274F18-1-198	N253-2-116	VWF-1-171	FH2785-2-337	Ren239K24-1-298	C02#894-2-155	N250-2-136	C2010-2-233	VWF-2-175	VWF-2-181	C02#894-2-161
Null hypothesis for Wald Beta 1	Altitude 1000m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Altitude 90m	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NDVI April	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NDVI May	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NDVI Jun	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NDVI Jul	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NDVI Aug	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NDVI Sept	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	NDVI Oct	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NDVI Nov	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NDVI Dec	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NDVI Jan	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NDVI Feb	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NDVI March	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mean Temperature Yearly TMPY	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0
	Temperature Diurnal Yearly DTRY	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Max% possible Sunshine Yearly SUNY	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Days Ground Frost Yearly FRSY	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Coefficient Precipitation Yearly PRCV	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Precipitation Yearly PRY	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
	Wet Days Yearly RDOY	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Relative Humidity Yearly% REHY	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	SUM	18	14	7	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	2	1	1	1	1	1
Confidence threshold with Bonferroni correction (ST)	8.69E-07																			
Probability	1.00E-02																			
Number of environmental variables	22																			
Number of molecular markers	523																			
Total number of models	11506																			

Αυτός ο πίνακας απόρριψης (Πίνακας 5.1.) εμπεριέχει τα αποτελέσματα που παράχθηκαν από την SAM για 22 περιβαλλοντικές και 523 γενετικές μεταβλητές με παράλληλη επεξεργασία πολλών μονομεταβλητών λογιστικών παλινδρομήσεων. Η πρώτη γραμμή αναφέρεται στη συχνότητα εμφάνισης των αλληλομόρφων και δεν είναι παράγωγο της SAM, αλλά πληροφορία που προστέθηκε αργότερα ώστε να επιτραπεί η οπτική έμφαση των σημαντικών μοντέλων. Η δεύτερη γραμμή είναι περιγραφική και περιέχει τα ονόματα

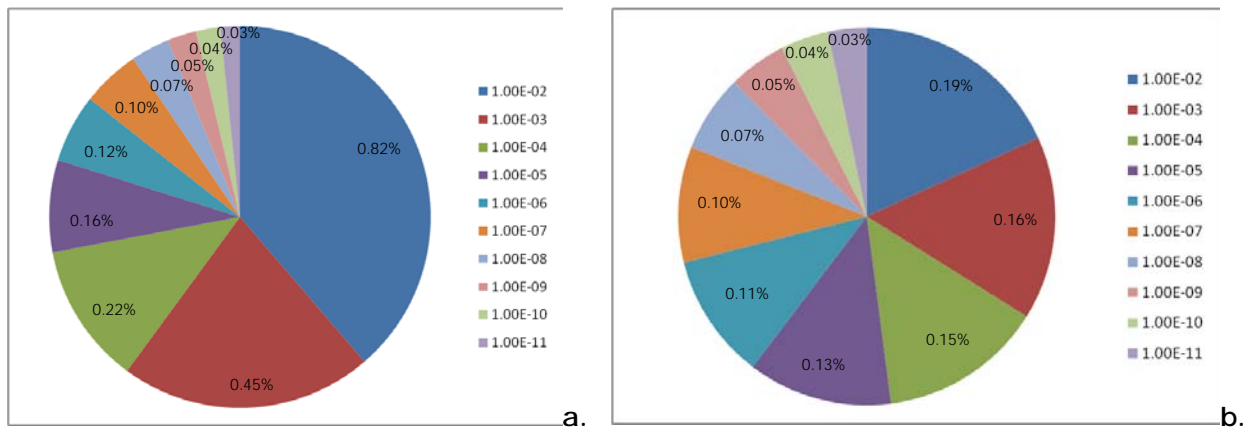
των αλληλομόρφων. Κάθε κελί αναπαριστά ένα σημαντικό μοντέλο, το οποίο είναι ένα ζεύγος και των δύο ειδών παραμέτρων, για το οποίο εξετάζεται αν η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται από το Wald test, καθώς είναι το μόνο που δίνει αποτελέσματα για λόγους που διευκρινίστηκαν ανωτέρω και εφεξής όταν γίνεται αναφορά σε έλεγχο πρόκειται για το Wald test. Αν η μηδενική υπόθεση απορριφθεί για ορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης, η εξεταζόμενη μεταβλητή συμβάλλει σημαντικά στην επεξήγηση της γενετικής διαφοροποίησης και ποικιλίας, και επισημαίνεται με 1. Οι τελευταίες γραμμές των πινάκων περιέχουν πληροφορία σχετικά με το πλήθος των παραγόμενων μοντέλων (11506), τις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν (22 περιβαλλοντικές και 523 γενετικές) και το επίπεδο εμπιστοσύνης, συμπεριλαμβανομένης της διόρθωσης Bonferroni ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα και απορρίπτοντας κάποια μηδενική υπόθεση όταν αυτή αληθεύει και άρα παραλείποντας σημαντικές μεταβλητές.

Βάσει του πίνακα απόρριψης συμπεραίνεται ότι 19 αλληλόμορφα σε 11 loci ταυτοποιήθηκαν ως σημαντικά, καθώς εμπλέκονταν σε 94 σημαντικά μοντέλα, 0.82% από ένα σύνολο 11506 μοντέλων των οποίων η σπουδαιότητα αξιολογήθηκε, όπου η μηδενική υπόθεση απορρίφθηκε από το Wald test για επίπεδο εμπιστοσύνης της τάξης του 99.0% (significance threshold $ST = 8.69E-07$, συμπεριλαμβανομένης της διόρθωσης Bonferroni) ενώ 21 από τις 22 περιβαλλοντικές παράμετροι συσχετίστηκαν σημαντικά με αλληλόμορφα. Ειδικά η locus VWF θα συγκροτούσε μια υποψήφια θέση για επιλογή, έχοντας εμπλακεί σε 30 σημαντικά μοντέλα (0.26% του συνόλου). Για significance threshold (ST) $8.69E-08$ (συμπεριλαμβανομένης της διόρθωσης Bonferroni) που αντιστοιχεί σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99.9% (ακρίβεια $1.00E-03$), τα αλληλόμορφα που συνδέονται σημαντικά με ορισμένες περιβαλλοντικές παραμέτρους ελλατώθηκαν στα 13 εμπλεκόμενα σε 62 σημαντικά μοντέλα (0.45% του συνόλου, Πίνακας 5.2). Εντούτοις, για $ST=8.69E-09$ (συμπεριλαμβανομένης της διόρθωσης Bonferroni) μόνο 7 περιβαλλοντικές παράμετροι παρέμεναν σημαντικές και ακόμη και συνέβαλλαν στην ερμηνεία ότι συγκεκριμένες περιοχές του γονιδιώματος (loci) εμπλέκονταν σε διαδικασίες προσαρμογής και συσχετιζόνταν με 26 σημαντικά μοντέλα (0.22% του συνόλου των μοντέλων), ενώ τα αλληλόμορφα που εμπλέκονταν σημαντικά μοντέλα συσχέτισης μειώθηκαν σε 8. Τέσσερα αλληλόμορφα από 3 loci παρέμειναν σημαντικά και συνδεδεμένα με έως έξι περιβαλλοντικές παραμέτρους σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99.99999% ($ST=8.69E-12$) τα οποία προέρχονται από τη locus VMF (δύο αλληλόμορφα: VMF-1-159, VMF-2-171, από τη locus PEZ_05 (ένα αλληλόμορφο: PEZ_05-2-108) και από N250 (ένα αλληλόμορφο: N250-2-132). Αυτά τα τέσσερα

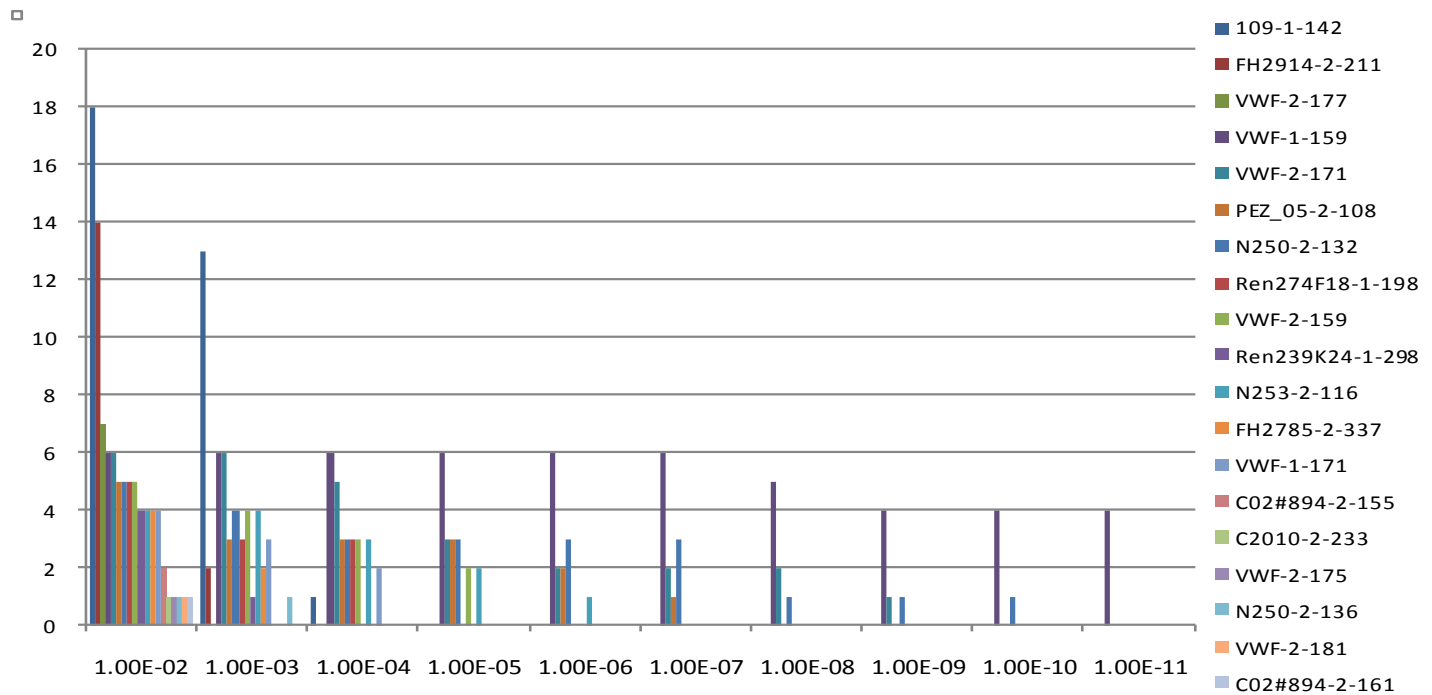
αλληλόμορφα εμπλέκονται σε 22 ($ST=8.69E-07$) έως 12 ($ST=8.69E-12$) σημαντικά μοντέλα σύμφωνα με το Wald test, που αντίστοιχα είναι 0.19% έως 0.10% του συνόλου των 11506 επεξεργασθεισών μοντέλων. Μετά την αύξηση του επιπέδου εμπιστοσύνης σε 99.99999999% (ακρίβεια $1.00E-10$) αυτά τα τέσσερα αλληλόμορφα παρέμεναν ακόμη συνδεδεμένα αλλά με 4 περιβαλλοντικές παραμέτρους την ετήσια μέση θερμοκρασία (TMPY) σε C° , το ετήσιο μέσο ποσοστό μέγιστης δυνατής ηλιοφάνειας (SUNY), την ετήσια μέση κατακρήμνιση (PRY) σε mm/month και την ετήσια μέση μεταβλητή ημερών με βροχή (RDOY), η οποία είναι το πλήθος των ημερών με περισσότερη από 0.1mm βροχή ανά μήνα. Αυτά τα τέσσερα ισχυρά αλληλόμορφα, ανάμεσα στα οποία βρίσκεται ο καλύτερος υποψήφιος για την επιλογή, καθώς τείνουν να συνδέονται με περιβαλλοντικές παραμέτρους ακόμη και για $ST=8.69E-12$. Τα πιο σημαντικά αλληλόμορφα για επίπεδο εμπιστοσύνης από 99% ($ST=8.69E-07$) έως 99.99999999% ($ST=8.69E-16$), απεικονίζονται σε διαγράμματα οπτικοποιώντας την σπουδαιότητα σε ποσοστά (Εικόνα 5.1.). Τα αλληλόμορφα VMF-1-159 και N250-2-132 παρέμεναν εμπλεκόμενα σε 5 μοντέλα (0.04% του συνόλου των επεξεργασθεισών μοντέλων) και συνδεδεμένα με τέσσερις από τις προαναφερθείσες περιβαλλοντικές παραμέτρους για $ST=8.69E-15$. Το αλληλόμορφο VMF-1-159 ήταν τελικά το μοναδικό που συνέχισε να διατηρεί μια συσχέτιση με τέσσερις περιβαλλοντικές παραμέτρους παρά την αύξηση του ST πάνω από $8.69E-16$ (99.99999999%). Από επίπεδο εμπιστοσύνης μεγαλύτερο του 99.99999% ($ST=8.69E-12$) το συγκεκριμένο αλληλόμορφο εμπλέκεται έως και σε έξι σημαντικά μοντέλα (0.05% του συνόλου των επεξεργασθεισών μοντέλων). Παρά το ότι το αλληλόμορφο 109-1-142 έδωσε τις πιο σημαντικές συσχετίσεις (εμπλεκόμενο σε 18 σημαντικά μοντέλα, 0.16% του συνόλου) για $ST=8.69E-07$, εντούτοις για ST μεγαλύτερο του $8.69E-16$, μόνο το VMF-1-159 συνδεόταν σημαντικά με 4 από τις προαναφερθείσες περιβαλλοντικές παραμέτρους και εμπλεκόταν σε 4 σημαντικά μοντέλα. Έτσι ο καλύτερος υποψήφιος για επιλογή είναι το αλληλόμορφο VMF-1-159 και μεταξύ των καλύτερων προαναφερθεισών τεσσάρων αλληλομόρφων που παραμένουν συσχετισμένα με έως και 6 περιβαλλοντικές παραμέτρους για επίπεδο εμπιστοσύνης 99.99999% ($ST=8.69E-12$) ενώ εμπλέκονται σε 23 ($ST=8.69E-07$) έως 12 ($ST=8.69E-12$) σημαντικά μοντέλα, ήτοι αντίστοιχα 0.21% έως 0.11% επί του συνόλου 11506 μοντέλων. Στην Εικόνα 5.2., παρουσιάζονται οι περιβαλλοντικές παράμετροι που απέδωσαν τις πιο σημαντικές συσχετίσεις και αυτές των οποίων η παρουσία είναι σημαντική για τον εξεταζόμενο πληθυσμό.

Πίνακας 5.2. Πλήθος σημαντικών μοντέλων συσχετίσεων μεταξύ αλληλομόρφων γονιδίων και περιβαλλοντικών παραμέτρων (απεικονίζονται 19 από τα πιο σημαντικά μοντέλα συσχετίσεων σε σύνολο 523 γενετικών μεταβλητών και 22 περιβαλλοντικών), για επίπεδο εμπιστοσύνης από 99% (ST=8.69E-07) έως 99.999999999% (ST=8.69E-16).

Επίπεδο Εμπιστοσύνης Αλληλόμορφα	1.00E-02	1.00E-03	1.00E-04	1.00E-05	1.00E-06	1.00E-07	1.00E-08	1.00E-09	1.00E-10	1.00E-11
	109-1-142	18	13	1	0	0	0	0	0	0
FH2914-2-211	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0
VWF-2-177	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VWF-1-159	6	6	6	6	6	6	5	4	4	4
VWF-2-171	6	6	5	3	2	2	2	1	0	0
PEZ_05-2-108	5	3	3	3	2	1	0	0	0	0
N250-2-132	5	4	3	3	3	3	1	1	1	0
Ren274F18-1-198	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
VWF-2-159	5	4	3	2	0	0	0	0	0	0
Ren239K24-1-298	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
N253-2-116	4	4	3	2	1	0	0	0	0	0
FH2785-2-337	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
VWF-1-171	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0
C02#894-2-155	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C2010-2-233	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VWF-2-175	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N250-2-136	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
VWF-2-181	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C02#894-2-161	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Πλήθος μοντέλων (sum) των οποίων η συμμετέχουσα μεταβλητή συμβάλλει σημαντικά στην επεξήγηση της βιοποικιλότητας για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης εκ συνόλου 11506 μοντέλων	94	52	26	19	14	12	8	6	5	4
% μοντέλων των οποίων η συμμετέχουσα μεταβλητή συμβάλλει σημαντικά στην επεξήγηση της βιοποικιλότητας για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης	0.8169651	0.4519381	0.2259691	0.1651312	0.1216756	0.1042934	0.0695289	0.0521467	0.0434556	0.0347645
Πλήθος μοντέλων (sum) σε σχέση με τα τέσσερα σημαντικότερα αλληλόμορφα (VWF-1-159, VWF-2-171, PEZ_05-2-108, N250-2-132) για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης	22	19	17	15	13	12	8	6	5	4
% μοντέλων σε σχέση με τα τέσσερα σημαντικότερα αλληλόμορφα (VWF-1-159, VWF-2-171, PEZ_05-2-108, N250-2-132) εκ συνόλου 11506 μοντέλων	0.1912046	0.1651312	0.147749	0.1303668	0.1129845	0.1042934	0.0695289	0.0521467	0.0434556	0.0347645



Εικόνα 5.1. Διάγραμμα ποσοστού σημαντικών μοντέλων σε σύνολο 11506, βάσει του επιπέδου εμπιστοσύνης (dataset 22 περιβαλλοντικών και 523 γενετικών παραμέτρων) για **a.** σύνολο αλληλομόρφων γονιδίων, **b.** σημαντικότερα αλληλόμορφα (VMF-1-159, VMF-2-171, PEZ_05-2-108, N250-2-132).



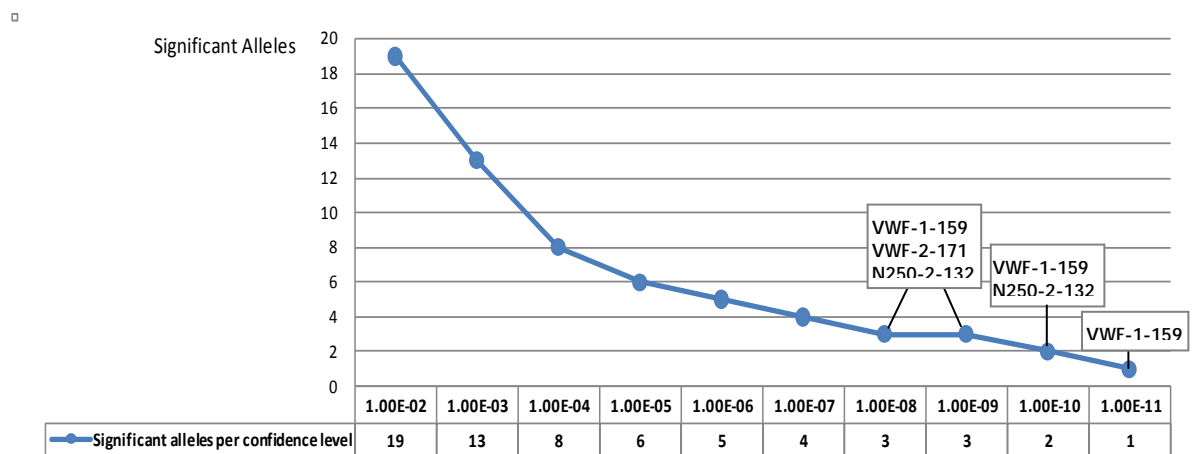
Εικόνα 5.2. Διάγραμμα σημαντικών μοντέλων συσχετίσεων μεταξύ αλληλομόρφων γονιδίων και περιβαλλοντικών παραμέτρων σύμφωνα με το επίπεδο εμπιστοσύνης. Από επίπεδο εμπιστοσύνης 99.99999% ($ST=8.69E^{-12}$) σε dataset 22 περιβαλλοντικών και 523 γενετικών παραμέτρων, μόνο τα VMF-1-159, VMF-2-171, PEZ_05-2-108 και N250-2-132 είναι σημαντικά παρόντα.

Οι στήλες του Πίνακα 5.2. σχηματίστηκαν από τις γραμμές των πινάκων απόρριψης για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης, περιέχοντας το άθροισμα των σημαντικών μοντέλων κάθε πίνακα απόρριψης (πχ. Πίνακας 5.1., επισημασμένη με τρεις τόνους της κλίμακας του γκρι

γραμμή). Η τρίτονη κλίμακα του γκρι του πίνακα χρησιμοποιήθηκε για την επισήμανση του πλήθους των σημαντικών μοντέλων για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης, ώστε να εξαχθούν άμεσα συμπεράσματα επί του πλήθους των αλληλομόρφων και των περιβαλλοντικών παραμέτρων που σχετίζονται με σημαντικά μοντέλα. Καθώς το πλήθος των μοντέλων αυξάνεται, και άρα των σημαντικών αλληλομόρφων και των περιβαλλοντικών παραμέτρων, τα κελιά επισημαίνονται με πιο σκούρους τόνους του γκρι, ενώ με την μείωση του πλήθους τους επισημαίνονται με πιο ανοικτούς τόνους του γκρι. Οι δύο τελευταίες γραμμές περιέχουν το άθροισμα και το ποσοστό των αλληλομόρφων που εμπλέκονται σε σημαντικά μοντέλα επί του συνόλου των σημαντικών μοντέλων για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης. Στο χαμηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης της εν λόγω ανάλυσης (99%, $ST=-8.69E-07$) 19 αλληλόμορφα εμπλέκονται σε 94 σημαντικά μοντέλα (0.82%) και στο υψηλότερο (99.999999999%, $ST=-8.69E-16$) ένα αλληλόμορφο (VMF-1-159) εμπλέκεται σε 4 σημαντικά μοντέλα. Το αλληλόμορφο VMF-1-159 εμπλέκεται σε τέσσερα σημαντικά μοντέλα (0.03% του συνόλου των μοντέλων) ακόμη και για significance threshold μεγαλύτερο από $ST=8.69E-16$. Από επίπεδο εμπιστοσύνης μεγαλύτερο του 99.99999% ($ST=8.69E-12$) το αλληλόμορφο εμπλέκεται έως και σε έξι σημαντικά μοντέλα (0.05% του συνόλου των μοντέλων) και συνδέεται με τουλάχιστον τέσσερις περιβαλλοντικές παραμέτρους, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5.2., την ετήσια μέση θερμοκρασία (TMPY) σε $^{\circ}C$, το ετήσιο μέσο ποσοστό μέγιστης δυνατής ηλιοφάνειας (SUNY), την ετήσια μέση κατακρήμνιση (PRY) σε mm/month και την ετήσια μέση μεταβλητή ημερών με βροχή (RDOY). Για το ίδιο επίπεδο εμπιστοσύνης 21 από 22 περιβαλλοντικές παράμετροι ήταν σημαντικά συσχετισμένα με αλληλόμορφα γονίδια.

Συγκρίνοντας τους δύο πίνακες απόρριψης όπως προέκυψαν από τις 523 γενετικές και 21 ή 22 περιβαλλοντικές μεταβλητές αντίστοιχα, συμπεραίνεται ότι με την SAM ελάχιστες διαφορές στις τιμές των περιβαλλοντικών παραμέτρων ενδέχεται να πυροδοτούν την ύπαρξη συσχετίσεων. Στην εν λόγω περίπτωση, τα αποτελέσματα ήταν λίγο διαφοροποιημένα με την προσθήκη της παραμέτρου του υψόμετρου υψηλότερης ανάλυσης 90 μέτρων στο σύνολο των 21 περιβαλλοντικών παραμέτρων του πίνακα εισόδου (Πίνακας 5.1.), καθώς το υψόμετρο ανάλυσης 1000 μέτρων σε διάφορα επίπεδα εμπιστοσύνης δεν συσχετίστηκε με κανένα αλληλόμορφο, ενώ το υψόμετρο των 90 μέτρων συσχετίστηκε με ένα (Ren274F18-1-198) για $ST=8.69E-07$ (99%). Παρά το ότι η προσθήκη αυτή προκάλεσε τον ανασχηματισμό των ζευγών μεταξύ περιβαλλοντικών και γενετικών παραμέτρων, το πλήθος των σημαντικών παραμέτρων δεν διαφοροποιήθηκε.

