

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ &
ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

« Συσχέτιση Μετρήσεων Ανέμου από Διαφορετικές
Περιοχές »

Καραμολέγκος Ιωάννης Α.Μ: 23
Καμάρης Μιχαήλ Α.Μ: 718

Εισηγητής : Μηναδάκης Ιωάννης

Ακαδ. Έτος: 2006-2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	3
1. Συσχέτιση και Παλινδρόμηση	4
1.1 Γραμμική Συσχέτιση (<i>Correlation Coefficient</i>)	4
1.2 Γραμμική παλινδρόμηση	11
2. Τι είναι το Matlab;	17
3. Μεθοδολογία του προγράμματος	18
3.1 Γενικά	18
3.2 Είσοδος του προγράμματος	18
3.3 Επεξεργασία	19
3.3.1 Προετοιμασία των δεδομένων	19
3.3.2 Υπολογισμοί	21
3.3.3 Έξοδος Προγράμματος	27
4. Πειραματικό Μέρος	28
4.1 Παραδείγματα	28
4.1.1 Συντελεστής συσχέτισης $r=1$	28
4.1.2 Συντελεστής συσχέτισης $r=0,89$	34
4.1.3 Συντελεστής συσχέτισης $r=-0.12$	39
4.1.4 Συντελεστής συσχέτισης $r=-0,89$	44

5.	Πηγαίος Κώδικας	49
5.1	<i>Συνάρτηση start</i>	49
5.2	<i>Συνάρτηση call_import</i>	51
5.3	<i>Συνάρτηση win_open_file_mat</i>	53
5.4	<i>Συνάρτηση convert_txt2array</i>	53
5.5	<i>Συνάρτηση corr</i>	54
5.6	<i>Συνάρτηση precorr</i>	56
5.7	<i>Συνάρτηση regression</i>	59
5.8	<i>Συνάρτηση direction</i>	61
5.9	<i>Συνάρτηση Exporter</i>	66
5.10	<i>Συνάρτηση write2excel</i>	68
6.	Παρατηρήσεις	76
7.	Εγχειρίδιο χρήσης του προγράμματος	77
7.1	<i>Απαιτήσεις</i>	77
7.2	<i>Εγκατάσταση</i>	77
7.3	<i>Εκτέλεση</i>	79
	<u>Βιβλιογραφία</u>	83

Εισαγωγή

Στα διάφορα προβλήματα της καταγραφής δεδομένων μετρήσεων ανέμου συμπεριλαμβάνεται και η απώλεια δεδομένων από κάποιον εξωτερικό παράγοντα (π.χ. βλάβη μηχανήματος που κάνει την μέτρηση) που συνεπάγεται την μη καταγραφή ή διαγραφή μέρους τους. Ο στόχος του προγράμματος είναι η στατιστική συσχέτιση δεδομένων με σκοπό την αναγέννηση στοιχείων.

Στην στατιστική μελετάμε συνήθως μια μεμονωμένη μεταβλητή και αρκούμαστε στην μελέτη της κατανομής συχνοτήτων, στον υπολογισμό διαφόρων μέτρων όπως η μέση τιμή, η διακύμανση κ.α. Σε αρκετές όμως περιπτώσεις είναι χρήσιμο να μελετήσουμε ταυτόχρονα δύο ή περισσότερες μεταβλητές και να προσδιορίσουμε με ποιο τρόπο οι μεταβλητές αυτές σχετίζονται μεταξύ τους, όπως για παράδειγμα η ηλικία και το βάρος ενός παιδιού. Η ύπαρξη μιας συναρτησιακής σχέσης (εξίσωσης) μεταξύ των μεταβλητών μπορεί να είναι εξαιρετικά πολύτιμη για την πρόβλεψη των τιμών μιας μεταβλητής από τις γνώσεις που διαθέτουμε για τις άλλες μεταβλητές, όταν ισχύουν κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες.

Στην εργασία αυτή, ο σκοπός μας είναι να παρουσιάσουμε αναλυτικά τη μέθοδο συσχέτισης δυο χρονοσειρών που ανήκουν σε δύο διαφορετικούς μετεωρολογικούς σταθμούς. Από τους δύο σταθμούς ο ένας έχει το μεγαλύτερο πλήθος δεδομένων, για το ίδιο χαρακτηριστικό του ανέμου (ταχύτητα, κατεύθυνση), σε σχέση με τον άλλο. Με βάση τα κοινά δεδομένα των δύο σταθμών υπολογίζονται οι συντελεστές συσχέτισης και παλινδρόμησης. Όλοι αυτοί οι συντελεστές ανήκουν στην μέθοδο γραμμικής συσχέτισης και παλινδρόμησης. Αφού υπολογιστούν όλοι οι συντελεστές τότε μπορούμε να προχωρήσουμε στην θεωρητική αναγέννηση των χαμένων δεδομένων.

1. Συσχέτιση και Παλινδρόμηση

Η παλινδρόμηση και η συσχέτιση, είναι δύο διαδικασίες μελέτης διμεταβλητών πληθυσμών. Η παλινδρόμηση προσδιορίζει τη σχέση εξάρτησης μεταξύ δύο μεταβλητών, ενώ ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης ($r, -1 < r < 1$) δίνει ένα μέτρο του μεγέθους της γραμμικής συσχέτισης μεταξύ δύο μεταβλητών. Επομένως, οι δύο διαδικασίες δεν είναι άσχετες μεταξύ τους. Όταν δεν έχουμε πειραματικά δεδομένα, να προκαθορίζονται δηλαδή οι τιμές της μιας μεταβλητής, τότε μπορεί να μελετηθεί είτε η εξάρτηση της Y από τη X είτε η εξάρτηση της X από την Y . Το πόσο έντονη είναι η σχέση εξάρτησης μεταξύ των δύο μεταβλητών μας το δίνει ο συντελεστής συσχέτισης (r). Όσο το r πλησιάζει στο $+1$ τόσο τα σημεία του διαγράμματος διασποράς τείνουν να βρίσκονται σε μια ευθεία με συντελεστή διεύθυνσης $\hat{\beta} > 0$. Όσο το r πλησιάζει στο -1 τόσο τα σημεία τείνουν να βρίσκονται σε μια ευθεία με $\hat{\beta} < 0$. Όταν $r \approx 0$, τότε $\hat{\beta} \approx 0$.

Συνήθως, στις εφαρμογές εξετάζεται η συσχέτιση και η παλινδρόμηση μαζί, οπότε έχουμε πληρέστερη και πιο ολοκληρωμένη εξέταση των δύο μεταβλητών.

1.1 Γραμμική Συσχέτιση (Correlation Coefficient)

Με τον όρο συσχέτιση (correlation) μεταξύ δύο μεταβλητών X και Y εννοούμε την πιθανή εξάρτηση που υπάρχει μεταξύ αυτών των μεταβλητών. Για την μέτρηση της χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης (correlation coefficient) ο οποίος ονομάζεται και συντελεστής απλής γραμμικής συσχέτισης (r) με την προϋπόθεση βέβαια ότι η σχέση εξάρτησης των δύο μεταβλητών είναι γραμμική, είναι το μέτρο που εκφράζει την συγκέντρωση των σημείων ενός διαγράμματος διασποράς γύρω από την ευθεία παλινδρόμησης.

Σημειώνουμε ότι ο συντελεστής αυτός δεν δίνει καμία πληροφορία για τις αιτίες που δημιουργούν τη σχέση εξάρτησης αλλά απλά μας πληροφορεί ότι μεταξύ των μεταβλητών υπάρχει σχέση εξάρτησης. Ούτως ή άλλως η συσχέτιση δεν σημαίνει πάντοτε και αιτιώδη συνάφεια των μεταβλητών.

Ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης (r) του δείγματος δύο τυχαίων μεταβλητών X και Y είναι ανεξάρτητος των μονάδων μέτρησης των δύο μεταβλητών, παίρνει πάντοτε τιμές μεταξύ του -1 και του $+1$.

Αν X και Y δύο μεταβλητές μεγέθους n τότε ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης είναι ο εξής:

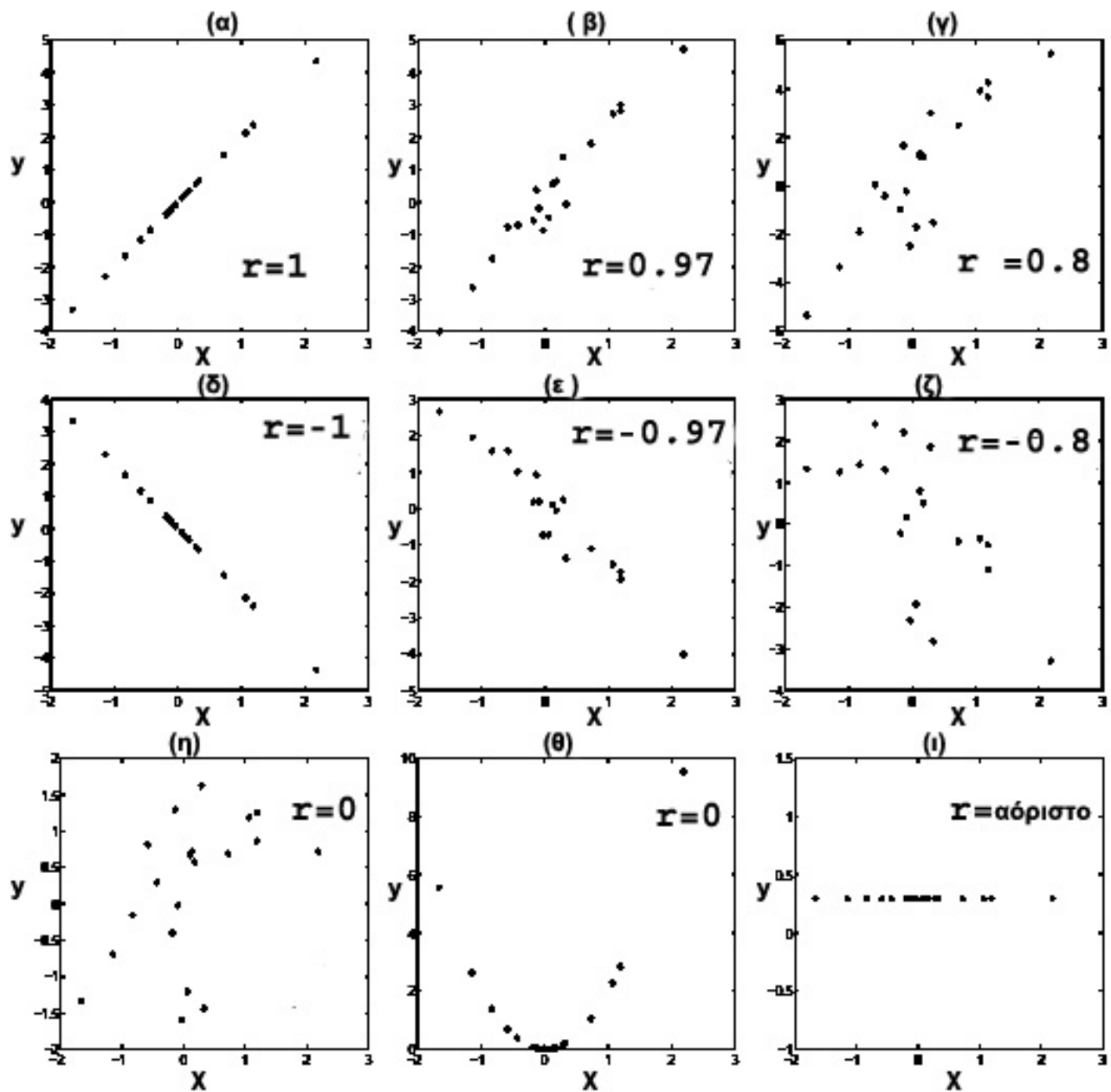
$$r(X, Y) = r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Εάν οι μέσες τιμές δεν είναι ακέραιοι αριθμοί, τότε ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης r δίνεται από τον τύπο:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n y_i\right)}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2} \cdot \sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2}} \quad (2)$$

Ιδιότητες του r :

1. Εάν $0 < r < 1$ τότε οι X και Y είναι **θετικά γραμμικά συσχετισμένες**.
2. Εάν $-1 < r < 0$ τότε οι X και Y είναι **αρνητικά γραμμικά συσχετισμένες**.
3. Εάν $r = 1$ τότε έχουμε τέλεια θετική γραμμική συσχέτιση και όλα τα σημεία βρίσκονται πάνω στην ευθεία $y = \alpha + \beta \cdot X$ και $\beta > 0$. αντίστοιχα αν $r = -1$ και $\beta < 0$.
4. Εάν $r = 0$ τότε δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών X και Y . Οπότε λέμε ότι είναι **γραμμικά ασυσχέτιστες**.



Σχήμα 1

Διάγραμμα διασποράς δυο τ.μ. X και Y από n=20 παρατηρήσεις που παρουσιάζουν θετική σχέση (σχ. 1.α, 1.β και 1.γ) , αρνητική σχέση (σχ. 1.δ, 1.ε και 1.ζ) και καμία συσχέτιση (σχ. 1.η, 1.θ και 1.ι). Σε κάθε σχήμα δίνεται η πραγματική τιμή του συντελεστή συσχέτισης r. Στο σχ. 1.ι ο συντελεστής συσχέτισης δεν ορίζεται.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε καταγράψει την ταχύτητα του ανέμου σε μια περιοχή Y και σε μια άλλη περιοχή X .

Ο παρακάτω πίνακας περιέχει τα δεδομένα :

Δεδομένα ταχύτητας των περιοχών Y και X

Ημερομηνία	Ώρα	Y	X
1012003	1900	6	4
1012003	1910	7	4,5
1012003	1920	7,4	5
1012003	1930	6,5	4
1012003	1940	7,6	5,5
1012003	1950	7	5
1012003	2000	8,2	6
1012003	2010	8	5,5
1012003	2020	8,7	6
1012003	2030	9,2	6,5
1012003	2040	8	5,7
1012003	2050	6,1	4
1012003	2100	6,5	4,2
1012003	2110	7,2	4,9
1012003	2120	7	5,1
1012003	2130	6	4,3

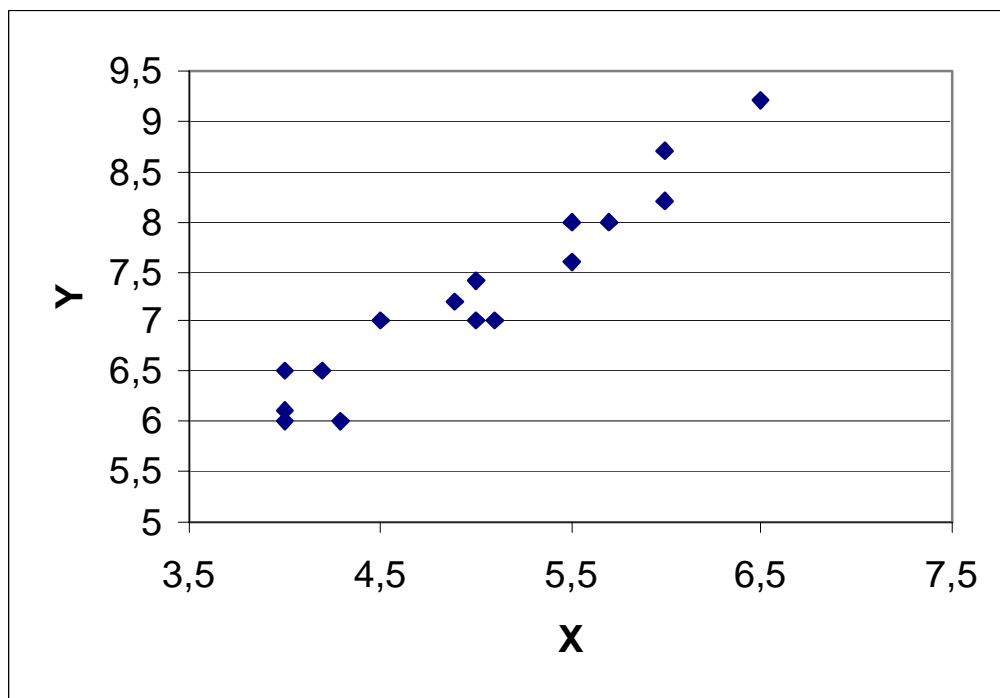
Πίνακας 1

Υπολογισμοί δεδομένων

Υ	Χ	Χ*Υ	Υsqr	Χsqr
6	4	24	36	16
7	4,5	31,5	49	20,25
7,4	5	37	54,76	25
6,5	4	26	42,25	16
7,6	5,5	41,8	57,76	30,25
7	5	35	49	25
8,2	6	49,2	67,24	36
8	5,5	44	64	30,25
8,7	6	52,2	75,69	36
9,2	6,5	59,8	84,64	42,25
8	5,7	45,6	64	32,49
6,1	4	24,4	37,21	16
6,5	4,2	27,3	42,25	17,64
7,2	4,9	35,28	51,84	24,01
7	5,1	35,7	49	26,01
6	4,3	25,8	36	18,49

Πίνακας 2

Γραφική απεικόνιση δεδομένων ή διάγραμμα διασποράς δεδομένων



Σχήμα 2

Από την απεικόνιση αυτή φαίνεται καθαρά ότι υπάρχει κάποια γραμμική σχέση μεταξύ των τιμών των δύο μεταβλητών. Τα σημεία είναι συγκεντρωμένα γύρω από μια ευθεία. Η ευθεία που θα προσαρμόζεται καλύτερα στα σημεία αυτά καλείται **ευθεία παλινδρόμησης της Y πάνω στην X**.

1.2 Γραμμική παλινδρόμηση

Ο κλάδος της Στατιστικής που εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών με απώτερο σκοπό την πρόβλεψη μιας απ' αυτές μέσω των άλλων χαρακτηρίζεται με την ονομασία ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis). Ο όρος χρησιμοποιείται ως συνώνυμος του όρου “μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων”.

Ιστορικά, ο όρος "regression" χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Άγγλο ανθρωπολόγο Galton (1822-1911) το 1885. Με τη μελέτη του ύψους των παιδιών σε σχέση με το ύψος των γονέων διαπιστώθηκε ότι παιδιά ψηλών γονέων τείνουν, κατά μέσο όρο, να είναι κοντύτερα των γονιών τους, ενώ παιδιά κοντών γονέων τείνουν, κατά μέσο όρο, να γίνονται ψηλότερα των γονιών τους.

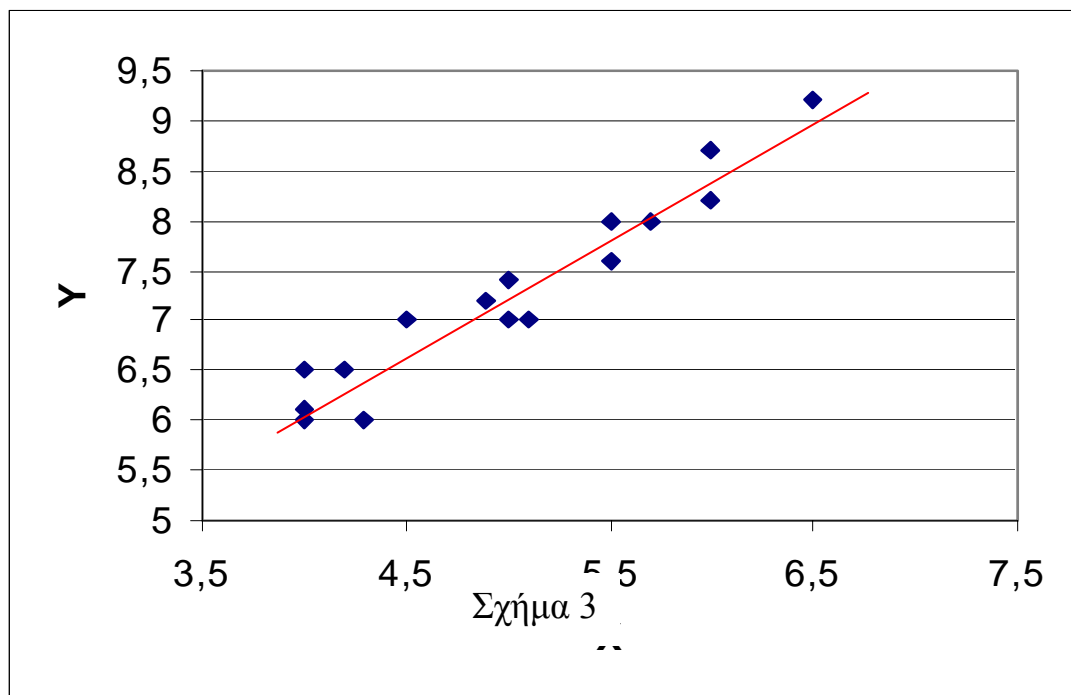
Η απλούστερη περίπτωση παλινδρόμησης είναι η απλή γραμμική παλινδρόμηση (simple linear regression), κατά την οποία υπάρχει μόνο μια ανεξάρτητη μεταβλητή X (independent or input variable) και η εξαρτημένη μεταβλητή Y (dependent or response variable), η οποία μπορεί να προσεγγιστεί ικανοποιητικά από μία γραμμική συνάρτηση του X . Η περίπτωση αυτή εμφανίζεται τόσο σε πειραματικές όσο και σε μη πειραματικές μελέτες. Στις πειραματικές μελέτες ο ερευνητής καθορίζει, για παράδειγμα, από πριν τις δόσεις ενός φαρμάκου (ανεξάρτητη μεταβλητή) που δίνει στα πειραματόζωα και μετρά τις αντιδράσεις τους (εξαρτημένη μεταβλητή). Με την παλινδρόμηση ενδιαφέρεται να προσδιορίσει μία σχέση δόσης-αντίδρασης για το συγκεκριμένο φάρμακο. Στις μη πειραματικές μελέτες ή δειγματοληψίες, γίνονται μετρήσεις σε δύο χαρακτηριστικά (μεταβλητές) για κάθε άτομο (μονάδα) του δείγματος. Σε ένα δείγμα 10 μαθητών μετράμε, για παράδειγμα, το βάρος και το ύψος τους. Η διάκριση εδώ μεταξύ ανεξάρτητης και εξαρτημένης μεταβλητής είναι δύσκολη. Αν αυτό που μας ενδιαφέρει είναι το "τι συμβαίνει με το βάρος των παιδιών όταν αλλάζει το ύψος τους", τότε θεωρούμε ως ανεξάρτητη μεταβλητή X το ύψος και ως εξαρτημένη μεταβλητή Y το βάρος. Οπότε, ενδιαφερόμαστε για την παλινδρόμηση του βάρους (Y)

πάνω στο ύψος (X). Αντίθετα, αν μας ενδιαφέρει το "τι συμβαίνει με το ύψος των παιδιών όταν αλλάζει το βάρος τους", τότε θεωρούμε ως ανεξάρτητη μεταβλητή X το βάρος και ως εξαρτημένη μεταβλητή Y το ύψος. Τότε έχουμε παλινδρόμηση του

ύψους (Y) πάνω στο βάρος (X).

