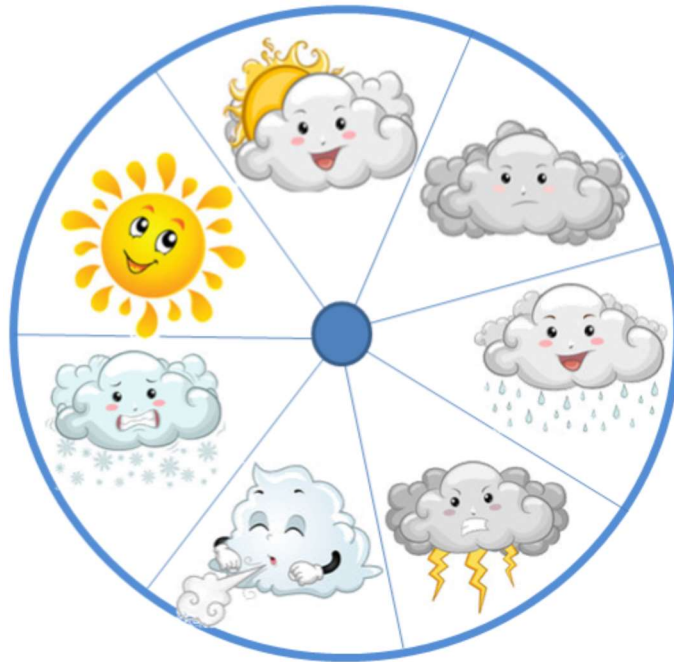




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Διπλωματική Εργασία

**«Βελτίωση βραχυπρόθεσμης τοπικής μετεωρολογικής
πρόγνωσης με χρήση δεδομένων τοπικής παρατήρησης»**



Καραλή Σοφία

Υπεύθυνος Καθηγητής: Δ. Κουτσογιάννης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2017



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Διπλωματική Εργασία

**«Βελτίωση βραχυπρόθεσμης τοπικής μετεωρολογικής
πρόγνωσης με χρήση δεδομένων τοπικής παρατήρησης»**

Καραλή Σοφία

Υπεύθυνος Καθηγητής: Δ. Κουτσογιάννης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Νιώθω την ανάγκη να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου απέναντι στους ανθρώπους που με βοήθησαν στην συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Δημήτρη Κουτσογιάννη για την ευκαιρία που μου έδωσε να εκπονήσω την παρούσα διπλωματική εργασία και για το γεγονός ότι ήταν πρόθυμος να συζητήσει για την πορεία της μαζί μου, όποτε το ζητούσα. Οι παρατηρήσεις και οι συμβουλές του ήταν πολύ σημαντικές. Για εμένα αποτελεί πρότυπο εκπαιδευτικού για το αντικείμενο του υδραυλικού μηχανικού.

Θα ήθελα ωστόσο να ευχαριστήσω τον Παναγιώτη Δημητριάδη, Δρα Πολιτικό Μηχανικό, διότι είχε την ιδέα του θέματος αυτής της διπλωματικής εργασίας και υποστήριξε από το πρώτο μέχρι το τελευταίο βήμα την υλοποίησή της. Τον ευχαριστώ για τις θεωρητικές κατανοήσεις που μου προσέφερε, για τις δεξιότητες που μου δίδαξε και την βοήθεια που μου προσέφερε όποτε υπήρχε ανάγκη.

Ευχαριστώ και τους Καθηγητές Νίκο Μαμάση και Διονυσία Παναγούλια, για τον χρόνο που αφιέρωσαν στην παρούσα εργασία. Είμαι χαρούμενη που συμμετείχαν στην εξεταστική επιτροπή.