Συνεπώς, το τελικό σύνολο δεδομένων αποτελείται από 523 αλληλόμορφα εντοπισμένα σε 39 loci που αναλύθηκαν σε σχέση με 22 τηλεπισκοπικές και κλιματικές μεταβλητές. Ως σημαντικά αλληλόμορφα ταυτοποιήθηκαν από την SAM και συνδέθηκαν με τουλάχιστον μία περιβαλλοντική παράμετρο 19 αλληλόμορφα που αναπαριστούν το 3.63% του συνολικού πλήθους των εξεταζόμενων αλληλομόρφων, για επίπεδο εμπιστοσύνης 99% το οποίο αντιστοιχεί σε significance threshold $8.69E-07$. Έξι αλληλόμορφα (VWF-1-159, VWF-2-159, VWF-2-171, N250-2-132, PEZ_05-2-1089, N253-2-116) σε 3 loci αναγνωρίστηκαν και συσχετίστηκαν σημαντικά με τουλάχιστον 2 κλιματικές μεταβλητές. Όπως αναπαρίσταται στην Εικόνα 5.3., το πλήθος των σημαντικών αλληλομόρφων και των περιβαλλοντικών παραμέτρων που συνδέονται σημαντικά με αυτά μειώνεται με την αύξηση του επιπέδου εμπιστοσύνης. Σε $ST=8.69E-16$ και μεγαλύτερο, μόνο ένα αλληλόμορφο (VWF-1-159) παρέμεινε σημαντικό και συσχετίστηκε με 4 κλιματικές παραμέτρους. Η θέση (locus) VWF συνδέθηκε κυρίως με τις κλιματικές παραμέτρους, εκτός από το επίπεδο εμπιστοσύνης 99%, το οποίο συνδέθηκε με την περιεκτικότητα των φυτών σε χλωροφύλλη (NDVI Ιουλίου, Αυγούστου, Νοεμβρίου, Δεκεμβρίου, Ιανουαρίου, Φεβρουαρίου, Μαρτίου), και μόνο με το αλληλόμορφο VWF-2-177. Τουναντίον, για το ίδιο επίπεδο εμπιστοσύνης (99%, $ST=8.69E-07$) τα αλληλόμορφα 109-1-142 και FH2914-2-211 συνδέονται με σχεδόν όλους τους δείκτες βλάστησης NDVI και με ορισμένες κλιματικές παραμέτρους (βλ. Πίνακας 5.1.)



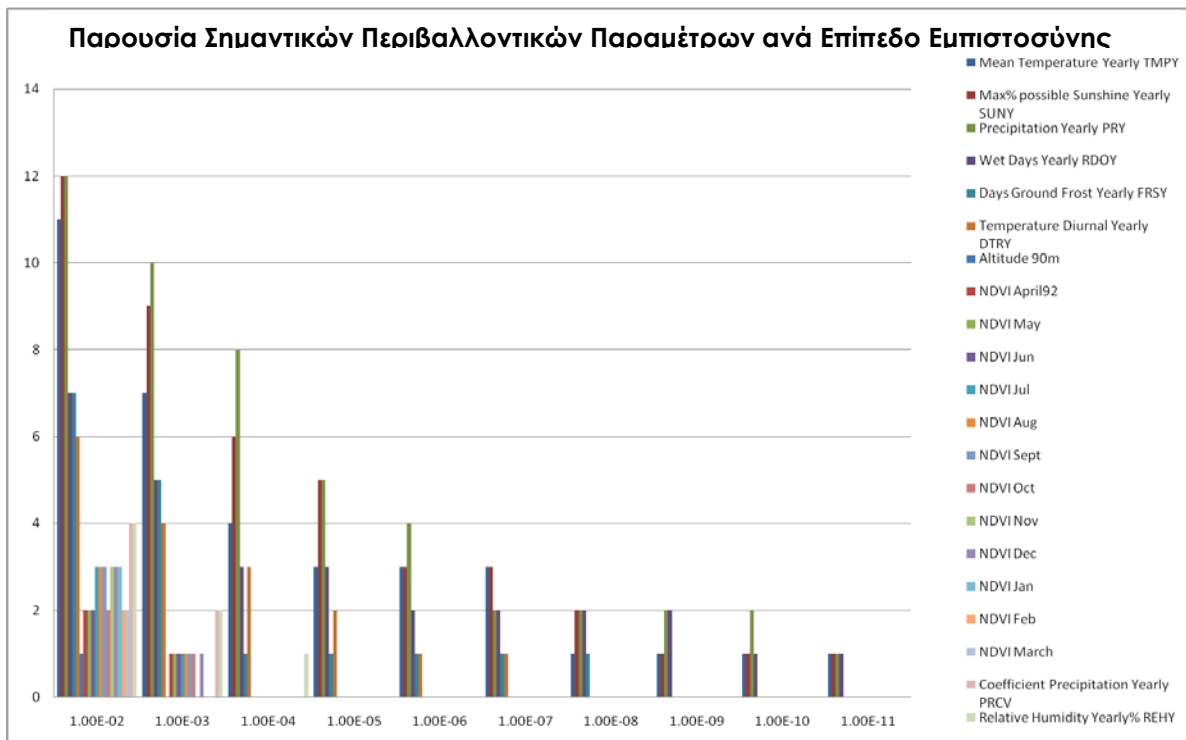
Εικόνα 5.3. Συνεχής αναπαράσταση ενός διακριτού πλήθους σημαντικών μοντέλων ανά επίπεδο εμπιστοσύνης (1.00E-02 έως 1.00E-011) παραχθέν από την ανάλυση 22 περιβαλλοντικών και 523 γενετικών παραμέτρων.

Σε αντιστοιχία με τον Πίνακα 5.2. και την Εικόνα 5.2. παρουσιάζονται οι περιβαλλοντικές παράμετροι που θεωρούνται σημαντικοί για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης, και οι οποίες υπολογίστηκαν αθροίζοντας την παρουσία τους στα εκάστοτε μοντέλα (Πίνακας 5.3.,

Εικόνα 5.4.). Είκοσι δύο εκ των 22 περιβαλλοντικών παραμέτρων εμπλέκονται με σημαντικά μοντέλα (95.45% εκ του συνόλου των περιβαλλοντικών παραμέτρων). Η μόνη περιβαλλοντική παράμετρος που δεν συνδέθηκε με κάποιο σημαντικό μοντέλο ήταν το υψόμετρο ανάλυσης 1000 μέτρων, γεγονός που οδήγησε στην προσθήκη του υψομέτρου ανάλυσης 90 μέτρων, όπως έχει ήδη προαναφερθεί.

Πίνακας 5.3. Πλήθος συσχετίσεων περιβαλλοντικών παραμέτρων με αλληλόμορφα για 22 περιβαλλοντικές παραμέτρους και 523 γενετικές για επίπεδο εμπιστοσύνης από 99% (ST=8.69E-07) έως 99.99999% (ST=8.69E-16).

Επίπεδο εμπιστοσύνης Περιβαλλοντικές παράμετροι	1.00E-02	1.00E-03	1.00E-04	1.00E-05	1.00E-06	1.00E-07	1.00E-08	1.00E-09	1.00E-10	1.00E-11
	Mean Temperature Yearly TMPY	11	7	4	3	3	3	1	1	1
Max% possible Sunshine Yearly SUNY	12	9	6	5	3	3	2	1	1	1
Precipitation Yearly PRY	12	10	8	5	4	2	2	2	2	1
Wet Days Yearly RDOY	7	5	3	3	2	2	2	2	1	1
Days Ground Frost Yearly FRSY	7	5	1	1	1	1	1	0	0	0
Temperature Diurnal Yearly DTRY	6	4	3	2	1	1	0	0	0	0
Altitude 90m	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Altitude 1000m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NDVI April92	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NDVI May	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NDVI Jun	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NDVI Jul	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NDVI Aug	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NDVI Sept	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NDVI Oct	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NDVI Nov	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NDVI Dec	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NDVI Jan	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NDVI Feb	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NDVI March	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coefficient Precipitation Yearly PRCV	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Relative Humidity Yearly% REHY	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Άθροισμα σημαντικών μοντέλων	94	52	25	19	14	12	8	6	5	4
Πλήθος σημαντικών περιβαλλοντικών Παραμέτρων εμπλεκόμενων στα ανωτέρω Σημαντικά μοντέλα	21	16	7	6	6	6	5	4	4	4



Εικόνα 5.4. Ιστόγραμμα για την παρουσία των περιβαλλοντικών παραμέτρων για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης που αναδείχθηκαν λόγω της συσχέτισής τους με γενετικές παραμέτρους και την ανάμειξή τους σε 11506 σημαντικά μοντέλα.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Η εν λόγω έρευνα συνιστά μια διεπιστημονική εργασία, καθώς συλλέχθηκαν πληροφορίες από τα επιστημονικά πεδία της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης, των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και της Μοριακής Βιολογίας, στην τομή των οποίων έγκειται το ενδιαφέρον, η χρησιμότητα και η καινοτομία της. Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί ένα εγχείρημα ανίχνευσης της πίεσης που ασκείται από τη φυσική επιλογή όπως καθοδηγείται από το περιβάλλον. Ο δείκτης βλάστησης Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) εξετάστηκε σαν πιθανός υποψήφιος άσκησης έμμεσης επιρροής στον υπό εξέταση πληθυσμό των γκρίζων λύκων (*Canis lupus*). Η γενική ιδέα βασίστηκε στο γεγονός ότι το διαιτολόγιο της βοράς τους αποτελείται από φυτά, τα οποία αναγνωρίζονται από τον NDVI, συνεπώς μια εποχική μεταβολή στη χλωρίδα από φθινόπωρο/χειμώνα σε άνοιξη/καλοκαίρι, και συνεπώς μια μεταβολή στα τροφικά αποθέματα των θηραμάτων, θα είχε εμφανή επίδραση σε κάποια θέση (locus) της αλληλουχίας του DNA. Δεδομένου του ότι η αποκωδικοποίηση του γονιδιώματος του είδους έχει ολοκληρωθεί, η συσχέτιση μιας συγκεκριμένης περιβαλλοντικής παραμέτρου με ένα αλληλόμορφο, μέσω της Spatial Analysis Method (SAM), θα οδηγούσε στην σύνδεσή της με ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό γνώρισμα, επί παραδείγματι το πάχος της γούνας. Μέσω της SAM, η επιστημονική κοινότητα διαθέτει πλέον ένα εργαλείο το οποίο παρέχει σημεία αναφοράς για τον εντοπισμό γονιδίων και το οποίο συμβάλλει ενεργά στην κατανόηση της λειτουργίας τους (Joost et al., 2008). Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε υπό ένα τηλεπισκοπικό-γεωγραφικό πρίσμα, αν και μια βιολογική ερμηνεία και ανάλυση θα πραγματοποιηθεί στα πλαίσια μελλοντικής δημοσίευσης μαζί με την ειδική Μοριακή Βιολόγο Καθηγήτρια Jennifer Leonard (Dpt. of Evolutionary Biology, University of Uppsala).

Το σύνολο των δεδομένων που αναλύθηκε τελικά, συγκροτείται από γενετικά δείγματα από μικροδορυφόρους (microsatellites) και από περιβαλλοντικά δεδομένα (κλιματικά, NDVI και υψόμετρο) τα οποία συλλέχθηκαν σαν μηνιαίες μεταβλητές για να διερευνηθεί η επίδραση της εποχικότητας στα γενετικά δεδομένα. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε και πραγματοποιήθηκε από την SAM περιείχε 523 γενετικές παραμέτρους και 22 περιβαλλοντικές, μετά την προσθήκη του υψομέτρου μεγαλύτερης ανάλυσης (90 meters) λόγω της παρατήρησης στις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν σε δύο σύνολα

δεδομένων (21 και 22 περιβαλλοντικών και 523 γενετικών παραμέτρων) το υψόμετρο μικρής ανάλυσης (1000m) δεν αλληλεπέδρασε με κανένα μονομεταβλητό μοντέλο.

Οι περιβαλλοντικές παράμετροι αποτελούν τις ανεξάρτητες μεταβλητές της ανάλυσης. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον δείκτη βλάστησης NDVI και κατά πόσο αποτελεί μια αξιόλογη δύναμη για τη φυσική επιλογή, καθώς ο δείκτης αυτός δεν έχει συμπεριληφθεί σε ανάλογη έρευνα. Βάσει των αποτελεσμάτων που παρατίθενται στο κεφάλαιο 5, η υπόθεση δεν επιβεβαιώθηκε για το συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων για λόγους που θα επιχειρηθεί να αναλυθούν ακολούθως. Εντούτοις, η μειωμένη επιλεκτική δύναμη που τείνει να συνιστά ο δείκτης NDVI σε αυτή την περίπτωση δεν αποτελεί γενικό συμπέρασμα, καθώς περαιτέρω ενδελεχείς έρευνες επιβάλλεται να πραγματοποιηθούν με δεδομένα ποικίλων βαθμών ανάλυσης και περιεχομένου.

Η υγεία και η διαθεσιμότητα της χλωρίδας, ειδικά κατά το διάστημα τελών Μαρτίου έως Αυγούστου όπου η περιοχή μελέτης δεν καλύπτεται από χιόνι και οι υψηλότερες θερμοκρασιακές τιμές ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών, αναμενόταν να επηρεάζει έμμεσα τον εξεταζόμενο πληθυσμό διαμέσου των διατροφικών συνηθειών του. Εντούτοις, η παρατεταμένη περίοδος χιονοκάλυψης (μέσα Σεπτεμβρίου έως Μάρτιο), οι μικρές περιοχές βλάστησης λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών, σε συνδυασμό με τα δεδομένα χαμηλής ανάλυσης (1000m) και του ότι η πλειονότητα του εξεταζόμενου πληθυσμού εντοπίζεται στο βορειότερο τμήμα του Βορείου ημισφαιρίου ενδέχεται να επεξηγεί εν μέρει τον λόγο σύνδεσης των παραμέτρων του δείκτη βλάστησης NDVI με σημαντικά μοντέλα μόνο για τα δύο χαμηλότερα επίπεδα εμπιστοσύνης. Πράγματι για επίπεδα εμπιστοσύνης 99.0% ($ST=8.69E-07$ συμπεριλαμβανομένης της διόρθωσης Bonferroni) και 99.9% ($ST=8.69E-08$ συμπεριλαμβανομένης της διόρθωσης Bonferroni) ο NDVI συσχετίζεται με 4 από τα 523 αλληλόμορφα (0.76%) που επεξεργάστηκαν από την SAM. Για επίπεδο εμπιστοσύνης 99.9%, ο NDVI συνδέεται μόνο με το αλληλόμορφο 109-1-142. Για επίπεδο εμπιστοσύνης 99%, αυτά τα 4 αλληλόμορφα συσχετίζονται με 4 loci, τις 109 (αλληλόμορφο 109-1-142), FH2914 (αλληλόμορφο FH2914-2-211), VWF (αλληλόμορφο VWF-2-177) και την Ren239K24 (αλληλόμορφο Ren239K24-1-298). Εξ αυτών οι τρεις πρώτες θέσεις έδωσαν τις περισσότερες συσχετίσεις για το τρέχων επίπεδο εμπιστοσύνης (109-1-142 FH2914-2-211 VWF-2-177). Επιπρόσθετα από τη locus VWF εξήχθη το αλληλόμορφο VWF-1-159 το οποίο ενεπλέκη στα 4 πιο σημαντικά μοντέλα ακόμη και για επίπεδα εμπιστοσύνης μεγαλύτερα από 99.99999999% ($ST=8.69E-16$) (βλ. Πίνακας 5.2). Συνεπώς, η θέση VWF μπορεί να

θεωρηθεί σαν πιθανή locus από την οποία μπορούν να εξαχθούν αλληλόμορφα που βρίσκονται υπό την επιρροή της φυσικής επιλογής και άρα οι περιβαλλοντικές παράμετροι που σχετίζονται με τα αντίστοιχα σημαντικά μοντέλα μπορούν να οριστούν ως πιέσεις λόγω περιβάλλοντος για τη φυσική επιλογή.

Εντούτοις, η σύνδεση του NDVI με τα προαναφερθέντα σαν σημαντικά αλληλόμορφα πραγματοποιείται σε χαμηλά επίπεδα εμπιστοσύνης (99.0%, 99.9%) όπου παρατηρείται μια γενική-αόριστη συμπεριφορά (Πίνακας 5.1.). Αναλυτικότερα, αν και διαφαίνεται ότι στα εν λόγω επίπεδα ορισμένες περιβαλλοντικές παράμετροι εμφανίζονται ως σημαντικές και στοιχειοθετούν υποψήφιες για υπογραφές φυσικής επιλογής, ταυτόχρονα η πλειονότητα των αλληλομόρφων συνδέεται με όλες τις κατηγορίες περιβαλλοντικών μεταβλητών, συνεπώς συνδέονται με μια γενικευμένη και αόριστη ανάμειξη στις περιβαλλοντικές παραμέτρους. Εξαιτίας αυτού υπάρχουν ορισμένες ανακολουθίες που αποτρέπουν την επιβεβαίωση της εποχικότητας του δείκτη από μηνιαίες περιβαλλοντικές παραμέτρους.

Μια άλλη επεξήγηση του λόγου για τον οποίον αυτός ο δείκτης ανασχέθηκε από το να αποτελέσει ισχυρό υποψήφιο για φυσική επιλογή, είναι ο υπολογισμός των τιμών του NDVI που αποδεικνύεται ευαίσθητος σε ένα πλήθος διαταρακτικών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένου των νεφών και της σκίασης των νεφών, τα οποία λόγω των κλιματικών συνθηκών της περιοχής μελέτης δεν είναι σπάνια. Βαθιά, οπτικά πυκνά, νέφη ενδέχεται να είναι παρατηρήσιμα σε δορυφορικές εικόνες υψηλής ακρίβειας και να παράγουν χαρακτηριστικές τιμές NDVI που διευκολύνουν την αναγνώρισή τους, αλλά λεπτά ή μικρά νέφη με τυπικές διαστάσεις μικρότερες από την διάμετρο της περιοχής που σαρώνεται από τους δέκτες, δύναται να διαφθείρει σημαντικές τις μετρήσεις. Ομοίως, η σκίαση από τα νέφη μπορεί να επηρεάσει τις τιμές του NDVI και να οδηγήσει σε παρερμηνείες. Αν και αυτοί οι επιδράσεις που βασίζονται σε αυτούς τους συλλογισμούς ελαχιστοποιούνται σχηματίζονται σύνθετα από καθημερινές ή σχεδόν καθημερινές εικόνες όπως αυτές που συλλέχθησαν για την εργασία, οι επιδράσεις δεν εκμηδενίζονται εξαιτίας της ανάλυσης του εν λόγω dataset. Δεδομένου ότι στη SAM μικρές μεταβολές στις τιμές των περιβαλλοντικών παραμέτρων ενδέχεται να προκαλέσουν την ύπαρξη συσχετίσεων (Joost et al., 2007), τα στοιχεία υποδεικνύουν ότι τα αποτελέσματα μπορεί να έχουν αλλοιωθεί σε μεγάλο βαθμό και έτσι να μην επιβεβαιώνεται η μη σύσταση μιας σημαντικής δύναμης φυσικής επιλογής από τον NDVI.

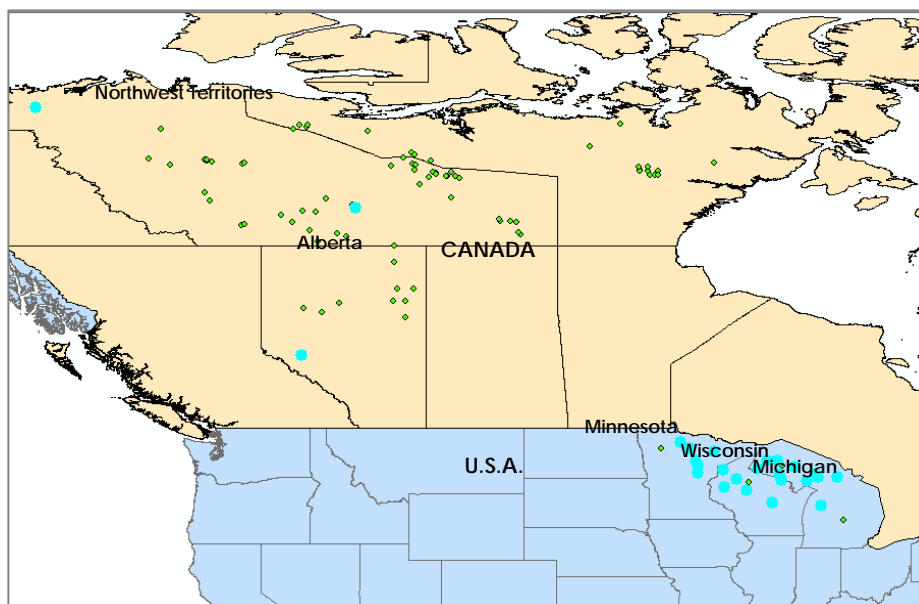
Επιπλέον, οι απούσες τιμές από το αρχικό σύνολο γενετικών δεδομένων απέτρεψε την πραγματοποίηση του G test. Ως εκ τούτου τα μοντέλα που θεωρήθηκαν σημαντικά ενδέχεται να διαφέρουν από τα πραγματικά, καθώς ιδανικά η απόρριψη της εκάστοτε μηδενικής υπόθεσης ολοκληρώνεται και από τους δύο ελέγχους (Wald και G). Συνεπώς πιθανολογείται σε αυτή την περίπτωση επιπρόσθετα αλληλόμορφα και μεγαλύτερο πλήθος και είδος περιβαλλοντικών παραμέτρων, συμπεριλαμβανομένου του NDVI, να είχαν αποκαλυφθεί ότι βρίσκονται υπό την επήρεια της φυσικής επιλογής.

Αναφορικά με τις υπόλοιπες περιβαλλοντικές παραμέτρους, οι μεταβλητές ετήσια μέση θερμοκρασία (yearly mean temperature, TMPY), ετήσιο μέσο ποσοστό μέγιστης δυνατής ηλιοφάνειας (yearly mean percent of maximum possible sunshine, SUNY), ετήσια μέση κατακρήμνιση (yearly mean precipitation, PRY) και ετήσιο μέσο πλήθος ημερών με βροχή (yearly mean wet days, RDOY, πλήθος ημερών με κατακρήμνιση πλέον των 0.1mm ανά μήνα) συνιστούν κλιματικές μεταβλητές που συνδέονται με τη γενετική παράμετρο (VWF-1-159) ανεξαρτήτως της αύξησης του επιπέδου εμπιστοσύνης (ακρίβεια μεγαλύτερη από $1.00E-11$, $ST=8.69E-16$) και οι οποίες εμπλέκονται στο μεγαλύτερο αριθμό σημαντικών μοντέλων. Αυτό το αλληλόμορφο και οι τέσσερις κλιματικές περιβαλλοντικές παράμετροι που εμφάνισαν τις πιο σημαντικές συνδέσεις παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 6.1.). Παρά τη σύνδεσή του με κλιματικές μεταβλητές, η locus VWF προβάλλεται επίσης ως συσχετισμένη με τον δείκτη βλάστησης, αλλά μόνο λόγω της γενικευμένης συμπεριφοράς που προαναφέρθηκε σε χαμηλό επίπεδο εμπιστοσύνης (99.0%).

Πίνακας 6.1. Οι περιβαλλοντικές μεταβλητές που εμπλέκονται στα πιο σημαντικά μοντέλα στο υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης και το αλληλόμορφο που είναι πιο πιθανό να βρίσκεται υπό την επήρεια φυσικής επιλογής.

Περιβαλλοντικές Μεταβλητές	Αλληλόμορφο
Ετήσια μέση θερμοκρασία (Yearly mean temperature, TMPY)	VWF-1-159
Ετήσιο μέσο ποσοστό μέγιστης δυνατής ηλιοφάνειας (Yearly mean % of maximum possible sunshine, (SUNY)	
Ετήσια μέση κατακρήμνιση (Yearly mean precipitation, PRY)	
Ετήσιο μέσο πλήθος ημερών με βροχή (Yearly mean wet days, RDOY)	

Πιθανότατα αυτό σηματοδοτεί επίσης ότι η εν λόγω σημαντική θέση (VWF) μπορεί να εμπλέκεται σε διαδικασίες προσαρμογής και λόγω άλλων παραγόντων, εκτός των προαναφερθέντων κλιματικών. Αν και η χαμηλή συχνότητα εμφάνισης του αλληλομόρφου VWF-1-159 μειώνει την πιθανότητα σχηματισμού ενός πραγματικά καλού υποψηφίου για περαιτέρω διερεύνηση, η χωρική του κατανομή υποδηλώνει ότι συναντάται συχνότερα στις βορειότερες πολιτείες των ΗΠΑ, με εξαίρεση τρεις περιπτώσεις στον Καναδά (Εικόνα 6.1.), και άρα διαμορφώνει χωρικά πρότυπα που ενδέχεται να αποκαλυφθούν διαμέσου της Λειτουργικής Γενομικής (Functional Genomics), ώστε να προκύψουν συμπεράσματα σχετικά με τον τρόπο που οι περιβαλλοντικές παράμετροι που συσχετίστηκαν με το αλληλόμορφο επηρέασαν την απόκριση σε καινοτόμες πιέσεις φυσικής επιλογής. Ακόμη και με τέσσερις σημαντικές συσχετίσεις, όπως στην εν λόγω περίπτωση, μπορεί να προσδιοριστεί η περιοχή που βρίσκονται οι τέσσερις κλιματικές γεωαναφερθείσες παράμετροι με τις οποίες το αλληλόμορφο VWF-1-159 συνδέεται. Μια πιο λεπτομερής επεξήγηση του τύπου της έκφρασης του χαρακτηριστικού γνωρίσματος λόγω αυτών των τεσσάρων παραμέτρων, μπορεί να παρατεθεί μόνο με τη συνέργεια ειδικού βιολόγου, ο οποίος θα επιχειρήσει να αποκαλύψει την επίδραση των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο γονίδιο. Δεδομένου του ότι το επίπεδο εμπιστοσύνης είναι υψηλό και το αλληλόμορφο μόνο ένα, ενδυναμώνεται η πιθανότητα η θέση VWF να συνιστά υποψήφια loci για επιλογή.