Η απλούστερη περίπτωση παλινδρόμησης είναι η απλή γραμμική παλινδρόμηση (simple linear regression).

Ας υποθέσουμε ότι στο σχήμα 2 σχεδιάσουμε μια ευθεία γραμμή με το μάτι (σχ. 3), διαμέσου των παρατηρήσεων, ο σταθερός όρος και η κλίση της οποίας προσδιορίζονται από την ανάλυση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Στην περίπτωση αυτή, η κλίση της ευθείας φανερώνει το πόσο θα μεταβληθεί η ταχύτητα του αέρα (εξαρτημένη μεταβλητή Y), όταν μεταβάλλεται η ταχύτητα του αέρα σε μια άλλη περιοχή (ανεξάρτητη μεταβλητή X). Την πληροφορία αυτή δεν μπορεί να την δώσει ο απλός γραμμικός συντελεστής συσχέτισης.



Η μαθηματική έκφραση του υποδείγματος της απλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι

$$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon$$

Όπου τα α και β είναι ο σταθερός όρος και η κλίση της ευθείας γραμμής (συντελεστής διεύθυνσης ευθείας) αντίστοιχα, ενώ το ε είναι ο διαταραχτικός όρος ή το τυχαίο σφάλμα της

παλινδρόμησης.

Σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση οι τιμές της μεταβλητής Y προσδιορίζονται από ένα συστηματικό μέρος ($\alpha + \beta X$) και από ένα τυχαίο (ε), το οποίο περιλαμβάνει όλους τους άλλους παράγοντες που δεν λαμβάνονται υπόψη στην παραπάνω εξίσωση όπως υπολογιστικά σφάλματα κ.α.. Το τυχαίο σφάλμα είναι ουσιαστικά η διαφορά μεταξύ της πραγματικής και της αναμενόμενης τιμής της εξαρτώμενης μεταβλητής.

Μπορούμε τώρα να θεωρήσουμε την απλή γραμμική παλινδρόμηση ως εκείνη την ευθεία γραμμή για την οποία ελαχιστοποιείται το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων για όλα τα ζεύγη παρατηρήσεων των μεταβλητών X και Y . Τα κατάλοιπα ορίζονται ως η διαφορά μεταξύ των πραγματικών και των εκτιμημένων τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής Y . Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη εκτίμηση των συντελεστών α και β είναι η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων OLS (Ordinary Least Squares estimation).

Οι τιμές των παραμέτρων που ζητούνται, α και β , πρέπει να ελαχιστοποιούν το άθροισμα των τετραγώνων των κατακόρυφων αποστάσεων των σημείων x_i, y_i από την ευθεία $y = \alpha + \beta x$ και να ελαχιστοποιούν το σφάλμα.

Άρα το άθροισμα :

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum (y_i - \alpha - \beta x_i)^2$$

πρέπει να γίνεται ελάχιστο. Οι τιμές αυτές που ελαχιστοποιούν την παραπάνω, καλούνται εκτιμήτριες ελαχίστων τετραγώνων, συμβολίζονται με \vec{a} και $\vec{\beta}$ και αποδεικνύεται ότι δίνονται από τις σχέσεις:

$$\vec{\beta} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$\vec{\alpha} = \bar{Y} - \vec{\beta}\bar{X}$$

Όπου, n ο αριθμός των μετρήσεων, $\vec{\alpha}$ και $\vec{\beta}$ οι εκτιμημένες τιμές των α και β , \bar{X} και \bar{Y} οι μέσες τιμές των μεταβλητών X και Y .

Δηλαδή:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n}$$

Η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής Y δίνεται από την:

$$\vec{Y} = \vec{\alpha} + \vec{\beta}X$$

που ονομάζεται ευθεία ελαχίστων τετραγώνων ή ευθεία παλινδρόμησης της Y πάνω στην X .

Κατά συνέπεια η

$$\vec{\varepsilon} = Y - \vec{Y}$$

δίνει τα κατάλοιπα της παλινδρόμησης.

Όπου \vec{Y} η εκτιμώμενη τιμή της μεταβλητής Y βάση της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων και Y η πραγματική τιμή της μεταβλητής

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πίνακα 1 μπορούμε να υπολογίσουμε την γραμμική σχέση μεταξύ της ταχύτητας Y του πρώτου σταθμού και της ταχύτητας X του αλλού σταθμού

$$\bar{\beta} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad \bar{\beta} = \frac{16 * 594,58 - 80,2 * 116,4}{16 * 411,64 - 80,2^2} = 1,155$$

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum Y}{n} - \bar{\beta} \frac{\sum X}{n}$$

$$\bar{\alpha} = 7,275 - 1,155 * 5,01 = 1,46$$

Κατά συνέπεια οι εκτιμημένες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής δίνονται από την σχέση:

$$\vec{Y} = 1,46 + 1,155X$$

Η τιμή του $\bar{\alpha} = 1,46$ σημαίνει ότι, στην περίπτωση άπνοιας στον σταθμό X τότε στο σταθμό Y θα έχουμε ταχύτητα 1,46m/sec . Όσο

αφορά τον συντελεστή διεύθυνσης $\bar{\beta}$ διατυπώνονται οι ακόλουθες δυο παρατηρήσεις :

- Επειδή η τιμή του είναι θετική αυτό σημαίνει ότι υπάρχει θετική σχέση εξάρτησης μεταξύ των δύο μεταβλητών, το οποίο ήταν ήδη γνωστό από τον συντελεστή συσχέτισης.
- Εάν η ταχύτητα στον σταθμό X αυξηθεί κατά μια μονάδα, τότε αναμένεται αύξηση και στον δεύτερο σταθμό Y κατά 1,155 m/sec.

Στον πίνακα παρουσιάζονται οι εκτιμημένες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής Y καθώς και τα υπολογισμένα κατάλοιπα της παλινδρόμησης.

Y	X	Y'	ϵ
6,00	4,00	6,080	-0,080
7,00	4,50	6,658	0,343
7,40	5,00	7,235	0,165
6,50	4,00	6,080	0,420
7,60	5,50	7,813	-0,213
7,00	5,00	7,235	-0,235
8,20	6,00	8,390	-0,190
8,00	5,50	7,813	0,188
8,70	6,00	8,390	0,310
9,20	6,50	8,968	0,232
8,00	5,70	8,044	-0,044
6,10	4,00	6,080	0,020
6,50	4,20	6,311	0,189
7,20	4,90	7,120	0,080
7,00	5,10	7,351	-0,350
6,00	4,30	6,427	-0,427

2. Τι είναι το Matlab;

Λόγω της φύσης της εργασίας που καλείται να εκτελέσει το πρόγραμμα, η οποία περιλαμβάνει υπολογισμούς σε μεγάλο πλήθος δεδομένων, η πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών MATLAB είναι ίσως από τις καταλληλότερες επιλογές για την ολοκλήρωση της.

Το MATLAB είναι ένα «υπολογιστικό εργαλείο» μέσω του οποίου μπορεί να εκτελεστεί μεγάλος αριθμός υπολογισμών με τη χρήση ελαχίστων εντολών. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση εντολών-συναρτήσεων οι οποίες είτε βρίσκονται ήδη αποθηκευμένες στη μνήμη του υπολογιστή είτε κατασκευάζονται από τον ίδιο τον χρήστη ανάλογα με το πρόβλημα που τον ενδιαφέρει να επιλύσει. Οι δυνατότητες που μας δίνει η εφαρμογή αυτή είναι τεράστιες. Μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε τις έτοιμες ρουτίνες του και σε περίπτωση που καμία από αυτές δεν επαρκούν για να επιλύσουμε το πρόβλημα που μας ενδιαφέρει μας «βοηθάει» να κατασκευάσουμε τους δικούς μας αλγόριθμους - συναρτήσεις που απαιτούνται. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το MATLAB είναι ένα πρόγραμμα το οποίο περιέχει έτοιμους αλγορίθμους τους οποίους μπορεί να τους χρησιμοποιήσει άμεσα ο χρήστης. Όμως πολύ συχνά είτε γνωρίζουμε την εντολή που θα χρησιμοποιήσουμε αλλά δεν ξέρουμε πως συντάσσεται είτε, γνωρίζουμε περίπου τη χρήση της εντολής αλλά δεν ξέρουμε ακριβώς τη λειτουργία της. Η λύση στα προβλήματα αυτά είναι η εντολή help. Η εντολή αυτή ακολουθείται πάντα από την εντολή που μας ενδιαφέρει να μάθουμε τη λειτουργία της, ή τη σύνταξη της και δίνει ως αποτέλεσμα τις πληροφορίες που μας ενδιαφέρουν.

3. Μεθοδολογία του προγράμματος

3.1 Γενικά

Το πρόγραμμα έχει ως είσοδο από τον χρήστη 2 διαφορετικές «σειρές» μετρήσεων ανεμολογικών δεδομένων, μια που εκλαμβάνεται ως αναφοράς και μία που είναι ελλιπής ως προς το πλήθος στοιχείων, υπολογίζει τον συντελεστή συσχέτισης (correlation coefficient) και παλινδρόμησης ανάμεσα στις δύο σειρές μετρήσεων και δημιουργεί μια αναγεννημένη σειρά που δεν είναι ελλιπής.

Η εφαρμογή του προγράμματος είναι δυνατή για την συσχέτιση μετρήσεων της έντασης του ανέμου καθώς και για την κατεύθυνση του. Για την πρώτη περίπτωση γίνεται χρήση τύπων γραμμικής συσχέτισης και για την δεύτερη γίνεται χρήση μήτρας δεδομένων.

3.2 Είσοδος του προγράμματος

Η είσοδος του προγράμματος αποτελείται από δύο αρχεία τα οποία περιέχουν ανεμολογικές μετρήσεις (ελάχιστη-μέγιστη ταχύτητα, μέση ταχύτητα, ελάχιστη-μέγιστη γωνία κατεύθυνσης, μέση κατεύθυνση κ.α.) ανά τις ίδιες τακτές χρονικές περιόδους, καταναμημένες σε στήλες (raw data). Στην περίπτωση που εξετάζουμε, οι στήλες που μας απασχολούν είναι της μέσης ταχύτητας και της μέσης κατεύθυνσης (σε μοίρες). Για αυτόν τον λόγο ο χρήστης πρέπει να ορίσει κατά την εκτέλεση τις θέσεις των στηλών που πρέπει να επεξεργαστούν, καθώς επίσης και στην περίπτωση που υπάρχει επικεφαλίδα (header) στα αρχεία, πόσες γραμμές είναι αυτή. Τα αρχεία που μπορούν να αποτελέσουν είσοδο είναι αρχεία κειμένου τύπου text (*.txt), αρχείου τύπου Excel (*.xls) καθώς και αρχεία εξόδου από τους σταθμούς μετρήσεων (*.000-*.999). Γενικότερα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρχεία τύπου csv (comma separated values), με προϋπόθεση το διαχωριστικό των στοιχείων να είναι το κενό (space).

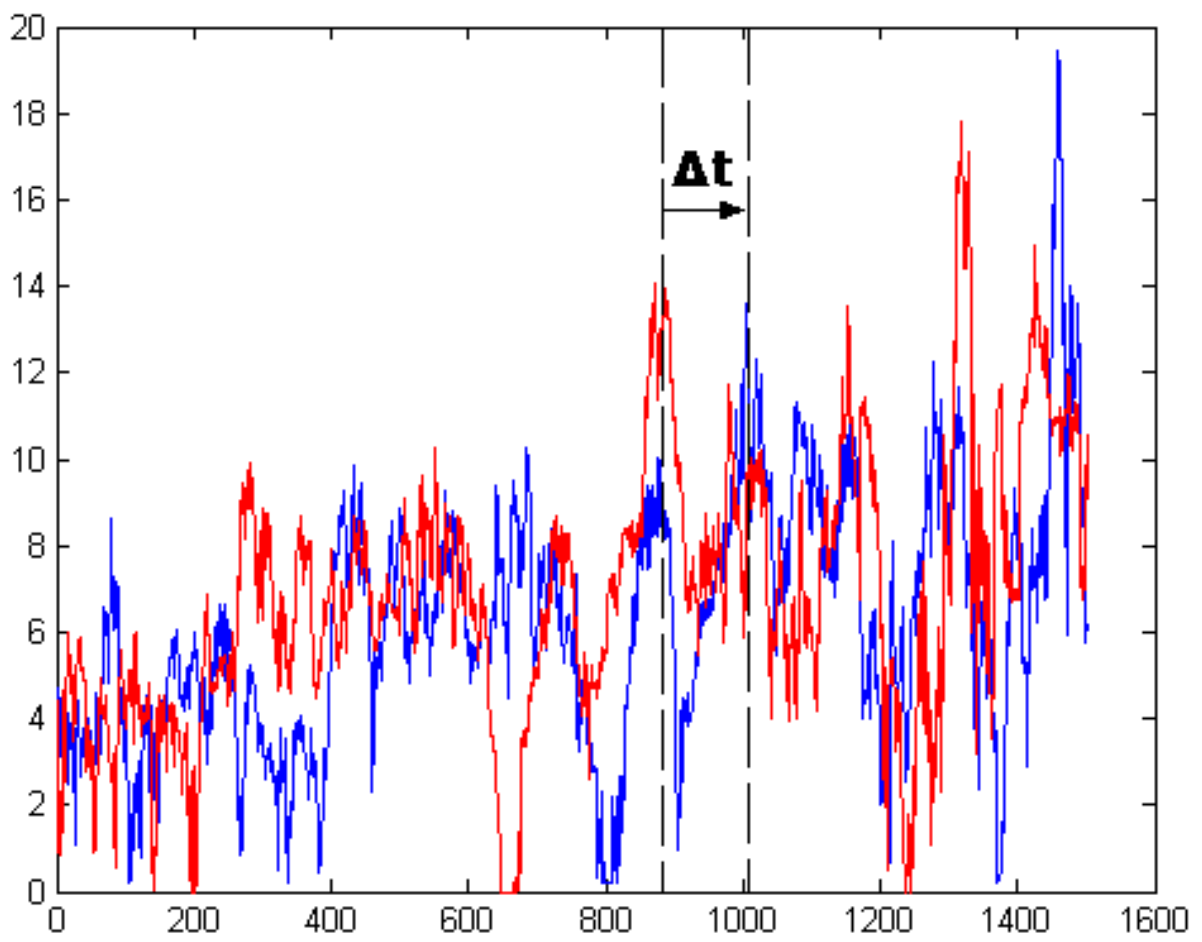
3.3 Επεξεργασία

3.3.1 Προετοιμασία των δεδομένων

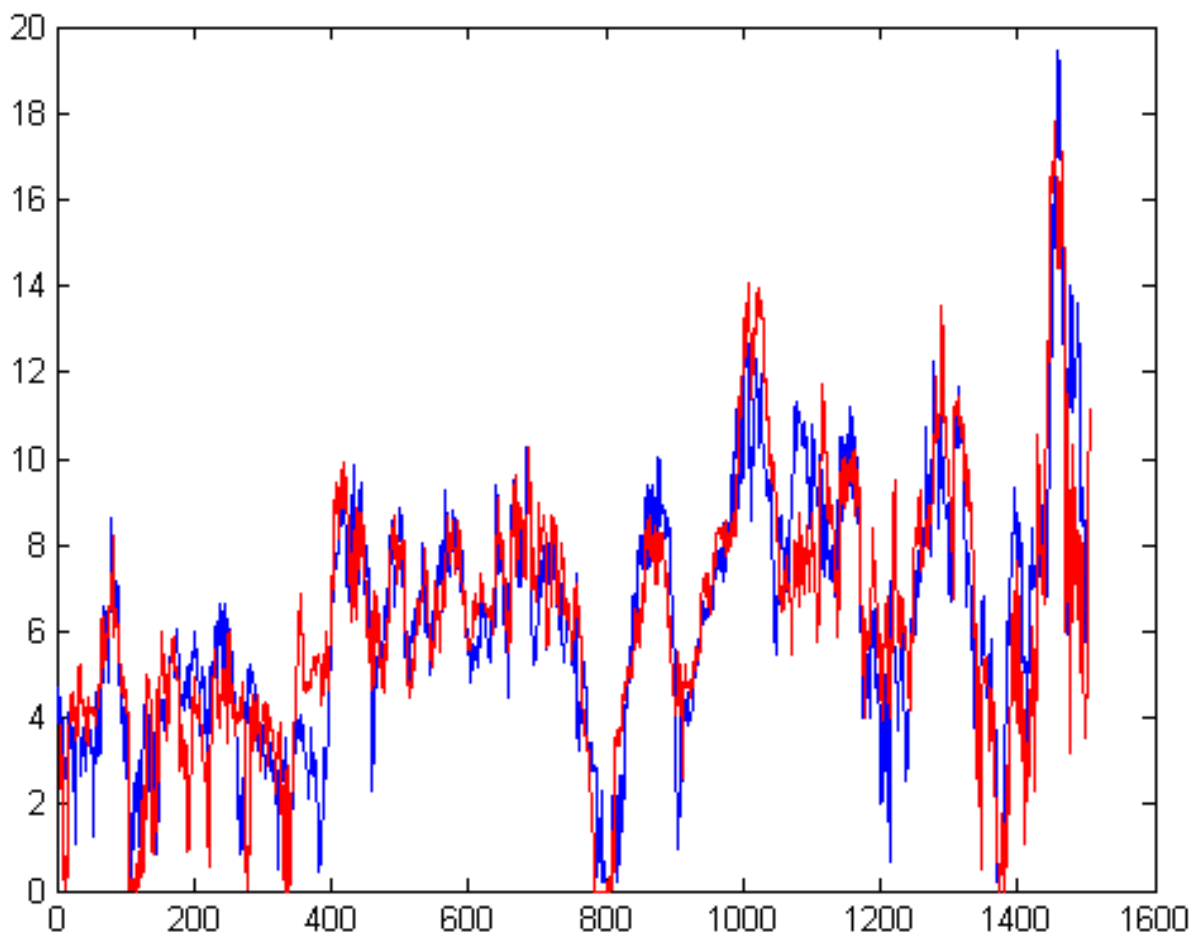
Αφού οριστεί η είσοδος του προγράμματος, ακολουθεί μια προετοιμασία των δεδομένων προς επεξεργασία. Το πρώτο βήμα είναι να μετατραπούν τα δεδομένα σε μορφή μεταβλητής ώστε να είναι προσβάσιμα καθώς και επεξεργάσιμα από το MATLAB. Συνεπώς, δημιουργούνται μεταβλητές τύπου πίνακα που περιέχουν τα δεδομένα των δύο αρχείων.

Το επόμενο βήμα είναι να υπολογιστεί ο συντελεστής συσχέτισης (r). Λόγω της φύσης των μετρήσεων η οποίες εξαρτώνται από παράγοντες όπως η απόσταση ανάμεσα στους δύο σταθμούς απ' όπου προήλθαν οι μετρήσεις, φυσικά εμπόδια, μορφολογία του εδάφους κ.α., επιβάλλεται να εξεταστούν τα δεδομένα και με μία χρονική μετατόπιση του ενός από τον άλλο.

Για παράδειγμα, οι παρακάτω γραφικές παραστάσεις απεικονίζουν μέρος δύο χρονοσειρών.



Σχήμα 4



Σχήμα 5

Ο οριζόντιος άξονας είναι ο χρόνος και ο κάθετος η τιμές της έντασης του ανέμου. Η γραφική παράσταση με μπλε χρώμα είναι η διακύμανση της έντασης συναρτήσει του χρόνου σε έναν σταθμό Α , ενώ με το κόκκινο χρώμα η διακύμανση της έντασης σε έναν άλλο σταθμό Β. Είναι εύκολο να δει κάποιος με το μάτι πως οι δύο χρονοσειρές δεν απέχουν πολύ σχηματικά και πως αν εφαρμοσθεί μια χρονική μετατόπιση Δt προς τα δεξιά στη χρονοσειρά του σταθμού Β, οι γραφικές παραστάσεις σχεδόν συμπίπτουν, όπως φαίνεται στο σχ. 5. Είναι εύκολα αντιληπτό πως ο συντελεστής συσχέτισης ανάμεσα στις δύο χρονοσειρές, που προκύπτει από την περίπτωση του σχ.4, πλησιάζει περισσότερο το μηδέν από ότι ο συντελεστής συσχέτισης που προκύπτει στη περίπτωση του σχ.5. Όσο περισσότερο πλησιάζει ο συντελεστής συσχέτισης στο $|1|$ (απόλυτο 1), τόσο πιο σωστή γίνεται και η αναγέννηση.

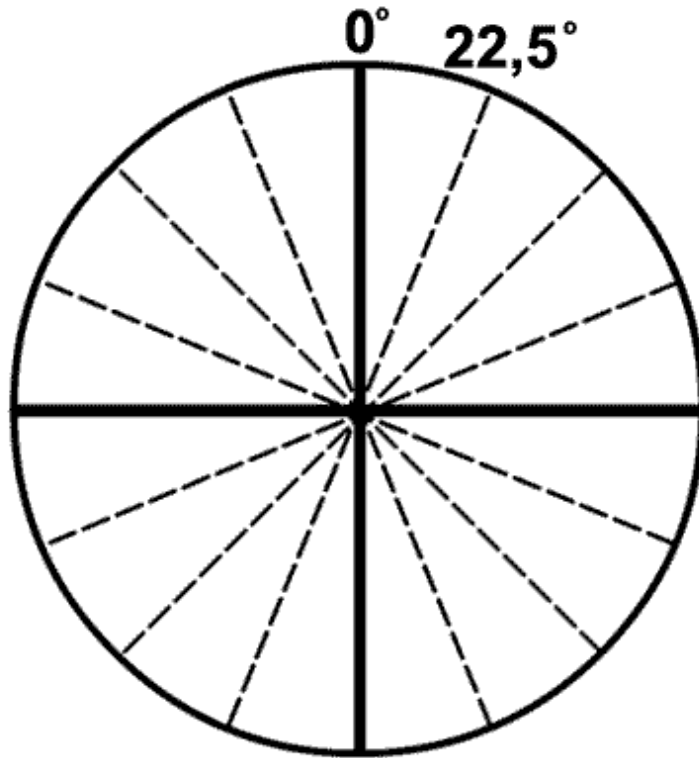
Το πρόγραμμα λοιπόν εξετάζει τις δύο χρονοσειρές εφαρμόζοντας χρονικές μετατοπίσεις στην υπό εξέταση (ελλιπή) χρονοσειρά με σημείο αναφοράς την αρχή της. Η χρονικές μετατοπίσεις γίνονται για το ίδιο εύρος και προς τις δύο κατευθύνσεις ενώ σε κάθε χρονική μετατόπιση υπολογίζεται ο συντελεστής συσχέτισης και αποθηκεύεται. Στη συνέχεια επιλέγεται ως σημείο εκκίνησης των δύο χρονοσειρών η χρονική στιγμή που μας έδωσε τον ισχυρότερο συντελεστή συσχέτισης.