Τέλος, ευχαριστώ τους ανθρώπους του περιβάλλοντός μου, που κάνουν την ζωή μου πλούσια σε εμπειρίες, ο καθένας με το δικό του μοναδικό τρόπο. Ανάμεσα τους είναι τα αδέρφια μου Κατερίνα και Δημήτρης, αλλά και οι φίλοι που είναι δίπλα μου σε κάθε μου βήμα μέχρι τώρα. Ένα ξεχωριστό «ευχαριστώ» οφείλω και στους γονείς μου Ευάγγελο και Ελένη για την υποστήριξη που μου προσέφεραν σε όλη τη διάρκεια της φοίτησης μου.

Καραλή Σοφία

Αθήνα, Νοέμβριος 2017

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ακρίβεια της βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης των κλιματικών συνθηκών του περιβάλλοντος είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ανάπτυξη στρατηγικών πρόβλεψης ελέγχου σε διάφορες εργασίες. Αν και οι μέθοδοι βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης για τη θερμοκρασία έχουν μελετηθεί εκτενώς, δεν υπάρχει αξιόπιστη πρόβλεψη για τις υπόλοιπες μεταβλητές που περιγράφουν την κατάσταση της ατμόσφαιρας, όπως είναι η ατμοσφαιρική πίεση, η ταχύτητα του ανέμου, η συνολική κατακρήμνιση και η σχετική υγρασία. Σε αυτή τη διπλωματική εργασία εξετάζεται η δυνατότητα χρήσης μετεωρολογικών δεδομένων πρόβλεψης και δεδομένων τοπικής παρατήρησης με σκοπό τη βελτίωση της βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης των μετεωρολογικών μεταβλητών.

Με βάση την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν, αναπτύσσονται νέες μέθοδοι πρόγνωσης των μεταβλητών ώστε με ένα γραμμικό συνδυασμό των δεδομένων παρατήρησης με ή χωρίς τα μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης να βελτιώνεται αποτελεσματικά η ακρίβεια της βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης (χρονικό βάθος έως 24 ώρες). Επιπλέον, διερευνάται η βραχυπρόθεσμη τοπική μετεωρολογική πρόγνωση με την αναζήτηση ανάλογων καταστάσεων, αλλά και ο συνδυασμός αυτού με τις μετεωρολογικές προβλέψεις.

Τέλος, μελετάται η μεταβολή των αποτελεσμάτων των μεθόδων πρόγνωσης σε διαφορετικά κλιματικά χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα, εφαρμόζονται οι ίδιες μέθοδοι πρόγνωσης σε σταθμούς που βρίσκονται σε περιοχές διαφορετικού ή παρόμοιου κλίματος και συγκρίνονται τα αποτελέσματα αυτών.

ABSTRACT

The accuracy of the short-term prediction of ambient conditions is particularly important for the development of predictive control strategies in various operations. Although the short-term prediction methods for outside air temperature have been extensively studied, reliable prediction methods for the other variables that describe the state of the atmosphere, such as atmospheric pressure, wind speed, total precipitation and humidity are yet to be established. Current diploma thesis discusses the possibility of using meteorological forecasting data with local observed data to improve short-term prediction of meteorological variables.

Based on the analysis of the collected data, new methods have been developed for all forecasting variables. It is found that a linear combination of observed data including or not meteorological forecasting data can effectively improve the accuracy of short-term prediction (less than 24 hours). In addition, short-term local weather forecast is investigated by searching for comparable situations, but also combining this with meteorological forecasting data.