Εικόνα 6.1. Χωρική κατανομή του σημαντικότερου αλληλομόρφου VWF-1-159. Με πράσινα σημεία υποδεικνύονται οι θέσεις του εξεταζόμενου πληθυσμού και με κυανά οι θέσεις που εμφανίζεται το αλληλόμορφο VWF-1-159.

Συγκρίνοντας τις δύο ομάδες περιβαλλοντικών παραμέτρων, τηλεπισκοπικές και κλιματικές, συμπεραίνεται ότι οι κλιματικές μεταβλητές ασκούν πίεση φυσικής επιλογής που ενδέχεται να οδηγήσει σε γενετική ποικιλία, εν αντιθέσει με τον δείκτη βλάστησης και το υψόμετρο που έπαψαν να εμπλέκονται σε σημαντικές συσχετίσεις από τα πρώτα δύο χαμηλότερα επίπεδα εμπιστοσύνης. Το ελαφρυντικό που πιθανώς δικαιολογεί την αποτελεσματικότητά τους και θα μελετηθεί μελλοντικά, έγκειται στην ανάλυση των συλλεχθέντων δεδομένων. Τα κλιματικά δεδομένα που συλλέχθηκαν από επίγειους μετρητικούς σταθμούς, παρά την σχετικά χαμηλή τους ακρίβεια, σφάλματα ελαχίστων τετραγώνων σε επίγειες μετρήσεις διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα λόγω του συνυπολογισμού τους από στατιστικά μοντέλα πρόβλεψης. Ως εκ τούτου οι πραγματικές τιμές των κλιματικών φαινομένων ποσοτικοποιήθηκαν καλύτερα, εν αντιθέσει με των τηλεπισκοπικών των οποίων η ποιότητα πληροφορίας των αντίστοιχων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων (περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, υψόμετρο) εξαρτάται από την χωρική, φασματική και ραδιομετρική ανάλυση, κάθε μία από τις οποίες ενδέχεται να εμπλέκεται σε σφάλματα. Η προαναφερθείσα παρατήρηση πρέπει να ερμηνευτεί σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η έρευνα διεξήχθη με μια μέθοδο (SAM) στην οποία οι παραμικρές διαφοροποιήσεις στις τιμές των περιβαλλοντικών παραμέτρων πυροδοτούν διαφορετικές συσχετίσεις. Εντούτοις αυτό δεν παρατηρήθηκε με την προσθήκη του υψομέτρου καλύτερης ανάλυσης (90m) και τη διόρθωση των τιμών του NDVI. Το υψόμετρο συνδέθηκε σημαντικά μόνο με ένα αλληλόμορφο για χαμηλό επίπεδο εμπιστοσύνης (99% ή $ST=8.69E-07$) και ο NDVI με αλληλόμορφα που δεν απεδείχθησαν σημαντικά, επίσης σε χαμηλά επίπεδα εμπιστοσύνης (99% και 99.9%). Κρίνοντας από το ότι οι αλλαγές ήταν μικρές και συνέβησαν σε χαμηλά ακρίβειες θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι για το γενετικό σύνολο δεδομένων του πληθυσμού των *canis lupus* στην εν λόγω περιοχή μελέτης, καμία από τις τηλεπισκοπικές μεταβλητές δεν συγκροτεί μια παράμετρο που να δικαιολογεί πίεση φυσικής επιλογής λόγω περιβάλλοντος. Ακόμη μια σημαντική πτυχή που πρέπει να αναφερθεί είναι ότι μετά από σύγκριση μεταξύ των επιπέδων εμπιστοσύνης για τα οποία ο NDVI αναδείχθηκε ως σημαντικός (99.0% και 99.9%) και αυτών που οι κλιματικές παράμετροι αναδείχθηκαν (99.0% έως 99.99999999%), επιβεβαιώνεται ότι ο επιλεκτική δύναμη του NDVI δεν είναι τόσο ισχυρή.

Συνεπώς, η εύρεση περιβαλλοντικών συνόλων δεδομένων υψηλής ακρίβειας αποτελεί τον κύριο περιορισμό στην SAM (Joost et al., 2007). Καθώς οι διαστάσεις της εν λόγω περιοχής μελέτης καταχωρούνται ως μεγάλης γεωγραφικής κλίμακας, οι επιλογές για

τηλεπισκοπικά δεδομένα συγκαταλέγονταν μεταξύ ενός DEM από δέκτη SRTM με ανάλυση περίπου 90 μέτρων (3arc second), ενός ψηφιοποιημένου υψογραφικού dataset ανάλυση περίπου 90 μέτρων – πολλά σφάλματα αναμένονται να περιέχονται εξαιτίας της έλλειψης συγκεκριμένης χωρικής ανάλυσης αφού ψηφιοποιήθηκε από αναλογικό μέσο (χάρτη) – και ενός DEM και συνθέτων NDVI από δορυφόρο NOAA ανάλυσης 1000 μέτρων. Για την διαχείριση και συσχέτιση αυτών των περιβαλλοντικών datasets, ώστε να μορφοποιηθεί ο πίνακας εισόδου στην SAM, η συμβολή των GIS ήταν απαραίτητη. Μεταξύ των πλεονεκτημάτων της SAM περιλαμβάνεται η ανάδειξη των προαναφερθεισών σημαντικών αλληλομόρφων, καθώς η σύνδεσή τους με συγκεκριμένες περιοχές του γονιδιώματος και με περιβαλλοντικές παραμέτρους, αποκαλύπτει τη φύση μιας πιθανής περιβαλλοντικής πίεσης λόγω φυσικής επιλογής. Όθεν, αν και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση από ειδικό βιολόγο, η παρούσα διπλωματική θέτει τη βάση για μια προσανατολισμένη μελέτη συγκεκριμένων γονιδίων, τα οποία αναδείχθηκαν ως σημαντικά και εμπλέκονται σε συγκεκριμένες λειτουργικές διαδικασίες. Με την επιφύλαξη ότι η απόσταση από την τοποθεσία που απεδείχθη συνδεδεμένη με κάποιο γονίδιο, σε σχέση με την πραγματική θέση που το γονίδιο ενυπάρχει, διαφοροποιείται βάσει του ποσοστού ανασυνδυασμού και της χρονικής μεσολάβησης από την επιλογή (Wiehe, 1998; Joost et al., 2007).

Παρά την πιθανή μειωμένη δύναμη επιλογής του δείκτη βλάστηση στην παρούσα μελέτη, λόγω της ευαισθησίας της χρησιμοποιηθείσας μεθόδου, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι ενδέχεται με σύνολα δεδομένων υψηλότερης ανάλυσης η τελική έκβαση να είναι αδιαμφισβήτητη. Εναλλακτικά σε μελλοντικές έρευνες, διάφοροι τηλεπισκοπικοί δείκτες για την εκτίμηση της βλάστησης και της περιεκτικότητάς της σε νερό, και εξ αυτών της εκτίμησης της κατάστασης του εδάφους, μπορούν να διερευνηθούν ως υποψήφια υποκείμενα φυσικής επιλογής, ορισμένοι εκ των οποίων, εν αντιθέσει με τον NDVI, δεν παραλείπουν ορισμένους περιβαλλοντικούς παράγοντες (πχ. θερμοκρασία και κατακρήμνιση) που από την εν λόγω διπλωματική απεδείχθησαν σημαντικοί. Ο Water Deficit Index (WDI) και ο Temperature Condition Index (TCI) δεν προτείνονται, διότι οι δείκτες αυτοί είναι καταλληλότεροι για περιοχές μελέτης μεγαλύτερης κλίμακας, σε αντιπαραβολή με τις περιοχές μελέτης όπου καλύπτονται από ελεύθερους σε μετακίνηση πληθυσμούς, καθώς χρησιμοποιούν χρόνιες στατιστικές τιμές τηλεπισκοπικών δεδομένων βάσει εικονοστοιχείου, και συνεπώς η ακρίβεια της ποσοτικοποιημένης εκτίμησης επιφανειακών υδάτων περιορίζεται σε ένα βαθμό. Ενόψει αυτών των προβλημάτων και των

ανωτέρως δικαιολογημένων στόχων και επιδιώξεων για δεδομένα περιεκτικότερης πληροφορίας ή υψηλότερης χωρικής ανάλυσης, τα υπερφασματικά δεδομένα από δέκτες AVIRIS ή από Hyperion (εκατοντάδες έως χιλιάδες κανάλια, χωρική ανάλυση έως και 1 βαθμός) ή ακόμη και από MODIS (36 κανάλια, 250 μέτρα χωρική ανάλυση) θα μπορούσαν να επιλεγθούν ως πηγή δεδομένων, προκειμένου να αξιοποιηθεί η εκτεταμένη ποικιλία συνθέτων που παρέχουν για καλύτερη ερμηνεία των περιοχών βλάστησης και εδάφους. Συνεπώς η περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία θα μπορούσε να εκτιμηθεί έμμεσα με την πιθανή ευνοϊκή χρήση των δεικτών Vegetation Condition Index (VCI), Anomaly Vegetation Index, Normalized Difference Water index (NDWI), Leaf Area Index (LAI), Modified Soil-Adjusted Vegetation Index (MSAVI) ή του συνδυασμένου χαρακτήρα των τελευταίων τριών με τον Vegetation Water Synthesis Index – η πιο λογική μέθοδος όπως επισημαίνεται από τους Song et al. (2007) – σύμφωνα με την κατανομή της βλάστησης. Επιλέγοντας, από άποψη γενετικών δεδομένων, η χωρική κατανομή των αλληλομόρφων πρέπει να αναλυθεί περαιτέρω για την απόκτηση πληροφοριών σχετικά με τις τοπικές επιπτώσεις τους και την πιθανή ανάδειξη χωρικών προτύπων που θα απεκάλυπταν ένα σύνδεσμο επηρεασμένο από το περιβάλλον.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αργιαλάς Δ. (1998). *Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Balkenhol N., Gugerli F., Cushman S. A., Waits L. P., Coulon A., Arntzen J. W., Holderegger R., Wagner H. H. (2009). Identifying future research needs in landscape genetics: where to from here? *Landscape Ecology*, 24: 455 – 463.
- Caloz R. and Collet C. (1997). Geographic information systems (GIS) and remote sensing in aquatic botany: methodological aspects. *Aquatic Botany*, 58: 209 – 228.
- Conte E., de Maio A. (2003). Distributed target detection in compound-Gaussian noise with Rao and Wald tests. *IEEE Transaction on Aerospace and Electronic Systems*, 39: 568-582.
- Coulon A., Cosson J. F., Angibault J. M., Cargnelutti B., Galan M., Morellet N., Petit E., Aulagnier S., Hewison A. J. M. (2004). Landscape connectivity influences gene flow in a roe deer population inhabiting a fragmented landscape: an individual-based approach. *Molecular Ecology*, 13: 2841 – 2850.
- Coulon A., Guillot G., Cosson J. F., Angibault J. M. A., Aulagnier S., Cargnelutti B., Galan M., Hewison A. J. M. (2006). Genetic structure is influenced by landscape features: empirical evidence from a roe deer population. *Molecular Ecology*, 15:1669 – 1679.
- Cushman S.A., McKelvey K. S., Hayden J., Schwartz M. K. (2006). Gene Flow in Complex Landscapes: Testing Multiple Hypotheses with Causal Modeling. *The American Naturalist*, 168(4): 486 – 499.
- Dawson K. and Belkhir K. (2001). A Bayesian approach to the identification of panmictic populations and the assignment of individuals. *Genetical Research*, 78 (1): 59 – 77.
- De Oliveira C. G. and Paradella W.R. (2009). Evaluating the quality of Digital Elevation Models produced from ASTER stereoscopy for topographic mapping in the Brazilian Amazon Region. *Earth Sciences*, 81:2, DOI: 10.1590/S0001-37652009000200008.
- Falush D., Stephens M., Pritchard J. K. (2003). Inference of population structure using multilocus genotype data: Linked loci and correlated allele frequencies. *Genetics*, 164: 1567 – 1587.
- Fokianos K., Charalambous C. Logistic Regression. *Notes on Statistical Computing with R*, 10: 135 – 136. Cyprus: University of Cyprus.

- <http://www2.ucy.ac.cy/~fokianos/GreekRbook/dialeksi10.pdf>
(information acquired at 29/12/09)
- Griffith J. A. (2002). Geographic Techniques and recent applications of remote sensing to landscape-water quality studies. *Water, Air and Soil Pollution*, 138: 181 – 197.
- Guillot G., Estoup A., Mortier F., Gosson J.F. (2005). A spatial statistical model for Landscape Genetics. *Genetics*, 170: 1261 - 1280.
- Hansen M. M. and Hemmer-Hansen J. (2007). Landscape genetics goes to sea. *Journal of Biology*, 6: 6.
- Hauck W.W., Donner A. (1977). Wald's test as applied to hypotheses in logit analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 72: 851-853.
- Holderegger R. and Wagner H. H. (2006). A brief guide to Landscape Genetics. *Landscape Ecology*, 21: 793–796.
- Hosmer D.W. and Lemeshow S. (2000). *Applied Logistic Regression*. New York: John Wiley & Sons.
- Joost S., Kalbermatten M., Bonin A.. (2008). Spatial Analysis Method (SAM): a software tool combining molecular and environmental data to identify candidate loci for selection, *Molecular Ecology Resources*, 8: 957–960.
- Joost S., Bonin A., Taberlet P., Caloz R. (2008). Un rôle pour la science de l'information géographique en écologie moléculaire. *Revue internationale de Géomatique*, 18 (2): 217 – 237.
- Joost S., Bonin A., Bruford M. W., Despres L., Conord C. Erhardt G., Taberlet P. (2007). A spatial analysis method (SAM) to detect candidate loci for selection: towards a landscape genomics approach to adaptation. *Molecular Ecology*, 16: 3955 – 3969.
- Joost S. (2006). The geographical dimension of genetic diversity: A GIScience contribution for the conservation of animal genetic resources. Ph.D. Thesis. Lausanne: Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- Jump A.S., Hunt J.M., Martinez-Izquierdo J.A., Peñuelas J. (2006). Natural selection and climate change: temperature-linked spatial and temporal trends in gene frequency in *Fagus Sylvatica*. *Molecular Ecology*, 15: 3469-3480.
- Kerr J. T. and Ostrovsky M. (2003). From space to species: ecological applications for remote sensing. *Trends in Ecology and Evolution*, 18(6): 299 – 305.
- Kidd D. M. and Ritchie M. G. (2006). Phylogeographic information systems: putting the geography into phylogeography. *Journal of Biogeography*, 33: 1851 – 1865.

- Lehmann, A. and Lachavanne, J. B. (1997). Geographic information systems and remote sensing in aquatic botany. *Aquatic Botany*, 58:195-207.
- Liu J. and Taylor W. W. (2002). *Integrating Landscape Ecology into Natural Resource Management*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Manel S., Swartz M. K., Luikart G., Taberlet P., (2003). Landscape genetics: combining landscape ecology and population genetics. *Trends in Ecology and Evolution*, 18: Review No.14.
- Manning A.D., Lindenmayer B., Nix H.A. (2004). Continua and umwelt: novel perspectives on viewing landscapes. *Oikos*, 104: 621 – 628.
- McCullagh P., Nelder J.A. (1989). *Generalized Linear Models*. London: Chapman & Hall/CRC.
- McGarigal K. and Cushman S. A. (2005). The gradient concept of landscape structure. *Issues and perspectives in landscape ecology* (edt. Wiens J. and Moss M.): 112–119, Cambridge: Cambridge University Press.
- McIntyre S. and Barrett G. W. (1992). Habitat variegation, an alternative to fragmentation. *Conservation Biology*, 4:197–202.
- MDA corporation (2008). Technical description of RADARSAT-2.
<http://www.radarsat2.info/about/mission.asp>
<http://www.radarsat2.info/about/faq/index.asp>
<http://www.radarsat2.info/about/polar/index.asp>
(information acquired at 28/10/09)
- Meggs J. M., Munks S. A., Corkey R., Richards K. (2003). Development and evaluation of predictive habitat models to assist the conservation planning of a threatened lucanid beetle, *Hoplogonus simsoni*, in north-east Tasmania. *Biological Conservation*, 118 (4): 501 – 511.
- Musiani M., Leonard J. A., Cluff H. D., Gates C., Mariani S., Paquet P. C., Vila C., Wayne R. K. (2007). Differentiation of tundra/taiga and boreal coniferous forest wolves: genetics, coat colour and association with migration caribou. *Molecular Ecology*, 16: 4149 – 4170.
- New M., Lister D., Hulme M., Makin I. (2002). A high resolution data set of surface climate over global land areas. *Climate Research*, 21: 1-25
- Pariset L., Joost S., Ajmone Marsan P. A., Valentini A. and Econogene Consortium (EC) (2009). Landscape Genomics and biased FST approaches reveal single

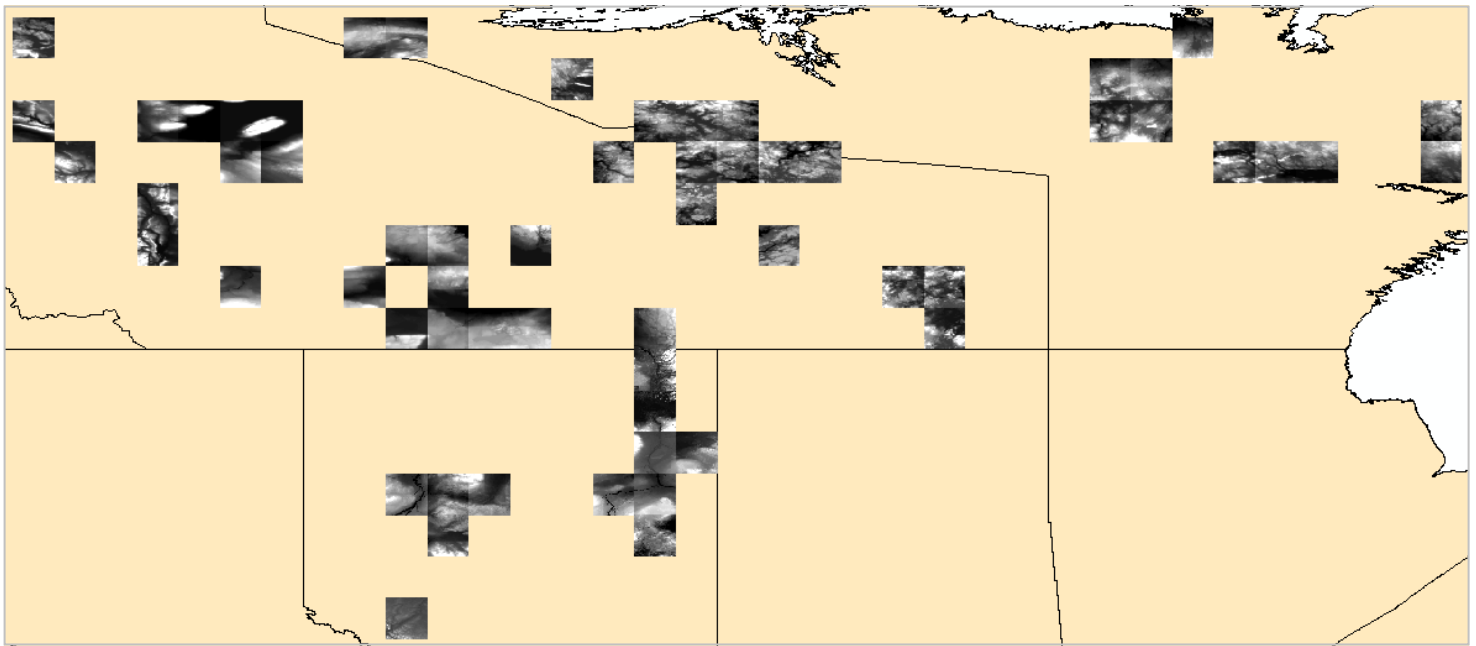
- nucleotide polymorphisms under selection in goat breeds of North-East Mediterranean. *BMC Genetics*, 10:7, DOI: 10.1186/1471-2156-10-7.
- Piertney, S., MacColl A., Bacon P., Dallas J. (1998). Local genetic structure in red grouse (*Lagopus lagopus scoticus*): evidence from microsatellite DNA markers. *Molecular Ecology*, 7(12): 1645 – 1654.
- Pritchard J., Stephens M., Donnelly P. (2000). Inference of population structure using multilocus genotype data. *The Genetics Society of America*, 155: 945 – 959.
- Riginos C. and Nachman M.W. (2001). Population subdivision in marine environments: the contributions of biogeography, geographical distance and discontinuous habitat to genetic differentiation in a blennioid fish, *Axoclinus nigricaudus*. *Molecular Ecology*, 10: 1439 – 1453.
- Scribner K. T., Blanchong J. A., Bruggeman D. J., Epperson B. K., Lee C., Pan Y., Shorey R. I., Prince H. H., Winterstein S. R., Luukkonen D. R. (2005). Geographical genetics: conceptual foundations and empirical applications of spatial genetic data in wildlife management. *Journal of Wildlife Management*, 69: 1434 – 1453.
- Song X., Huang S., Qinhuo L., Xiaotao L. (2007). Vegetation water inversion using MODIS satellite data. *IEEE International Volume, Geoscience and Remote Sensing Symposium- IGARS 2007*, 23-28 July: 1865 – 1868, DOI: 10.1109/IGARSS.2007.4423187
- Spear J.R., Walker J.J., McCollom T.M., Pace N.R. (2005). Hydrogen bioenergetics in the Yellowstone geothermal ecosystem. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 102: 2555 – 2560.
- Storfer A., Murphy M.A., Evans J.S., Goldberg C.S., Robinson S., Spear S.F., Dezzani R., Delmelle E. (2007). Putting the “landscape” in landscape genetics. *Heredity*, 98: 128 – 142.
- Swenson N. G. (2007). The past and future of geographic information systems on hybrid zone, phylogeographic and speciation research. *Journal of Evolutionary Biology*, DOI: 10.1111/j.1420-9101.2007.01487.x.
- Tu W. and Zhou Z.-H. (1999). A Wald test comparing medical costs based on log-normal distributions with zero valued costs. *Statistics in Medicine*, 18: 274D-2761.
- Turner M.G., Gardner R.H., O’Neil R.V. (2001). *Landscape Ecology in Theory and Practise: Pattern and Process*. New York: Springer.
- Turner M.G., Gardner R.H. (1991). *Quantitative methods in Landscape Ecology*. New York: Springer.

- Vitalis R. and Couvet D. (2001). Estimation of effective population size and migration rate from one- and two-locus identity measures. *Genetics*, 157: 911 – 925.
- Vos C.C., Antonisse-De Jong A.G., Goedhart P. W., Smulders M.J.M. (2001). Genetic similarity as a measure for connectivity between fragmented populations of the moor frog (*Rana arvalis*). *Heredity*, 86: 598 – 608.
- Waits L. P., Luikart G., Taberlet P. (2001). Estimating the probability of identity among genotypes in natural populations: cautions and guidelines. *Molecular Ecology*, 10: 249 – 256.
- Zonneveld I. S. (1989). The land unit – A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. *Landscape Ecology*, 3 (2): 67 – 86.