3.3.2 Υπολογισμοί

Τα δεδομένα είναι πλέον έτοιμα για επεξεργασία και υπολογισμούς. Το επόμενο βήμα είναι να εφαρμοσθούν οι μέθοδοι που θα μας επιτρέψουν να αναγεννήσουμε τα ελλιπή στοιχεία . Για την ένταση του ανέμου εφαρμόζεται η μέθοδος της απλής παλινδρόμησης ενώ για την κατεύθυνση χρησιμοποιείται μέθοδος μήτρας.

Η απλή παλινδρόμηση εφαρμόζεται χρησιμοποιώντας τους τύπους που ανήκουν σ' αυτή. Στην αναγέννηση της κατεύθυνσης η εφαρμογή αυτής της μεθόδου δεν αποφέρει σωστά αποτελέσματα γιατί οι τιμές, που ανήκουν στον τριγωνομετρικό κύκλο, είναι σε μοίρες, και κατά συνέπεια η μέση τιμή όπως υπολογίζεται στη γραμμική παλινδρόμηση δεν μπορεί να μας δείξει που κυμαίνονται οι τιμές. Γι' αυτό τον λόγο ακολουθούνται τα εξής βήματα:

- Χωρίζεται ο τριγωνομετρικός κύκλος σε 16 ίσα τμήματα (δεκαεξαμόρια).



Έτσι, ανάγουμε τις μοίρες σε τομείς. Με πιο απλά λόγια, το πρόγραμμα μετατρέπει τις τιμές βάσει του τομέα στον οποίο ανήκουν. Για παράδειγμα, η τιμή των 75 μοιρών μετατρέπεται σε 4, αφού η γωνία των 75 μοιρών ανήκει στον τέταρτο τομέα.

<u>Τομείς</u>	<u>Μοίρες</u>
1	0 - 22,5
2	.. - 45
3	.. - 67,5
4	.. - 90
5	.. - 112,5
6	.. - 135
7	.. - 157,5
8	.. - 180
9	.. - 202,5
10	.. - 225
11	.. - 247,5
12	.. - 270
13	.. - 292,5
14	.. - 315
15	.. - 337,5
16	.. - 360

- Για μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, γίνεται αντιστοίχιση της τιμής της κατεύθυνσης (τομέα) του σταθμού αναφοράς A, με την αντίστοιχη του σταθμού B και αυτό γίνεται για όλες τις χρονικές στιγμές.
- Υπολογίζεται η συχνότητα εμφάνισης τιμών του B συναρτήσει κάθε τιμής του A.
- Τέλος, με τη χρήση μιας γεννήτριας τυχαίων αριθμών και σε συνάρτηση με τις συχνότητες των τιμών του υπό εξέταση πίνακα γίνεται πρόβλεψη των τιμών της κατεύθυνσης του ελλιπή πίνακα βάσει της κατεύθυνσης του πίνακα αναφοράς.

Παράδειγμα

Αφού έχει εφαρμοσθεί η αντιστοίχιση της τιμής της κατεύθυνσης (τομέα) του σταθμού αναφοράς Α με την αντίστοιχη του σταθμού Β, λαμβάνουμε τον παρακάτω πίνακα:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	14	7	3	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	2	0	0	0	1	1	4	2	0	1	1	1	1	1	1
8	4	0	0	0	0	0	1	2	21	2	1	0	0	0	2	0
9	6	0	0	0	0	0	0	7	56	6	1	1	1	0	6	5
10	0	0	0	0	0	0	0	1	127	79	18	2	9	4	4	4
11	2	1	0	1	0	0	1	3	105	613	62	6	5	2	3	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	39	249	214	17	6	2	1	0
13	5	0	0	0	0	0	0	0	10	59	64	11	7	7	2	7
14	11	2	1	1	0	0	1	1	1	12	5	7	14	12	33	28
15	262	13	8	6	0	0	0	0	1	4	2	5	5	15	131	828
16	321	57	2	4	0	0	0	0	2	2	4	5	2	5	23	192

Η αρίθμηση στις γραμμές αντιστοιχεί στους τομείς του πίνακα Α, ενώ η αρίθμηση στις στήλες αντιστοιχεί στους τομείς του πίνακα Β. Τα στοιχεία του πίνακα δείχνουν το πόσες φορές έχει εμφανιστεί κάθε τομέας του Β για κάθε τομέα του Α. Ενδεικτικό της τάξης συσχέτισης μεταξύ των δύο σταθμών αποτελεί ο σχηματισμός των στοιχείων. Για παράδειγμα, στον πίνακα που εξετάζουμε βλέπουμε πως τα στοιχεία του ακολουθούν μια ομοιόμορφη κατανομή (διαγώνιο).

Το επόμενο βήμα είναι η απαραίτητη μετατροπή των τιμών σε συχνότητας εμφάνισης (%).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	48.28	24.14	10.34	3.45	0	3.45	3.45	0	0	0	3.45	0	0	0	0	3.45
2	66.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33.33
3	0	0	0	0	0	00.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	50.00	0	0	0	0	0	50.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	00.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	20.00	0	0	0	0	0	50.00	30.00	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20.00	10.00	0	0	0	5.00	5.00	20.00	10.00	0	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
8	12.12	0	0	0	0	0	3.03	6.06	63.64	6.06	3.03	0	0	0	6.06	0
9	6.74	0	0	0	0	0	0	7.87	62.92	6.74	1.12	1.12	1.12	0	6.74	5.62
10	0	0	0	0	0	0	0	0.40	51.21	31.85	7.26	0.81	3.63	1.61	1.61	1.61
11	0.25	0.12	0	0.12	0	0	0.12	0.37	13.04	76.15	7.70	0.75	0.62	0.25	0.37	0.12
12	0	0	0	0	0	0	0	0	7.39	47.16	40.53	3.22	1.14	0.38	0.19	0
13	2.91	0	0	0	0	0	0	0	5.81	34.30	37.21	6.40	4.07	4.07	1.16	4.07
14	8.53	1.55	0.78	0.78	0	0	0.78	0.78	0.78	9.30	3.88	5.43	10.85	9.30	25.58	21.71
15	20.47	1.02	0.63	0.47	0	0	0	0	0.08	0.31	0.16	0.39	0.39	1.17	10.23	64.69
16	51.86	9.21	0.32	0.65	0	0	0	0	0.32	0.32	0.65	0.81	0.32	0.81	3.72	31.02

Μέσω των πινάκων αυτών είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε πως κυμαίνεται η κατεύθυνση του ανέμου στον σταθμό B, αναφορικά με τον σταθμό A. Με πιο απλά λόγια, γνωρίζουμε πλέον για κάθε κατεύθυνση του ανέμου στον σταθμό A, τις πιθανότητες για το πως μπορεί να είναι η κατεύθυνση, στον σταθμό B. Δηλαδή το στοιχείο (11,10) μας λέει πως όταν η κατεύθυνση του ανέμου βρίσκεται στον ενδέκατο τομέα τότε υπάρχει 76.15% πιθανότητα η κατεύθυνση του ανέμου στον σταθμό B να βρίσκεται στον δέκατο τομέα.

Για την αναγέννηση τίθεται το εξής πρόβλημα: Δεν μπορούμε να θεωρήσουμε σωστό αποτέλεσμα το να επιστρέψει το πρόγραμμα ως αναγεννημένη τιμή τον τομέα με το επικρατέστερο ποσοστό για τον λόγο ότι δεν υπάρχει περιθώριο σφάλματος. Για

παράδειγμα, το στοιχείο (12,10) είναι το επικρατέστερο για τον δωδέκατο τομέα του Α αλλά μια προσεκτική παρατήρηση στον πίνακα αποκαλύπτει πως το στοιχείο (12,11) δεν απέχει πολύ από το στοιχείο (12,10). Το να θεωρήσουμε λοιπόν ως αναγεννημένο τομέα, για τον σταθμό Β, τον δέκατο, θα ήταν λάθος. Πρέπει λοιπόν να μην αποκλείσουμε καμία πιθανότητα. Για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποιούμε μια γεννήτρια τυχαίων αριθμών που μας επιτρέπει να επιλέξουμε έναν τομέα βάσει της συχνότητας εμφάνισης του.

Αρχική γωνία Α	Τομέας Α	Τυχαίος	Αναγεννημένος Β
329.7	15	69.621	16
338	16	29.742	1
355.7	16	19.273	1
1.3	1	25.648	1
3.6	1	87.507	1
356	16	89.099	16
316.2	15	13.713	1
186.5	9	87.683	15
169.8	8	95.192	15
157.3	7	71.342	11
172.4	8	49.15	9
164	8	69.135	9
183.3	9	83.59	10
165.9	8	64.466	9
177.5	8	50.987	9
185.4	9	58.393	9
209.9	10	91.973	13
156.1	7	0.41945	1
227.8	11	92.666	11
231.5	11	25.791	10

Ένα παράδειγμα του πως λειτουργεί η αναγέννηση είναι ο παραπάνω πίνακας: Στην πρώτη στήλη βλέπουμε την κατεύθυνση του ανέμου σε μοίρες για τον σταθμό Α, στην δεύτερη στήλη βλέπουμε σε ποιον τομέα ανήκει, στην τρίτη στήλη βλέπουμε τον τυχαίο αριθμό που έχει ληφθεί (για την συγκεκριμένη εκτέλεση του προγράμματος) και στην τέταρτη την αναγεννημένη κατεύθυνση.

3.3.3 Έξοδος Προγράμματος

Την έξοδο του προγράμματος αποτελεί ένα αρχείο Excel καθώς και τέσσερις γραφικές παραστάσεις, που περιέχουν τα αποτελέσματα των υπολογισμών που εκτελεί το πρόγραμμα.. Συγκεκριμένα, στο αρχείο Excel περιέχονται :

- Ημερομηνία και ώρα εκτέλεσης της εργασίας
- Την πλήρη διεύθυνση (path) των αρχείων εισόδου, το πλήθος των στοιχείων τους καθώς και αναφορικά τις στήλες στις οποίες βρίσκονται τα δεδομένα που επεξεργάστηκαν.
- Την χρονική μετατόπιση που εφαρμόστηκε στην υπό εξέταση χρονοσειρά όπως επίσης και τον συντελεστή συσχέτισης.
- Ημερομηνία και ώρα έναρξης μετρήσεων του αρχείου αναφοράς.
- Έναν πίνακα δύο στηλών που η μία στήλη αποτελεί την εξ' ολοκλήρου αναγεννημένη χρονοσειρά της έντασης και η δεύτερη στήλη περιέχει τις αναγεννημένες τιμές της κατεύθυνσης (σε τομείς).

Στις γραφικές παραστάσεις απεικονίζονται:

- Οι τιμές του πίνακα αναφοράς συναρτήσεως των τιμών του υπό εξέταση πίνακα πριν τη χρονική μετατόπιση.
- Η μεταβολή της τιμής του συντελεστή συσχέτισης για κάθε χρονική μετατόπιση.
- Οι τιμές του πίνακα αναφοράς συναρτήσεως των τιμών του υπό εξέταση πίνακα μετά τη χρονική μετατόπιση.
- Η γραφική απεικόνιση των στοιχείων του υπό εξέταση πίνακα σε ταυτόχρονη παράθεση με τα στοιχεία του αναγεννημένου πίνακα.

4. Πειραματικό Μέρος

Παρατίθενται παραδείγματα εκτέλεσης του προγράμματος για διάφορες περιπτώσεις. Σκοπός είναι η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της εφαρμογής καθώς και η επαλήθευση της αποτελεσματικότητας της.

4.1 Παραδείγματα

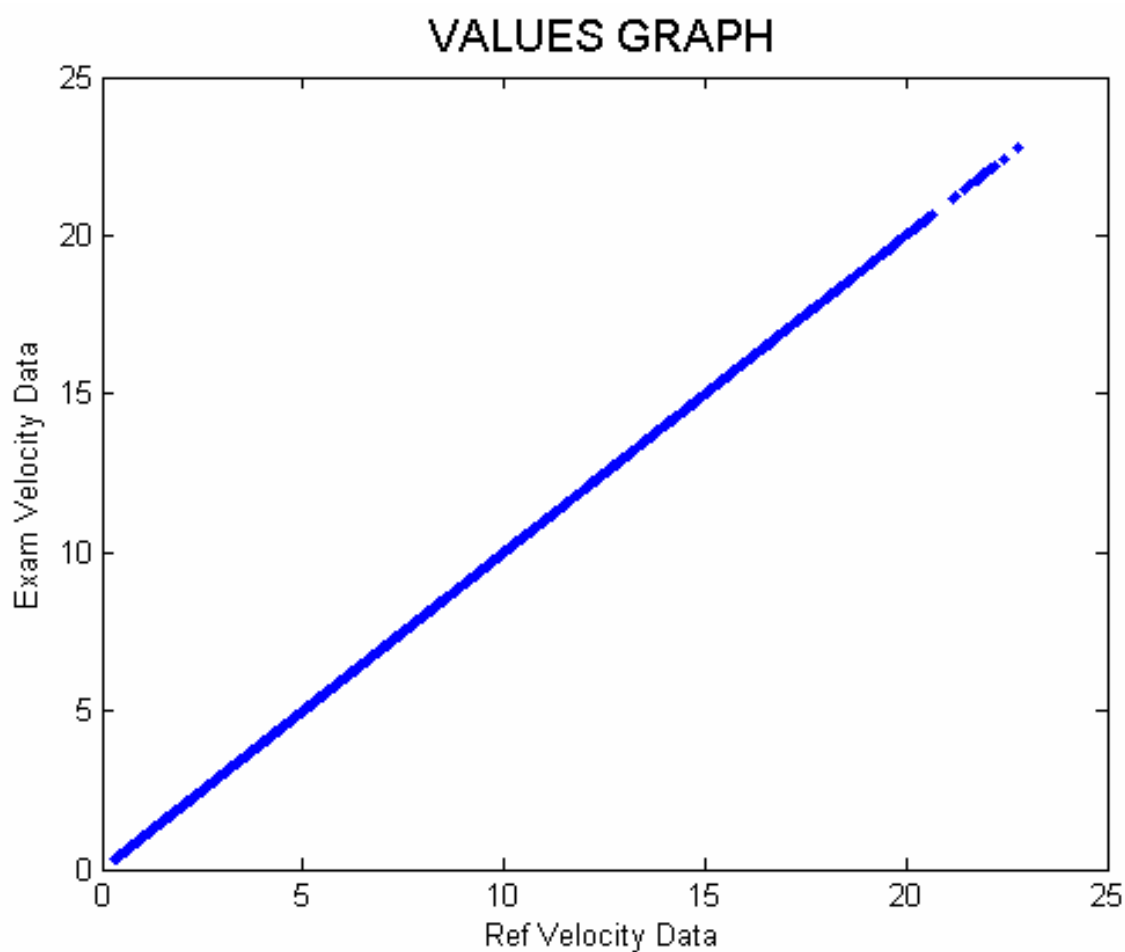
4.1.1 Συντελεστής συσχέτισης $r=1$

Στην περίπτωση αυτή, το πρόγραμμα δέχεται ως είσοδο δύο ίδια αρχεία με τη διαφορά ότι από το δεύτερο έχει αφαιρεθεί ένα τμήμα της τάξης του 20% από το τέλος του. Αναφορικά, το αρχείο αναφοράς περιέχει 4903 μετρήσεις, ενώ το υπό εξέταση αρχείο 3970 μετρήσεις.

Θεωρητικά, ο συντελεστής συσχέτισης r θα πρέπει να είναι ίσος με τη μονάδα ($r=1$), αφού τα δεδομένα των δύο αρχείων έχουν ως μόνη διαφορά το πλήθος τους.

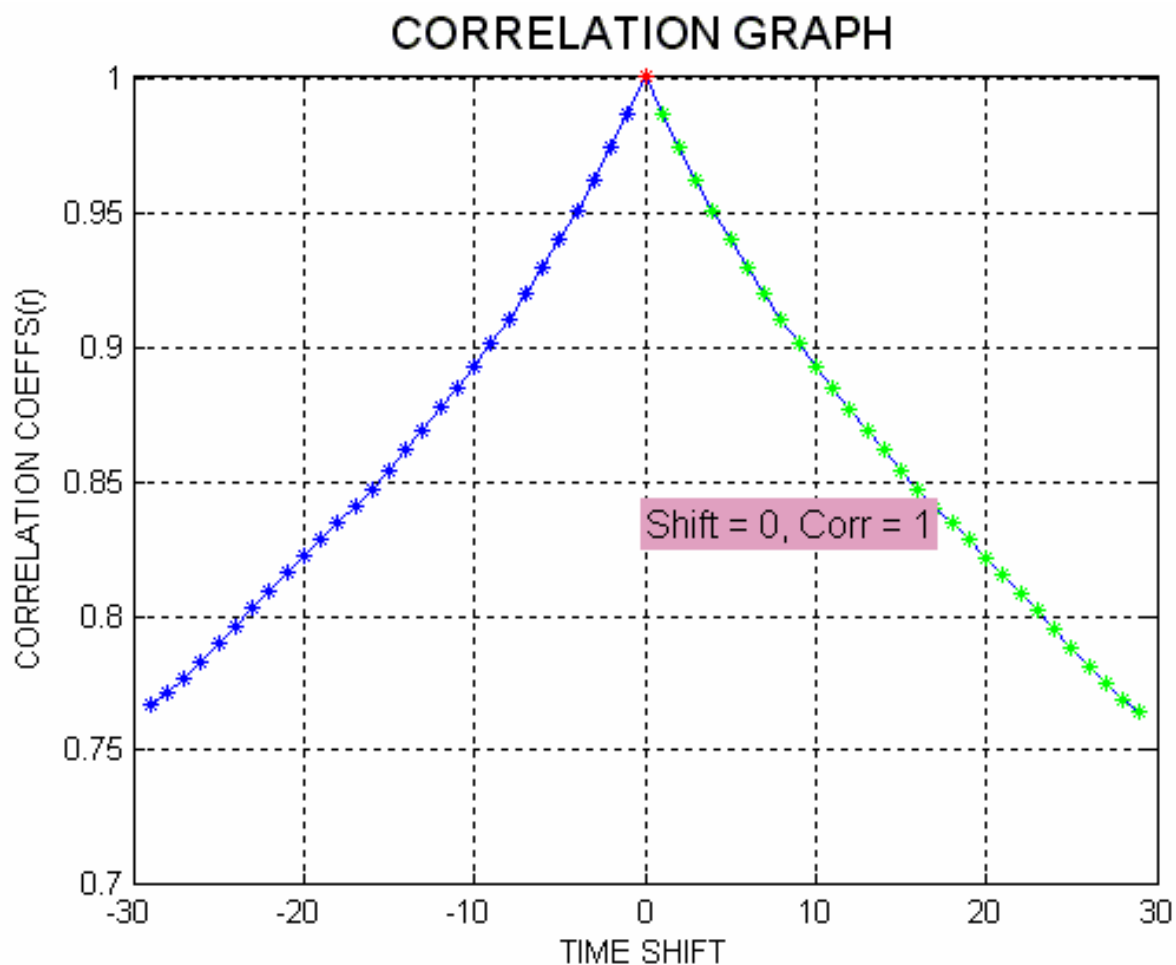
Η έξοδος έχει ως εξής:

- Γραφική παράσταση των τιμών του πίνακα αναφοράς συναρτήσει των τιμών του υπό εξέταση πίνακα



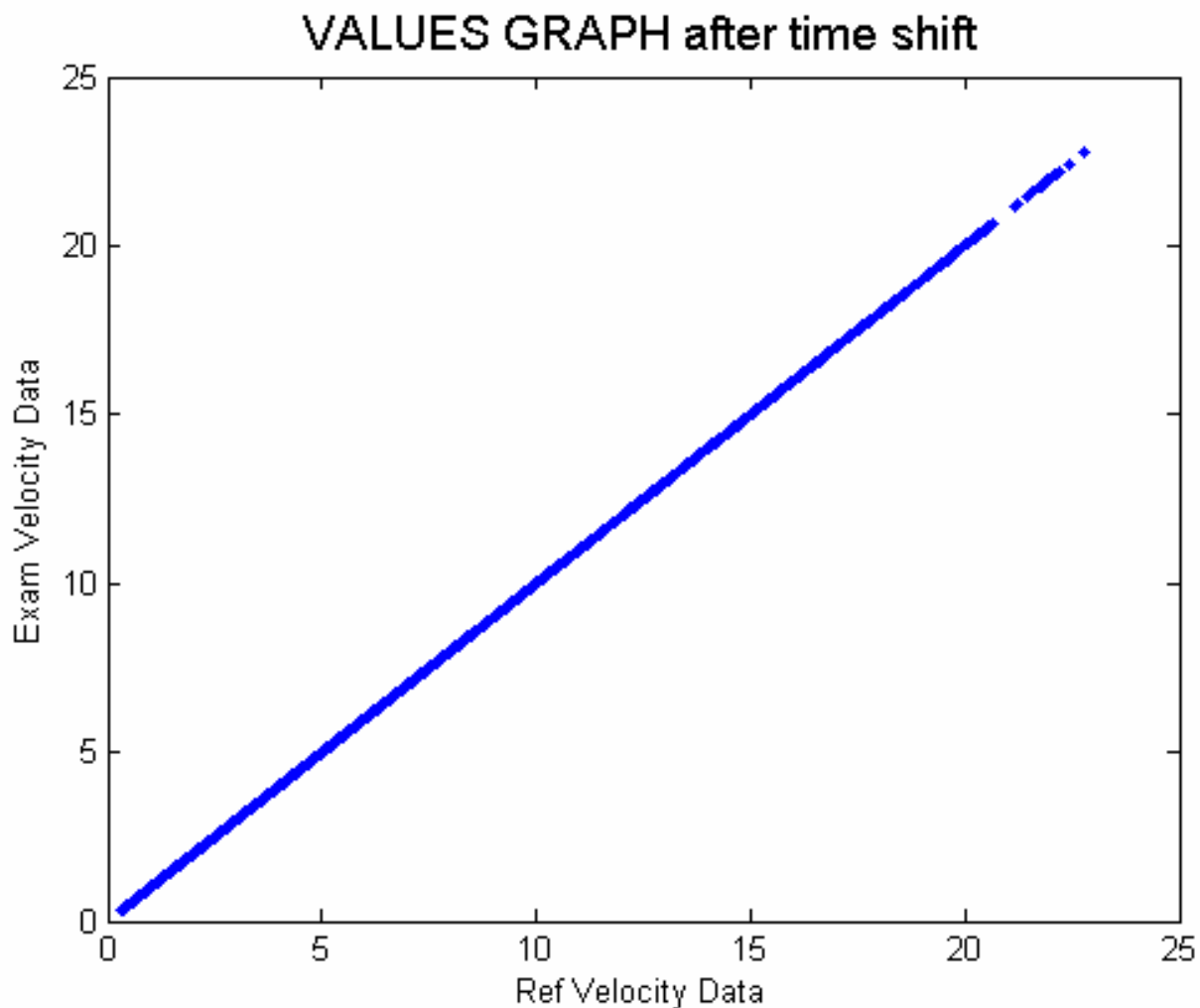
Στον κάθετο άξονα βρίσκονται οι τιμές της έντασης του υπό εξέταση αρχείου (πριν την ενδεχόμενη χρονική μετατόπιση Δt , σ' αυτή τη περίπτωση $\Delta t=0$) και στον οριζόντιο οι τιμές της έντασης του αρχείου αναφοράς. Φαίνεται ξεκάθαρα πως η διασπορά είναι μηδενική.