Finally, we are studying the change of the results of forecasting methods on different climatic characteristics. In particular, same methods are applied for stations located in areas of different or similar climates and their results are compared.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	i
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	ix
ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ – ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1. Εισαγωγή στη Μετεωρολογία.....	1
1.1.1. Ορισμός – Ετυμολογία.....	1
1.1.2. Σκοπός της μετεωρολογίας	1
1.1.3. Σύντομη ιστορική αναδρομή	2
1.1.4. Λαϊκή μετεωρολογία.....	4
1.1.5. Τοπική μετεωρολογία	6
1.2. Αντικείμενο εργασίας	15
1.3. Διάρθρωση της εργασίας	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ	19
2.1. Γενικά.....	19
2.2. Για την ανάλυση όλων των μεταβλητών στο σταθμό της EMY	19
2.2.1. Μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης ατμοσφαιρικών μοντέλων	19
2.2.2. Δεδομένα τοπικής παρατήρησης	20
2.3. Διερεύνηση για τα χαρακτηριστικά του κλίματος	23
2.3.1. Χαρακτηριστικά κλίματος των περιοχών	23
2.3.2. Μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης ατμοσφαιρικών μοντέλων	26
2.3.3. Δεδομένα τοπικής παρατήρησης	27
2.4. Ατμοσφαιρικό μοντέλο πρόβλεψης ERA-Interim	29
2.4.1. Γενικά.....	29
2.4.2. Αφομοίωση δεδομένων	32
2.4.3. Μοντέλο πρόβλεψης	33
2.4.4. Σύστημα παρατηρήσεων	33
2.4.5. Συμπεράσματα	34
2.5. Τρόποι μέτρησης μετεωρολογικών μεταβλητών	35
2.5.1. Μέτρηση θερμοκρασίας.....	35
2.5.2. Μέτρηση ατμοσφαιρικής πίεσης.....	37
2.5.3. Μέτρηση ταχύτητας ανέμου	39
2.5.4. Μέτρηση κατακρήμνισης.....	40
2.5.5. Μέτρηση σχετικής υγρασίας.....	42
2.5.6. Τοποθέτηση σταθμού.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	45
3.1. Για την ανάλυση όλων των μεταβλητών στο σταθμός της EMY.....	45
3.1.1. Επεξεργασία πρωτογενών χρονοσειρών	45
3.1.2. Μέθοδοι πρόγνωσης	48
3.1.3. Διεξαγωγή αποτελεσμάτων.....	52
3.1.4. Συγκέντρωση αποτελεσμάτων	56
3.2. Διερεύνηση για τα χαρακτηριστικά του κλίματος	57
3.2.1. Επεξεργασία πρωτογενών χρονοσειρών	57

3.2.2. Μέθοδοι πρόγνωσης	58
3.2.3. Διεξαγωγή αποτελεσμάτων.....	60
3.2.4. Συγκέντρωση αποτελεσμάτων	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	63
4.1. Γενικές παρατηρήσεις για τους συντελεστές απόδοσης Nash-Sutcliffe των μεταβλητών του σταθμού της EMY	63
4.1.1. Θερμοκρασία	63
4.1.2. Ατμοσφαιρική πίεση	65
4.1.3. Ταχύτητα ανέμου	66
4.1.4. Συνολική κατακρήμνιση	68
4.1.5. Σχετική υγρασία.....	70
4.2. Γενικές παρατηρήσεις για τους συντελεστές βαρύτητας των μεθόδων των μεταβλητών του σταθμού της EMY	72
4.2.1. Θερμοκρασία	72
4.2.2. Ατμοσφαιρική πίεση	75
4.2.3. Ταχύτητα ανέμου	78
4.2.4. Συνολική κατακρήμνιση	80
4.2.5. Σχετική υγρασία.....	83
4.3. Συγκεντρωτικά και συγκριτικά αποτελέσματα για όλες τις μεταβλητές του σταθμού της EMY	85
4.3.1. Γενικές παρατηρήσεις για τους συντελεστές απόδοσης Nash-Sutcliffe όλων των μεταβλητών	85
4.3.2. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe μετεωρολογικής πρόβλεψης και μεθόδων πρόγνωσης	86
4.3.3. Σύγκριση των τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24.....	89
4.3.4. Σύγκριση μετρήσεων και προβλέψεων διαφορετικού χρονικού βάθους...	93
4.3.5. Γενικές παρατηρήσεις για τους συντελεστές βαρύτητας.....	95
4.4. Αποτελέσματα από τη διερεύνηση για τα χαρακτηριστικά του κλίματος.....	99
4.4.1. Σταθμός Αττικής.....	99
4.4.2. Σταθμός Λονδίνου	100
4.4.3. Σταθμός Μελβούρνης	101
4.4.4. Σταθμός Νέας Υόρκης	102
4.5. Σύγκριση των αποτελεσμάτων του συντελεστή απόδοσης των σταθμών Αττικής, Λονδίνου, Μελβούρνης και Νέας Υόρκης.....	104
4.6. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα.....	106
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	109
5.1. Γενικά συμπεράσματα	109
5.2. Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη.....	111
ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	113