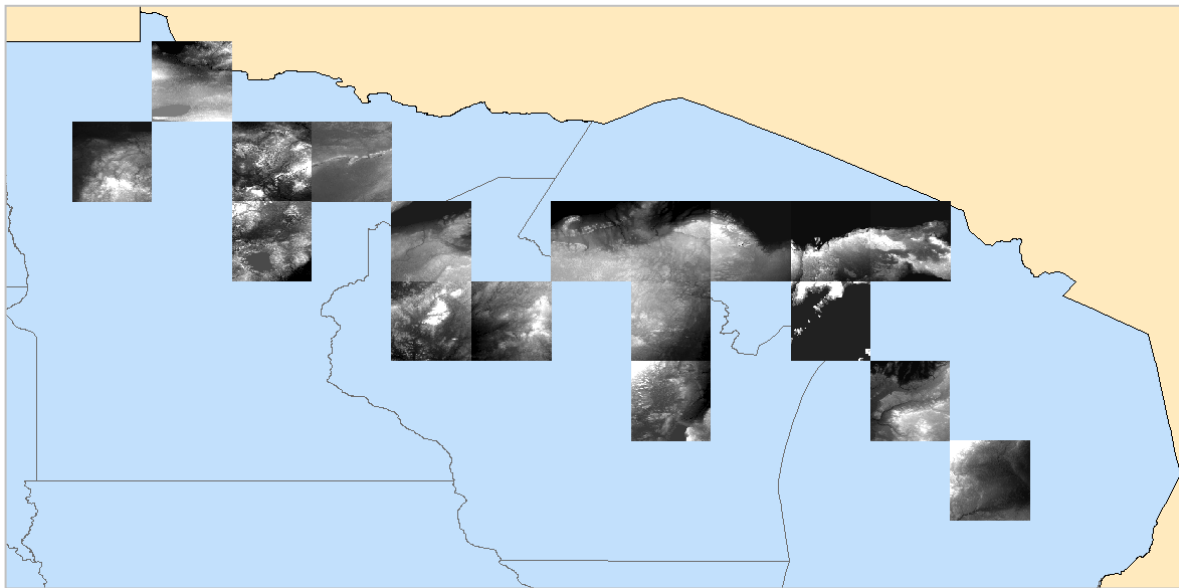
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

[1]

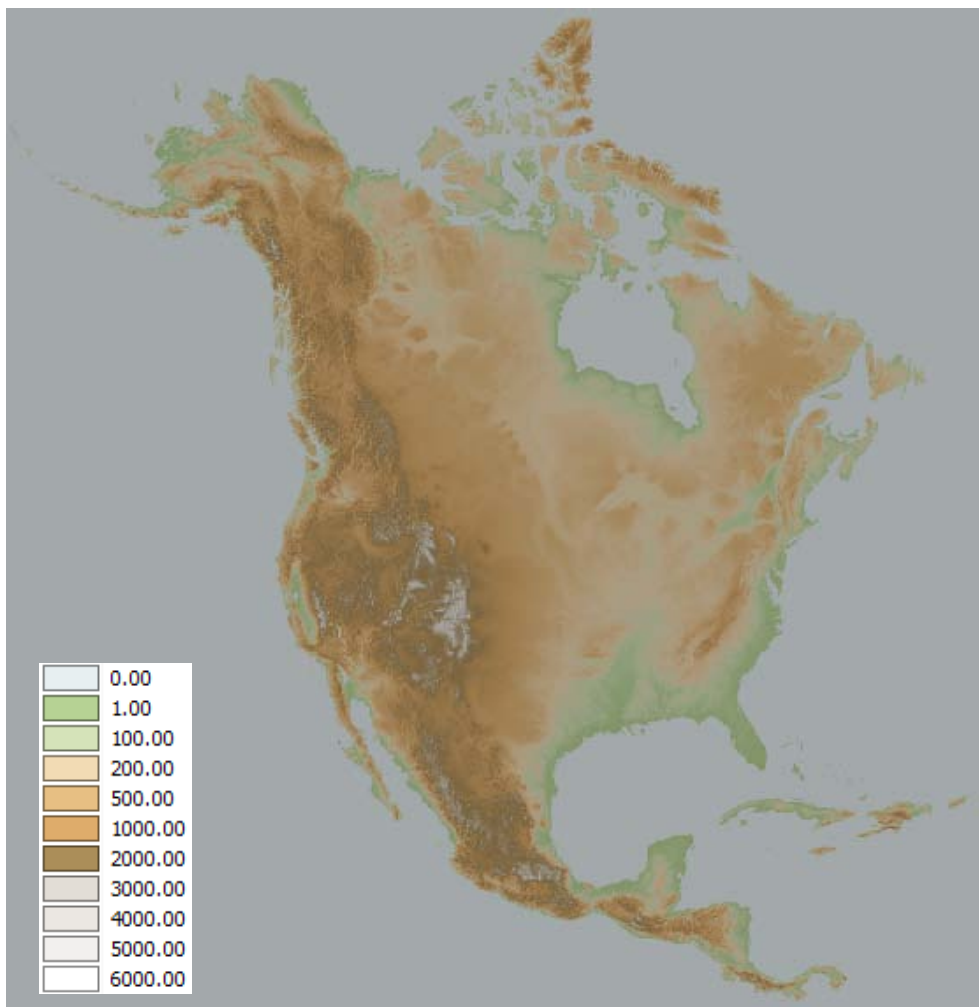
Εικόνα A1.a. Ψηφιοποιημένα υπογραφικά και υδρογραφικά δεδομένα στον Καναδά,
b. Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) στις βόρειες ΗΠΑ από SRTM δέκτη,
c. Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) στη Βόρεια Αμερική από δορυφόρο
NOAA,
d. Μηνιαίο σύνθετο NDVI στη Βόρεια Αμερική: **d.1.** April 1992, **d.2.** May 1992,
d.3. June 1992, **d.4.** July 1992, **d.5.** August 1992, **d.6.** September 1992, **d.7.**
October 1992, **d.8.** November 1992, **d.9.** December 1992, **d.10.** January
1993, **d.11.** February 1993, **d.12.** March 1993,
e. Κλιματικά δεδομένα:
e.1. Monthly temperature (C°), **e.2.** Diurnal Temperature range (C°),
e.3. Ground frost duration (days), **e.4.** Max possible sunshine duration (%),
e.5. Precipitation (mm/month), **e.6.** Coefficient of variation of monthly
precipitation,
e.7. Relative humidity(%), **e.8.** Number of wet days
f. Χωρική κατανομή γενετικών δεικτών για τον πληθυσμό γκρίζων λύκων
(*Canis lupus*) στην περιοχή μελέτης του Βόρειου Καναδά και των ΗΠΑ
Διοικητικά όρια συλλέχθηκαν από <http://www.gadm.org/country> μόνο για
λόγους απεικόνισης, καμία πληροφορία δεν χρησιμοποιήθηκε στην
ανάλυση. Προβολή των **a, f:** WGS 84, της **b:** αρχικά GCS North American
1983 αλλά επαναπροβλήθηκε σε WGS 84, της **c, d:** Lambert Azimuthal
Equal Area, **e:** αρχικά GCS North American 1983 αλλά επαναπροβλήθηκε
σε Lambert Azimuthal Equal Area. Για τις πηγές των δεδομένων βλ. Πίνακα
3.4.



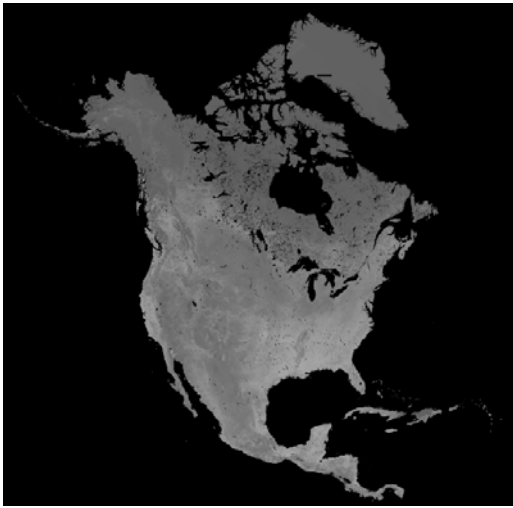
a.



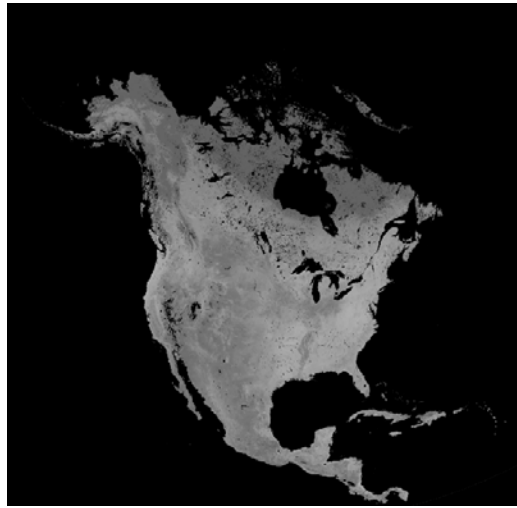
b.



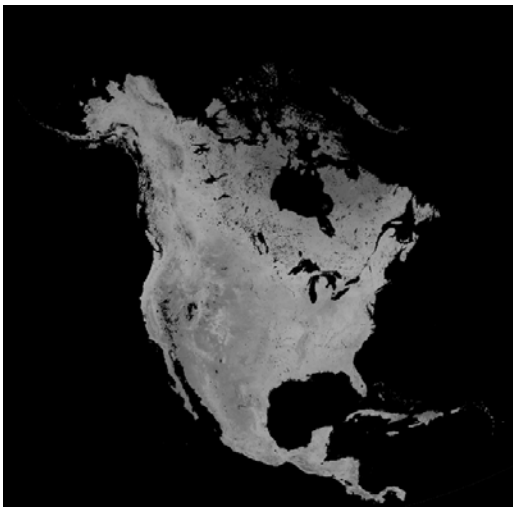
c.



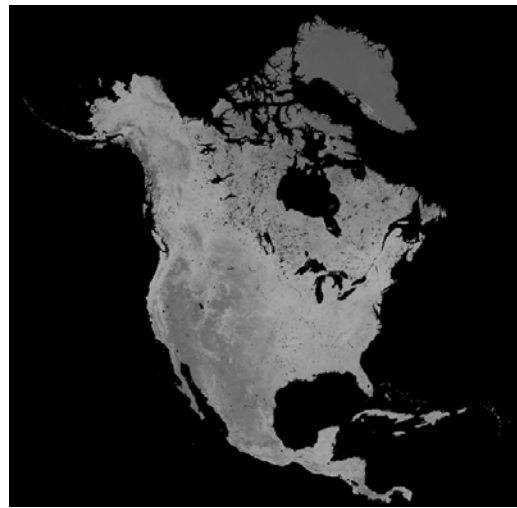
d.1.



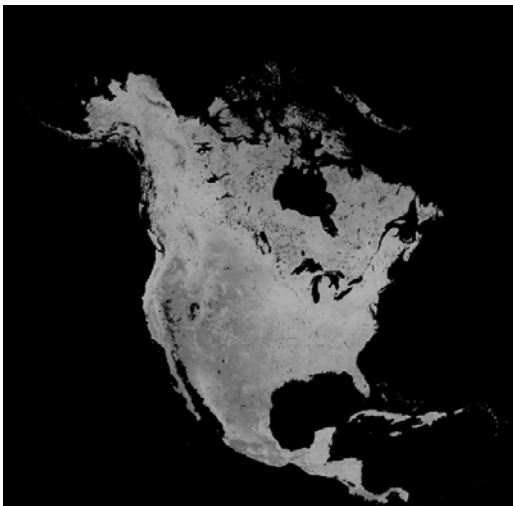
d.2.



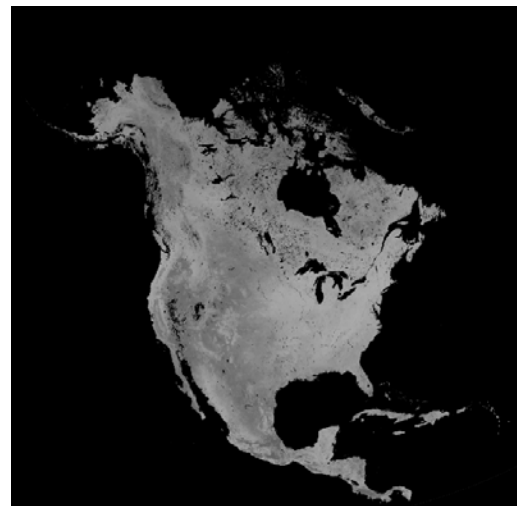
d.3.



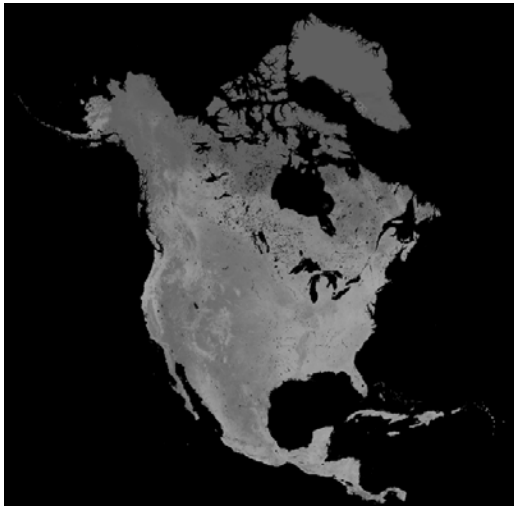
d.4.



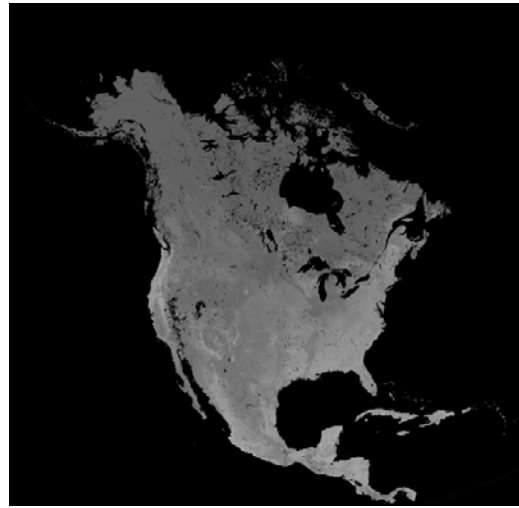
d.5.



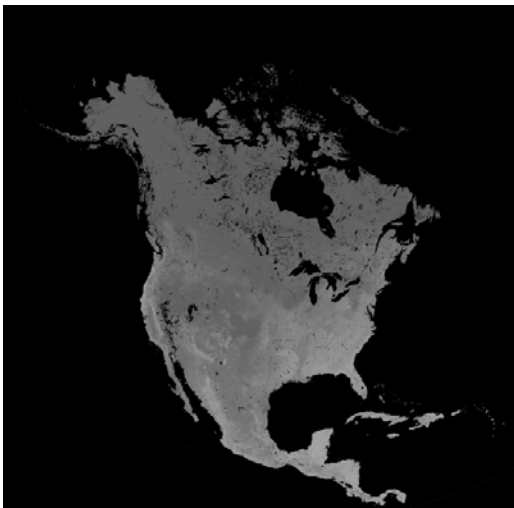
d.6.



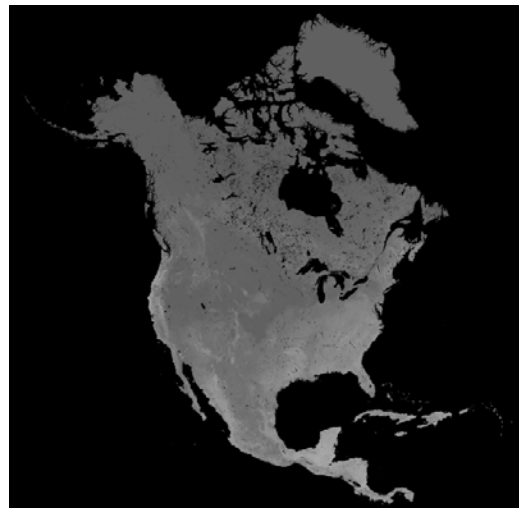
d.7.



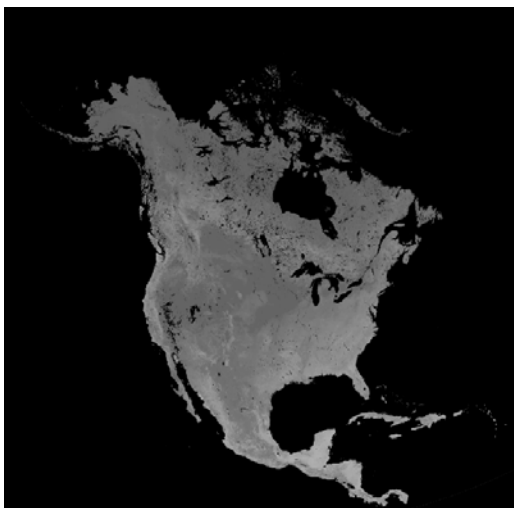
d.8.



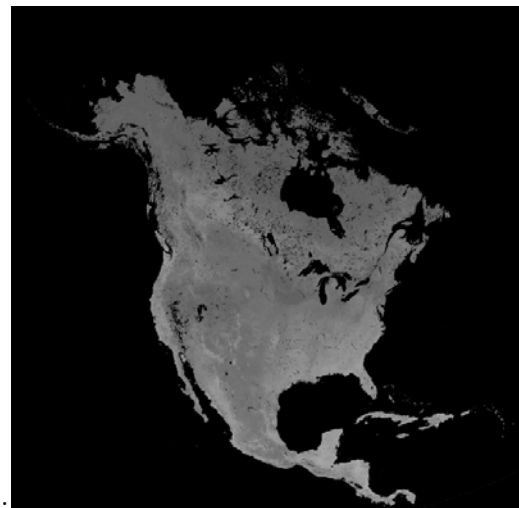
d.9.



d.10.

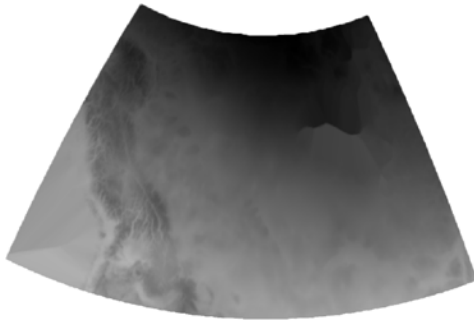


d.11.

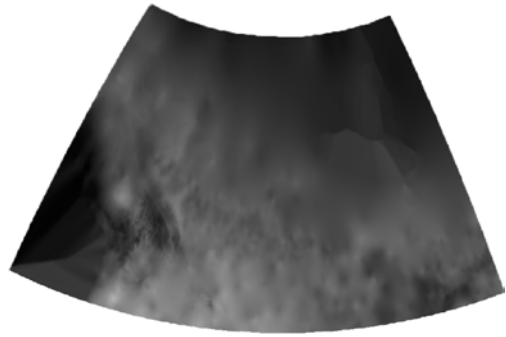


d.12.

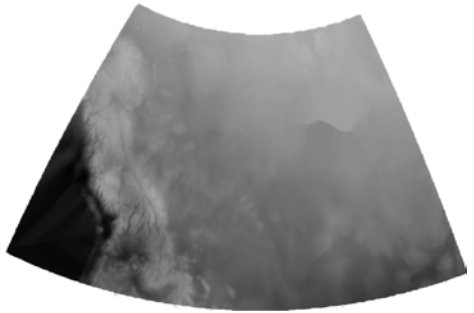
Source: <http://www.cauuea.ac.uk>



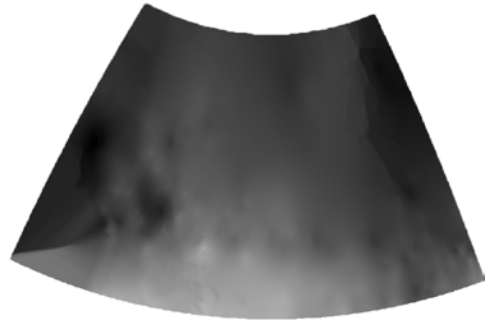
e.1.



e.2.



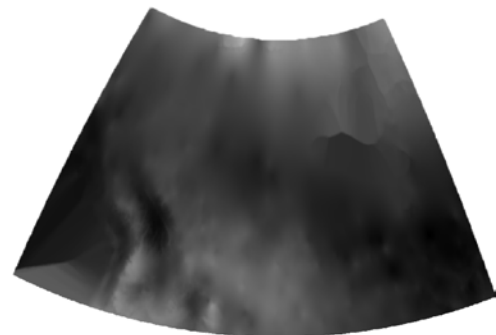
e.3.



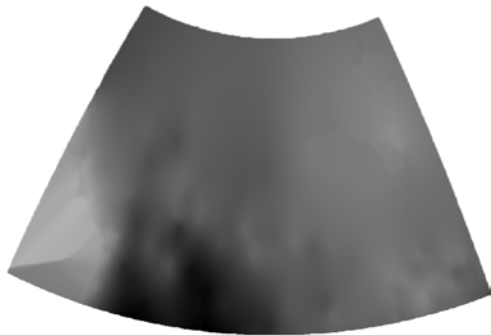
e.4.



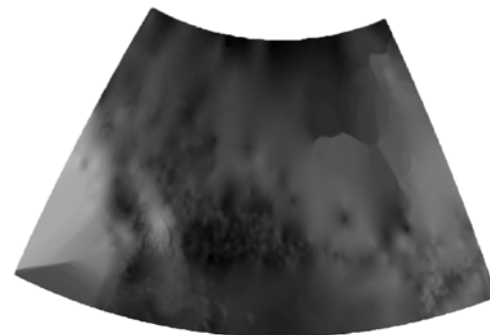
e.5.



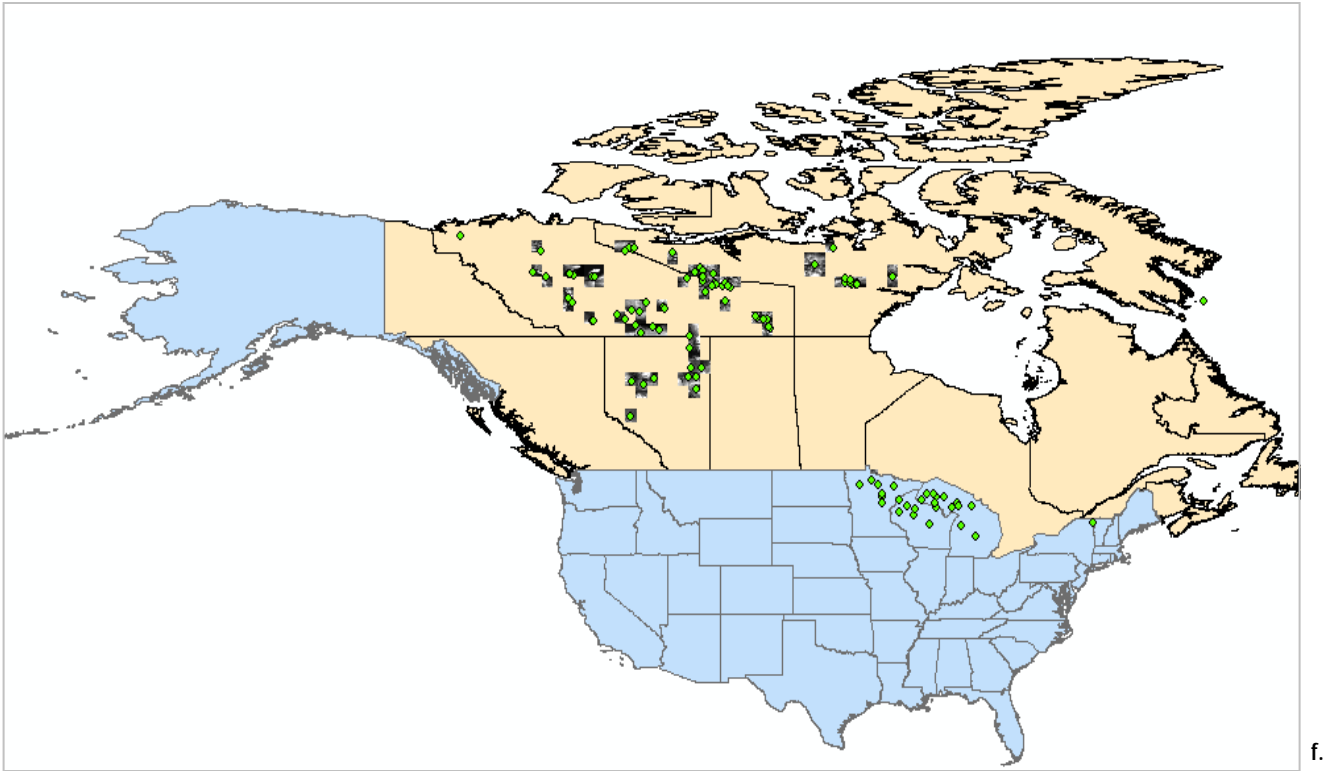
e.6.



e.7.



e.8.



[2] *HowTo: Determine which NAD_1983_To_WGS_1984 transformation to use*
support.esri.com/index.cfm?fa=knowledgebase.techarticles.articleShow&d=24159
(information acquired at 29/09/09)

NAD_1983_To_WGS_1984_1

Published accuracy from EPSG is 2 meters. This transformation applies to the entire North American continent. Accuracy of the transformation varies, with greater accuracy at southern latitudes, and less accuracy at more northern latitudes with maximum offset of 2 meters.

This transformation uses the Geocentric Translation method, with the transformation's parameters (dx, dy, and dz) all equal to zeroes. This transformation treats the NAD 1983 and WGS 1984 datums as though they are equivalent.

NAD_1983_To_WGS_1984_2

Calculated by the U. S. Defence Mapping Agency (DMA), now known as the National Geospatial Intelligence Agency (NGA) for the Aleutian islands. Accuracy is listed by EPSG at +/-8 m.

NAD_1983_To_WGS_1984_3

Calculated by the NGA for Hawai'i. Accuracy is listed by EPSG at +/-4 m.

NAD_1983_To_WGS_1984_4

Formerly applied within the 48 contiguous states, but is superseded by _5. This transformation method should no longer be used.

NAD_1983_To_WGS_1984_5

Transformation parameters calculated by the U. S. National Geodetic Survey (NGS) using CORS stations, and ties WGS 1984 to ITRF96. Accuracy according to EPSG is +/- 1 meter.

NAD_1983_To_WGS_1984_6, _7, and _8

Canadian NTV2 transformations, for the Quebec, Saskatchewan and Alberta provinces, respectively.