- Γραφική παράσταση της τιμής του συντελεστή συσχέτισης σε συνάρτηση με τη χρονική μετατόπιση Δt .



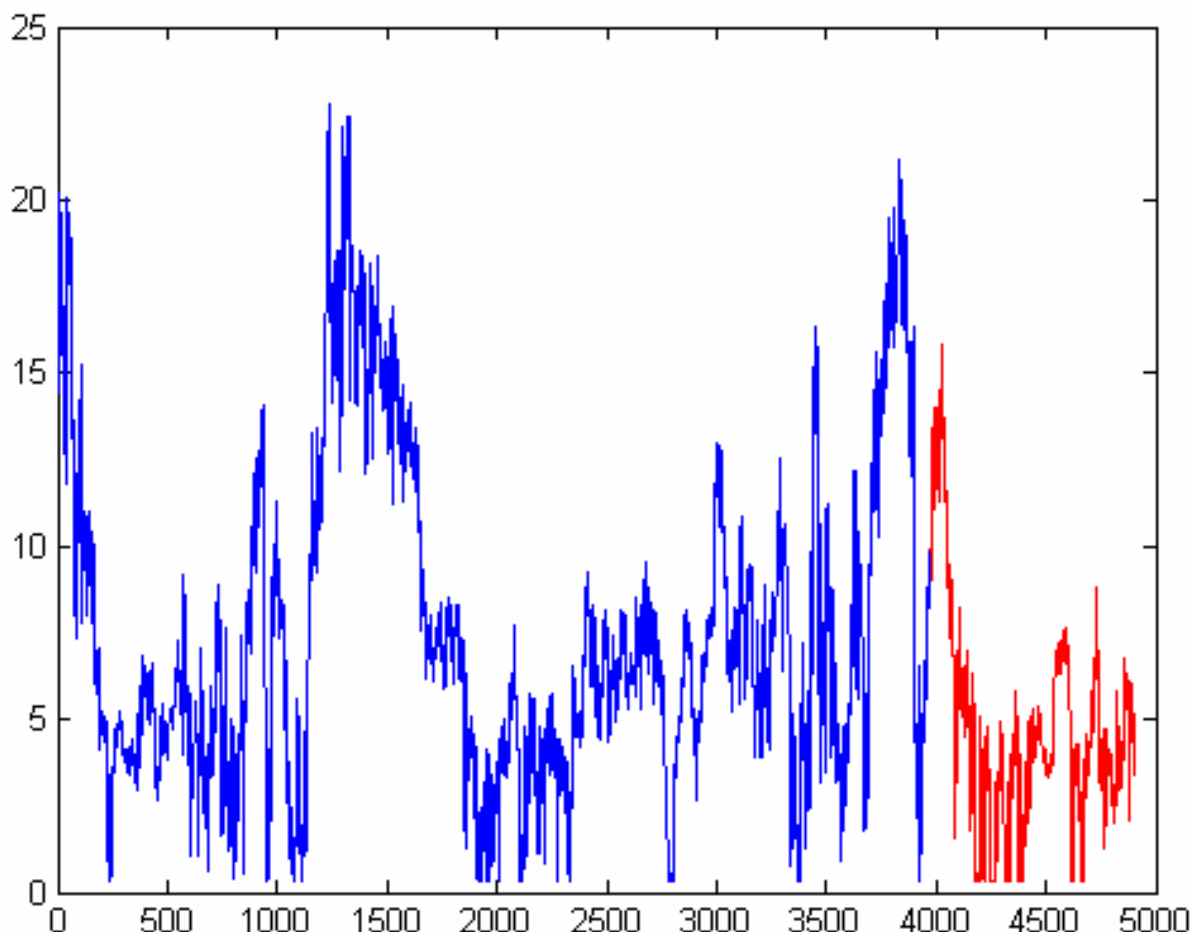
Στον κάθετο άξονα βρίσκονται οι τιμές του συντελεστή συσχέτισης r και στον οριζόντιο οι χρονικές μετατοπίσεις. Πρέπει να πούμε πως οι «μονάδες» της χρονικής μετατόπισης είναι οι περίοδοι ανάμεσα στη μία μέτρηση και την επόμενη. Δεδομένου ότι συνήθως η απόσταση μεταξύ των δύο υπό συσχέτιση σταθμών είναι αρκετές εκατοντάδες (ή και χιλιάδες) μέτρα, θα υπολογίσουμε τον μέγιστο συντελεστή συσχέτισης, μετατοπίζοντας την μία χρονοσειρά ως προς την άλλη κατά πεπερασμένο εύρος μετατόπισης, που το οποίο είναι ± 29 μονάδες. Στην ετικέτα αναφέρονται η χρονική μετατόπιση που εφαρμόστηκε καθώς και ο συντελεστής συσχέτισης για τη μετατόπιση αυτή. Βλέπουμε πως δεν εφαρμόστηκε χρονική μετατόπιση, αφού τα δεδομένα είναι ίδια (ήδη συγχρονισμένα) και ο συντελεστής συσχέτισης ισούται με τη μονάδα όπως είχαμε υποθέσει εξ' αρχής.

- Γραφική παράσταση των τιμών του πίνακα αναφοράς συναρτήσει των τιμών του υπό εξέταση πίνακα μετά τη χρονική μετατόπιση.



Στους άξονες βρίσκονται οι ίδιες μεταβλητές με της πρώτης γραφικής παράστασης που εξετάσαμε. Παρατηρούμε πως δεν υπάρχει καμία μεταβολή, πράγμα λογικό, αφού δεν εφαρμόστηκε χρονική μετατόπιση.

- Γραφική απεικόνιση των στοιχείων του υπό εξέταση πίνακα σε ταυτόχρονη παράθεση με τα στοιχεία του αναγεννημένου πίνακα.



Στον κάθετο άξονα βρίσκονται οι τιμές της ένταση και στον οριζόντιο άξονα ο αριθμός της κάθε μέτρησης που δείχνει την πάροδο του χρόνου. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η αρχική υπό εξέταση χρονοσειρά και με κόκκινο η αναγεννημένη. Παρατηρούμε εύκολα πως η δύο χρονοσειρές, για το διάστημα που η αρχική χρονοσειρά έχει τιμές, ταυτίζονται. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι τα δύο αρχεία συσχετίζονται τέλεια ($r=1$). Από τη στιγμή που η αναγεννημένη χρονοσειρά είναι δημιουργημένη εξ' ολοκλήρου από το πρόγραμμα και ταυτίζεται με την αρχική, καταλαβαίνουμε πως οι αναγεννημένες τιμές θα πλησιάζουν -αν όχι είναι- σ' αυτές που εξαρχής έλειπαν.

- Το φύλλο του Excel με τα αποτελέσματα.

The screenshot shows a Microsoft Excel window with the following data:

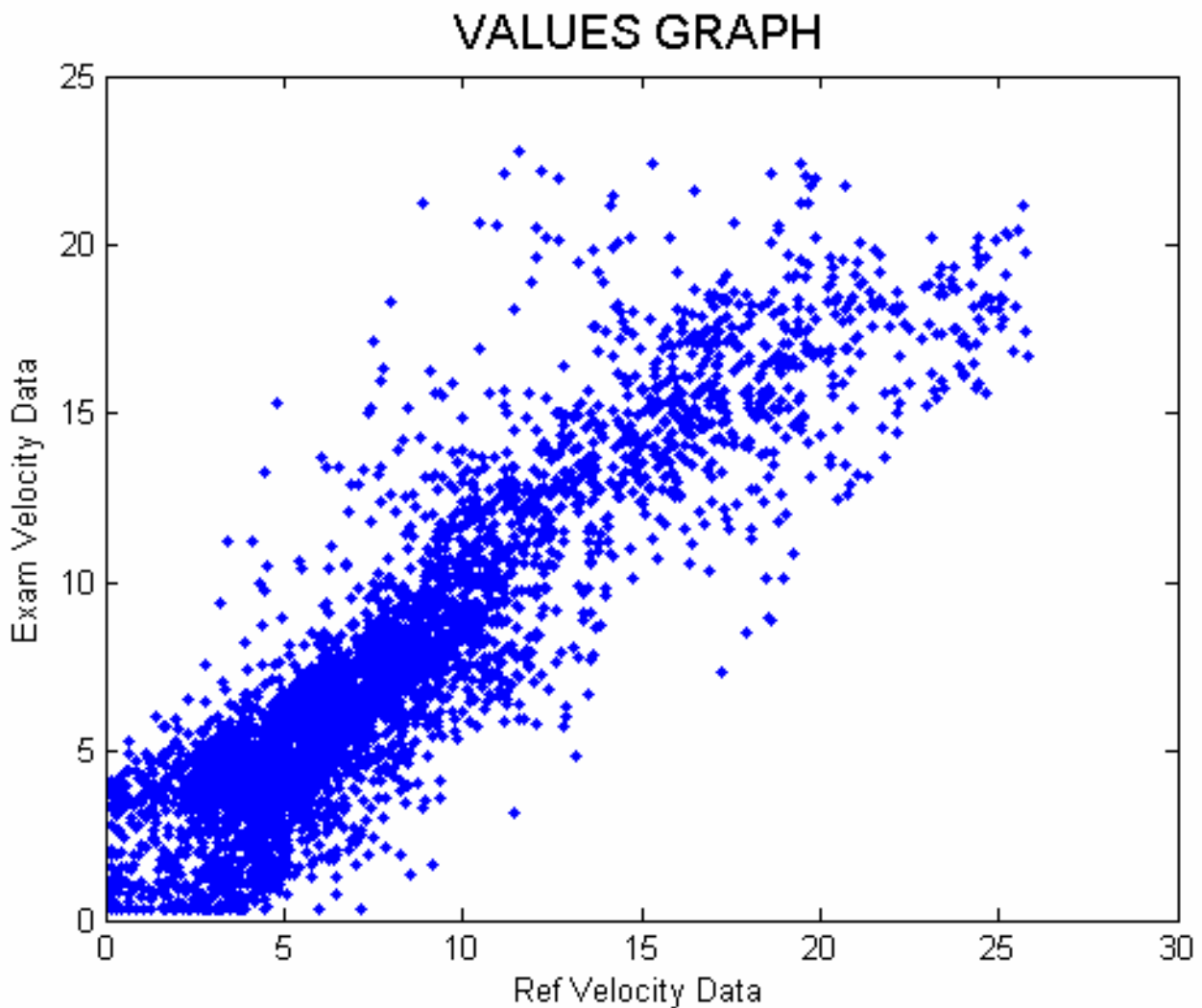
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	18-Jan-2007		E:\TEI\Zz Ptyxiakh\final\Functions Modified final\Functions Modified 01012007\etianh.000								
2	Time...20:33		Reference Velocity Coll :5								
3			Reference Angle Coll :9								
4			Reference Data Length :4903								
5	Correlation :1										
6	Time Shift :0min		E:\TEI\Zz Ptyxiakh\final\Functions Modified final\Functions Modified 01012007\etianhkomeno.000								
7			Exam Velocity Coll :5								
8			Exam Angle Coll :9								
9			Exam Data Length :3970								
10											
11											
12	Reference File Starting Date And Time										
13	Date :2102003 Time :1720										
14											
15											
16		Generated Array Data Length :4903									
17		Wind Speed	Wind Angle								
18		17,18	16								
19		15,95	16								
20		15,66	16								
21		14,43	16								
22		15,9	16								
23		15,51	16								
24		17,21	16								
25		17,77	16								
26		18,34	16								
27		19,03	16								
28		20,21	16								
29		19,08	16								
30		16,7	16								

4.1.2 Συντελεστής συσχέτισης $r=0,89$

Στην περίπτωση αυτή, το πρόγραμμα δέχεται ως είσοδο δύο αρχεία που έχουν προέλθει από γειτονικούς σταθμούς. Αυτό μας επιτρέπει να υποθέσουμε πως ο συντελεστής συσχέτισης θα είναι αρκετά καλός. Αναφορικά, το αρχείο αναφοράς περιέχει 4907 μετρήσεις, ενώ το υπό εξέταση αρχείο 3970 μετρήσεις.

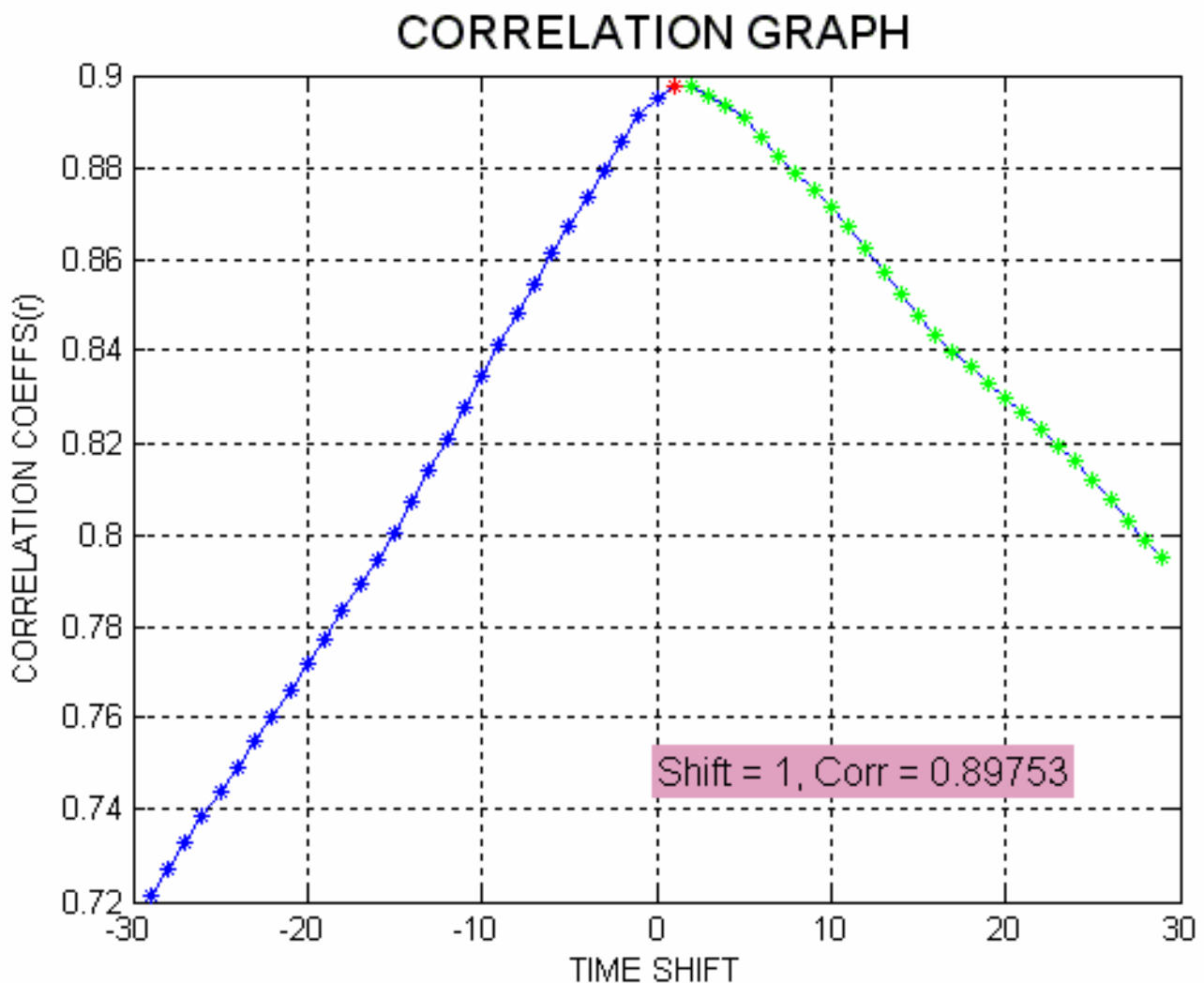
Η έξοδος έχει ως εξής:

- Γραφική παράσταση των τιμών του πίνακα αναφοράς συναρτήσει των τιμών του υπό εξέταση πίνακα



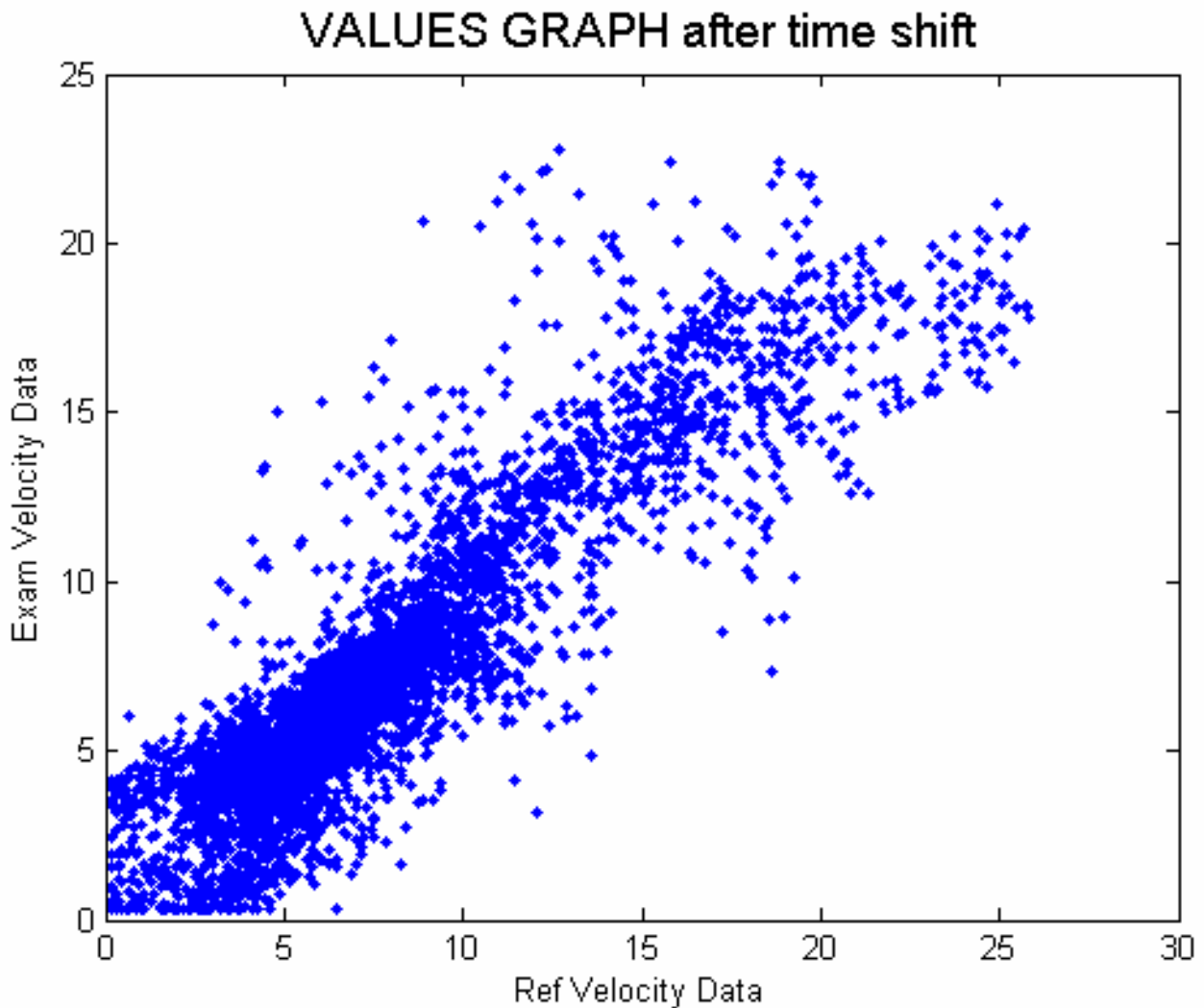
Παρατηρούμε πως υπάρχει διασπορά αλλά σε βαθμό που μας επιτρέπει να διακρίνουμε μια καλή σχέση ανάμεσα στα δύο αρχεία. Αυτό φαίνεται από το ότι τα στοιχεία ακολουθούν σχηματισμό ευθείας.

- Γραφική παράσταση της τιμής του συντελεστή συσχέτισης σε συνάρτηση με τη χρονική μετατόπιση Δt .