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Τιμές και διαγράμματα του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεταβλητές του σταθμού της EMY

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Τιμές και διαγράμματα των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων για τις μεταβλητές του σταθμού ΕΜΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Τιμές και διαγράμματα του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεταβλητές των σταθμών Αττικής, Λονδίνου, Μελβούρνης και Νέας Υόρκης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: Τιμές των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων για τις μεταβλητές των σταθμών Αττικής, Λονδίνου, Μελβούρνης και Νέας Υόρκης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: Κώδικας MATLAB για το αναλογικό μοντέλο

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ: Σύγκριση τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 για το σταθμό της ΕΜΥ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1. Μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος (Πηγή: Ψύχα)	7
Σχήμα 1.2. Ένας παρατηρητής έξω από τη γη βλέπει την εκτροπή του ανέμου προς τα δεξιά λόγω της δύναμης Coriolis (Πηγή: Βίγκλας, 2007)	9
Σχήμα 1.3. Η κίνηση του ανέμου στους αντικυκλώνες (H) και στις υφέσεις (L) (Πηγή: Βίγκλας, 2007)	10
Σχήμα 1.4. Αριστερά: θαλάσσια αύρα, Δεξιά: απόγειος αύρα (Πηγή: Βίγκλας, 2007) .	12
Σχήμα 1.5. Μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα υδρατμών ανά χιλιόγραμμο αέρα για διάφορες θερμοκρασίες στο ύψος της θάλασσας (Πηγή: Βίγκλας, 2007).....	13
Σχήμα 2.1. Θερμόμετρο εντός του κλωβού (Πηγή: Ψύχα).....	36
Σχήμα 2.2. Υδραργυρικά βαρόμετρα (Πηγή: Αναγνωστοπούλου, 2006)	38
Σχήμα 2.3. Αριστερά: ανεροειδές βαρόμετρο, Δεξιά: βαρογράφος (Πηγή: Αναγνωστοπούλου, 2006).....	39
Σχήμα 2.4. Αριστερά: καπελλοφόρο ανεμόμετρο, Δεξιά: ανεμόμετρο έλικας (Πηγή: http://www.northmeteo.gr/bibliothiki/meteorologia/meteorologikoi-stathmoi/)	40
Σχήμα 2.5. Αριστερά: τυπικό βροχόμετρο, Δεξιά: ηλεκτρονικό βροχόμετρο (Πηγή: Αναγνωστοπούλου, 2006).....	41