Each of these datum transformations can be used for the specified area, and arguments can be made for the application of each transformation. One of the most important considerations is consistency, using the same transformation each time, to transform between these two Geographic Coordinate Systems (datums). When using the Project Tool, the transformation method is recorded in the metadata.

The European Petroleum Survey Group (EPSG) database can be downloaded at the similarly titled link in Related Information. This database is a free download, and is updated frequently. This database includes information on the source of datum transformation parameters, and in many cases includes the accuracy of the transformation from the transformation source.

ArcGIS Desktop version 9.2 uses information from version 6.10.2 of the database. Version 9.3 uses information from version 6.13.

The difference between the GRS 1980 spheroid, the basis for the NAD 1983 datum, and the WGS 1984 spheroid is 0.0001 meters in the length of the semi-minor axis - the distance between the geodetic center of the earth and the North Pole. The semi-minor axis for GRS 1980 is 6356752.3141 meters. This axis for WGS 1984 is 6356752.3142 meters, while the semi-major axis both spheroids measures 6378137 meters "

- [3]** *Documentation on North America Land Cover Characteristics, Data Base Version 1.2, Geometric Characteristics, Lambert Azimuthal Equal Area*
http://edc2.usgs.gov/glcc/nadoc1_2.php
(information acquired at 29/09/09)

2.2 Lambert Azimuthal Equal Area Projection Parameters

The data dimensions of the Lambert Azimuthal Equal Area projection for the North America land cover characteristics data set are 8,996 lines (rows) and 9,223 samples (columns) resulting in a data set size of approximately 83 megabytes for 8-bit (byte) images. The following is a summary of the map projection parameters used for this projection:

Projection Type: Lambert Azimuthal Equal Area
 Units of Measure: meters
 Pixel Size: 1000 meters
 Radius of sphere: 6370997 m
 Longitude of origin: 100 00 00 W
 Latitude of origin: 50 00 00 N
 False easting: 0.0
 False northing: 0.0
 XY corner coordinates (center of pixel) in projection units (meters):
 Lower left: (-4487000, -4515000)
 Upper left: (-4487000, 4480000)
 Upper right: (4735000, 4480000)
 Lower right: (4735000, -4515000)

[4]

Πίνακας A1. Initial Πίνακας with environmental parameters correlated to locations of population of grey wolves. The NDVI parameters contain errors regarding to the range, which have been corrected and presented at Πίνακας A2.

CODE	Longitude	Latitude	Altitude	NDVI April	NDVI May	NDVI Jun	NDVI Jul	NDVI Aug	NDVI Sept	NDVI Oct	NDVI Nov	NDVI Dec	NDVI Jan	NDVI Feb	NDVI March	Mean Temperature Yearly TMPY	Temperature Diurnal Yearly DTRY	Max% possible Sunshine Yearly SUNY	Days Ground Frost Yearly FRSY	Coefficient Precipitation Yearly PRCV	Precipitation Yearly PRY	Wet Days Yearly RDOY	Relative Humidity Yearly REHY
JAL2346	-117.56	53.41	1036	122	-120	-92	-90	-91	-109	-123	116	99	104	119	-124	1.85	13.24	40.95	20.76	64.25	47.22	8.38	69.82
JAL2347	-117.56	53.41	1036	120	-117	-94	-91	-90	-109	-121	116	99	104	120	-124	1.85	13.24	40.95	20.76	64.25	47.22	8.38	69.82
JAL2349	-117.56	53.41	1036	121	-118	-95	-93	-97	126	126	116	99	101	107	-124	1.85	13.24	40.95	20.76	64.25	47.22	8.38	69.82
JAL3328	-90.50	45.21	455	121	-118	-95	-93	-97	126	126	126	99	101	107	109	4.71	12.04	54.15	15.69	56.08	67.80	10.70	72.06
JAL3329	-88.40	45.85	426	121	-118	-95	-93	-97	126	126	105	99	101	107	123	4.05	12.99	51.24	16.80	51.56	64.43	12.01	73.15

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL3331	-91.14	45.90	428	121	-118	-95	-93	-97	126	126	105	99	101	107	107	4.86	12.36	53.15	15.95	57.86	65.63	10.98	71.53
JAL3333	-84.61	43.41	222	121	-118	-95	-93	-97	126	126	103	99	101	107	107	7.83	11.15	49.38	13.28	51.86	64.83	11.57	73.80
JAL3334	-88.51	46.21	437	121	-118	-95	-93	-97	126	126	107	99	101	107	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL3335	-90.36	45.68	457	-121	-114	-102	-97	-96	-107	-120	-128	99	109	-126	112	4.39	12.21	53.01	16.35	54.73	68.37	11.11	72.06
JAL3339	-90.36	45.68	457	-121	-114	-102	-97	-96	-107	-120	-128	99	109	-126	112	4.39	12.21	53.01	16.35	54.73	68.37	11.11	72.06
JAL3340	-91.91	46.45	366	127	-103	-96	-87	-86	-116	-116	120	99	105	123	111	4.68	11.60	52.49	15.53	59.13	63.08	10.91	70.93
JAL3341	-88.97	44.48	271	127	-103	-96	-87	-86	-116	-116	-121	99	105	123	114	6.12	12.27	54.13	14.87	57.29	65.33	10.26	72.65
JAL3342	-91.14	45.90	428	-118	-108	-102	-93	-94	-100	-116	105	99	112	-123	107	4.86	12.36	53.15	15.95	57.86	65.63	10.98	71.53
JAL3611	-93.48	46.70	379	-118	-108	-102	-93	-94	-100	-116	116	99	112	-123	106	4.98	13.34	52.86	15.61	59.80	59.31	10.26	69.73
JAL3612	-95.68	47.77	396	-118	-108	-102	-93	-94	-100	-116	107	99	112	-123	115	3.48	12.95	52.07	16.39	65.14	49.12	8.88	70.18

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL3613	-93.58	46.98	411	-118	-108	-102	-93	-94	-100	-116	106	99	112	-123	114	4.92	13.21	51.91	15.77	59.43	58.62	10.35	69.85
JAL3614	-93.48	46.23	409	107	-116	-106	-100	-97	-114	-128	115	99	99	109	103	4.78	13.56	54.50	15.49	60.74	60.77	10.03	69.39
JAL3616	-92.46	47.58	461	105	-126	-111	-99	-103	-111	-127	108	99	99	106	111	3.18	11.60	48.31	16.69	55.87	60.83	11.46	70.99
JAL3617	-92.46	47.58	461	108	127	-112	-103	-106	-128	-115	108	99	99	106	111	3.18	11.60	48.31	16.69	55.87	60.83	11.46	70.99
JAL3618	-93.95	47.73	411	100	126	-108	-102	-95	-105	-126	115	99	99	104	120	3.87	12.43	49.39	16.21	58.78	56.45	10.52	70.09
JAL3619	-94.50	48.15	360	107	-118	-105	-97	-99	-106	-122	113	99	99	111	117	3.22	12.40	48.87	16.49	60.51	53.58	10.28	70.11
JAL3620	-94.50	48.15	360	108	-124	-109	-95	-101	-119	113	113	99	99	103	117	3.22	12.40	48.87	16.49	60.51	53.58	10.28	70.11
JAL3621	-94.50	48.15	360	105	-121	-115	-106	-118	-128	-125	113	99	99	105	117	3.22	12.40	48.87	16.49	60.51	53.58	10.28	70.11
JAL3622	-94.50	48.15	360	106	-124	-104	-100	-103	127	-111	113	99	99	106	117	3.22	12.40	48.87	16.49	60.51	53.58	10.28	70.11
JAL3759	-73.43	44.58	29	105	-121	-115	-106	-118	-128	-125	0	99	99	105	0	6.73	10.68	47.13	13.90	46.53	62.28	12.71	71.10

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL4890	-89.79	46.48	518	108	-124	-109	-95	-101	-119	113	100	99	99	103	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33
JAL4891	-86.87	45.78	184	114	-124	-104	-103	-102	-124	-110	110	99	99	112	-128	5.54	9.83	48.93	15.09	53.39	61.26	12.65	74.12
JAL4909	-85.95	44.30	302	100	123	-104	-98	-101	-122	-119	102	99	99	100	113	6.78	10.72	48.58	13.96	51.28	67.51	12.30	73.98
JAL4910	-88.65	46.98	290	105	127	-117	-104	-106	-121	-124	106	99	99	102	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92
JAL4911	-88.65	46.98	290	114	-114	-96	-90	-91	-97	-111	106	99	111	126	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92
JAL4912	-86.35	46.23	224	114	-121	-103	-98	-101	-105	-104	100	99	100	-128	111	5.02	10.16	46.53	15.52	49.51	65.27	13.16	74.75
JAL4913	-88.65	46.98	290	114	-121	-103	-98	-101	-105	-104	106	99	100	-128	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92
JAL4914	-86.35	46.23	224	114	-121	-103	-98	-101	-105	-104	100	99	100	-128	111	5.02	10.16	46.53	15.52	49.51	65.27	13.16	74.75
JAL4915	-91.85	45.42	336	114	-114	-96	-90	-91	-97	-111	-121	99	111	126	105	5.81	12.26	55.13	14.98	60.47	63.34	10.39	70.94
JAL4916	-88.65	46.98	290	114	-114	-96	-90	-91	-97	-111	106	99	111	126	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL4917	-88.51	46.21	437	0	0	0	0	0	0	0	0	107	0	0	0	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL4918	-86.19	46.02	215	0	0	0	0	0	0	0	0	103	0	0	0	116	5.32	9.97	46.65	15.15	50.46	64.20	13.13	74.81
JAL4919	-85.01	46.01	198	127	-103	-96	-87	-86	-116	-116	126	99	105	123	110	5.00	10.69	44.31	15.31	48.09	68.84	13.88	75.87	
JAL4920	-89.27	46.98	183	127	-103	-96	-87	-86	-116	-116	0	99	105	123	0	4.46	11.28	49.96	17.09	50.70	67.43	11.25	72.45	
JAL4921	-89.79	46.48	518	127	-103	-96	-87	-86	-116	-116	100	99	105	123	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33	
JAL4922	-86.19	46.02	215	127	-103	-96	-87	-86	-116	-116	103	99	105	123	116	5.32	9.97	46.65	15.15	50.46	64.20	13.13	74.81	
JAL4923	-87.60	46.66	250	127	-103	-96	-87	-86	-116	-116	105	99	105	123	116	4.30	11.26	48.70	16.80	48.64	70.96	12.73	73.77	
JAL5050	-133.73	68.36	15	127	-103	-96	-87	-86	-116	-116	0	99	105	123	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46	
JAL5051	-133.73	68.36	15	127	-103	-96	-87	-86	-116	-116	0	99	105	123	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46	
JAL5052	-133.73	68.36	15	127	-103	-96	-87	-86	-116	-116	0	99	105	123	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46	

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5053	-133.73	68.36	15	127	-103	-96	-87	-86	-116	-116	0	99	105	123	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5054	-133.73	68.36	15	127	-103	-96	-87	-86	-116	-116	0	99	105	123	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5055	-133.73	68.36	15	-121	-107	-93	-98	-88	-109	-105	0	99	115	-126	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5056	-133.73	68.36	15	127	-103	-96	-87	-86	-116	-116	0	99	105	123	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5057	-133.73	68.36	15	-121	-107	-93	-98	-88	-109	-105	0	99	115	-126	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5058	-133.73	68.36	15	-121	-107	-93	-98	-88	-109	-105	0	99	115	-126	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5059	-133.73	68.36	15	-121	-107	-93	-98	-88	-109	-105	0	99	115	-126	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5060	-133.73	68.36	15	-114	-101	-100	-91	-94	-103	-108	0	99	120	-114	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5061	-133.73	68.36	15	-121	-107	-93	-98	-88	-109	-105	0	99	115	-126	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5062	-133.73	68.36	15	-114	-101	-100	-91	-94	-103	-108	0	99	120	-114	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5063	-133.73	68.36	15	-114	-101	-100	-91	-94	-103	-108	0	99	120	-114	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5064	-133.73	68.36	15	-121	-107	-93	-98	-88	-109	-105	0	99	115	-126	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5065	-133.73	68.36	15	-121	-107	-93	-98	-88	-109	-105	0	99	115	-126	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5066	-133.73	68.36	15	-114	-101	-100	-91	-94	-103	-108	0	99	120	-114	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5067	-133.73	68.36	15	114	-121	-103	-98	-101	-105	-104	0	99	100	-128	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5068	-114.24	62.27	156	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5069	-133.73	68.36	15	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5070	-133.73	68.36	15	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5071	-133.73	68.36	15	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5072	-133.73	68.36	15	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5073	-133.73	68.36	15	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5074	-133.73	68.36	15	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5075	-133.73	68.36	15	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5077	-133.73	68.36	15	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5078	-133.73	68.36	15	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5079	-114.24	62.27	156	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5080	-133.73	68.36	15	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5081	-133.73	68.36	15	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5083	-114.24	62.27	156	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5084	-114.24	62.27	156	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5085	-114.24	62.27	156	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5086	-114.24	62.27	156	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5087	-114.24	62.27	156	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5088	-114.24	62.27	156	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5089	-114.24	62.27	156	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5090	-133.73	68.36	15	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5091	-114.24	62.27	156	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5094	-89.27	46.98	183	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	4.46	11.28	49.96	17.09	50.70	67.43	11.25	72.45
JAL5095	-86.87	45.78	184	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	110	99	99	103	-128	5.54	9.83	48.93	15.09	53.39	61.26	12.65	74.12
JAL5096	-86.35	46.23	224	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	111	5.02	10.16	46.53	15.52	49.51	65.27	13.16	74.75

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5097	-88.34	46.72	417	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	101	99	99	103	115	4.20	11.47	49.40	17.46	48.92	68.56	12.11	73.20
JAL5098	-88.65	46.98	290	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	106	99	99	103	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92
JAL5099	-88.51	46.21	437	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	107	99	99	103	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5100	-86.19	46.02	215	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	103	99	99	103	116	5.32	9.97	46.65	15.15	50.46	64.20	13.13	74.81
JAL5101	-89.27	46.98	183	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	4.46	11.28	49.96	17.09	50.70	67.43	11.25	72.45
JAL5102	-88.34	46.72	417	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	101	99	99	103	115	4.20	11.47	49.40	17.46	48.92	68.56	12.11	73.20
JAL5103	-89.79	46.48	518	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33
JAL5147	-85.95	44.30	302	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	102	99	99	103	113	6.78	10.72	48.58	13.96	51.28	67.51	12.30	73.98
JAL5148	-89.79	46.48	518	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33
JAL5149	-89.27	46.98	183	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	0	99	99	103	0	4.46	11.28	49.96	17.09	50.70	67.43	11.25	72.45

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5150	-85.01	46.01	198	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	126	99	99	103	110	5.00	10.69	44.31	15.31	48.09	68.84	13.88	75.87
JAL5152	-88.51	46.21	437	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	107	99	99	103	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5153	-86.19	46.02	215	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	103	99	99	103	116	5.32	9.97	46.65	15.15	50.46	64.20	13.13	74.81
JAL5154	-88.51	46.21	437	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	107	99	99	103	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5155	-88.51	46.21	437	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	107	99	99	103	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5156	-89.79	46.48	518	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33
JAL5157	-86.19	46.02	215	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	103	99	99	103	116	5.32	9.97	46.65	15.15	50.46	64.20	13.13	74.81
JAL5158	-87.60	46.66	250	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	105	99	99	103	116	4.30	11.26	48.70	16.80	48.64	70.96	12.73	73.77
JAL5159	-88.51	46.21	437	0	0	0	0	0	0	0	107	0	0	0	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5161	-88.34	46.72	417	103	119	-120	-114	-117	-121	-121	101	99	99	104	115	4.20	11.47	49.40	17.46	48.92	68.56	12.11	73.20

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5162	-88.65	46.98	290	103	119	-120	-114	-117	-121	-121	106	99	99	104	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92
JAL5163	-85.01	46.01	198	103	119	-120	-114	-117	-121	-121	126	99	99	104	110	5.00	10.69	44.31	15.31	48.09	68.84	13.88	75.87
JAL5164	-88.51	46.21	437	103	119	-120	-114	-117	-121	-121	107	99	99	104	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5165	-88.65	46.98	290	103	119	-120	-114	-117	-121	-121	106	99	99	104	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92
JAL5166	-88.34	46.72	417	103	119	-120	-114	-117	-121	-121	101	99	99	104	115	4.20	11.47	49.40	17.46	48.92	68.56	12.11	73.20
JAL5167	-88.51	46.21	437	103	119	-120	-114	-117	-121	-121	107	99	99	104	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5168	-88.51	46.21	437	111	125	-118	-107	-107	-112	-113	107	99	99	107	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5169	-89.79	46.48	518	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33
JAL5170	-88.51	46.21	437	0	0	0	0	0	0	0	107	0	0	0	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
MARCO001	-116.28	56.00	685	111	125	-118	-107	-107	-112	-113	105	99	99	107	123	0.34	12.03	42.43	19.10	59.20	39.08	9.47	71.65

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO002	-115.25	56.55	533	111	125	-118	-107	-107	-112	-113	100	99	99	107	125	0.86	12.14	43.38	18.68	59.04	35.83	9.33	71.72
MARCO003	-117.43	56.23	597	98	101	-121	-112	-114	-120	101	106	99	99	100	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86
MARCO004	-117.43	56.23	597	98	101	-121	-112	-114	-120	101	106	99	99	100	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86
MARCO005	-117.43	56.23	597	98	101	-121	-112	-114	-120	101	106	99	99	100	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86
MARCO006	-117.43	56.23	597	99	100	-125	-117	-120	-125	100	106	99	99	100	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86
MARCO007	-117.43	56.23	597	98	101	-121	-112	-114	-120	101	106	99	99	100	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86
MARCO008	-117.43	56.23	597	98	101	-121	-112	-114	-120	101	106	99	99	100	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86
MARCO010	-112.00	56.65	476	98	101	-121	-112	-114	-120	101	106	99	99	100	-123	-0.14	12.37	44.69	18.65	55.65	38.63	9.65	70.67
MARCO011	-112.00	56.65	476	0	0	0	0	0	0	0	106	0	0	0	-123	-0.14	12.37	44.69	18.65	55.65	38.63	9.65	70.67
MARCO012	-111.22	56.65	351	97	100	100	123	126	115	100	103	99	99	100	-128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO013	-111.22	56.65	351	0	0	0	0	0	0	0	0	103	0	0	0	-128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO014	-111.75	57.42	316	99	100	-125	-117	-120	-125	100	100	99	99	100	-120	-0.66	12.72	44.30	18.45	54.06	36.08	9.03	70.59	
MARCO015	-111.75	57.42	316	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	-120	-0.66	12.72	44.30	18.45	54.06	36.08	9.03	70.59	
MARCO016	-111.75	57.42	316	99	100	-125	-117	-120	-125	100	100	99	99	100	-120	-0.66	12.72	44.30	18.45	54.06	36.08	9.03	70.59	
MARCO017	-111.75	57.42	316	98	100	-128	-114	-111	-118	100	100	99	99	100	-120	-0.66	12.72	44.30	18.45	54.06	36.08	9.03	70.59	
MARCO018	-116.58	60.25	214	98	101	-121	-112	-114	-120	101	99	99	99	100	110	-3.26	12.47	42.61	20.02	60.70	29.93	8.44	70.30	
MARCO019	-114.83	60.58	169	98	101	-121	-112	-114	-120	101	99	99	99	100	105	-3.36	10.33	43.48	19.44	61.44	28.26	9.44	71.42	
MARCO020	-117.03	60.95	196	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	108	-3.71	12.14	42.27	20.23	61.32	27.04	7.80	70.47	
MARCO021	-115.37	60.75	165	98	100	-121	-109	-112	-121	100	99	99	99	100	109	-3.38	10.35	43.51	19.29	61.23	28.32	9.75	71.55	
MARCO022	-116.57	60.27	211	98	100	-121	-109	-112	-121	100	99	99	99	100	108	-3.26	12.46	42.63	20.01	60.71	29.91	8.43	70.33	

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO023	-123.12	62.75	55	98	100	123	-120	-122	125	100	99	99	99	100	112	-4.89	11.38	37.83	20.95	59.60	29.73	9.69	70.13
MARCO024	-123.42	63.22	52	98	100	-128	-114	-111	-118	100	99	99	99	100	107	-5.54	10.77	37.36	21.15	58.71	29.21	9.77	69.99
MARCO025	-121.22	61.25	257	97	99	103	-124	-120	-126	100	99	99	99	100	113	-3.57	11.47	39.65	20.20	61.92	31.10	10.04	70.23
MARCO026	-123.42	63.22	52	97	99	103	-120	-116	-123	100	99	99	99	100	107	-5.54	10.77	37.36	21.15	58.71	29.21	9.77	69.99
MARCO027	-123.12	62.75	55	98	99	101	-120	-116	-121	100	99	99	99	100	112	-4.89	11.38	37.83	20.95	59.60	29.73	9.69	70.13
MARCO028	-121.03	61.33	225	97	99	103	-120	-116	-123	100	99	99	99	100	122	-3.55	11.47	39.73	20.05	61.99	30.34	9.94	70.19
MARCO029	-118.77	61.83	243	98	99	101	-120	-116	-121	100	99	99	99	100	100	-4.47	11.55	40.73	20.58	61.67	25.71	7.98	70.14
MARCO030	-117.47	62.13	193	98	99	101	-120	-116	-121	100	99	99	99	100	102	-4.66	11.32	41.74	20.37	61.85	23.83	7.38	70.64
MARCO031	-111.88	59.00	208	98	100	100	121	122	119	100	99	99	99	100	-126	-2.09	11.63	42.72	19.20	52.92	31.38	8.27	70.82
MARCO032	-111.88	60.00	204	98	99	101	-120	-116	-121	100	99	99	99	100	116	-3.10	11.44	40.83	19.80	54.28	29.42	9.04	70.94