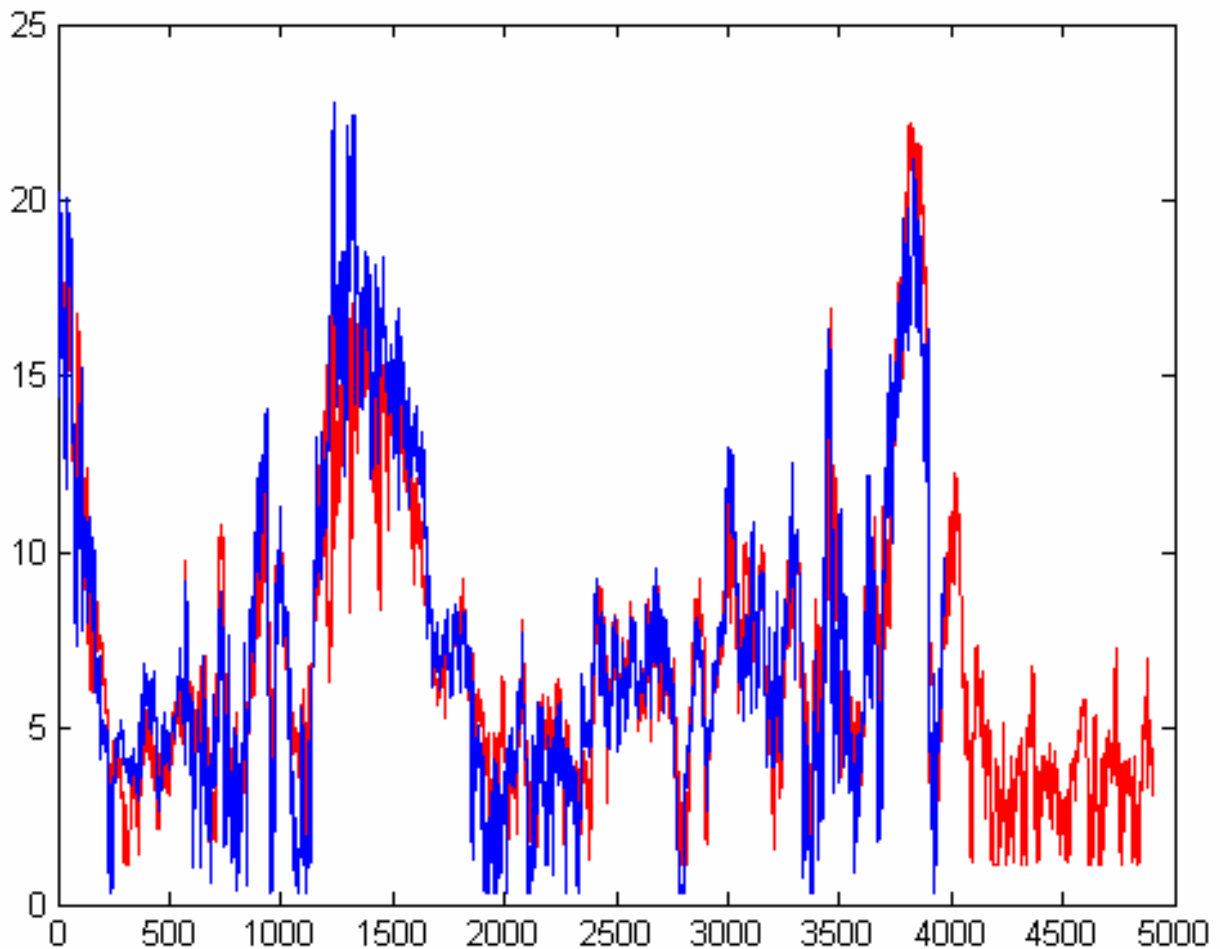
Παρατηρούμε πως σ' αυτή τη περίπτωση έχουμε χρονική μετατόπιση μίας μονάδας η οποία μας δίνει συντελεστή συσχέτισης $r=0,897$, που αποτελεί πολύ καλό αποτέλεσμα.

- Γραφική παράσταση των τιμών του πίνακα αναφοράς συναρτήσει των τιμών του υπό εξέταση πίνακα μετά τη χρονική μετατόπιση.



Βλέπουμε πως υπάρχει μια μικρή διαφορά από το γράφημα πριν τη χρονική μετατόπιση, που είναι λογικό γιατί η μετατόπιση είναι κατά μία μόνο μονάδα, καθώς και τα δύο αρχεία έχουν πολύ καλή συσχέτιση.

- Γραφική απεικόνιση των στοιχείων του υπό εξέταση πίνακα σε ταυτόχρονη παράθεση με τα στοιχεία του αναγεννημένου πίνακα.



Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η αρχική υπό εξέταση χρονοσειρά και με κόκκινο η αναγεννημένη. Παρατηρούμε εύκολα πως η δύο χρονοσειρές, για το διάστημα που η αρχική χρονοσειρά έχει τιμές, δεν έχουν μεγάλη απόκλιση. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι τα δύο αρχεία έχουν πολύ καλή συσχέτιση. Καταλαβαίνουμε λοιπόν πως οι αναγεννημένες τιμές θα πλησιάζουν σ' αυτές που εξαρχής έλειπαν.

- Το φύλλο του Excel με τα αποτελέσματα.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

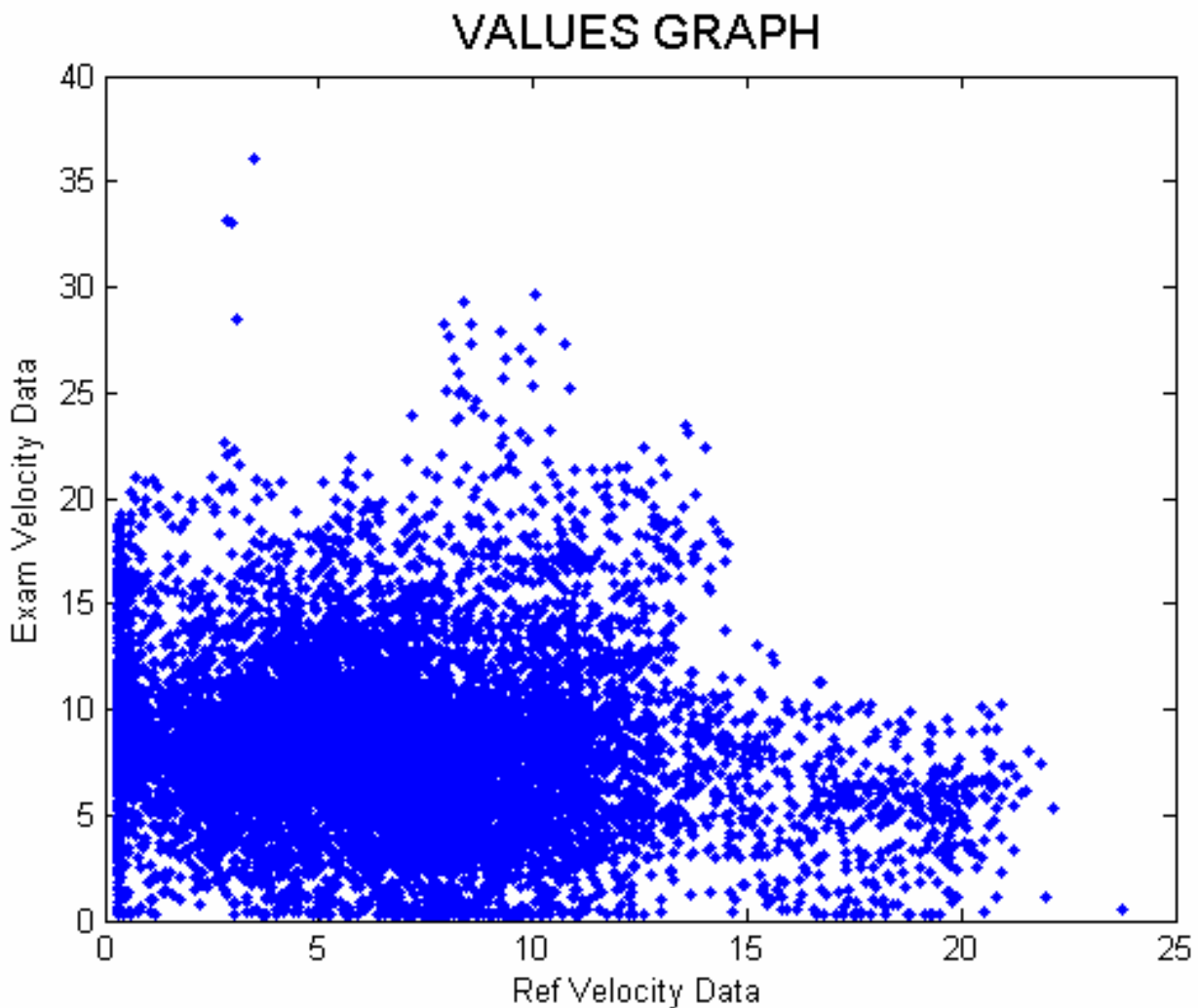
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	18-Jan-2007		E:\TEI\Zz Ptyxiakh\final\Functions Modified final\Functions Modified 01012007\apidi.000										
2	Time...23:22		Reference Velocity Coll :5										
3			Reference Angle Coll :9										
4			Reference Data Length :4907										
5	Correlation :0.89753												
6	Time Shift :10min		E:\TEI\Zz Ptyxiakh\final\Functions Modified final\Functions Modified 01012007\etianhkomeno.000										
7			Exam Velocity Coll :5										
8			Exam Angle Coll :9										
9			Exam Data Length :3970										
10													
11													
12	Reference File Starting Date And Time												
13	Date :2102003 Time :1710												
14													
15													
16		Generated Array Data Length :4906											
17		Wind Speed	Wind Angle										
18		20,15424	16										
19		19,09572	1										
20		19,15316	16										
21		17,87308	16										
22		16,96226	1										
23		18,16028	16										
24		17,28227	10										
25		17,72538	16										
26		17,68435	16										
27		17,29869	1										
28		16,84738	16										
29		17,23304	16										
30		17,53665	16										
31		17,53665	16										
32		18,24233	15										
33		19,13675	15										

4.1.3 Συντελεστής συσχέτισης $r=-0.12$

Στην περίπτωση αυτή, το πρόγραμμα δέχεται ως είσοδο δύο αρχεία που έχουν προέλθει από μη γειτονικούς σταθμούς. Επομένως περιμένουμε πως ο συντελεστής συσχέτισης θα είναι κακός. Αναφορικά, το αρχείο αναφοράς περιέχει 10137 μετρήσεις, ενώ το υπό εξέταση αρχείο 9645 μετρήσεις.

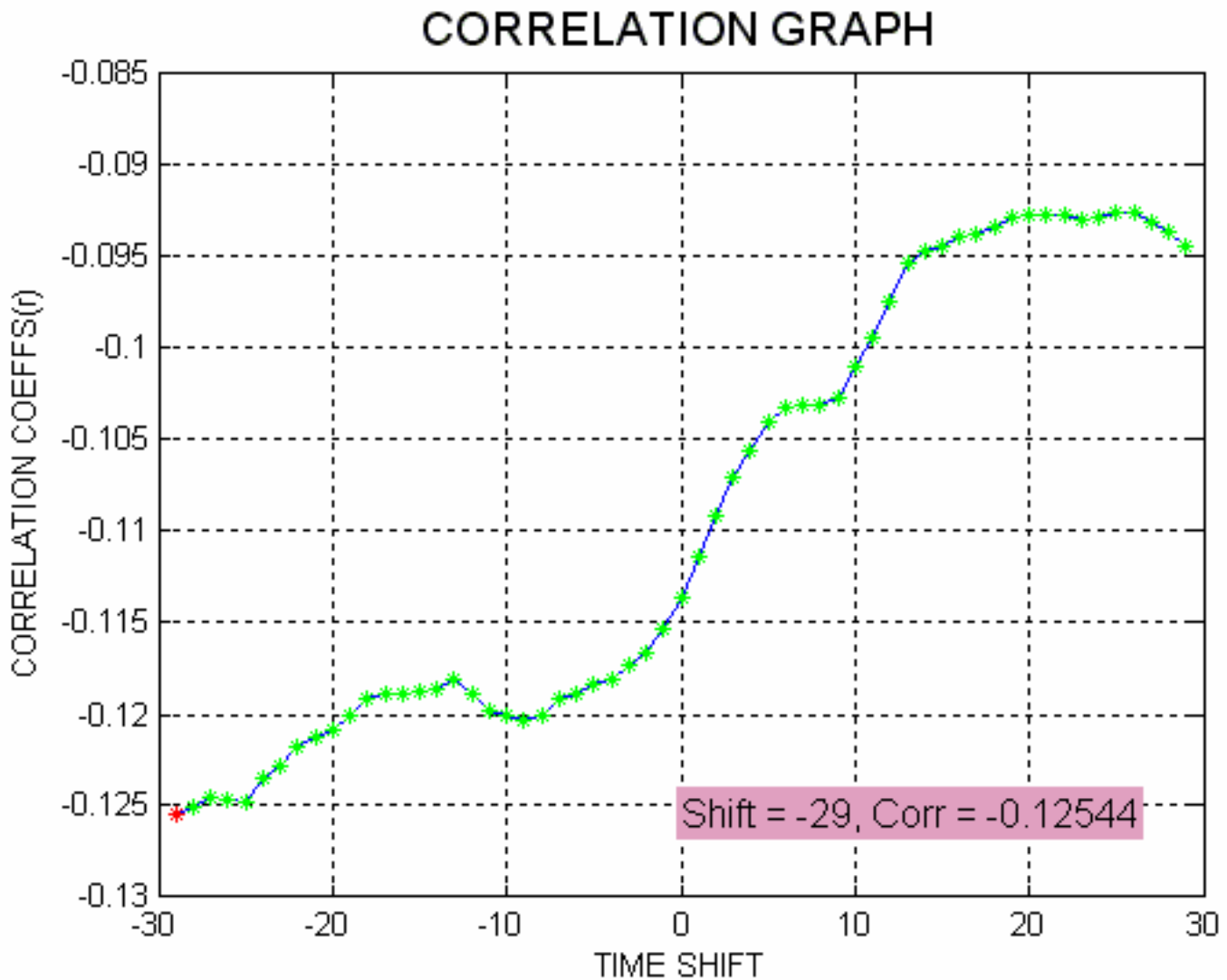
Η έξοδος έχει ως εξής:

- Γραφική παράσταση των τιμών του πίνακα αναφοράς συναρτήσει των τιμών του υπό εξέταση πίνακα



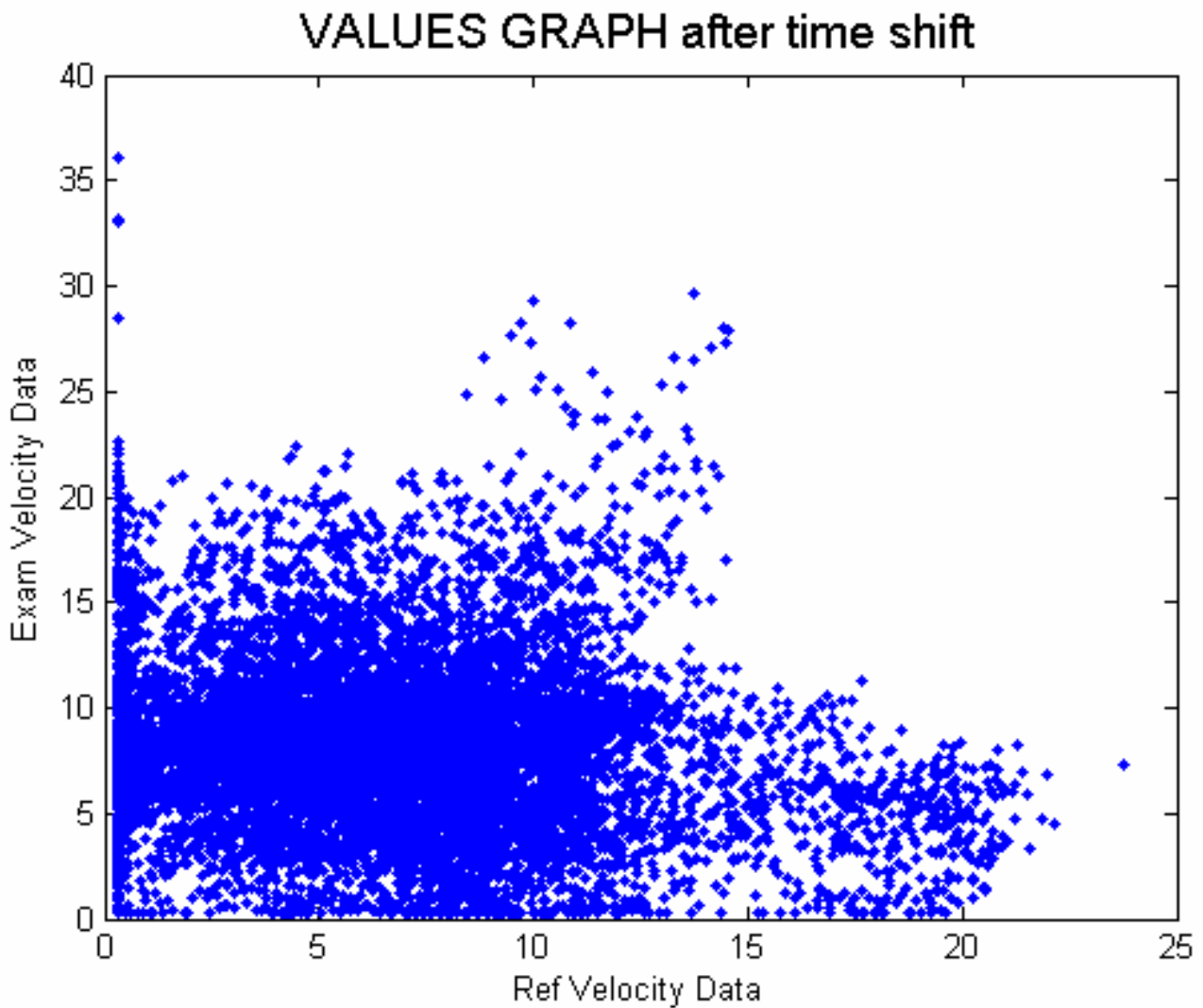
Παρατηρούμε πως τα στοιχεία έχουν μεγάλη διασπορά. Επομένως είναι λογικό να υποθέσουμε πως ο συντελεστής συσχέτισης δεν είναι καλός.

- Γραφική παράσταση της τιμής του συντελεστή συσχέτισης σε συνάρτηση με τη χρονική μετατόπιση Δt .



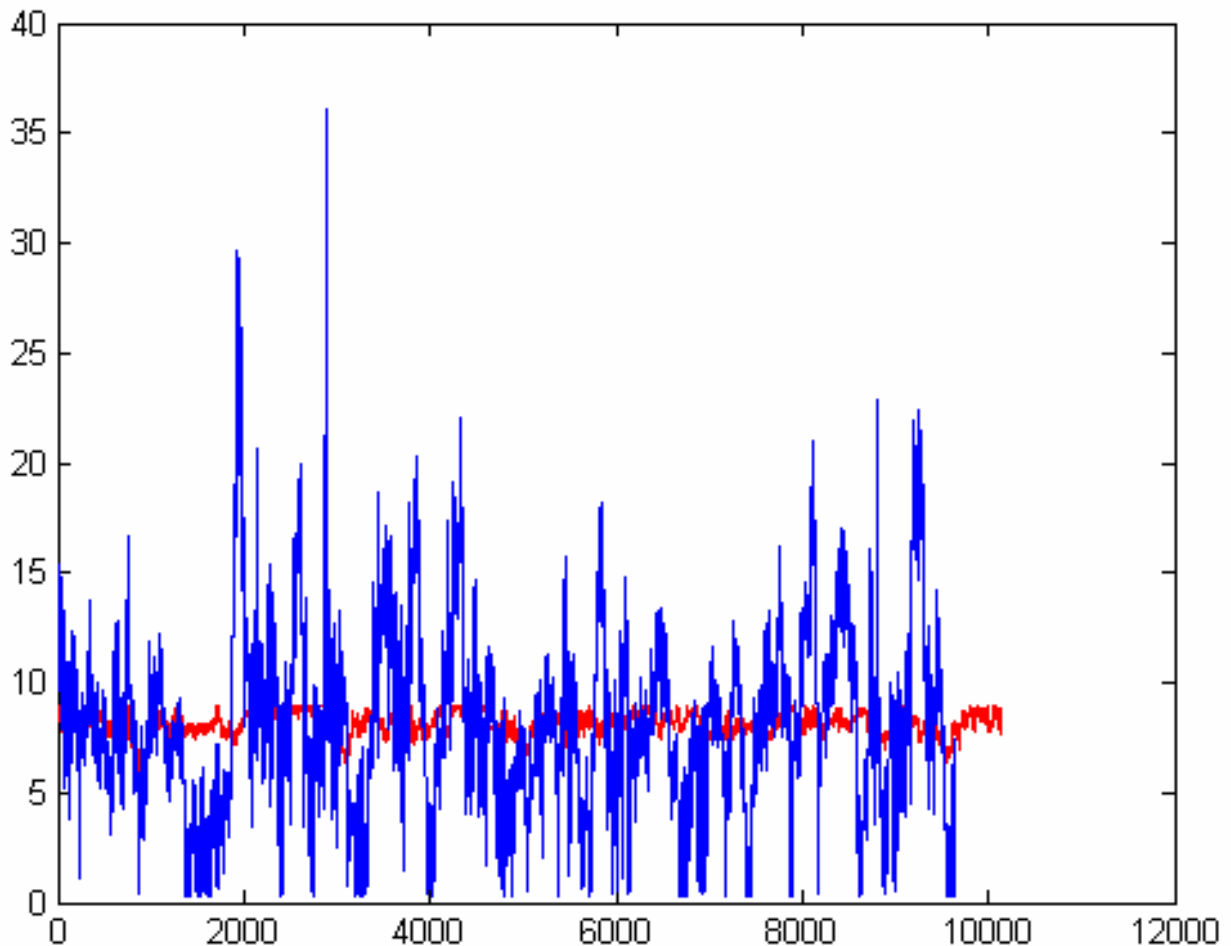
Βλέπουμε πως η χρονική μετατόπιση είναι 29 μονάδες προς τα αριστερά (αρνητικό πρόσημο). Ο συντελεστής συσχέτισης είναι κάκιστος και επομένως η αναγεννημένη χρονοσειρά δεν θα ανταποκρίνεται σε καμία περίπτωση στην πραγματικότητα.

- Γραφική παράσταση των τιμών του πίνακα αναφοράς συναρτήσει των τιμών του υπό εξέταση πίνακα μετά τη χρονική μετατόπιση.



Βλέπουμε πως υπάρχει διαφορά η οποία όμως αποδεικνύεται μη αρκετή για την εύρεση ενός καλού συντελεστή συσχέτισης.

- Γραφική απεικόνιση των στοιχείων του υπό εξέταση πίνακα σε ταυτόχρονη παράθεση με τα στοιχεία του αναγεννημένου πίνακα.



Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η αρχική υπό εξέταση χρονοσειρά και με κόκκινο η αναγεννημένη. Παρατηρούμε πως η δύο χρονοσειρές έχουν πολύ μεγάλη απόκλιση. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι τα δύο αρχεία έχουν πολύ κακή συσχέτιση. Καταλαβαίνουμε λοιπόν πως οι αναγεννημένες τιμές δεν θα πλησιάζουν σ' αυτές που εξαρχής έλειπαν.

- Το φύλλο του Excel με τα αποτελέσματα.