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1. Προσδιορισμός του κυττάρου του πλέγματος των προβλέψεων για το σταθμό της EMY	20
Πίνακας 2.2. Χαρακτηριστικά του σταθμού της EMY στο Ελληνικό	21
Πίνακας 2.3. Χαρακτηριστικά των δεδομένων των μεταβλητών του σταθμού της EMY στο Ελληνικό.....	21
Πίνακας 2.4. Συγκεντρωτικά κλιματικά χαρακτηριστικά των περιοχών (προσεγγιστικά)	25
Πίνακας 2.5. Προσδιορισμός του κυττάρου του πλέγματος των προβλέψεων για το σταθμό της Αττικής	26
Πίνακας 2.6. Προσδιορισμός του κυττάρου του πλέγματος των προβλέψεων για το σταθμό του Λονδίνου.....	26
Πίνακας 2.7. Προσδιορισμός του κυττάρου του πλέγματος των προβλέψεων για το σταθμό της Μελβούρνης.....	26
Πίνακας 2.8. Προσδιορισμός του κυττάρου του πλέγματος των προβλέψεων για το σταθμό της Νέας Υόρκης.....	26
Πίνακας 2.9. Χαρακτηριστικά του σταθμού στην Αττική	27
Πίνακας 2.10. Χαρακτηριστικά του σταθμού στο Λονδίνο	27
Πίνακας 2.11. Χαρακτηριστικά του σταθμού στη Μελβούρνη.....	27
Πίνακας 2.12. Χαρακτηριστικά του σταθμού στη Νέα Υόρκη	27
Πίνακας 2.13. Χαρακτηριστικά δεδομένων θερμοκρασίας των σταθμών	28
Πίνακας 2.14. Χαρακτηριστικά δεδομένων ταχύτητας ανέμου των σταθμών	28
Πίνακας 3.1. Μονάδες μέτρησης μετεωρολογικών δεδομένων πρόβλεψης και δεδομένων παρατήρησης για το σταθμό της EMY.....	45
Πίνακας 3.2. Αποδεκτές τιμές ορίων ελέγχου για το σταθμό της EMY.....	47
Πίνακας 3.3. Τιμές παραμέτρων g και h του αναλογικού μοντέλου για κάθε μεταβλητή για το σταθμό της EMY.....	55
Πίνακας 3.4. Μονάδες μέτρησης μετεωρολογικών δεδομένων πρόβλεψης και δεδομένων μέτρησης για τους σταθμούς σε Αττική, Λονδίνο, Μελβούρνη και Νέα Υόρκη.....	57
Πίνακας 3.5. Τιμές παραμέτρων g και h του αναλογικού μοντέλου για κάθε μεταβλητή για τους σταθμούς σε Αττική, Λονδίνο, Μελβούρνη και Νέα Υόρκη	60

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 4.1. Συγκριτικό διάγραμμα συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe της μεθόδου ΣΜ24 για όλες τις μεταβλητές, σταθμός ΕΜΥ	85
Διάγραμμα 4.2. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe της μετεωρολογικής πρόβλεψης με τις μεθόδους ΣΜ24 και ΣΠΜ24, 3ωρη πρόγνωση	87
Διάγραμμα 4.3. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe της μετεωρολογικής πρόβλεψης με τις μεθόδους ΣΜ24 και ΣΠΜ24, 6ωρη πρόγνωση	88
Διάγραμμα 4.4. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe της μετεωρολογικής πρόβλεψης με τις μεθόδους ΣΜ24 και ΣΠΜ24, 9ωρη πρόγνωση	88
Διάγραμμα 4.5. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe της μετεωρολογικής πρόβλεψης με τις μεθόδους ΣΜ24 και ΣΠΜ24, 12ωρη πρόγνωση	88
Διάγραμμα 4.6. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία, 3ωρη πρόγνωση	90
Διάγραμμα 4.7. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία, 12ωρη πρόγνωση	90
Διάγραμμα 4.8. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου, 3ωρη πρόγνωση	91
Διάγραμμα 4.9. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου, 12ωρη πρόγνωση	91
Διάγραμμα 4.10. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση, 3ωρη πρόγνωση	92
Διάγραμμα 4.11. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση, 3ωρη πρόγνωση	92
Διάγραμμα 4.12. Σύγκριση των προγνώσεων από διαφορετικές χρονικές στιγμές με τις αντίστοιχες μετρήσεις - σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία	94
Διάγραμμα 4.13. Σύγκριση των προγνώσεων από διαφορετικές χρονικές στιγμές με τις αντίστοιχες μετρήσεις - σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου.....	94
Διάγραμμα 4.14. Σύγκριση των προγνώσεων από διαφορετικές χρονικές στιγμές με τις αντίστοιχες μετρήσεις - σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση.....	95
Διάγραμμα 4.15. Διάγραμμα «Συντελεστές βαρύτητας μεθόδου ΣΜ10 - Χρονικά βήματα πίσω» για όλες τις μεταβλητές του σταθμού της ΕΜΥ, 3ωρη πρόγνωση	96
Διάγραμμα 4.16. Διάγραμμα με τους συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 για όλα τα χρονικά βήματα πρόγνωσης για τη θερμοκρασία, σταθμός ΕΜΥ (αναφέρεται στις τιμές του Πίνακα Β.2 του Παραρτήματος Β)	97
Διάγραμμα 4.17. Διαγράμματα συντελεστών βαρύτητας μεθόδου ΣΠΜ1 για το σταθμό ΕΜΥ, θερμοκρασία (αριστερά) και ταχύτητα ανέμου (δεξιά)	98