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO033	-111.88	60.00	204	98	99	101	-119	-118	-122	100	99	99	99	100	116	-3.10	11.44	40.83	19.80	54.28	29.42	9.04	70.94
MARCO034	-111.88	60.00	204	98	99	101	-120	-116	-121	100	99	99	99	100	116	-3.10	11.44	40.83	19.80	54.28	29.42	9.04	70.94
MARCO035	-111.88	59.00	208	97	99	107	-120	-117	-122	100	99	99	99	100	-126	-2.09	11.63	42.72	19.20	52.92	31.38	8.27	70.82
MARCO036	-111.88	59.00	208	98	100	100	121	122	119	100	99	99	99	100	-126	-2.09	11.63	42.72	19.20	52.92	31.38	8.27	70.82
MARCO037	-118.08	61.45	143	98	99	101	-120	-116	-121	100	0	99	99	100	0	-3.73	11.98	41.46	20.18	61.89	24.55	7.19	70.19
MARCO038	-118.08	61.45	143	97	99	103	-120	-116	-123	100	0	99	99	100	0	-3.73	11.98	41.46	20.18	61.89	24.55	7.19	70.19
MARCO039	-111.22	56.65	351	98	99	101	-120	-116	-121	100	103	99	99	100	-128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO040	-111.22	56.65	351	97	99	103	-124	-120	-126	100	103	99	99	100	-128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO041	-111.22	56.65	351	97	99	103	-120	-116	-123	100	103	99	99	100	-128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO042	-111.22	56.65	351	98	99	101	-120	-116	-121	100	103	99	99	100	-128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO043	-111.22	56.65	351	97	99	103	-120	-116	-123	100	103	99	99	100	-128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO044	-111.22	56.65	351	98	99	102	-122	-120	-123	100	103	99	99	100	-128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO045	-111.22	56.65	351	97	99	102	-119	-115	-122	100	103	99	99	100	-128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO046	-111.22	56.65	351	98	99	101	-120	-116	-121	100	103	99	99	100	-128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO047	-111.22	56.65	351	98	99	102	-122	-120	-123	100	103	99	99	100	-128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO048	-111.22	56.65	351	97	99	103	-124	-120	-126	100	103	99	99	100	-128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO049	-111.22	55.65	602	98	99	101	-120	-116	-121	100	113	99	99	100	-118	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50
MARCO050	-111.22	56.65	351	97	99	103	-120	-116	-123	100	103	99	99	100	-128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO051	-111.22	55.65	602	98	99	102	-122	-120	-123	100	113	99	99	100	-118	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50
MARCO052	-111.22	55.65	602	98	100	100	121	122	119	100	113	99	99	100	-118	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO053	-111.22	55.65	602	98	99	101	-120	-116	-121	100	113	99	99	100	-118	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50
MARCO054	-110.75	57.42	356	97	99	103	-124	-120	-126	100	100	99	99	100	-112	-0.74	11.65	44.01	18.63	52.81	36.61	10.64	70.27
MARCO055	-111.22	55.65	602	97	99	103	-120	-116	-123	100	113	99	99	100	-118	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50
MARCO056	-110.75	57.42	356	97	99	102	-119	-115	-122	100	100	99	99	100	-112	-0.74	11.65	44.01	18.63	52.81	36.61	10.64	70.27
MARCO057	-110.75	57.42	356	98	99	102	-122	-120	-123	100	100	99	99	100	-112	-0.74	11.65	44.01	18.63	52.81	36.61	10.64	70.27
MARCO058	-111.22	55.65	602	98	99	101	-119	-118	-122	100	113	99	99	100	-118	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50
MARCO059	-111.22	55.65	602	99	99	100	118	125	120	100	113	99	99	100	-118	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50
MARCO060	-110.75	57.42	356	99	99	100	118	125	120	100	100	99	99	100	-112	-0.74	11.65	44.01	18.63	52.81	36.61	10.64	70.27
MARCO061	-111.88	60.00	204	98	99	101	-119	-118	-122	100	99	99	99	100	116	-3.10	11.44	40.83	19.80	54.28	29.42	9.04	70.94
MARCO062	-108.46	62.89	315	97	99	103	-120	-116	-123	100	99	99	99	100	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO063	-108.46	62.89	315	97	99	110	-120	-119	124	100	99	99	99	100	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO064	-108.46	62.89	315	97	99	103	-120	-116	-123	100	99	99	99	100	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO065	-108.46	62.89	315	98	99	101	-120	-116	-121	100	99	99	99	100	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO066	-108.46	62.89	315	97	99	103	-124	-120	-126	100	99	99	99	100	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO067	-108.46	62.89	315	97	99	103	-124	-120	-126	100	99	99	99	100	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO068	-108.46	62.89	315	98	99	101	-120	-116	-121	100	99	99	99	100	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO069	-108.46	62.89	315	98	99	101	-120	-116	-121	100	99	99	99	100	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO070	-108.46	62.89	315	98	100	100	121	122	119	100	99	99	99	100	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO071	-108.46	62.89	315	97	99	102	-119	-115	-122	100	99	99	99	100	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO072	-108.46	62.89	315	97	99	100	-118	-114	-120	100	99	99	99	100	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO073	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO074	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO075	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO076	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO077	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO078	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO079	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO080	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO081	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO082	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO083	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO084	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO085	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO086	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO087	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO088	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO089	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO090	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO091	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO092	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO093	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO094	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO095	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO096	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO097	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO098	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO099	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO100	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO101	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO102	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO103	-108.46	62.89	315	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO104	-108.46	62.89	315	99	100	113	-120	-118	125	103	99	99	99	100	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO105	-109.67	65.17	435	99	100	113	-120	-118	125	103	0	99	99	100	0	-11.38	8.10	39.63	23.49	63.27	20.40	9.92	70.97
MARCO106	-114.44	62.46	256	99	100	113	-120	-118	125	103	99	99	99	100	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39
MARCO107	-114.44	62.46	256	99	100	113	-120	-118	125	103	99	99	99	100	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39
MARCO108	-114.44	62.46	256	99	100	113	-120	-118	125	103	99	99	99	100	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39
MARCO109	-114.44	62.46	256	99	100	113	-120	-118	125	103	99	99	99	100	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39
MARCO110	-114.44	62.46	256	99	100	113	-120	-118	125	103	99	99	99	100	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39
MARCO111	-114.44	62.46	256	99	100	113	-120	-118	125	103	99	99	99	100	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39
MARCO112	-114.44	62.46	256	99	100	113	-120	-118	125	103	99	99	99	100	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO113	-116.65	62.03	194	99	100	113	-120	-118	125	103	99	99	99	100	110	-4.66	10.91	42.37	20.17	61.76	24.41	7.93	71.00
MARCO114	-116.07	62.83	156	99	100	113	-120	-118	125	103	0	99	99	100	0	-5.46	10.26	42.43	20.17	62.09	22.65	7.84	71.15
MARCO115	-116.07	62.83	156	99	100	113	-120	-118	125	103	0	99	99	100	0	-5.46	10.26	42.43	20.17	62.09	22.65	7.84	71.15
MARCO116	-116.65	62.03	194	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	110	-4.66	10.91	42.37	20.17	61.76	24.41	7.93	71.00
MARCO117	-116.65	62.03	194	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	110	-4.66	10.91	42.37	20.17	61.76	24.41	7.93	71.00
MARCO118	-118.02	67.05	279	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25
MARCO119	-118.02	67.05	279	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25
MARCO120	-118.02	67.05	279	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25
MARCO121	-117.67	67.33	290	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-11.22	8.19	39.07	23.32	68.77	19.05	8.23	70.28
MARCO122	-118.02	67.05	279	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO123	-118.02	67.05	279	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25
MARCO124	-118.02	67.05	279	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25
MARCO125	-110.83	65.67	446	99	106	-120	-114	-115	123	103	0	99	99	100	0	-11.81	7.81	39.68	23.90	65.54	19.75	9.53	70.97
MARCO127	-98.18	67.38	57	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-14.64	7.50	35.33	25.13	86.34	12.37	5.99	72.73
MARCO128	-110.83	65.67	446	99	106	-120	-114	-115	123	103	0	99	99	100	0	-11.81	7.81	39.68	23.90	65.54	19.75	9.53	70.97
MARCO129	-117.67	67.33	290	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-11.22	8.19	39.07	23.32	68.77	19.05	8.23	70.28
MARCO130	-117.25	67.17	304	99	106	-120	-114	-115	123	103	0	99	99	100	0	-11.47	8.24	39.10	23.52	67.56	19.81	8.55	70.36
MARCO131	-117.67	67.33	290	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-11.22	8.19	39.07	23.32	68.77	19.05	8.23	70.28
MARCO132	-110.67	65.50	500	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-11.70	7.91	39.71	23.81	63.54	20.29	9.85	70.97
MARCO133	-118.02	67.05	279	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO134	-118.02	67.05	279	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25
MARCO136	-110.83	65.67	446	99	106	-120	-114	-115	123	103	0	99	99	100	0	-11.81	7.81	39.68	23.90	65.54	19.75	9.53	70.97
MARCO137	-117.17	67.33	352	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-11.48	8.19	39.14	23.57	68.63	19.26	8.38	70.35
MARCO138	-117.17	67.33	352	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-11.48	8.19	39.14	23.57	68.63	19.26	8.38	70.35
MARCO139	-113.50	66.97	451	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.25	7.60	39.47	24.23	74.84	17.50	7.93	70.81
MARCO140	-110.67	65.50	500	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-11.70	7.91	39.71	23.81	63.54	20.29	9.85	70.97
MARCO141	-96.50	64.50	143	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.52	7.79	34.88	23.94	68.36	20.01	8.87	73.68
MARCO142	-97.00	64.50	152	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48
MARCO143	-97.05	64.77	65	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO144	-97.00	64.50	152	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO145	-97.05	64.77	65	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO146	-97.05	64.77	65	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO147	-100.00	66.00	153	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-13.63	7.62	36.12	24.70	80.65	15.95	7.01	72.30
MARCO148	-97.05	64.77	65	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO149	-97.00	64.60	80	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.71	7.81	35.05	24.10	70.04	19.85	8.68	73.47
MARCO150	-97.05	64.77	65	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO151	-96.37	64.30	11	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.29	7.81	34.94	23.75	67.41	20.13	8.95	73.74
MARCO152	-100.00	66.00	153	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-13.63	7.62	36.12	24.70	80.65	15.95	7.01	72.30
MARCO153	-97.05	64.77	65	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO154	-97.00	64.50	152	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO155	-97.05	64.77	65	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO156	-96.50	64.50	143	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.52	7.79	34.88	23.94	68.36	20.01	8.87	73.68
MARCO157	-97.00	64.50	152	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48
MARCO158	-97.05	64.77	65	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO159	-97.00	64.50	152	99	106	-120	-114	-115	123	103	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48
MARCO160	-95.90	64.50	83	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	100	-12.64	7.76	34.81	24.00	67.49	20.53	8.90	73.92
MARCO161	-95.90	64.30	22	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	100	-12.33	7.78	34.92	23.77	66.60	20.48	8.95	73.94
MARCO162	-97.05	64.77	65	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO163	-95.90	64.50	83	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	100	-12.64	7.76	34.81	24.00	67.49	20.53	8.90	73.92
MARCO164	-96.50	64.50	143	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	100	-12.52	7.79	34.88	23.94	68.36	20.01	8.87	73.68

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO165	-97.05	64.77	65	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO166	-97.00	64.50	152	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48	
MARCO167	-95.90	64.50	83	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.64	7.76	34.81	24.00	67.49	20.53	8.90	73.92	
MARCO168	-100.00	66.00	153	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-13.63	7.62	36.12	24.70	80.65	15.95	7.01	72.30	
MARCO169	-97.05	64.77	65	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42	
MARCO170	-96.50	64.50	143	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.52	7.79	34.88	23.94	68.36	20.01	8.87	73.68	
MARCO171	-97.00	64.50	152	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48	
MARCO172	-95.90	64.30	22	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.33	7.78	34.92	23.77	66.60	20.48	8.95	73.94	
MARCO173	-95.90	64.50	83	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.64	7.76	34.81	24.00	67.49	20.53	8.90	73.92	
MARCO174	-97.00	64.60	80	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.71	7.81	35.05	24.10	70.04	19.85	8.68	73.47	

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO175	-92.50	65.00	173	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-13.60	7.47	37.33	24.53	74.26	21.00	7.71	74.97
MARCO176	-92.50	65.00	173	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-13.60	7.47	37.33	24.53	74.26	21.00	7.71	74.97
MARCO177	-97.00	64.60	80	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.71	7.81	35.05	24.10	70.04	19.85	8.68	73.47
MARCO178	-97.00	64.50	152	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48
MARCO179	-96.08	64.30	15	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.28	7.80	34.81	23.74	66.59	20.34	9.03	73.87
MARCO180	-97.00	64.50	152	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48
MARCO181	-97.05	64.77	65	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO182	-96.50	64.50	143	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.52	7.79	34.88	23.94	68.36	20.01	8.87	73.68
MARCO183	-96.50	64.50	143	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.52	7.79	34.88	23.94	68.36	20.01	8.87	73.68
MARCO184	-97.05	64.77	65	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO185	-97.05	64.77	65	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO186	-100.00	66.00	153	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-13.63	7.62	36.12	24.70	80.65	15.95	7.01	72.30
MARCO187	-95.90	64.30	22	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.33	7.78	34.92	23.77	66.60	20.48	8.95	73.94
MARCO188	-96.50	64.75	149	100	114	-118	-115	-112	-119	108	99	99	99	101	100	-12.85	7.77	34.79	24.15	69.69	19.79	8.72	73.65
MARCO189	-104.25	60.67	364	100	114	-118	-115	-112	-119	108	0	99	99	101	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO190	-105.50	61.50	386	100	114	-118	-115	-112	-119	108	0	99	99	101	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO191	-105.50	61.50	386	100	114	-118	-115	-112	-119	108	0	99	99	101	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO192	-105.50	61.50	386	100	114	-118	-115	-112	-119	108	0	99	99	101	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO193	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO194	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO195	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO196	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO197	-104.25	60.67	364	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO198	-104.25	60.67	364	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO199	-104.25	60.67	364	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO200	-104.25	60.67	364	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO201	-104.25	60.67	364	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO202	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO203	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO204	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO205	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO206	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO207	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO208	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO209	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO210	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO211	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO212	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO213	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO214	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO215	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO216	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO217	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO218	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO219	-105.50	61.50	386	99	101	-121	-116	-118	-127	103	0	99	99	100	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO220	-104.50	61.42	362	99	101	-121	-116	-118	-127	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO221	-104.50	61.42	362	99	101	-121	-116	-118	-127	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO222	-104.50	61.42	362	99	101	-121	-116	-118	-127	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO223	-104.50	61.42	362	99	101	-121	-116	-118	-127	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO224	-104.50	61.42	362	99	101	-121	-116	-118	-127	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO225	-104.50	61.42	362	99	101	-121	-116	-118	-127	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO226	-104.50	61.42	362	99	101	-121	-116	-118	-127	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO227	-104.50	61.42	362	99	101	-121	-116	-118	-127	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO228	-104.50	61.42	362	99	101	-121	-116	-118	-127	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO229	-104.50	61.42	362	98	100	-126	-108	-103	124	100	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO230	-104.50	61.42	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO231	-104.50	61.42	362	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO232	-104.87	61.47	362	104	121	-115	-113	-113	-127	108	100	99	99	104	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO233	-104.87	61.47	362	102	115	-120	-111	-113	-119	104	100	99	99	101	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO234	-104.87	61.47	362	102	124	-116	-108	-113	-118	104	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO235	-104.87	61.47	362	101	100	-122	-116	-118	-126	100	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO236	-104.87	61.47	362	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO237	-104.87	61.47	362	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO238	-104.87	61.47	362	102	124	-116	-108	-113	-118	104	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO239	-104.87	61.47	362	101	119	-116	-109	-111	-117	105	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO240	-104.87	61.47	362	101	100	-122	-116	-118	-126	100	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO241	-104.87	61.47	362	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO242	-104.87	61.47	362	102	124	-116	-108	-113	-118	104	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO243	-104.87	61.47	362	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO244	-104.87	61.47	362	102	124	-116	-108	-113	-118	104	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO245	-104.87	61.47	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO246	-104.87	61.47	362	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO247	-104.87	61.47	362	109	113	-125	-111	-111	-124	107	100	99	99	104	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO248	-104.87	61.47	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO249	-104.87	61.47	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO250	-104.87	61.47	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO251	-104.87	61.47	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO252	-104.87	61.47	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO253	-104.87	61.47	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO254	-104.87	61.47	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO255	-104.87	61.47	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO256	-104.87	61.47	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO257	-104.87	61.47	362	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO258	-104.87	61.47	362	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO259	-104.87	61.47	362	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO260	-104.87	61.47	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO261	-104.87	61.47	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO262	-104.87	61.47	362	102	115	-120	-111	-113	-119	104	100	99	99	101	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO263	-104.87	61.47	362	100	100	-121	-111	-110	-119	-118	100	99	99	103	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO264	-104.87	61.47	362	101	119	-116	-109	-111	-117	105	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO265	-104.87	61.47	362	101	119	-116	-109	-111	-117	105	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO266	-104.87	61.47	362	101	119	-116	-109	-111	-117	105	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO267	-104.87	61.47	362	101	119	-116	-109	-111	-117	105	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO268	-104.87	61.47	362	101	119	-116	-109	-111	-117	105	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO269	-104.87	61.47	362	103	100	-126	-109	-108	-126	112	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO270	-104.87	61.47	362	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO271	-104.87	61.47	362	98	99	-125	-111	-110	-116	100	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO272	-104.87	61.47	362	98	100	-128	-113	-119	-120	104	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO273	-104.87	61.47	362	99	100	121	-117	-117	-123	100	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO274	-104.25	60.67	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO275	-104.25	60.67	364	98	100	-121	-108	-107	-113	101	0	99	99	100	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO276	-104.25	60.67	364	98	100	-121	-108	-107	-113	101	0	99	99	100	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO277	-104.25	60.67	364	98	99	-125	-111	-110	-116	100	0	99	99	100	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO278	-104.25	60.67	364	100	100	-124	-113	-114	-127	100	0	99	99	100	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO279	-104.25	60.67	364	98	100	-121	-108	-107	-113	101	0	99	99	100	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO280	-104.33	60.83	364	99	100	121	-117	-117	-123	100	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO281	-104.33	60.83	364	99	100	121	-117	-117	-123	100	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO282	-104.33	60.83	364	97	100	-128	-118	-116	127	-121	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO283	-104.33	60.83	364	98	100	-126	-108	-103	124	100	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO284	-104.33	60.83	364	98	100	-126	-108	-103	124	100	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO285	-104.33	60.83	364	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO286	-104.33	60.83	364	98	100	-124	-113	-112	120	109	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO287	-104.33	60.83	364	98	100	-124	-113	-112	120	109	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO288	-104.33	60.83	364	98	100	-125	-114	-111	-119	102	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO289	-104.33	60.83	364	98	100	-125	-114	-111	-119	102	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO290	-104.33	60.83	364	98	100	-123	-109	-108	-120	105	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO291	-104.33	60.83	364	98	100	-123	-109	-108	-120	105	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO292	-104.33	60.83	364	98	100	126	-112	-111	-122	107	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO293	-104.33	60.83	364	98	100	126	-112	-111	-122	107	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO294	-104.33	60.83	364	98	100	126	-112	-111	-122	107	99	99	99	100	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO295	-104.33	60.83	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO296	-104.33	60.83	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO297	-104.33	60.83	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO298	-104.33	60.83	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO299	-104.33	60.83	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO300	-104.33	60.83	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO301	-104.33	60.83	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO302	-104.33	60.83	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO303	-104.33	60.83	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO304	-104.33	60.83	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO305	-104.33	60.83	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO306	-104.33	60.83	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO307	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO308	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO309	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO310	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO311	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO312	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO313	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO314	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO315	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO316	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO317	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO318	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO319	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO320	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO321	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO322	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO323	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO324	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO325	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO326	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO327	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO328	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO329	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO330	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO331	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO332	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO333	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO334	-105.56	61.63	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO335	-105.56	61.63	387	-125	-115	-106	-99	-99	-110	-107	100	111	119	-109	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO336	-105.56	61.63	387	-125	-115	-106	-99	-99	-110	-107	100	111	119	-109	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO337	-105.56	61.63	387	-125	-115	-106	-99	-99	-110	-107	100	111	119	-109	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO338	-105.56	61.63	387	120	-110	-89	-98	-101	-98	-110	100	102	101	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO339	-105.56	61.63	387	119	-111	-92	-99	-102	-109	-114	100	102	101	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO340	-105.56	61.63	387	127	-103	-82	-93	-95	-105	-112	100	110	115	113	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO341	-105.56	61.63	387	124	-96	-87	-98	-89	-100	-115	100	105	108	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO342	-105.56	61.63	387	124	-111	-90	-105	-103	-102	-116	100	105	108	109	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO356	-109.55	64.48	454	124	-111	-90	-105	-103	-102	-116	99	105	108	109	100	-10.29	8.38	40.00	22.82	61.43	21.34	10.17	70.96
MARCO357	-108.46	62.89	315	126	-105	-88	-92	-92	-106	-113	99	109	115	118	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO358	-123.00	65.08	156	-124	-111	-92	-92	-96	-116	-109	0	103	110	106	0	-7.02	9.44	37.47	21.44	63.26	23.99	9.42	69.75
MARCO359	-126.83	65.28	20	-124	-111	-92	-92	-96	-116	-109	99	103	110	106	103	-6.27	9.76	34.39	20.70	60.63	27.06	10.77	69.19
MARCO360	-121.00	65.00	163	-124	-111	-92	-92	-96	-116	-109	99	103	110	106	100	-7.29	9.47	38.63	21.32	63.85	22.64	8.92	70.00
MARCO361	-123.42	65.20	187	-124	-111	-92	-92	-96	-116	-109	99	103	110	106	100	-7.29	9.34	37.08	21.68	63.19	24.41	9.62	69.66
MARCO362	-126.12	67.03	247	126	-90	-90	-92	-90	-88	-103	99	105	107	115	100	-9.04	8.51	35.55	22.58	67.65	20.85	9.49	68.94
MARCO363	-121.13	64.95	156	126	-88	-79	-86	-87	-81	-117	0	105	106	118	0	-7.21	9.51	38.56	21.31	63.77	22.83	8.97	69.98
MARCO364	-123.33	65.17	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.21	9.38	37.15	21.61	63.16	24.36	9.59	69.68
MARCO365	-123.42	65.20	187	-121	-108	-94	-91	-91	-100	-118	99	115	117	120	100	-7.29	9.34	37.08	21.68	63.19	24.41	9.62	69.66
MARCO366	-123.33	65.20	199	-125	-102	-84	-90	-88	-86	-107	99	107	109	116	103	-7.29	9.34	37.14	21.67	63.24	24.32	9.59	69.67
MARCO367	-126.12	67.03	247	-125	-110	-92	-84	-91	-98	-104	99	110	107	109	100	-9.04	8.51	35.55	22.58	67.65	20.85	9.49	68.94

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO368	-121.13	64.95	156	-125	-102	-84	-90	-88	-86	-107	0	107	109	116	0	-7.21	9.51	38.56	21.31	63.77	22.83	8.97	69.98
MARCO369	-123.42	65.20	187	-125	-102	-84	-90	-88	-86	-107	99	107	109	116	100	-7.29	9.34	37.08	21.68	63.19	24.41	9.62	69.66
MARCO370	-123.33	65.17	156	126	-88	-79	-86	-87	-81	-117	0	105	106	118	0	-7.21	9.38	37.15	21.61	63.16	24.36	9.59	69.68
MARCO371	-123.42	65.20	187	-125	-110	-92	-84	-91	-98	-104	99	110	107	109	100	-7.29	9.34	37.08	21.68	63.19	24.41	9.62	69.66
MARCO372	-108.46	62.89	315	-127	-95	-85	-84	-85	-84	-115	99	107	116	108	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO373	-123.33	65.17	156	-125	-102	-84	-90	-88	-86	-107	0	107	109	116	0	-7.21	9.38	37.15	21.61	63.16	24.36	9.59	69.68
MARCO374	-125.55	64.90	17	127	-95	-81	-79	-85	-86	-116	99	107	115	118	104	-6.02	9.81	35.64	20.70	61.04	27.40	10.37	69.44
MARCO375	-108.46	62.89	315	127	-95	-81	-85	-83	-83	-117	99	105	104	110	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO376	-108.46	62.89	315	-121	-108	-94	-91	-91	-100	-118	99	115	117	120	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO377	-108.46	62.89	315	-125	-102	-84	-90	-88	-86	-107	99	107	109	116	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO378	-108.46	62.89	315	127	-95	-81	-85	-83	-83	-117	99	105	104	110	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO379	-108.46	62.89	315	127	-95	-81	-79	-85	-86	-116	99	107	115	118	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO380	-108.46	62.89	315	-125	-102	-84	-90	-88	-86	-107	99	107	109	116	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO381	-108.46	62.89	315	-125	-102	-84	-90	-88	-86	-107	99	107	109	116	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO382	-108.46	62.89	315	126	-88	-79	-86	-87	-81	-117	99	105	106	118	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO383	-108.46	62.89	315	-125	-102	-84	-90	-88	-86	-107	99	107	109	116	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO384	-62.89	62.89	0	-125	-98	-88	-90	-96	-85	-106	0	105	109	109	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MARCO385	-62.89	62.89	0	-127	-98	-80	-88	-83	-82	-111	0	115	116	122	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MARCO386	-62.89	62.89	0	123	-114	-95	-90	-93	-82	-120	0	105	102	105	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MARCO387	-108.46	62.89	315	115	122	-127	-103	-88	-97	-111	99	120	103	100	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO388	-108.46	62.89	315	-125	-102	-84	-90	-88	-86	-107	99	107	109	116	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO389	-121.00	65.00	163	-127	-97	-86	-92	-98	-96	-106	99	106	102	103	100	-7.29	9.47	38.63	21.32	63.85	22.64	8.92	70.00
MARCO390	-108.46	62.89	315	-127	-97	-86	-92	-98	-96	-106	99	106	102	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO392	-123.33	65.20	199	-126	-98	-83	-88	-97	-86	-107	99	112	114	115	103	-7.29	9.34	37.14	21.67	63.24	24.32	9.59	69.67
MARCO393	-123.33	65.20	199	125	-123	-106	-90	-88	-89	-101	99	100	101	100	103	-7.29	9.34	37.14	21.67	63.24	24.32	9.59	69.67
MARCO394	-123.33	65.20	199	123	-114	-95	-90	-93	-82	-120	99	105	102	105	103	-7.29	9.34	37.14	21.67	63.24	24.32	9.59	69.67
MARCO395	-123.33	65.20	199	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	103	-7.29	9.34	37.14	21.67	63.24	24.32	9.59	69.67
MARCO396	-123.33	65.20	199	-120	-105	-86	-84	-86	-90	-106	99	108	121	123	103	-7.29	9.34	37.14	21.67	63.24	24.32	9.59	69.67
MARCO399	-108.70	64.19	369	-127	-115	-92	-89	-90	-101	-108	99	108	113	112	100	-9.87	8.50	39.98	22.43	62.04	21.18	9.94	70.91
MARCO400	-109.39	64.37	385	127	-95	-81	-79	-85	-86	-116	0	107	115	118	0	-10.09	8.45	40.05	22.65	61.58	21.16	10.09	70.95