Microsoft Excel - mhdenikos

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Type a question for help

180 Arial 10 B I U

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	18-Jan-2007		G:\WIND_DATA_Correlation\3 geitonikoi Stathmoi\Xondros\RAW DATA_xondros\st020206.001								
2	Time...22:29		Reference Velocity Coll :5								
3			Reference Angle Coll :9								
4			Reference Data Length :10137								
5	Correlation	: -0.12544									
6	Time Shift	: -290min	G:\WIND_DATA_Correlation\3 geitonikoi Stathmoi\Partheni\RAWdata_Partheni\st100206.001								
7			Exam Velocity Coll :5								
8			Exam Angle Coll :9								
9			Exam Data Length :9645								
10											
11											
12	Reference File Starting Date And Time										
13	Date	: 2022006	Time	: 1010							
14											
15											
16			Generated Array Data Length :10137								
17			Wind Speed		Wind Angle						
18			8,22575		1						
19			8,203258		1						
20			8,345706		15						
21			8,28073		11						
22			8,421927		11						
23			8,44317		16						
24			8,38694		5						
25			8,309469		1						
26			8,345706		10						
27			8,358201		9						
28			8,481905		16						
29			8,465661		1						
30			8,383192		9						
31			8,448168		7						
32			8,46816		10						

Sheet1 / Sheet2 / Sheet3

Draw AutoShapes

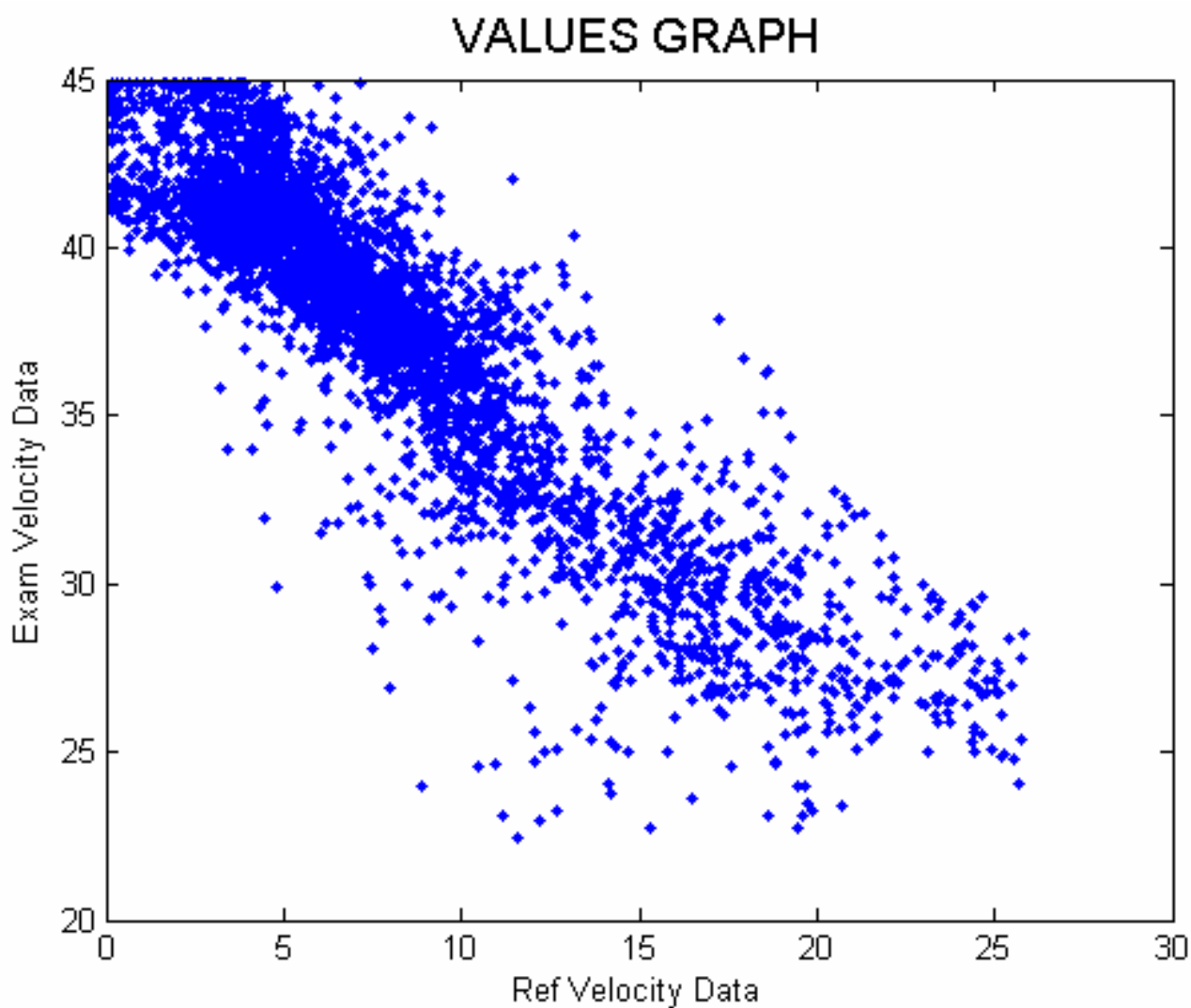
Ready NUM

4.1.4 Συντελεστής συσχέτισης $r=-0,89$

Στην περίπτωση αυτή, το πρόγραμμα δέχεται ως είσοδο δύο αρχεία που έχουν προέλθει από γειτονικούς σταθμούς. Επομένως περιμένουμε πως ο συντελεστής συσχέτισης θα είναι καλός. Αναφορικά, το αρχείο αναφοράς περιέχει 4907 μετρήσεις, ενώ το υπό εξέταση αρχείο 3970 μετρήσεις.

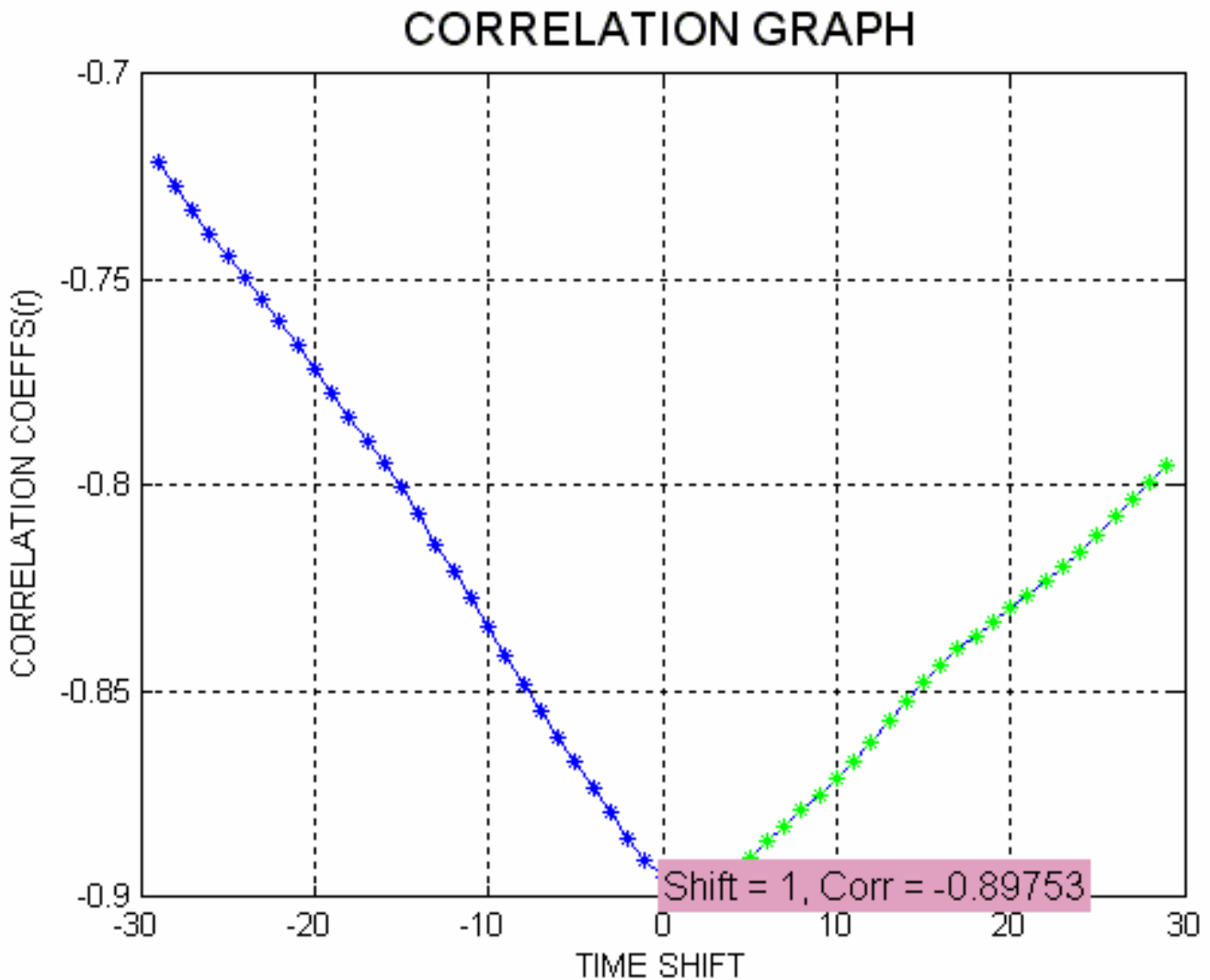
Η έξοδος έχει ως εξής:

- Γραφική παράσταση των τιμών του πίνακα αναφοράς συναρτήσει των τιμών του υπό εξέταση πίνακα



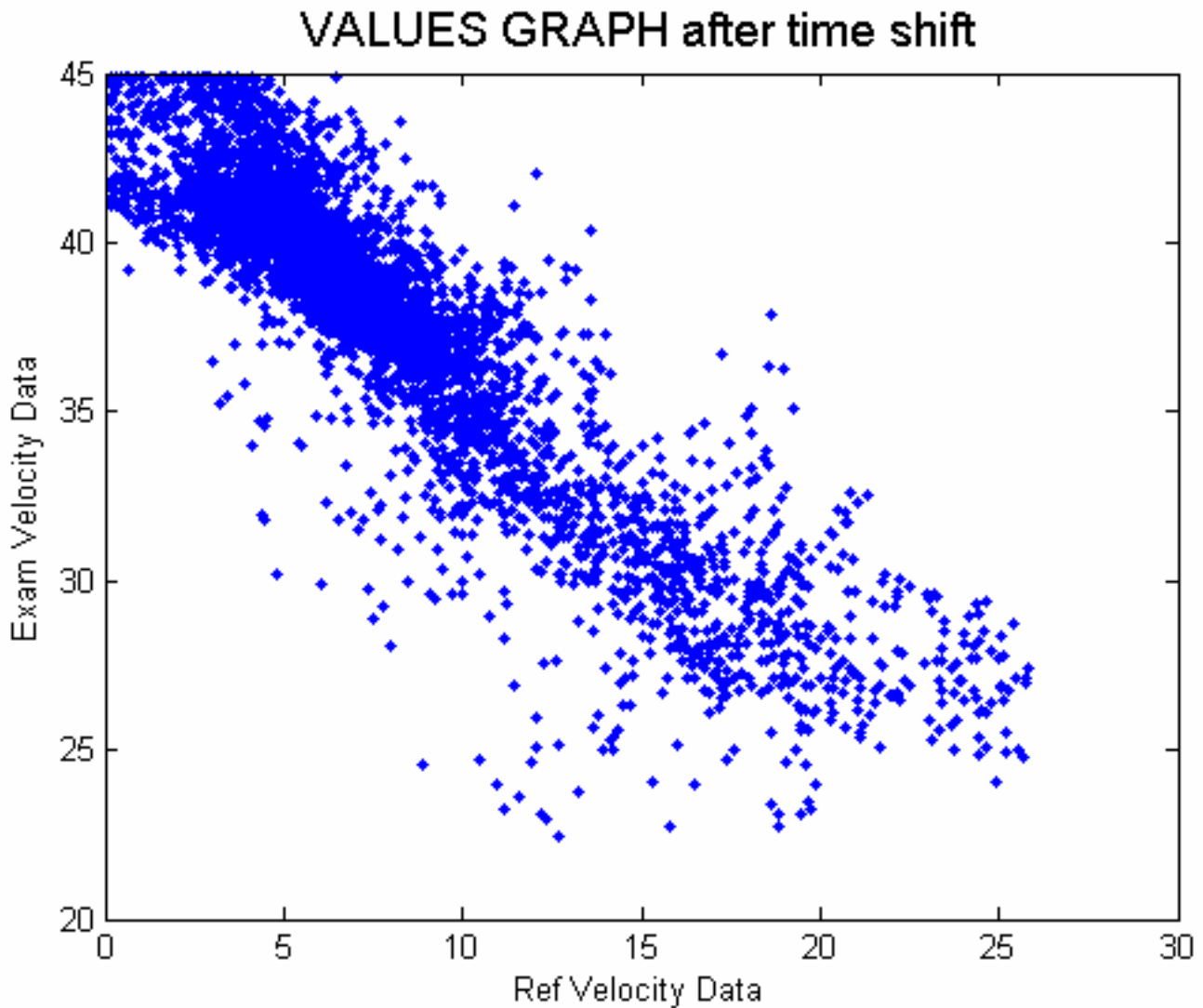
Βλέπουμε πως τα δύο αρχεία συσχετίζονται αλλά εξ' αιτίας της κλίσης της νοητής ευθείας, καταλαβαίνουμε πως ο συντελεστής συσχέτισης θα είναι αρνητικός.

- Γραφική παράσταση της τιμής του συντελεστή συσχέτισης σε συνάρτηση με τη χρονική μετατόπιση Δt .



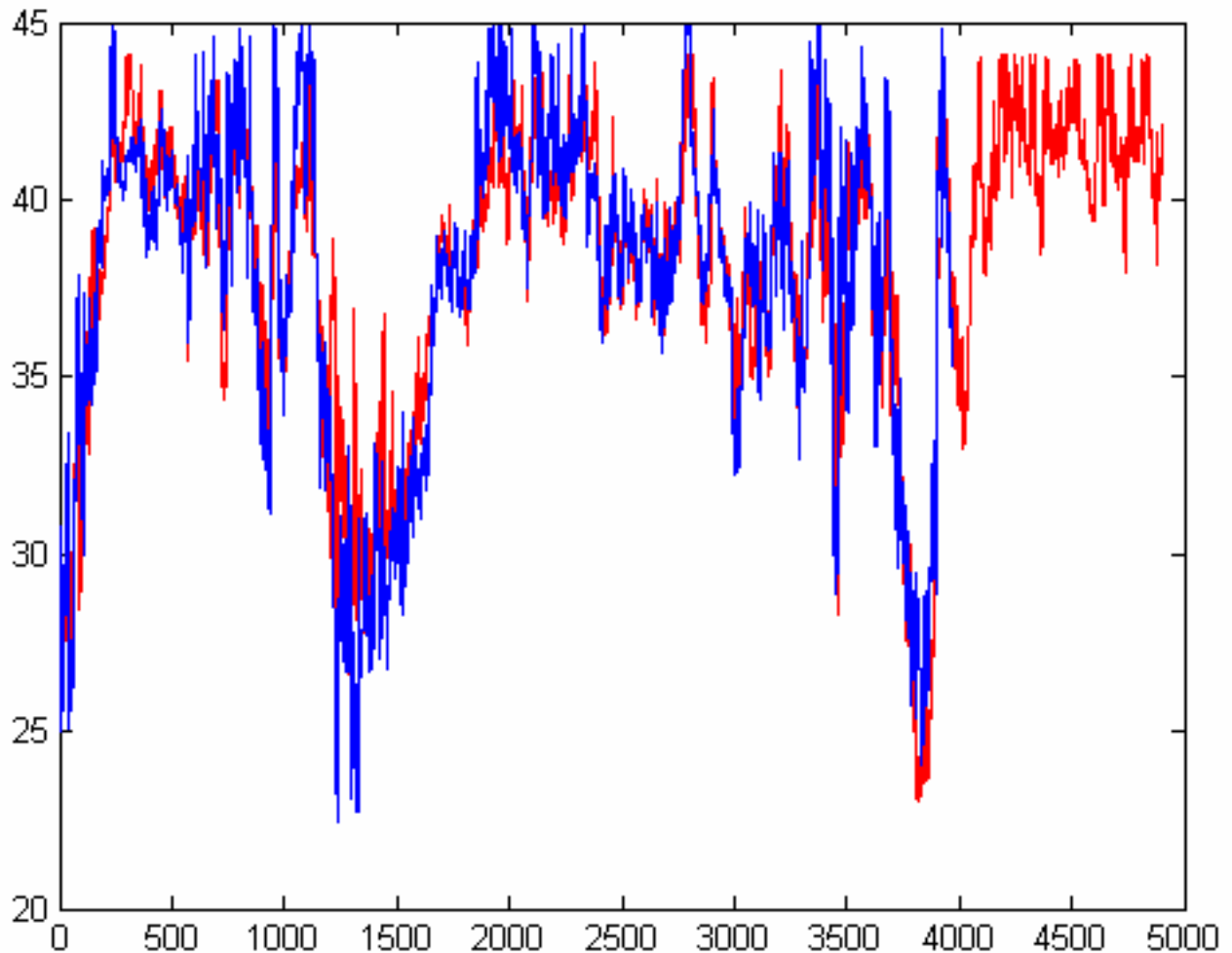
Επιβεβαιώνεται η εκτίμηση πως ο συντελεστής συσχέτισης είναι αρνητικός. Η απόλυτη τιμή του όμως είναι αυτή που μας ενδιαφέρει και στην περίπτωση αυτή ο συντελεστής συσχέτισης είναι πολύ καλός.

- Γραφική παράσταση των τιμών του πίνακα αναφοράς συναρτήσει των τιμών του υπό εξέταση πίνακα μετά τη χρονική μετατόπιση.



Βλέπουμε πως υπάρχει μια μικρή διαφορά από το γράφημα πριν τη χρονική μετατόπιση, που είναι λογικό γιατί η μετατόπιση είναι κατά μία μόνο μονάδα, καθώς τα δύο αρχεία έχουν πολύ καλή συσχέτιση.

- Γραφική απεικόνιση των στοιχείων του υπό εξέταση πίνακα σε ταυτόχρονη παράθεση με τα στοιχεία του αναγεννημένου πίνακα.



Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η αρχική υπό εξέταση χρονοσειρά και με κόκκινο η αναγεννημένη. Παρατηρούμε εύκολα πως η δύο χρονοσειρές, για το διάστημα που η αρχική χρονοσειρά έχει τιμές, δεν έχουν μεγάλη απόκλιση. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι τα δύο αρχεία έχουν πολύ καλή συσχέτιση. Καταλαβαίνουμε λοιπόν πως οι αναγεννημένες τιμές θα πλησιάζουν σ' αυτές που εξαρχής έλειπαν.

- Το φύλλο του Excel με τα αποτελέσματα.

The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "arnhtikos". The spreadsheet contains the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	19-Jan-2007		E:\TE\Zz Ptyxiakh\final\Functions Modified final\Functions Modified 01012007\apidi.000								
2	Time...0:50		Reference Velocity Coll :5								
3			Reference Angle Coll :9								
4			Reference Data Length :4907								
5	Correlation	: -0.89753									
6	Time Shift	: 10min	E:\TE\Zz Ptyxiakh\final\Functions Modified final\Functions Modified 01012007\etianhkomeno.000								
7			Exam Velocity Coll :5								
8			Exam Angle Coll :9								
9			Exam Data Length :3970								
10											
11											
12	Reference File Starting Date And Time										
13	Date	: 2102003	Time	: 1710							
14											
15											
16		Generated Array Data Length :4906									
17		Wind Speed		Wind Angle							
18		25,04841		16							
19		26,10693		16							
20		26,04949		1							
21		27,32957		1							
22		28,24039		16							
23		27,04237		1							
24		27,92038		16							
25		27,47727		1							
26		27,5183		15							
27		27,90396		16							
28		28,35527		16							
29		27,96961		16							
30		27,666		15							
31		27,666		16							
32		26,96032		15							

5. Πηγαίος Κώδικας

Ακολουθεί ο πηγαίος κώδικας του προγράμματος όπως αναπτύχθηκε στο MATLAB.

5.1 Συνάρτηση *start*

Η συνάρτηση *start* εκτελεί τις εξής ενέργειες:

- Καλεί τις συναρτήσεις *call_import*, *precorr*, *regression*, *direction* και *Exporter*.
- Ελέγχει αν τα αρχεία έχουν δοθεί με την κατάλληλη σειρά. Αν δοθεί πρώτα το αρχείο με το μικρότερο πλήθος στοιχείων (αρχείο προς εξέταση), εμφανίζει μήνυμα λάθους (*error*).
- Προβάλλει τη γραφική παράσταση των τιμών του πίνακα αναφοράς συναρτήσεων των τιμών του υπό εξέταση πίνακα

```
function  
[a,b,pre,new,sf,dir,percent,megistapososta,FileRefLoc,FileExamLoc,ne  
wangle,shift]=start(collRefV,collExamV,collRefAngle,collExamAngle,  
Refline,Examline);
```

```
if nargin<6  
    Examline=16;  
end
```

```
if nargin<5  
    Refline=16;  
    Examline=16;  
end
```

```

%enarxh synarthsewn
[a,fa,FileRefLoc]=call_import(Refline,'Select Reference File');
[b,fb,FileExamLoc]=call_import(Examline,'Select File to Process');

%Elegxos esfalmenoy magethoys
if length(a) < length(b) ;
    msgbox('Not Valid Length','ERROR','error')
    pre=0;
    new=[0];
    sf=0;
else

%Elegxos esfalmenoy arxeioy
if fa==1 | fb==1 ;
    msgbox('One Or More Not Valid File Type','ERROR','error')
else
    %enarxh sysxetisewn me metatopiseis
    [pre,position,shift]= precorr(a,b,collRefV,collExamV);

%enarxh pallindromhshs
if position<31

    [new,sf]=regration(a(:,collRefV),b(position:length(b),collExamV));

else

    [new,sf]=regration(a(position-30:length(a),collRefV),b(:,collExamV));
end

if position<31

```

```

        [dir,percent,megistapososta,newangle]=direction(a,b(po
        ssition:length(b),:),collRefAngle,collExamAngle);
    else

        [dir,percent,megistapososta,newangle]=direction(a(poss
        ition-30:length(a),:),b,collRefAngle,collExamAngle);
    end

    figure;
    plot(new,'Color','red')
    hold on
    plot(b(:,5))

    Exporter(a(1,1:2),FileRefLoc,collRefV,collRefAngle,length(a
    ),FileExamLoc,collExamV,collExamAngle,length(b),pre,shift
    ,new,newangle(:,4))

    end
end

```

5.2 *Συνάρτηση call_import*

Η συνάρτηση call_import εκτελεί τις εξής ενέργειες:

- Καλεί τη συνάρτηση win_open_file_mat.
- Ελέγχει τον τύπο των αρχείων εισόδου (excel, txt κτλ.) και τα διαβάζει με τον κατάλληλο τρόπο.

```

function [Array,flag,FILELOC] = call_import(line,label);

if nargin<1
    line=16;
end

% anoigma arxeioy
FILELOC=win_open_file_mat(label);

% megethos symboloseiras dieythinshs arxeioy
charnum=length(FILELOC);

% Apokoph 3 telaiyewn xarakthrwn
filetype=FILELOC(charnum-2:charnum);

if filetype=='xls'
    Array=xlsread(FILELOC);
    final=length(Array);
    Array=Array((line+1):final,1:10);
    flag=0;
else
    % if filename is valid then set flag to 0
    if filetype=='txt' | (filetype>='000' & filetype<='999')
        Array=convert_txt2array(FILELOC,line);
        flag=0;
    % if filename is not valid then set flag to 1
    else
        Array=[0];
        flag=1;
    end
end
end

```

5.3 *Συνάρτηση win_open_file_mat*

Η συνάρτηση win_open_file_mat εκτελεί τις εξής ενέργειες:

- Εμφανίζει τα παράθυρα για την αναζήτηση των αρχείων (browse).

```
function [filepath,filename, pathname]=win_open_file_mat(label)
```

```
[filename, pathname] = uigetfile({'*.0**','TXT Files  
(*.0**)';*.xls','EXCEL Files (*.xls)';*.*','All Files (*.*)'},label);
```

```
filepath=strcat(pathname,filename)
```

```
end
```

5.4 *Συνάρτηση convert_txt2array*

Η συνάρτηση convert_txt2array εκτελεί τις εξής ενέργειες:

- Μετατρέπει τα δεδομένα που υπάρχουν στα αρχεία εισόδου (κείμενο), σε μεταβλητές.

```
function firstpin=convert_txt2array(location,line);
```

```
if nargin<2
```

```
    line=16;
```

```
end
```

```
firstpin=textread(location,'%s','delimiter','\n');
```

```
final=length(firstpin);
```

```

firstpin=firstpin((line+1):final,:);

datei=fopen('firstpin.txt','w');

for j=1:1:length(firstpin);
    fprintf(datei,cell2mat(firstpin(j,:)));
    fprintf(datei,'\n');
end

fclose(datei);

[a1,a2,a3,a4,a5,a6,a7,a8,a9,a10]=textread('firstpin.txt','%f %f %f
%f %f %f %f %f %f','delimiter','\n');
firstpin=[a1,a2,a3,a4,a5,a6,a7,a8,a9,a10];

delete('firstpin.txt');

```

5.5 Συνάρτηση *corr*

Η συνάρτηση *corr* εκτελεί τις εξής ενέργειες:

- Υπολογίζει τον συντελεστή συσχέτισης r , όπως αυτός ορίζεται από τον τύπο.

```
function r=corr(first,sec2,collF,collS)
```

```
%correlation
```

```
i = 0;
sumx = 0;
```

```

sumy = 0;
sumxsqrt = 0;
sumysqrt = 0;
ar = 0;
par = 0;
MOet = 0;
MOap = 0;
A = 0;
B = 0;
C = 0;
D = 0;
limit1 = size(first);

% pairnei prwth diastash apo to size.
limit1 = limit1(1);

for i = 1:limit1
    MOap = MOap+(first(i,collF)/limit1);
end

limit2 = size(sec2);
limit2 = limit2(1);
for i = 1:limit2
    MOet = MOet+(sec2(i,collS)/limit2);
end

if limit1<limit2
    limit = limit1;

```



```

elseif limit1 == limit2
    limit = limit1;
else
    limit = limit2;
end

%ypologismos tou r
for i=1:limit
    A = A+ (first(i,collF)*sec2(i,collS));
    sumx = sumx + first(i,collF);
    sumy = sumy + sec2(i,collS);
    sumysqrt = sumysqrt + (sec2(i,collS)^2);
    sumxsqrt = sumxsqrt + (first(i,collF)^2);
end

B = sumx * sumy;
C = limit*sumxsqrt - (sumx)^2;
D = limit*sumysqrt - (sumy)^2;

r = (limit*A - B) / (sqrt(C) * sqrt(D));

```

5.6 Συνάρτηση *precorr*

Η συνάρτηση *precorr* εκτελεί τις εξής ενέργειες:

- Υπολογίζει τον συντελεστή συσχέτισης r , για κάθε χρονική μετατόπιση Δt .
- Εμφανίζει τη γραφική παράσταση των τιμών του πίνακα αναφοράς συναρτήσει των τιμών του υπό εξέταση πίνακα πριν την εφαρμογή της χρονικής μετατόπισης.
- Εμφανίζει τη γραφική παράσταση του συντελεστή συσχέτισης συναρτήσει των Δt .

```

function [pre,id,shift]= precorr(first,sec2,collF,collS);



```

%pre correlation

%ypologismos tw n r gia ka8e metatopish
for i=1:30
 pre(i,1)= corr(first,sec2(i:length(sec2),:),collF,collS);
end

for i=1:30
 pre(i+30,1)= corr(first(i:length(first),:),sec2,collF,collS);
end

figure;
plot(first(1:length(sec2),collF),sec2(:,collS),'.')
xlabel('Ref Velocity Data')
ylabel('Exam Velocity Data')
title('VALUES GRAPH','FontSize',14)

newpre=cat(1,pre(30:-1:2),pre(31:60));
[maxnewpre,idnewpre]=max(abs(newpre(:,1)));
maxnewpre=newpre(idnewpre,1);

figure;
plot([-29:(idnewpre-
30)],newpre(1:idnewpre,1),'Marker','*','MarkerSize',5,'MarkerEdge
Color','b')
grid on;
hold on
grid on;
hold on

```


```

```

plot([(idnewpre-
30):29],newpre((idnewpre):59,1),'Marker','*','MarkerSize',5,'Mark
erEdgeColor','g')
grid on;
hold on
plot([idnewpre-
30],newpre(idnewpre,1),'Marker','*','MarkerSize',5,'MarkerEdgeCo
lor','r')

xlabel('TIME SHIFT')
ylabel('CORRELATION COEFFS(r)')
title('CORRELATION GRAPH','FontSize',14)

[maxval,id]=max(abs(pre(:,1)));
maxval=pre(id,1);

%etiketa
if maxval>0
    text(0,maxval/1.2,['Shift = ',num2str(idnewpre-30),', Corr =
',num2str(newpre(idnewpre,1))],'FontSize',12,'BackgroundColor',[.
9 .7 .7])
else
    text(0,maxval,['Shift = ',num2str(idnewpre-30),', Corr =
',num2str(newpre(idnewpre,1))],'FontSize',12,'BackgroundColor',[.
9 .7 .7])
end

shift=idnewpre-30;

```

5.7 Συνάρτηση *regression*

Η συνάρτηση *regression* εκτελεί τις εξής ενέργειες:

- Υπολογίζει τις τιμές της αναγεννημένης χρονοσειράς χρησιμοποιώντας τη μέθοδο παλινδρόμησης.
- Εμφανίζει τη γραφική παράσταση των τιμών του πίνακα αναφοράς συναρτήσει των τιμών του υπό εξέταση πίνακα μετά την εφαρμογή της χρονικής μετατόπισης.

```
function [regr,sf]=regration(x,y);
```

```
%output
```

```
% sf    sfalma
```

```
% regr  generated data array
```

```
%input
```

```
% x     reference array
```

```
% y     truncated array (will be generated a new array)
```

```
figure;
```

```
plot(x(1:length(y)),y,'.')
```

```
xlabel('Ref Velocity Data')
```

```
ylabel('Exam Velocity Data')
```

```
title('VALUES GRAPH after time shift','FontSize',14)
```

```
%Methodos pallindromhshs
```

```
xmesi=0;
```

```
ymesi=0;
```

```
xsqrt=0;
```

```
sumxy=0;
```

```
limit1=length(x)
```

```

limit2=length(y)

if limit1<limit2
    limit=limit1;
elseif limit1==limit2
    limit=limit1;
else
    limit=limit2;
end

for i=1:limit
    xmesi= xmesi + x(i,1);
    ymesi= ymesi + y(i,1);
    xsqrt= xsqrt + (x(i,1)^2);
end

xmesi = xmesi / limit;
ymesi = ymesi / limit;

for i=1:limit
    sumxy = sumxy + (x(i,1)*y(i,1));
end

Sxy = sumxy - (limit * xmesi * ymesi);
Sxx = xsqrt - (limit * (xmesi^2));

b = Sxy / Sxx;
a = ymesi - (b*xmesi);

sf = 0;

```

```

%Anadimioyrgia pinaka timwn me pallindromhsh
for i=1:length(x)
    ynew(i,1)=a+(b*x(i,1));
end

%Eyresh sfalmatwn
for i=1:limit
    sf = sf + (y(i,1)-ynew(i,1))/limit ;
    sfpin(i)=(y(i,1)-ynew(i,1));
end

for i=1:length(ynew)
    ynew(i,1)= ynew(i,1)+ sf ; %Prosthesh sfalmatos
end

regr=ynew;

```

5.8 Συνάρτηση *direction*

Η συνάρτηση *direction* εκτελεί τις εξής ενέργειες:

- Υπολογίζει την αναγεννημένη χρονοσειρά των κατευθύνσεων, όπως αυτή προκύπτει από την μέθοδο μήτρας.

```

function
[direct,percent,megistapososta,newangle]=direction(pinakas1,pina
kas2,collRefAngle,collExamAngle);

```

```

limit1=length(pinakas1)

```

```

limit2=length(pinakas2)

```

```

if limit1<limit2
    limit=limit1;
elseif limit1==limit2
    limit=limit1;
else
    limit=limit2;
end

for i=1:limit
    first(i)=pinakas1(i,collRefAngle);
    sec2(i)=pinakas2(i,collExamAngle);
end

for j=1:16
    values(j,1)=1;
    flags(j)=0;
end

for k=1:length(sec2)

values((fix(first(k)/22.5)+1),(values((fix(first(k)/22.5)+1),1)+1))=s
ec2(k);
    values((fix(first(k)/22.5)+1),1)=
values((fix(first(k)/22.5)+1),1)+1;
end

for i=1:16
    for j=2:(values(i,1))
        %metatroph periexomenwn pinaka apo moires se
        tetarthmoria
        values(i,j)=fix(values(i,j)/22.5)+1;
    end
end

```

```

    end
end

for i=1:16
    for j=2:values(i,1)
        %katametrish plh8oys emfanishs ka8e tetarthmorioy ana
        seira
        flags(values(i,j))=flags(values(i,j)) + 1;
    end

    %apodosh metrishs se teliko pinaka
    for k=1:16
        telikos(i,k)=flags(k);
    end

    %mhdenismos arxikoy pinaka metrisewn gia
    epanaxrhshmpoihsh
    for j=1:16
        flags(j)=0;
    end
end

direct=telikos; %telikes times (pinakas epistrofhs)

for i=1:16
    sum =0;
    for j=1:16
        %metrish synoloy (ari8mhtika ana grammh) gia xrhsh sth
        metatroph se pososta
        sum = sum + telikos(i,j);
    end
end

```



```

%apodosh metrishs se pososto emfanishs
for k=1:16

    percent(i,k)=(telikos(i,k)/sum)*100;
end
end

%arxikopoihsh pinaka megistwn posostwn toy pinaka percent
for i=1:16
    for j=1:2
        megistapososta(i,j)=0;
    end
end

temp=percent;

%pinakas 16x2 tw n 2 isxyroterwn megistwn posostwn
for i=1:16
    [maxnum,megistapososta(i,1)]= max(temp(i,:));
    temp(i,megistapososta(i,1))=0;
    [maxnum,megistapososta(i,2)]= max(temp(i,:));
end

%epanadimioyrgia pinaka first me oles tis times V toy arxikoy
arxeioy Ref
for i=1:length(pinakas1)
    first(i)=pinakas1(i,collRefAngle);
end

for i=1:length(first)
    j=1 ;

```

```

flag=0;
PercentSum=0;
tyxaios=rand*100;

PercentSum=percent(fix(first(i)/22.5)+1,j);
if (tyxaios < PercentSum)
    flag=1;
    newangle(i,1)=first(i);
    newangle(i,2)=fix(first(i)/22.5)+1;
    newangle(i,3)=tyxaios;
    newangle(i,4)=flag;
end
while ((flag==0) & (j<16))
    j=j+1;
    PercentSum=PercentSum + (percent(fix(first(i)/22.5)+1,j));
    if (tyxaios < PercentSum)
        flag=j;
        newangle(i,1)=first(i);
        newangle(i,2)=fix(first(i)/22.5)+1;
        newangle(i,3)=tyxaios;
        newangle(i,4)=flag;
    end
end
end
end

```

5.9 Συνάρτηση *Exporter*

Η συνάρτηση *Exporter* εκτελεί τις εξής ενέργειες:

- Προετοιμάζει τα δεδομένα που θα αποθηκευθούν στο φύλλο εργασίας του Excel.
- Καλεί τη συνάρτηση `write2excel`.

```
function  
x=Exporter(FileRefStartTime,FileRefLoc,collRefV,collRefAngle,lengthPinA,FileExamLoc,collExamV,collExamAngle,lengthPinB,corr,shift,new,newangle);
```

```
% exporting the report file
```

```
MyDate= date;
```

```
MyTime=clock;
```

```
MyTime=strcat(strcat('Time...',num2str(MyTime(4)),':'),num2str(MyTime(5)));
```

```
%convert string to cell for correct writing in excel
```

```
MyDate=cellstr(MyDate);
```

```
MyTime=cellstr(MyTime);
```

```
%command uigetfile for save as window
```

```
[file,path] = uigetfile('.xls','Save Report As');
```

```
%File name in which we will save the data!!
```

```
filename = strcat(path,file);
```

```
FileRefStartTime=cellstr(strcat('Date  
:',num2str(FileRefStartTime(1,1)), ' Time  
:',num2str(FileRefStartTime(1,2))));
```

```
%creating the xls file
```

```
Excel = actxserver('Excel.Application');  
op = invoke(Excel.Workbooks,'Add');  
invoke(op, 'SaveAs',filename);  
invoke(Excel, 'Quit');  
delete(Excel)
```

```
[maxval,id]=max(abs(corr(:,1)));  
maxval=corr(id,1);
```

```
%writing in excel file
```

```
write2excel(filename,0,'A1',MyDate,'A2',MyTime,  
'C1',cellstr(FileRefLoc),'C2',cellstr(strcat('Reference Velocity Coll  
:',num2str(collRefV))),'C3',cellstr(strcat('Reference Angle Coll : '  
,num2str(collRefAngle))),'C4',cellstr(strcat('Reference Data  
Length : '  
,num2str(lengthPinA))),'C6',cellstr(FileExamLoc),'C7',cellstr(strca  
t('Exam Velocity Coll  
:',num2str(collExamV))),'C8',cellstr(strcat('Exam Angle Coll  
:',num2str(collExamAngle))),'C9',cellstr(strcat('Exam Data Length  
: ',num2str(lengthPinB)))));
```

```
write2excel(filename,0,'A5',cellstr(strcat('Correlation :  
,num2str(maxval))),'A6',cellstr(strcat('Time Shift :  
,num2str(shift*10),'min'))),'A12',{'Reference File Starting Date  
And Time'},'A13',FileRefStartTime,'B16',cellstr(strcat('Generated  
Array Data Length : ',num2str(length(new))))),'B17',{' Wind Speed  
'},'B18',new,'D17',{' Wind Angle '},'D18',newangle);
```

```
Excel = actxserver('Excel.Application');  
disp(['Opening Excel File ...(' filename ')']);  
op = invoke(Excel.Workbooks, 'open',filename);  
set(Excel, 'Visible', 1);
```

5.10 Συνάρτηση *write2excel*

Η συνάρτηση `write2excel` εκτελεί τις εξής ενέργειες:

- Δημιουργεί το φύλλο εργασίας του Excel που περιέχει τα αποτελέσματα των υπολογισμών, καθώς και τις αναγεννημένες χρονοσειρές.

```
function write2excel(fileloc,promptforsave,varargin)
```

```
%Uses ActiveX commands to write data_n into range_n in an  
%existing Excel
```

```
%spreadsheet. Inputs (excluding fileloc andpromptforsave)  
%must be paired.
```

```
%You may provide the target range (upper left
```

```
%cell to lower right cell) OR just the upper right cell. If
```

```
%the range is specified, the function will verify that the
```

```
% corresponding data block is the correct size, and give an
```

```
%error if not. (This may be useful for error checking, for  
%instance.)
```

```
% If only the upper left cell is provided, write2excel will
```

```
% compute the target range.
```

```
%
```

```
%(Please use caution, as you can now overwrite data pretty  
%easily.)
```

```
%
```

```
% Additionally, you may now specify cells by address % (eg.,  
%'H3') OR row, column
```

```
%(eg, '[3,8]').
```

```

if nargin < 4
    msgstr = sprintf('At a minimum, you must specify three input
arguments.\n\nThe first is a string indicating the location of the
excel file,\n\nthe second is a range to be written, and the third
contains the data to write.');
```

error(msgstr);

```
elseif ~iseven(nargin-2)
    msgstr = sprintf('Please enter input variables in
pairs...\n\n"write range",data,"write range",data')
    error(msgstr)
end

tmp = varargin;
sheetchanges = [];counter = 1;

for ii = 1:length(tmp)
    if ischar(tmp{ii}) & (strcmp(tmp{ii},'sheet1') |
strcmp(tmp{ii},'sheetname1'))
        sheetchanges(counter) = ii;
        counter = counter + 1;
    end
end

if ~isempty(sheetchanges)
    [sheetnames{1:length(sheetchanges)}] =
deal(varargin{sheetchanges+1});
end

[pathstr,name,ext] = fileparts(fileloc);

if isempty(ext)
    fileloc = [fileloc,'.xls'];
end

```

```

if isempty(pathstr)
    fileloc = which(fileloc,'-all');
    if size(fileloc,1) ~= 1
        error('File was either not located, or multiple locations
were found. Please reissue readfromexcel command, providing
absolute path to the file of interest.');
```

end

end

% Ensure that range sizes and data are size-matched

```

for ii = 1:2:nargin-2
    if ismember(ii,sheetchanges) | ismember(ii,sheetchanges + 1)
        continue
    end
```

% How are cells specified?

```

if any(ismember(double(varargin{ii}),[65:90,97:122]))
    addrtype = 'letternumber';
else
    addrtype = 'rowcol';
end
```

% Is range provided, or should it be auto-calculated?

```

autorange = isempty(findstr(varargin{ii},':'));
switch addrtype
    case 'letternumber'
        if autorange
            r1 {ii} = varargin{ii};
            [rx1,cx1] = an2nn(r1 {ii});
            rx2 = rx1 + size(varargin{ii+1},1)-1;
            cx2 = cx1 + size(varargin{ii+1},2)-1;
```

```

        r2 {ii} = nn2an(rx2,cx2);
    else
        tmp = findstr(varargin {ii}, ':');
        r1 {ii} = varargin {ii} (1:tmp-1);
        r2 {ii} = varargin {ii} (tmp+1:end);
        [rx1,cx1] = an2nn(r1 {ii});
        [rx2,cx2] = an2nn(r2 {ii});
    end
case 'rowcol'
    if autorange
        r1 {ii} = varargin {ii};
        [t,r]=strtok(r1 {ii}, ',');
        rx1 = str2num(t(2:end));
        cx1 = str2num(r(2:end-1));
        r1 {ii} = nn2an(rx1,cx1);
        rx2 = rx1 + size(varargin {ii+1},1)-1;
        cx2 = cx1 + size(varargin {ii+1},2)-1;
        r2 {ii} = nn2an(rx2,cx2);
    else
        tmp = findstr(varargin {ii}, ':');
        r1 {ii} = varargin {ii} (1:tmp-1);
        [t,r]=strtok(r1 {ii}, ',');
        rx1 = str2num(t(2:end));
        cx1 = str2num(r(2:end-1));
        r2 {ii} = varargin {ii} (tmp+1:end);
        [t,r]=strtok(r2 {ii}, ',');
        rx2 = str2num(t(2:end));
        cx2 = str2num(r(2:end-1));
        r1 {ii} = nn2an(rx1,cx1);
        r2 {ii} = nn2an(rx2,cx2);
    end
end

```



```

end

% Validate size match for target range, data block
if ~autorange
    sz = [rx2 - rx1 + 1, cx2 - cx1 + 1];
    switch class(varargin{ii+1})
        case {'double','cell'}
            sz2 = size(varargin{ii+1});
        case 'char'
            sz2 = [size(varargin{ii+1},1),1];
    end

    if ~isequal(sz,sz2)
        error(sprintf('Mismatched range/data size for
input pair %d. Specified range is %d x %d, data block is %d x
%d.',(ii+1)/2,sz(1),sz(2),sz2(1),sz2(2)));
    end
end
end

Excel = actxserver('Excel.Application');
Excel.Visible = 0;
w = Excel.Workbooks;

try
    excelarchive = invoke(w, 'open', fileloc);
catch
    invoke(Excel, 'quit');
    release(w);
    delete(Excel);
    error(sprintf('Sorry...unable to open file %s',fileloc));
end

```

```

Sheets = Excel.ActiveWorkBook.Sheets;
archive = Excel.Activesheet;
initval = get(archive,'Index');
archive.Unprotect;

% Read appropriate ranges into output variables
chgcount = 1;

for ii = 1:2:nargin-2
    if ismember(ii,sheetchanges)
        try
            sheet = get(Sheets,'Item',sheetnames{chgcount});
            invoke(sheet,'Activate');
            archive = Excel.Activesheet;
            chgcount = chgcount + 1;
            continue
        catch
            invoke(Excel, 'quit');
            release(w);
            delete(Excel);
            error(sprintf('\nUnable to find/open sheet
%s.',sheetnames{chgcount}));
        end
    elseif ismember(ii,sheetchanges + 1)
        continue
    end

    archiverange = get(archive, 'Range', r1 {ii}, r2 {ii});
    set(archiverange, 'value', varargin{ii+1});
    release(archiverange);
end

```

```
sheet = get(Sheets,'Item',initval);
invoke(sheet,'Activate');
```

```
if ~promptforsave
    invoke(excelarchive,'save');
end
```

```
invoke(Excel, 'quit');
release(excelarchive);
release(w);
delete(Excel);
```

%SUBFUNCTIONS

```
function k=iseven(x)
k = x/2==floor(x/2);
return
```

```
function [r, c] = an2nn(cr)
% convert alpha, number format to number, number format
t = find(isletter(cr));
t2 = abs(upper(cr(t))) - 64;
```

```
if(length(t2) == 2), t2(1) = t2(1) * 26;
end
```

```
c = sum(t2); r = str2num(cr(max(t) + 1:length(cr)));
```

```
return
```

```
function cr = nn2an(r, c)
% convert number, number format to alpha, number format
t = [floor((c - 1)/26) + 64 rem(c - 1, 26) + 65];

if(t(1)<65), t(1) = [];
end

cr = [char(t) num2str(r)];
```

6. Παρατηρήσεις

Παρατήρηση 1. Τελειώνοντας αυτό που θα πρέπει να κατανοηθεί στην συγκεκριμένη μέθοδο είναι ότι η συσχετιζόμενη χρονοσειρά που παράγεται ουσιαστικά γεννιέται από την αρχή. Δηλαδή εάν για παράδειγμα η χρονοσειρά αναφοράς ξεκινάει από τον Αύγουστο τότε και η συσχετιζόμενη χρονοσειρά θα ξεκινήσει από τον Αύγουστο αγνοώντας παντελώς τα δεδομένα της ελλιπής χρονοσειράς, που μας είναι όμως απαραίτητα για τους υπολογισμούς των συντελεστών συσχέτισης και γραμμικής παρεμβολής.