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO401	-111.38	65.30	485	127	-95	-81	-85	-83	-83	-117	99	105	104	110	100	-11.20	8.02	39.99	23.69	64.90	20.52	9.61	71.00
MARCO403	-107.94	64.10	385	-125	-102	-84	-90	-88	-86	-107	99	107	109	116	100	-9.96	8.53	39.72	22.52	62.55	21.41	9.78	70.88
MARCO404	-110.63	64.88	493	-125	-110	-92	-84	-91	-98	-104	99	110	107	109	100	-10.96	8.23	39.97	23.42	61.54	21.37	10.19	70.99
MARCO406	-110.80	64.98	489	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10.98	8.18	39.98	23.46	61.96	21.27	10.11	71.00
MARCO407	-110.68	64.59	466	127	-95	-81	-79	-85	-86	-116	99	107	115	118	100	-10.39	8.41	40.19	23.08	61.16	21.63	10.22	71.00
MARCO408	-110.68	64.59	466	126	-88	-79	-86	-87	-81	-117	99	105	106	118	100	-10.39	8.41	40.19	23.08	61.16	21.63	10.22	71.00
MARCO409	-111.38	65.30	485	126	-88	-79	-86	-87	-81	-117	99	105	106	118	100	-11.20	8.02	39.99	23.69	64.90	20.52	9.61	71.00
MARCO410	-112.10	64.86	427	-120	-105	-86	-84	-86	-90	-106	99	108	121	123	100	-10.24	8.48	40.49	23.21	64.56	21.13	9.51	71.04
MARCO411	-110.68	64.59	466	126	-90	-90	-92	-90	-88	-103	99	105	107	115	100	-10.39	8.41	40.19	23.08	61.16	21.63	10.22	71.00
MARCO412	-110.63	64.88	493	127	-95	-81	-85	-83	-83	-117	99	105	104	110	100	-10.96	8.23	39.97	23.42	61.54	21.37	10.19	70.99

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO413	-110.63	64.88	493	127	-95	-81	-85	-83	-83	-117	99	105	104	110	100	-10.96	8.23	39.97	23.42	61.54	21.37	10.19	70.99
MARCO414	-110.37	63.72	457	-127	-115	-92	-89	-90	-101	-108	99	108	113	112	100	-9.10	8.80	40.49	22.33	59.92	22.71	10.46	70.98
MARCO415	-109.55	64.48	454	127	-95	-81	-85	-83	-83	-117	99	105	104	110	100	-10.29	8.38	40.00	22.82	61.43	21.34	10.17	70.96
MARCO416	-109.55	64.48	454	-127	-115	-92	-89	-90	-101	-108	99	108	113	112	100	-10.29	8.38	40.00	22.82	61.43	21.34	10.17	70.96
MARCO417	-109.40	64.31	376	126	-121	-103	-98	-92	-95	-107	0	106	100	100	0	-9.98	8.47	40.09	22.58	61.41	21.25	10.11	70.95
MARCO418	-109.78	64.15	383	127	-95	-81	-85	-83	-83	-117	99	105	104	110	100	-9.71	8.57	40.24	22.50	60.68	21.68	10.27	70.95
MARCO419	-109.78	64.15	383	-125	-102	-84	-90	-88	-86	-107	99	107	109	116	100	-9.71	8.57	40.24	22.50	60.68	21.68	10.27	70.95
MARCO420	-108.78	64.24	374	-125	-110	-92	-84	-91	-98	-104	99	110	107	109	100	-9.92	8.48	39.98	22.46	62.06	21.13	9.95	70.90
MARCO421	-108.78	64.24	374	-121	-108	-94	-91	-91	-100	-118	99	115	117	120	100	-9.92	8.48	39.98	22.46	62.06	21.13	9.95	70.90
MARCO422	-108.46	64.45	356	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	100	-10.27	8.40	39.77	22.66	63.05	20.73	9.77	70.93

MARCO423	-108.46	64.45	356	126	-88	-79	-86	-87	-81	-117	99	105	106	118	100	-10.27	8.40	39.77	22.66	63.05	20.73	9.77	70.93
MARCO424	-108.19	64.20	366	-125	-110	-92	-84	-91	-98	-104	99	110	107	109	100	-10.03	8.50	39.78	22.53	62.60	21.19	9.80	70.90
MARCO425	-108.19	64.20	366	-127	-95	-85	-84	-85	-84	-115	99	107	116	108	100	-10.03	8.50	39.78	22.53	62.60	21.19	9.80	70.90
MARCO426	-108.19	64.20	366	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	100	-10.03	8.50	39.78	22.53	62.60	21.19	9.80	70.90

[5] About the ESRI Grid format

http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=About_the_ESRI_grid_format

(information acquired at 25/12/09)

Grid data structure

Grids are implemented using a tiled raster data structure in which the basic unit of data storage is a rectangular block of cells. Blocks are stored on disk in compressed form in a variable-length file structure referred to as a tile. Each block is stored as one variable-length record.

The size of the tile for a grid is based on the number of rows and columns in the grid at the time of creation. The upper limit on the size of a tile is set by the application and is very large (currently set at 4,000,000 x 4,000,000 cells). As a result, most grids used for GIS applications are automatically stored in a single tile. The spatial data for a grid is automatically split across multiple tiles if the size of the grid at the time of creation is larger than the upper limit for the size of a tile.

The blocked storage organization for grids supports both sequential and random spatial access to large raster datasets. The blocking structure imposes no restrictions on the joint analysis of grids. Tiles and blocks from different grids also need not coincide in map space for joint analysis. The tile and block structure of a grid is completely hidden from the user, who always creates and

manipulates a grid as though it were a seamless raster of uniformly square cells.

Grids use a run-length raster compression scheme that is adaptive at the block level. Each block is tested to determine the depth (bits per cell) to be used for the block and to determine which storage technique (cell-by-cell or run-length-coded) is more efficient. The block is stored in the format that requires less disk space. The adaptive compression scheme is the optimal choice because of its ability to efficiently represent both homogenous categorical data and heterogenous continuous data while supporting joint analysis using both types of data. Single layer per-cell operations, such as data reclassification, operate directly on runs of data without decompression. Multilayer per-cell operations on compressed input layers intersect runs of data from the different layers and operate on the intersected runs. Single layer per-neighborhood operations and multilayer per-cell operations that mix compressed and uncompressed data expand runs into cells and perform traditional cell-by-cell processing transparently.

Grid data storage

A grid is stored in an ArcInfo workspace. The name of a grid cannot be stored using spaces, it cannot start with a number, and it cannot be longer than 13 characters (a multiband grid is allowed up to 9 characters). The grid, like a coverage, is stored as a separate directory with associated Πίνακας and files that contain specific information about the grid. In an integer grid directory (originally created by ArcInfo Workstation), the following Πίνακας and files are found: the BND Πίνακας, which stores the boundary of the grid; the HDR file, which stores specific information describing the grid, for example, cell resolution and blocking factor; the STA Πίνακας, which contains statistics for the grid; the VAT Πίνακας, which stores the attribute data associated with the zones of the grid; the LOG, which monitors the activity that has occurred on the grid; and the tile file w001001.adf (q0x1y1), which stores the cell data and the accompanying index file w001001x.adf (q0x1y1x) that indexes the blocks in the tile and the LOG. (Some of these may not exist if created using ArcGIS operators, such as the LOG file.)

[6]

Πίνακας A2. Final Πίνακας with environmental parameters correlated to locations of population of grey wolves. The NDVI parameters have been corrected.

CODE	Longitude	Latitude	Altitude	NDVI April	NDVI May	NDVI Jun	NDVI Jul	NDVI Aug	NDVI Sept	NDVI Oct	NDVI Nov	NDVI Dec	NDVI Jan	NDVI Feb	NDVI March	Mean Temperature Yearly TMPY	Temperature Diurnal Yearly DTRY	Max% possible Sunshine Yearly SUNY	Days Ground Frost Yearly FRSY	Coefficient Precipitation Yearly PRCV	Precipitation Yearly PRY	Wet Days Yearly RDOY	Relative Humidity Yearly% REHY
JAL2346	-117.56	53.41	1036	131	141	150	157	157	146	149	116	111	119	147	132	1.85	13.24	40.95	20.76	64.25	47.22	8.38	69.82
JAL2347	-117.56	53.41	1036	131	141	150	157	157	146	149	116	111	119	147	132	1.85	13.24	40.95	20.76	64.25	47.22	8.38	69.82
JAL2349	-117.56	53.41	1036	131	141	150	157	157	146	149	116	111	119	147	132	1.85	13.24	40.95	20.76	64.25	47.22	8.38	69.82
JAL3328	-90.50	45.21	455	131	158	168	166	160	171	150	126	105	109	109	109	4.71	12.04	54.15	15.69	56.08	67.80	10.70	72.06
JAL3329	-88.40	45.85	426	129	158	176	168	173	174	145	105	115	116	122	123	4.05	12.99	51.24	16.80	51.56	64.43	12.01	73.15
JAL3331	-91.14	45.90	428	123	142	161	166	163	174	136	105	105	102	105	107	4.86	12.36	53.15	15.95	57.86	65.63	10.98	71.53
JAL3333	-84.61	43.41	222	115	122	129	153	168	159	145	103	120	103	100	107	7.83	11.15	49.38	13.28	51.86	64.83	11.57	73.80

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL3334	-88.51	46.21	437	131	154	172	166	168	170	149	107	107	109	116	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL3335	-90.36	45.68	457	129	159	170	164	158	160	150	128	106	102	103	112	4.39	12.21	53.01	16.35	54.73	68.37	11.11	72.06
JAL3339	-90.36	45.68	457	129	159	170	164	158	160	150	128	106	102	103	112	4.39	12.21	53.01	16.35	54.73	68.37	11.11	72.06
JAL3340	-91.91	46.45	366	130	158	173	168	159	170	149	120	112	114	115	111	4.68	11.60	52.49	15.53	59.13	63.08	10.91	70.93
JAL3341	-88.97	44.48	271	125	133	150	166	168	167	155	135	100	101	100	114	6.12	12.27	54.13	14.87	57.29	65.33	10.26	72.65
JAL3342	-91.14	45.90	428	123	142	161	166	163	174	136	105	105	102	105	107	4.86	12.36	53.15	15.95	57.86	65.63	10.98	71.53
JAL3611	-93.48	46.70	379	120	146	167	158	155	158	146	116	102	101	100	106	4.98	13.34	52.86	15.61	59.80	59.31	10.26	69.73
JAL3612	-95.68	47.77	396	119	145	164	157	154	147	142	107	102	101	100	115	3.48	12.95	52.07	16.39	65.14	49.12	8.88	70.18
JAL3613	-93.58	46.98	411	127	153	174	163	161	151	144	106	110	115	113	114	4.92	13.21	51.91	15.77	59.43	58.62	10.35	69.85
JAL3614	-93.48	46.23	409	124	160	169	158	167	156	141	115	105	108	100	103	4.78	13.56	54.50	15.49	60.74	60.77	10.03	69.39

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL3616	-92.46	47.58	461	124	145	166	151	153	154	140	108	105	108	109	111	3.18	11.60	48.31	16.69	55.87	60.83	11.46	70.99
JAL3617	-92.46	47.58	461	124	145	166	151	153	154	140	108	105	108	109	111	3.18	11.60	48.31	16.69	55.87	60.83	11.46	70.99
JAL3618	-93.95	47.73	411	126	151	168	164	164	150	143	115	109	115	118	120	3.87	12.43	49.39	16.21	58.78	56.45	10.52	70.09
JAL3619	-94.50	48.15	360	132	145	164	164	160	140	147	113	103	110	106	117	3.22	12.40	48.87	16.49	60.51	53.58	10.28	70.11
JAL3620	-94.50	48.15	360	132	145	164	164	160	140	147	113	103	110	106	117	3.22	12.40	48.87	16.49	60.51	53.58	10.28	70.11
JAL3621	-94.50	48.15	360	132	145	164	164	160	140	147	113	103	110	106	117	3.22	12.40	48.87	16.49	60.51	53.58	10.28	70.11
JAL3622	-94.50	48.15	360	132	145	164	164	160	140	147	113	103	110	106	117	3.22	12.40	48.87	16.49	60.51	53.58	10.28	70.11
JAL3759	-73.43	44.58	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.73	10.68	47.13	13.90	46.53	62.28	12.71	71.10
JAL4890	-89.79	46.48	518	126	168	177	170	169	175	139	100	105	106	118	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33
JAL4891	-86.87	45.78	184	136	151	170	172	170	166	150	110	108	121	123	128	5.54	9.83	48.93	15.09	53.39	61.26	12.65	74.12

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL4909	-85.95	44.30	302	126	166	166	164	166	168	153	102	105	107	115	113	6.78	10.72	48.58	13.96	51.28	67.51	12.30	73.98
JAL4910	-88.65	46.98	290	127	161	175	171	173	173	139	106	105	104	110	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92
JAL4911	-88.65	46.98	290	127	161	175	171	173	173	139	106	105	104	110	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92
JAL4912	-86.35	46.23	224	129	141	164	167	166	155	148	100	108	113	112	111	5.02	10.16	46.53	15.52	49.51	65.27	13.16	74.75
JAL4913	-88.65	46.98	290	127	161	175	171	173	173	139	106	105	104	110	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92
JAL4914	-86.35	46.23	224	129	141	164	167	166	155	148	100	108	113	112	111	5.02	10.16	46.53	15.52	49.51	65.27	13.16	74.75
JAL4915	-91.85	45.42	336	126	135	153	158	164	161	149	135	106	100	100	105	5.81	12.26	55.13	14.98	60.47	63.34	10.39	70.94
JAL4916	-88.65	46.98	290	127	161	175	171	173	173	139	106	105	104	110	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92
JAL4917	-88.51	46.21	437	131	154	172	166	168	170	149	107	107	109	116	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL4918	-86.19	46.02	215	131	146	164	172	165	158	152	103	110	107	109	116	5.32	9.97	46.65	15.15	50.46	64.20	13.13	74.81

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL4919	-85.01	46.01	198	135	148	162	165	165	156	138	126	115	117	120	110	5.00	10.69	44.31	15.31	48.09	68.84	13.88	75.87
JAL4920	-89.27	46.98	183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.46	11.28	49.96	17.09	50.70	67.43	11.25	72.45
JAL4921	-89.79	46.48	518	126	168	177	170	169	175	139	100	105	106	118	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33
JAL4922	-86.19	46.02	215	131	146	164	172	165	158	152	103	110	107	109	116	5.32	9.97	46.65	15.15	50.46	64.20	13.13	74.81
JAL4923	-87.60	46.66	250	129	161	171	172	171	172	141	105	107	116	108	116	4.30	11.26	48.70	16.80	48.64	70.96	12.73	73.77
JAL5050	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5051	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5052	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5053	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5054	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5055	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5056	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5057	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5058	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5059	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5060	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5061	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5062	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5063	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5064	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5065	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5066	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5067	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5068	-114.24	62.27	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5069	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5070	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5071	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5072	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5073	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5074	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5075	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5077	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5078	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5079	-114.24	62.27	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5080	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5081	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5083	-114.24	62.27	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5084	-114.24	62.27	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5085	-114.24	62.27	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5086	-114.24	62.27	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5087	-114.24	62.27	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5088	-114.24	62.27	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5089	-114.24	62.27	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5090	-133.73	68.36	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.64	9.72	34.98	22.88	64.35	20.58	9.97	67.46
JAL5091	-114.24	62.27	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.11	9.53	43.32	19.88	62.21	23.53	9.50	71.40
JAL5094	-89.27	46.98	183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.46	11.28	49.96	17.09	50.70	67.43	11.25	72.45
JAL5095	-86.87	45.78	184	136	151	170	172	170	166	150	110	108	121	123	128	5.54	9.83	48.93	15.09	53.39	61.26	12.65	74.12			
JAL5096	-86.35	46.23	224	129	141	164	167	166	155	148	100	108	113	112	111	5.02	10.16	46.53	15.52	49.51	65.27	13.16	74.75			
JAL5097	-88.34	46.72	417	127	161	175	177	171	170	140	101	107	115	118	115	4.20	11.47	49.40	17.46	48.92	68.56	12.11	73.20			
JAL5098	-88.65	46.98	290	127	161	175	171	173	173	139	106	105	104	110	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92			

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5099	-88.51	46.21	437	131	154	172	166	168	170	149	107	107	109	116	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5100	-86.19	46.02	215	131	146	164	172	165	158	152	103	110	107	109	116	5.32	9.97	46.65	15.15	50.46	64.20	13.13	74.81
JAL5101	-89.27	46.98	183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.46	11.28	49.96	17.09	50.70	67.43	11.25	72.45
JAL5102	-88.34	46.72	417	127	161	175	177	171	170	140	101	107	115	118	115	4.20	11.47	49.40	17.46	48.92	68.56	12.11	73.20
JAL5103	-89.79	46.48	518	126	168	177	170	169	175	139	100	105	106	118	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33
JAL5147	-85.95	44.30	302	126	166	166	164	166	168	153	102	105	107	115	113	6.78	10.72	48.58	13.96	51.28	67.51	12.30	73.98
JAL5148	-89.79	46.48	518	126	168	177	170	169	175	139	100	105	106	118	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33
JAL5149	-89.27	46.98	183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.46	11.28	49.96	17.09	50.70	67.43	11.25	72.45
JAL5150	-85.01	46.01	198	135	148	162	165	165	156	138	126	115	117	120	110	5.00	10.69	44.31	15.31	48.09	68.84	13.88	75.87
JAL5152	-88.51	46.21	437	131	154	172	166	168	170	149	107	107	109	116	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5153	-86.19	46.02	215	131	146	164	172	165	158	152	103	110	107	109	116	5.32	9.97	46.65	15.15	50.46	64.20	13.13	74.81
JAL5154	-88.51	46.21	437	131	154	172	166	168	170	149	107	107	109	116	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5155	-88.51	46.21	437	131	154	172	166	168	170	149	107	107	109	116	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5156	-89.79	46.48	518	126	168	177	170	169	175	139	100	105	106	118	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33
JAL5157	-86.19	46.02	215	131	146	164	172	165	158	152	103	110	107	109	116	5.32	9.97	46.65	15.15	50.46	64.20	13.13	74.81
JAL5158	-87.60	46.66	250	129	161	171	172	171	172	141	105	107	116	108	116	4.30	11.26	48.70	16.80	48.64	70.96	12.73	73.77
JAL5159	-88.51	46.21	437	131	154	172	166	168	170	149	107	107	109	116	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5161	-88.34	46.72	417	127	161	175	177	171	170	140	101	107	115	118	115	4.20	11.47	49.40	17.46	48.92	68.56	12.11	73.20
JAL5162	-88.65	46.98	290	127	161	175	171	173	173	139	106	105	104	110	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92
JAL5163	-85.01	46.01	198	135	148	162	165	165	156	138	126	115	117	120	110	5.00	10.69	44.31	15.31	48.09	68.84	13.88	75.87

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

JAL5164	-88.51	46.21	437	131	154	172	166	168	170	149	107	107	109	116	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5165	-88.65	46.98	290	127	161	175	171	173	173	139	106	105	104	110	108	4.61	10.09	49.30	17.33	49.17	69.49	11.60	72.92
JAL5166	-88.34	46.72	417	127	161	175	177	171	170	140	101	107	115	118	115	4.20	11.47	49.40	17.46	48.92	68.56	12.11	73.20
JAL5167	-88.51	46.21	437	131	154	172	166	168	170	149	107	107	109	116	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5168	-88.51	46.21	437	131	154	172	166	168	170	149	107	107	109	116	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
JAL5169	-89.79	46.48	518	126	168	177	170	169	175	139	100	105	106	118	110	3.70	12.33	50.86	17.45	50.73	71.30	11.57	72.33
JAL5170	-88.51	46.21	437	131	154	172	166	168	170	149	107	107	109	116	116	3.58	12.96	50.52	17.50	50.19	65.98	12.21	73.13
MARCO001	-116.28	56.00	685	122	136	164	166	165	147	133	105	99	104	119	123	0.34	12.03	42.43	19.10	59.20	39.08	9.47	71.65
MARCO002	-115.25	56.55	533	120	139	162	165	166	147	135	100	99	104	120	125	0.86	12.14	43.38	18.68	59.04	35.83	9.33	71.72
MARCO003	-117.43	56.23	597	121	138	161	163	159	126	126	106	99	101	107	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO004	-117.43	56.23	597	121	138	161	163	159	126	126	106	99	101	107	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86
MARCO005	-117.43	56.23	597	121	138	161	163	159	126	126	106	99	101	107	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86
MARCO006	-117.43	56.23	597	121	138	161	163	159	126	126	106	99	101	107	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86
MARCO007	-117.43	56.23	597	121	138	161	163	159	126	126	106	99	101	107	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86
MARCO008	-117.43	56.23	597	121	138	161	163	159	126	126	106	99	101	107	119	0.87	12.00	41.54	18.44	63.87	32.54	9.24	70.86
MARCO010	-112.00	56.65	476	135	142	154	159	160	149	136	106	99	109	130	133	-0.14	12.37	44.69	18.65	55.65	38.63	9.65	70.67
MARCO011	-112.00	56.65	476	135	142	154	159	160	149	136	106	99	109	130	133	-0.14	12.37	44.69	18.65	55.65	38.63	9.65	70.67
MARCO012	-111.22	56.65	351	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO013	-111.22	56.65	351	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO014	-111.75	57.42	316	138	148	154	163	162	156	140	100	99	112	133	136	-0.66	12.72	44.30	18.45	54.06	36.08	9.03	70.59

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO015	-111.75	57.42	316	138	148	154	163	162	156	140	100	99	112	133	136	-0.66	12.72	44.30	18.45	54.06	36.08	9.03	70.59
MARCO016	-111.75	57.42	316	138	148	154	163	162	156	140	100	99	112	133	136	-0.66	12.72	44.30	18.45	54.06	36.08	9.03	70.59
MARCO017	-111.75	57.42	316	138	148	154	163	162	156	140	100	99	112	133	136	-0.66	12.72	44.30	18.45	54.06	36.08	9.03	70.59
MARCO018	-116.58	60.25	214	107	140	150	156	159	142	128	99	99	99	109	110	-3.26	12.47	42.61	20.02	60.70	29.93	8.44	70.30
MARCO019	-114.83	60.58	169	105	130	145	157	153	145	129	99	99	99	106	105	-3.36	10.33	43.48	19.44	61.44	28.26	9.44	71.42
MARCO020	-117.03	60.95	196	108	127	144	153	150	128	141	99	99	99	106	108	-3.71	12.14	42.27	20.23	61.32	27.04	7.80	70.47
MARCO021	-115.37	60.75	165	100	126	148	154	161	151	130	99	99	99	104	109	-3.38	10.35	43.51	19.29	61.23	28.32	9.75	71.55
MARCO022	-116.57	60.27	211	107	138	151	159	157	150	134	99	99	99	111	108	-3.26	12.46	42.63	20.01	60.71	29.91	8.43	70.33
MARCO023	-123.12	62.75	55	108	132	147	161	155	137	113	99	99	99	103	112	-4.89	11.38	37.83	20.95	59.60	29.73	9.69	70.13
MARCO024	-123.42	63.22	52	105	135	141	150	138	128	131	99	99	99	105	107	-5.54	10.77	37.36	21.15	58.71	29.21	9.77	69.99

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO025	-121.22	61.25	257	106	132	152	156	153	127	145	99	99	99	106	113	-3.57	11.47	39.65	20.20	61.92	31.10	10.04	70.23
MARCO026	-123.42	63.22	52	105	135	141	150	138	128	131	99	99	99	105	107	-5.54	10.77	37.36	21.15	58.71	29.21	9.77	69.99
MARCO027	-123.12	62.75	55	108	132	147	161	155	137	113	99	99	99	103	112	-4.89	11.38	37.83	20.95	59.60	29.73	9.69	70.13
MARCO028	-121.03	61.33	225	114	132	152	153	154	132	146	99	99	99	112	122	-3.55	11.47	39.73	20.05	61.99	30.34	9.94	70.19
MARCO029	-118.77	61.83	243	100	123	152	158	155	134	137	99	99	99	100	100	-4.47	11.55	40.73	20.58	61.67	25.71	7.98	70.14
MARCO030	-117.47	62.13	193	105	127	139	152	150	135	132	99	99	99	102	102	-4.66	11.32	41.74	20.37	61.85	23.83	7.38	70.64
MARCO031	-111.88	59.00	208	114	142	160	166	165	159	145	99	99	111	126	130	-2.09	11.63	42.72	19.20	52.92	31.38	8.27	70.82
MARCO032	-111.88	60.00	204	114	135	153	158	155	151	152	99	99	100	128	116	-3.10	11.44	40.83	19.80	54.28	29.42	9.04	70.94
MARCO033	-111.88	60.00	204	114	135	153	158	155	151	152	99	99	100	128	116	-3.10	11.44	40.83	19.80	54.28	29.42	9.04	70.94
MARCO034	-111.88	60.00	204	114	135	153	158	155	151	152	99	99	100	128	116	-3.10	11.44	40.83	19.80	54.28	29.42	9.04	70.94

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO035	-111.88	59.00	208	114	142	160	166	165	159	145	99	99	111	126	130	-2.09	11.63	42.72	19.20	52.92	31.38	8.27	70.82
MARCO036	-111.88	59.00	208	114	142	160	166	165	159	145	99	99	111	126	130	-2.09	11.63	42.72	19.20	52.92	31.38	8.27	70.82
MARCO037	-118.08	61.45	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3.73	11.98	41.46	20.18	61.89	24.55	7.19	70.19
MARCO038	-118.08	61.45	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3.73	11.98	41.46	20.18	61.89	24.55	7.19	70.19
MARCO039	-111.22	56.65	351	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO040	-111.22	56.65	351	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO041	-111.22	56.65	351	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO042	-111.22	56.65	351	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO043	-111.22	56.65	351	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO044	-111.22	56.65	351	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO045	-111.22	56.65	351	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO046	-111.22	56.65	351	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO047	-111.22	56.65	351	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO048	-111.22	56.65	351	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO049	-111.22	55.65	602	135	149	163	158	168	147	151	113	99	115	130	138	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50
MARCO050	-111.22	56.65	351	127	153	160	169	170	140	140	103	99	105	123	128	0.09	12.06	44.69	18.49	55.08	38.69	11.20	70.25
MARCO051	-111.22	55.65	602	135	149	163	158	168	147	151	113	99	115	130	138	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50
MARCO052	-111.22	55.65	602	135	149	163	158	168	147	151	113	99	115	130	138	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50
MARCO053	-111.22	55.65	602	135	149	163	158	168	147	151	113	99	115	130	138	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50
MARCO054	-110.75	57.42	356	142	155	156	165	162	153	148	100	99	120	142	144	-0.74	11.65	44.01	18.63	52.81	36.61	10.64	70.27

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO055	-111.22	55.65	602	135	149	163	158	168	147	151	113	99	115	130	138	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50
MARCO056	-110.75	57.42	356	142	155	156	165	162	153	148	100	99	120	142	144	-0.74	11.65	44.01	18.63	52.81	36.61	10.64	70.27
MARCO057	-110.75	57.42	356	142	155	156	165	162	153	148	100	99	120	142	144	-0.74	11.65	44.01	18.63	52.81	36.61	10.64	70.27
MARCO058	-111.22	55.65	602	135	149	163	158	168	147	151	113	99	115	130	138	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50
MARCO059	-111.22	55.65	602	135	149	163	158	168	147	151	113	99	115	130	138	0.03	11.91	45.07	18.96	57.24	40.12	10.41	70.50
MARCO060	-110.75	57.42	356	142	155	156	165	162	153	148	100	99	120	142	144	-0.74	11.65	44.01	18.63	52.81	36.61	10.64	70.27
MARCO061	-111.88	60.00	204	114	135	153	158	155	151	152	99	99	100	128	116	-3.10	11.44	40.83	19.80	54.28	29.42	9.04	70.94
MARCO062	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO063	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO064	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO065	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO066	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO067	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO068	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO069	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO070	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO071	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO072	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO073	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO074	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO075	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO076	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO077	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO078	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO079	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO080	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO081	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO082	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO083	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO084	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO085	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO086	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO087	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO088	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO089	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO090	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO091	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO092	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO093	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO094	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO095	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO096	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO097	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO098	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO099	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO100	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO101	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO102	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO103	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO104	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO105	-109.67	65.17	435	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-11.38	8.10	39.63	23.49	63.27	20.40	9.92	70.97
MARCO106	-114.44	62.46	256	103	119	136	142	139	135	135	99	99	99	104	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39		
MARCO107	-114.44	62.46	256	103	119	136	142	139	135	135	99	99	99	104	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39		
MARCO108	-114.44	62.46	256	103	119	136	142	139	135	135	99	99	99	104	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39		
MARCO109	-114.44	62.46	256	103	119	136	142	139	135	135	99	99	99	104	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39		
MARCO110	-114.44	62.46	256	103	119	136	142	139	135	135	99	99	99	104	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39		
MARCO111	-114.44	62.46	256	103	119	136	142	139	135	135	99	99	99	104	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39		
MARCO112	-114.44	62.46	256	103	119	136	142	139	135	135	99	99	99	104	106	-5.36	9.25	43.21	19.88	62.09	23.03	9.59	71.39		
MARCO113	-116.65	62.03	194	111	125	138	149	149	144	143	99	99	99	107	110	-4.66	10.91	42.37	20.17	61.76	24.41	7.93	71.00		
MARCO114	-116.07	62.83	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.46	10.26	42.43	20.17	62.09	22.65	7.84	71.15		

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO115	-116.07	62.83	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.46	10.26	42.43	20.17	62.09	22.65	7.84	71.15
MARCO116	-116.65	62.03	194	111	125	138	149	149	144	143	99	99	99	107	110	-4.66	10.91	42.37	20.17	61.76	24.41	7.93	71.00			
MARCO117	-116.65	62.03	194	111	125	138	149	149	144	143	99	99	99	107	110	-4.66	10.91	42.37	20.17	61.76	24.41	7.93	71.00			
MARCO118	-118.02	67.05	279	98	101	135	144	142	136	101	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25			
MARCO119	-118.02	67.05	279	98	101	135	144	142	136	101	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25			
MARCO120	-118.02	67.05	279	98	101	135	144	142	136	101	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25			
MARCO121	-117.67	67.33	290	99	100	131	139	136	131	100	99	99	99	100	100	-11.22	8.19	39.07	23.32	68.77	19.05	8.23	70.28			
MARCO122	-118.02	67.05	279	98	101	135	144	142	136	101	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25			
MARCO123	-118.02	67.05	279	98	101	135	144	142	136	101	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25			
MARCO124	-118.02	67.05	279	98	101	135	144	142	136	101	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25			

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO125	-110.83	65.67	446	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-11.81	7.81	39.68	23.90	65.54	19.75	9.53	70.97
MARCO127	-98.18	67.38	57	97	100	100	123	126	115	100	99	99	99	100	100	-14.64	7.50	35.33	25.13	86.34	12.37	5.99	72.73			
MARCO128	-110.83	65.67	446	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-11.81	7.81	39.68	23.90	65.54	19.75	9.53	70.97
MARCO129	-117.67	67.33	290	99	100	131	139	136	131	100	99	99	99	100	100	-11.22	8.19	39.07	23.32	68.77	19.05	8.23	70.28			
MARCO130	-117.25	67.17	304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-11.47	8.24	39.10	23.52	67.56	19.81	8.55	70.36
MARCO131	-117.67	67.33	290	99	100	131	139	136	131	100	99	99	99	100	100	-11.22	8.19	39.07	23.32	68.77	19.05	8.23	70.28			
MARCO132	-110.67	65.50	500	98	100	128	142	145	138	100	99	99	99	100	100	-11.70	7.91	39.71	23.81	63.54	20.29	9.85	70.97			
MARCO133	-118.02	67.05	279	98	101	135	144	142	136	101	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25			
MARCO134	-118.02	67.05	279	98	101	135	144	142	136	101	99	99	99	100	100	-10.63	8.33	39.16	22.75	67.28	19.26	8.31	70.25			
MARCO136	-110.83	65.67	446	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-11.81	7.81	39.68	23.90	65.54	19.75	9.53	70.97

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO137	-117.17	67.33	352	98	100	135	147	144	135	100	99	99	99	100	100	-11.48	8.19	39.14	23.57	68.63	19.26	8.38	70.35
MARCO138	-117.17	67.33	352	98	100	135	147	144	135	100	99	99	99	100	100	-11.48	8.19	39.14	23.57	68.63	19.26	8.38	70.35
MARCO139	-113.50	66.97	451	98	100	123	136	134	125	100	99	99	99	100	100	-12.25	7.60	39.47	24.23	74.84	17.50	7.93	70.81
MARCO140	-110.67	65.50	500	98	100	128	142	145	138	100	99	99	99	100	100	-11.70	7.91	39.71	23.81	63.54	20.29	9.85	70.97
MARCO141	-96.50	64.50	143	97	99	103	132	136	130	100	99	99	99	100	100	-12.52	7.79	34.88	23.94	68.36	20.01	8.87	73.68
MARCO142	-97.00	64.50	152	97	99	103	136	140	133	100	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48
MARCO143	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO144	-97.00	64.50	152	97	99	103	136	140	133	100	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48
MARCO145	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO146	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO147	-100.00	66.00	153	98	100	100	121	122	119	100	99	99	99	100	100	-13.63	7.62	36.12	24.70	80.65	15.95	7.01	72.30
MARCO148	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO149	-97.00	64.60	80	98	99	101	137	138	134	100	99	99	99	100	100	-12.71	7.81	35.05	24.10	70.04	19.85	8.68	73.47
MARCO150	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO151	-96.37	64.30	11	97	99	107	136	139	134	100	99	99	99	100	100	-12.29	7.81	34.94	23.75	67.41	20.13	8.95	73.74
MARCO152	-100.00	66.00	153	98	100	100	121	122	119	100	99	99	99	100	100	-13.63	7.62	36.12	24.70	80.65	15.95	7.01	72.30
MARCO153	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO154	-97.00	64.50	152	97	99	103	136	140	133	100	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48
MARCO155	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO156	-96.50	64.50	143	97	99	103	132	136	130	100	99	99	99	100	100	-12.52	7.79	34.88	23.94	68.36	20.01	8.87	73.68

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO157	-97.00	64.50	152	97	99	103	136	140	133	100	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48
MARCO158	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO159	-97.00	64.50	152	97	99	103	136	140	133	100	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48
MARCO160	-95.90	64.50	83	98	99	102	134	136	133	100	99	99	99	100	100	-12.64	7.76	34.81	24.00	67.49	20.53	8.90	73.92
MARCO161	-95.90	64.30	22	97	99	102	137	141	134	100	99	99	99	100	100	-12.33	7.78	34.92	23.77	66.60	20.48	8.95	73.94
MARCO162	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO163	-95.90	64.50	83	98	99	102	134	136	133	100	99	99	99	100	100	-12.64	7.76	34.81	24.00	67.49	20.53	8.90	73.92
MARCO164	-96.50	64.50	143	97	99	103	132	136	130	100	99	99	99	100	100	-12.52	7.79	34.88	23.94	68.36	20.01	8.87	73.68
MARCO165	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO166	-97.00	64.50	152	97	99	103	136	140	133	100	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO167	-95.90	64.50	83	98	99	102	134	136	133	100	99	99	99	100	100	-12.64	7.76	34.81	24.00	67.49	20.53	8.90	73.92
MARCO168	-100.00	66.00	153	98	100	100	121	122	119	100	99	99	99	100	100	-13.63	7.62	36.12	24.70	80.65	15.95	7.01	72.30
MARCO169	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO170	-96.50	64.50	143	97	99	103	132	136	130	100	99	99	99	100	100	-12.52	7.79	34.88	23.94	68.36	20.01	8.87	73.68
MARCO171	-97.00	64.50	152	97	99	103	136	140	133	100	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48
MARCO172	-95.90	64.30	22	97	99	102	137	141	134	100	99	99	99	100	100	-12.33	7.78	34.92	23.77	66.60	20.48	8.95	73.94
MARCO173	-95.90	64.50	83	98	99	102	134	136	133	100	99	99	99	100	100	-12.64	7.76	34.81	24.00	67.49	20.53	8.90	73.92
MARCO174	-97.00	64.60	80	98	99	101	137	138	134	100	99	99	99	100	100	-12.71	7.81	35.05	24.10	70.04	19.85	8.68	73.47
MARCO175	-92.50	65.00	173	99	99	100	118	125	120	100	99	99	99	100	100	-13.60	7.47	37.33	24.53	74.26	21.00	7.71	74.97
MARCO176	-92.50	65.00	173	99	99	100	118	125	120	100	99	99	99	100	100	-13.60	7.47	37.33	24.53	74.26	21.00	7.71	74.97

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO177	-97.00	64.60	80	98	99	101	137	138	134	100	99	99	99	100	100	-12.71	7.81	35.05	24.10	70.04	19.85	8.68	73.47
MARCO178	-97.00	64.50	152	97	99	103	136	140	133	100	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48
MARCO179	-96.08	64.30	15	97	99	110	136	137	124	100	99	99	99	100	100	-12.28	7.80	34.81	23.74	66.59	20.34	9.03	73.87
MARCO180	-97.00	64.50	152	97	99	103	136	140	133	100	99	99	99	100	100	-12.59	7.82	35.10	24.04	69.54	20.07	8.75	73.48
MARCO181	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO182	-96.50	64.50	143	97	99	103	132	136	130	100	99	99	99	100	100	-12.52	7.79	34.88	23.94	68.36	20.01	8.87	73.68
MARCO183	-96.50	64.50	143	97	99	103	132	136	130	100	99	99	99	100	100	-12.52	7.79	34.88	23.94	68.36	20.01	8.87	73.68
MARCO184	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO185	-97.05	64.77	65	98	99	101	136	140	135	100	99	99	99	100	100	-12.78	7.80	35.09	24.12	70.99	19.25	8.53	73.42
MARCO186	-100.00	66.00	153	98	100	100	121	122	119	100	99	99	99	100	100	-13.63	7.62	36.12	24.70	80.65	15.95	7.01	72.30

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO187	-95.90	64.30	22	97	99	102	137	141	134	100	99	99	99	100	100	-12.33	7.78	34.92	23.77	66.60	20.48	8.95	73.94
MARCO188	-96.50	64.75	149	97	99	100	138	142	136	100	99	99	99	100	100	-12.85	7.77	34.79	24.15	69.69	19.79	8.72	73.65
MARCO189	-104.25	60.67	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO190	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO191	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO192	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO193	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO194	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO195	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO196	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO197	-104.25	60.67	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO198	-104.25	60.67	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO199	-104.25	60.67	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO200	-104.25	60.67	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO201	-104.25	60.67	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO202	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO203	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO204	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO205	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO206	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO207	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO208	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO209	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO210	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO211	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO212	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO213	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO214	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO215	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO216	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO217	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO218	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO219	-105.50	61.50	386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.63	9.58	39.96	21.83	57.59	28.27	9.64	70.52
MARCO220	-104.50	61.42	362	99	100	113	136	138	125	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58			
MARCO221	-104.50	61.42	362	99	100	113	136	138	125	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58			
MARCO222	-104.50	61.42	362	99	100	113	136	138	125	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58			
MARCO223	-104.50	61.42	362	99	100	113	136	138	125	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58			
MARCO224	-104.50	61.42	362	99	100	113	136	138	125	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58			
MARCO225	-104.50	61.42	362	99	100	113	136	138	125	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58			
MARCO226	-104.50	61.42	362	99	100	113	136	138	125	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58			

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO227	-104.50	61.42	362	99	100	113	136	138	125	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO228	-104.50	61.42	362	99	100	113	136	138	125	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO229	-104.50	61.42	362	99	100	113	136	138	125	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO230	-104.50	61.42	362	99	100	113	136	138	125	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO231	-104.50	61.42	362	99	100	113	136	138	125	103	100	99	99	100	101	-7.97	9.43	39.77	22.00	58.15	29.04	9.83	70.58
MARCO232	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO233	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO234	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO235	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO236	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO237	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO238	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO239	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO240	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO241	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO242	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO243	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO244	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO245	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO246	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO247	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO248	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO249	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO250	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO251	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO252	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO253	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO254	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO255	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO256	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO257	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO258	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO259	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO260	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO261	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO262	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO263	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO264	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO265	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO266	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO267	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO268	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO269	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO270	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO271	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO272	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO273	-104.87	61.47	362	99	106	136	142	141	123	103	100	99	99	100	103	-7.82	9.51	39.85	21.93	57.88	28.76	9.71	70.55
MARCO274	-104.25	60.67	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO275	-104.25	60.67	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO276	-104.25	60.67	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO277	-104.25	60.67	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO278	-104.25	60.67	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO279	-104.25	60.67	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.12	9.62	40.05	21.65	56.09	31.72	10.12	70.41
MARCO280	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45			
MARCO281	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45			
MARCO282	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45			
MARCO283	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45			
MARCO284	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45			
MARCO285	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45			
MARCO286	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45			

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO287	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO288	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO289	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO290	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO291	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO292	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO293	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO294	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO295	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO296	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO297	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO298	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO299	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO300	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO301	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO302	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO303	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO304	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO305	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45
MARCO306	-104.33	60.83	364	100	114	138	141	144	137	108	99	99	99	101	104	-7.28	9.60	40.01	21.73	56.53	31.03	10.01	70.45

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO307	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO308	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO309	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO310	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO311	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO312	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO313	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO314	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO315	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO316	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO317	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO318	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO319	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO320	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO321	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO322	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO323	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO324	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO325	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO326	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO327	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO328	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO329	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO330	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO331	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO332	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO333	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO334	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO335	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO336	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO337	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO338	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO339	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO340	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO341	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO342	-105.56	61.63	387	99	101	135	140	138	129	103	100	99	99	100	100	-7.80	9.54	39.92	21.89	57.94	27.84	9.66	70.55
MARCO356	-109.55	64.48	454	98	100	130	148	153	124	100	99	99	99	100	100	-10.29	8.38	40.00	22.82	61.43	21.34	10.17	70.96
MARCO357	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO358	-123.00	65.08	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.02	9.44	37.47	21.44	63.26	23.99	9.42	69.75
MARCO359	-126.83	65.28	20	104	121	141	143	143	129	108	99	99	99	104	103	-6.27	9.76	34.39	20.70	60.63	27.06	10.77	69.19

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO360	-121.00	65.00	163	102	115	136	145	143	137	104	99	99	99	101	100	-7.29	9.47	38.63	21.32	63.85	22.64	8.92	70.00
MARCO361	-123.42	65.20	187	102	124	140	148	143	138	104	99	99	99	100	100	-7.29	9.34	37.08	21.68	63.19	24.41	9.62	69.66
MARCO362	-126.12	67.03	247	101	100	134	140	138	130	100	99	99	99	100	100	-9.04	8.51	35.55	22.58	67.65	20.85	9.49	68.94
MARCO363	-121.13	64.95	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.21	9.51	38.56	21.31	63.77	22.83	8.97	69.98
MARCO364	-123.33	65.17	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.21	9.38	37.15	21.61	63.16	24.36	9.59	69.68
MARCO365	-123.42	65.20	187	102	124	140	148	143	138	104	99	99	99	100	100	-7.29	9.34	37.08	21.68	63.19	24.41	9.62	69.66
MARCO366	-123.33	65.20	199	101	119	140	147	145	139	105	99	99	99	100	103	-7.29	9.34	37.14	21.67	63.24	24.32	9.59	69.67
MARCO367	-126.12	67.03	247	101	100	134	140	138	130	100	99	99	99	100	100	-9.04	8.51	35.55	22.58	67.65	20.85	9.49	68.94
MARCO368	-121.13	64.95	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.21	9.51	38.56	21.31	63.77	22.83	8.97	69.98
MARCO369	-123.42	65.20	187	102	124	140	148	143	138	104	99	99	99	100	100	-7.29	9.34	37.08	21.68	63.19	24.41	9.62	69.66

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO370	-123.33	65.17	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.21	9.38	37.15	21.61	63.16	24.36	9.59	69.68
MARCO371	-123.42	65.20	187	102	124	140	148	143	138	104	99	99	99	100	100	-7.29	9.34	37.08	21.68	63.19	24.41	9.62	69.66			
MARCO372	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79			
MARCO373	-123.33	65.17	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7.21	9.38	37.15	21.61	63.16	24.36	9.59	69.68			
MARCO374	-125.55	64.90	17	109	113	131	145	145	132	107	99	99	99	104	104	-6.02	9.81	35.64	20.70	61.04	27.40	10.37	69.44			
MARCO375	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79			
MARCO376	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79			
MARCO377	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79			
MARCO378	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79			
MARCO379	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79			

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO380	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO381	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO382	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO383	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO384	-62.89	62.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MARCO385	-62.89	62.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MARCO386	-62.89	62.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MARCO387	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO388	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO389	-121.00	65.00	163	102	115	136	145	143	137	104	99	99	99	101	100	-7.29	9.47	38.63	21.32	63.85	22.64	8.92	70.00

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO390	-108.46	62.89	315	100	100	135	145	146	137	138	99	99	99	103	103	-8.00	9.00	40.53	21.37	59.49	23.24	10.21	70.79
MARCO392	-123.33	65.20	199	101	119	140	147	145	139	105	99	99	99	100	103	-7.29	9.34	37.14	21.67	63.24	24.32	9.59	69.67
MARCO393	-123.33	65.20	199	101	119	140	147	145	139	105	99	99	99	100	103	-7.29	9.34	37.14	21.67	63.24	24.32	9.59	69.67
MARCO394	-123.33	65.20	199	101	119	140	147	145	139	105	99	99	99	100	103	-7.29	9.34	37.14	21.67	63.24	24.32	9.59	69.67
MARCO395	-123.33	65.20	199	101	119	140	147	145	139	105	99	99	99	100	103	-7.29	9.34	37.14	21.67	63.24	24.32	9.59	69.67
MARCO396	-123.33	65.20	199	101	119	140	147	145	139	105	99	99	99	100	103	-7.29	9.34	37.14	21.67	63.24	24.32	9.59	69.67
MARCO399	-108.70	64.19	369	103	100	130	147	148	130	112	99	99	99	100	100	-9.87	8.50	39.98	22.43	62.04	21.18	9.94	70.91
MARCO400	-109.39	64.37	385	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10.09	8.45	40.05	22.65	61.58	21.16	10.09	70.95
MARCO401	-111.38	65.30	485	98	99	131	145	146	140	100	99	99	99	100	100	-11.20	8.02	39.99	23.69	64.90	20.52	9.61	71.00
MARCO403	-107.94	64.10	385	98	100	128	143	137	136	104	99	99	99	100	100	-9.96	8.53	39.72	22.52	62.55	21.41	9.78	70.88

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO404	-110.63	64.88	493	99	100	121	139	139	133	100	99	99	99	100	100	-10.96	8.23	39.97	23.42	61.54	21.37	10.19	70.99
MARCO406	-110.80	64.98	489	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10.98	8.18	39.98	23.46	61.96	21.27	10.11	71.00
MARCO407	-110.68	64.59	466	98	100	135	148	149	143	101	99	99	99	100	100	-10.39	8.41	40.19	23.08	61.16	21.63	10.22	71.00
MARCO408	-110.68	64.59	466	98	100	135	148	149	143	101	99	99	99	100	100	-10.39	8.41	40.19	23.08	61.16	21.63	10.22	71.00
MARCO409	-111.38	65.30	485	98	99	131	145	146	140	100	99	99	99	100	100	-11.20	8.02	39.99	23.69	64.90	20.52	9.61	71.00
MARCO410	-112.10	64.86	427	100	100	132	143	142	129	100	99	99	99	100	100	-10.24	8.48	40.49	23.21	64.56	21.13	9.51	71.04
MARCO411	-110.68	64.59	466	98	100	135	148	149	143	101	99	99	99	100	100	-10.39	8.41	40.19	23.08	61.16	21.63	10.22	71.00
MARCO412	-110.63	64.88	493	99	100	121	139	139	133	100	99	99	99	100	100	-10.96	8.23	39.97	23.42	61.54	21.37	10.19	70.99
MARCO413	-110.63	64.88	493	99	100	121	139	139	133	100	99	99	99	100	100	-10.96	8.23	39.97	23.42	61.54	21.37	10.19	70.99
MARCO414	-110.37	63.72	457	97	100	128	138	140	127	135	99	99	99	100	100	-9.10	8.80	40.49	22.33	59.92	22.71	10.46	70.98

Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην Ανίχνευση Υπογραφών Φυσικής Επιλογής
 στους Γκρίζους Λύκους της Βόρειας Αμερικής

MARCO415	-109.55	64.48	454	98	100	130	148	153	124	100	99	99	99	100	100	-10.29	8.38	40.00	22.82	61.43	21.34	10.17	70.96
MARCO416	-109.55	64.48	454	98	100	130	148	153	124	100	99	99	99	100	100	-10.29	8.38	40.00	22.82	61.43	21.34	10.17	70.96
MARCO417	-109.40	64.31	376	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.98	8.47	40.09	22.58	61.41	21.25	10.11	70.95
MARCO418	-109.78	64.15	383	98	100	132	143	144	120	109	99	99	99	100	100	-9.71	8.57	40.24	22.50	60.68	21.68	10.27	70.95
MARCO419	-109.78	64.15	383	98	100	132	143	144	120	109	99	99	99	100	100	-9.71	8.57	40.24	22.50	60.68	21.68	10.27	70.95
MARCO420	-108.78	64.24	374	98	100	131	142	145	137	102	99	99	99	100	100	-9.92	8.48	39.98	22.46	62.06	21.13	9.95	70.90
MARCO421	-108.78	64.24	374	98	100	131	142	145	137	102	99	99	99	100	100	-9.92	8.48	39.98	22.46	62.06	21.13	9.95	70.90
MARCO422	-108.46	64.45	356	98	100	133	147	148	136	105	99	99	99	100	100	-10.27	8.40	39.77	22.66	63.05	20.73	9.77	70.93
MARCO423	-108.46	64.45	356	98	100	133	147	148	136	105	99	99	99	100	100	-10.27	8.40	39.77	22.66	63.05	20.73	9.77	70.93
MARCO424	-108.19	64.20	366	98	100	126	144	145	134	107	99	99	99	100	100	-10.03	8.50	39.78	22.53	62.60	21.19	9.80	70.90

MARCO425	-108.19	64.20	366	98	100	126	144	145	134	107	99	99	99	100	100	-10.03	8.50	39.78	22.53	62.60	21.19	9.80	70.90
MARCO426	-108.19	64.20	366	98	100	126	144	145	134	107	99	99	99	100	100	-10.03	8.50	39.78	22.53	62.60	21.19	9.80	70.90

[7] Τα στοιχεία των ερευνών μου, καθώς και τα δεδομένα, οι εικόνες, το PDF της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής και τα αντίστοιχα άρθρα συμπεριλαμβάνονται στο επισυναπτόμενο CD-rom.