Παρατήρηση 2. Έχει παρατηρηθεί ότι ο συντελεστής συσχέτισης βελτιώνεται για δύο σταθμούς X και Y όσο αυξάνεται το υψόμετρο της περιοχής και αυτό είναι απολύτως φυσικό γιατί με την αύξηση του υψομέτρου οι δύο σταθμοί δεν επηρεάζονται από την μορφολογία της γύρω περιοχής

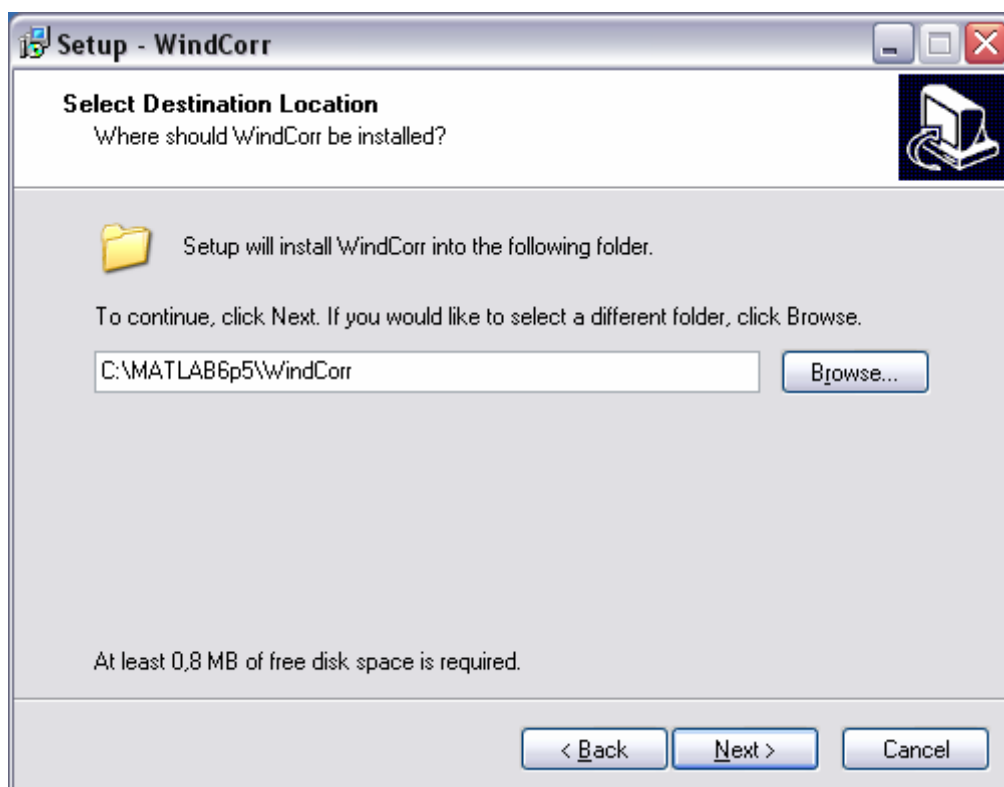
7. Εγχειρίδιο χρήσης του προγράμματος

7.2 Απαιτήσεις

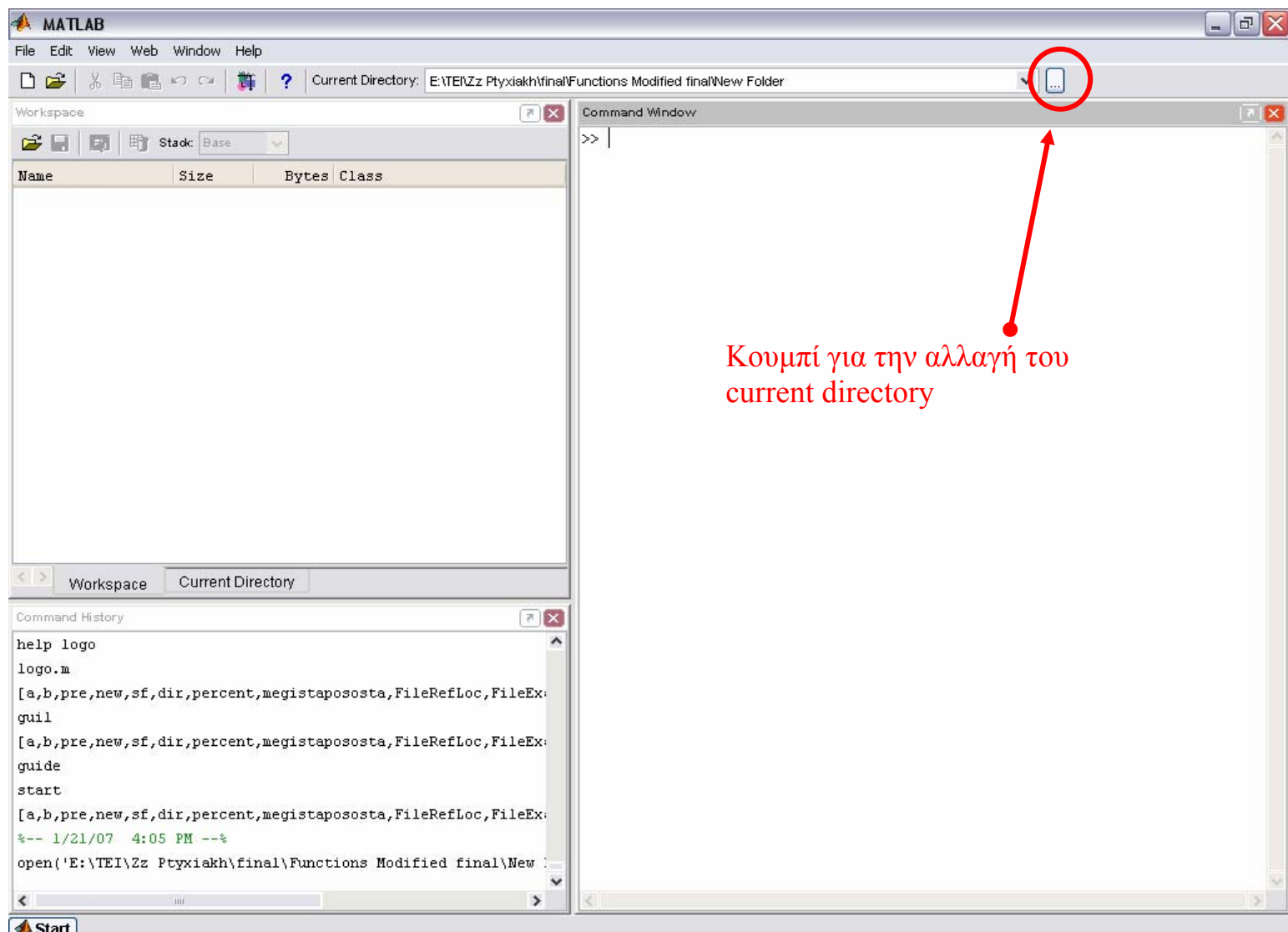
Ο υπολογιστής στον οποίο θα τρέχει το πρόγραμμα πρέπει να έχει εγκατεστημένα τα προγράμματα MATLAB και MS Excel. Συνίσταται η έκδοση του MATLAB να είναι από την 6.5 και άνω.

7.2 Εγκατάσταση

Κατά την εγκατάσταση πρέπει να επιλέξετε ως τόπο αποθήκευσης το φάκελο work του MATLAB (συνήθως C:\MATLAB6p5\work).

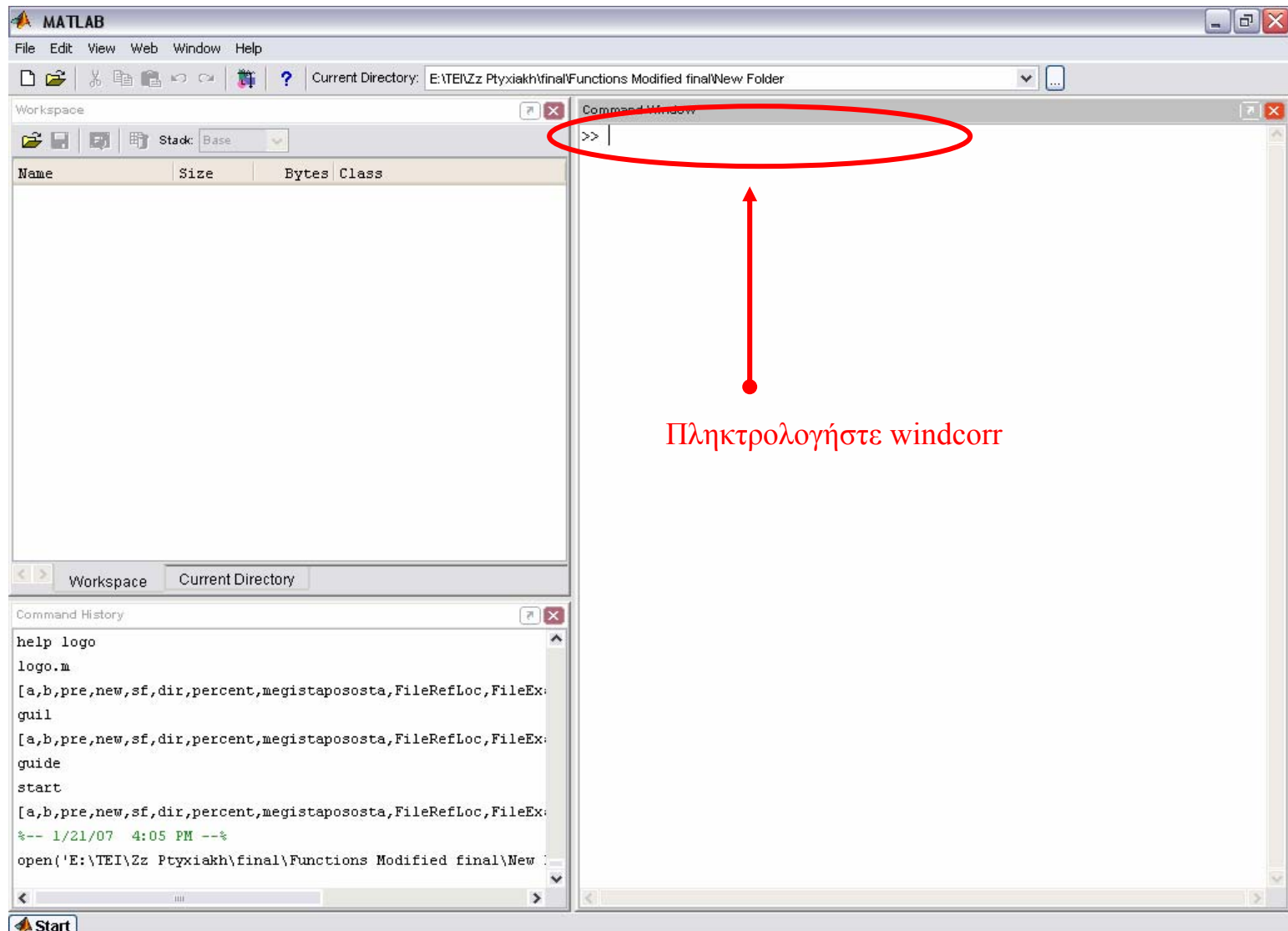


Εναλλακτικά, μπορείτε να ρυθμίσετε το current directory του MATLAB σε αυτό που είναι αποθηκευμένες οι συναρτήσεις.

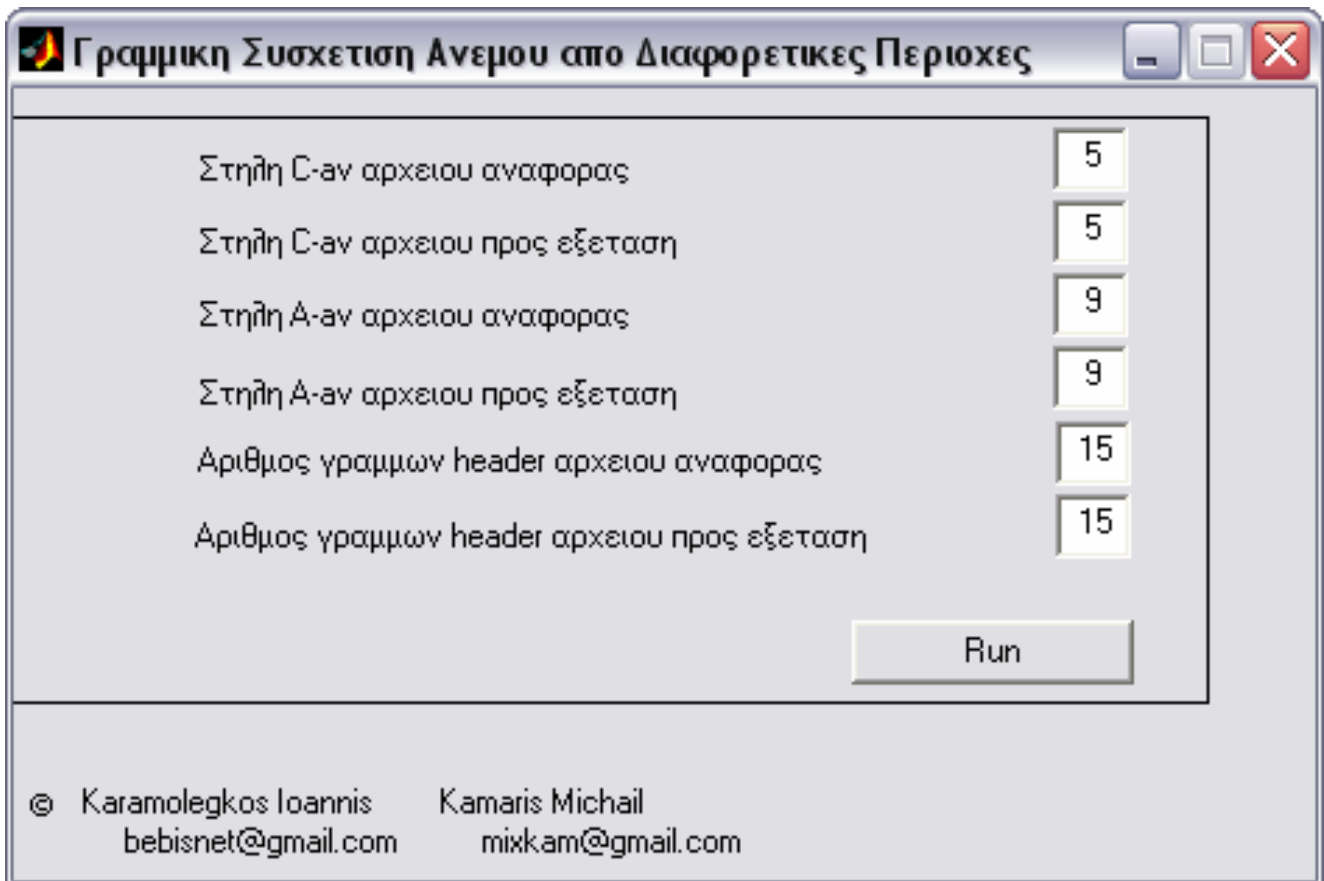


7.3 Εκτέλεση

Για να τρέξει το πρόγραμμα, πληκτρολογήστε `windcorr` στο παράθυρο εντολών του MATLAB.

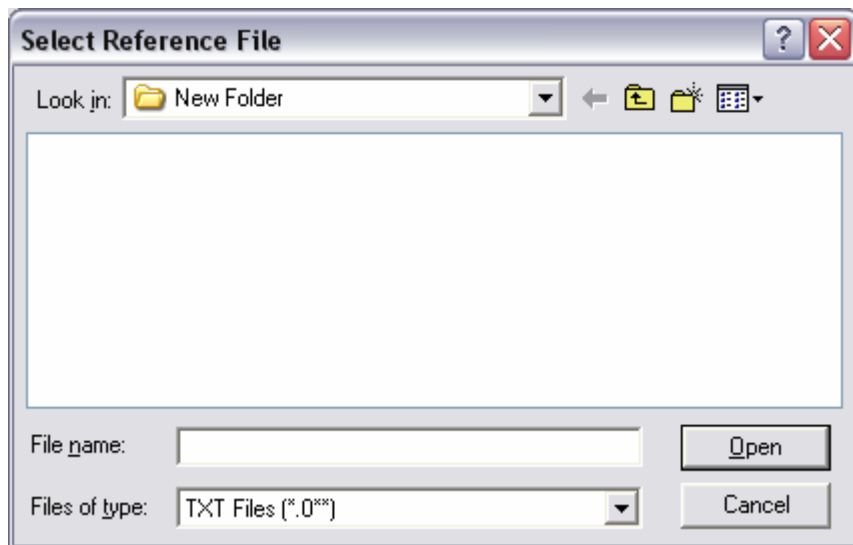


Στη συνέχεια εμφανίζεται το παράθυρο της εισόδου του προγράμματος.

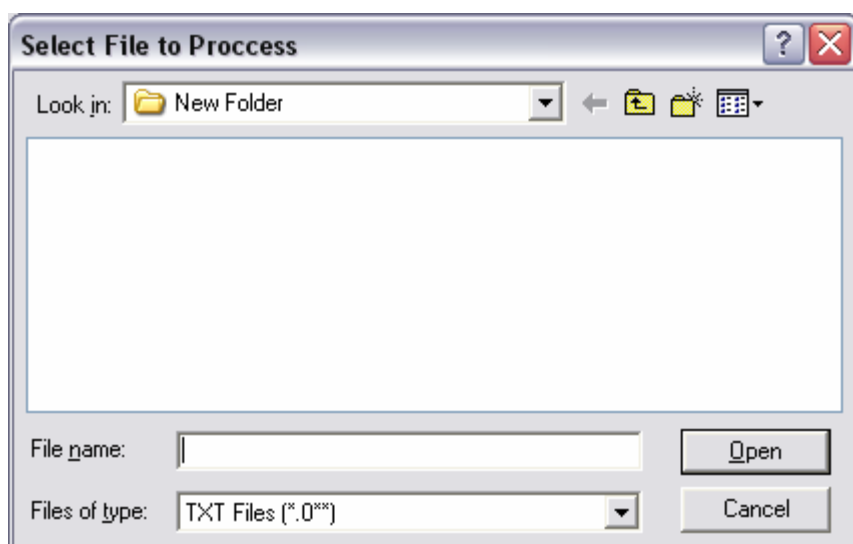


- C-av ⇒ στήλη που περιέχει τη μέση ένταση του ανέμου.
- A-av ⇒ στήλη που περιέχει τη μέση κατεύθυνση του ανέμου.
- Header ⇒ αριθμός γραμμών που θα παραληφθούν από την αρχή του αρχείου.

Με το κουμπί «Run» γίνεται η εκτέλεση του προγράμματος. Στο επόμενο βήμα ζητείται από τον χρήστη να επιλέξει το αρχείο αναφοράς (εικ. 1) και κατόπιν, το αρχείο προς εξέταση (εικ. 2).

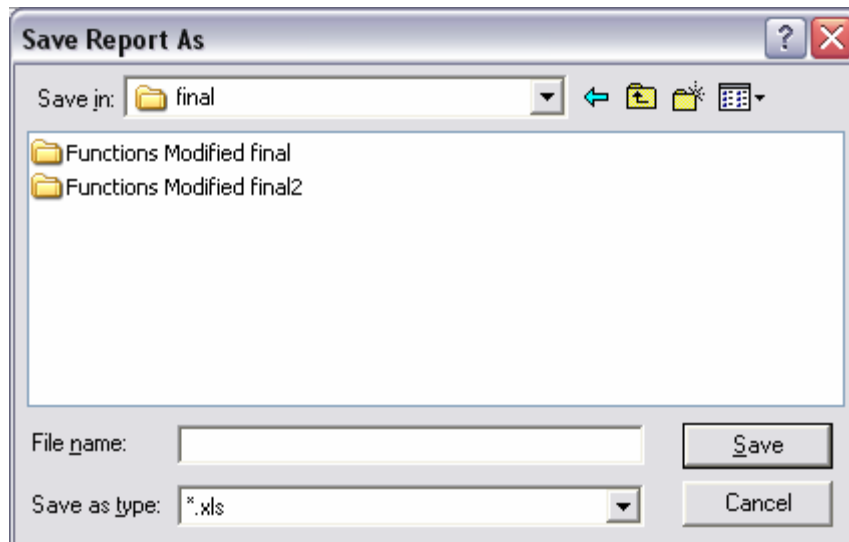


Εικόνα 1



Εικόνα 2

Στο επόμενο βήμα, εμφανίζεται η έξοδος του προγράμματος. Μόλις ολοκληρωθεί, ζητείται από τον χρήστη, στην περίπτωση που θέλει να αποθηκεύσει την αναφορά σε Excel, να εισάγει το επιθυμητό όνομα και την τοποθεσία αποθήκευσης του αρχείου.



Εικόνα 3

Αν γίνει αποθήκευση, γίνεται εκκίνηση του excel αυτόματα και προβάλλεται η αναφορά.

Παρατήρηση

Συνίσταται η χρήση αρχείων Excel για την είσοδο του προγράμματος.

Βιβλιογραφία

1. Τεχνική ανάλυσης διοικητικών και οικονομικών αποφάσεων. Οικονόμου Γ. – Αγιακλόγλου Χ. Εκδόσεις Ε. Μπένου 1997.
2. Μαθηματικά και στοιχεία στατιστικής ΥΠΕΠΘ – ΟΕΔΒ
Αδαμόπουλος Λεων.- Δαμιανού Χαρ. Σβέρκος Ανδ.
3. Πτυχιακή Εργασία Νίκου Παρανυχιανάκη ΤΕΙ Κρήτης
Τμήμα Ηλεκτρολογίας 2003
4. Wikipedia
5. World Wide Web