Διάγραμμα 4.18. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία.....	98
Διάγραμμα 4.19. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe των σταθμών για τη μέθοδο ΣΜ24, θερμοκρασία	104
Διάγραμμα 4.20. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe των σταθμών για τη μέθοδο ΣΜ24, ταχύτητα ανέμου	104
Διάγραμμα 4.21. Συνολική σύγκριση μετεωρολογικής πρόβλεψης, στοχαστικών μεθόδων και μεθόδων συνδυασμού	106

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ – ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

CIRES	Cooperative Institute for Research in Environmental Science
ECMWF	European Centre for Medium - Range Weather Forecasts
FGGE	First GARP Global Experiment
IFS	Integrated Forecasting System
JMA	Japan Meteorological Agency
NCEP	National Centers for Environmental Prediction
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
WMO	World Meteorological Organization
AM	Αναλογικό μοντέλο
B1	Benchmark model 1 (η πρόγνωση ισούται με τη μέση τιμή των μετρήσεων)
B2	Benchmark model 2 (η πρόγνωση ισούται με τη μέτρηση της στιγμής πρόγνωσης)
EMY	Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία
ΣΜ1	Στοχαστική μέθοδος 1 μέτρησης
ΣΜ10	Στοχαστική μέθοδος 10 μετρήσεων
ΣΜ24	Στοχαστική μέθοδος 24 μετρήσεων
ΣΠΑΜ	Μέθοδος συνδυασμού μετεωρολογικής πρόβλεψης και αναλογικού μοντέλου
ΣΠΜ1	Μέθοδος συνδυασμού μετεωρολογικής πρόβλεψης και 1 μέτρησης
ΣΠΜ10	Μέθοδος συνδυασμού μετεωρολογικής πρόβλεψης και 10 μετρήσεων
ΣΠΜ24	Μέθοδος συνδυασμού μετεωρολογικής πρόβλεψης και 24 μετρήσεων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Εισαγωγή στη Μετεωρολογία

1.1.1. Ορισμός – Ετυμολογία

Η Μετεωρολογία αποτελεί κλάδο των Φυσικών επιστημών, με κύριο αντικείμενο την έρευνα των φαινομένων που παρατηρούνται στην ατμόσφαιρα της γης και ειδικότερα με τη συστηματική μελέτη των μεταβολών της ατμοσφαιρικής πίεσης, της θερμοκρασίας, της υγρασίας, των ανέμων, της νέφωσης και των διαφόρων κατακρημνισμάτων (βροχή, χιόνι, χαλάζι κ.ά.), ενώ ταυτόχρονα διερευνά και τα αίτια που προκαλούν τις μεταβολές αυτές, βάσει των οποίων μεταβαίνει και στην πρόγνωση του καιρού (Κουτσογιάννης, 2000). Η Μετεωρολογία ασχολείται επίσης με την εξαρτημένη συμπεριφορά των προαναφερθέντων μεταβλητών, αλλά και με τις αλληλεπιδράσεις τους με την επιφάνεια της γης, τους ωκεανούς, καθώς και τα έμβια όντα.

Ο όρος μετεωρολογία προέρχεται από την αρχαία Ελληνική λέξη μετέωρον, με την οποία χαρακτηριζόταν κάθε αντικείμενο που αιωρείται στην ατμόσφαιρα καθώς επίσης και οτιδήποτε γίνεται ορατό ή και λαμβάνει χώρα στην ατμόσφαιρα της γης: ηλεκτρικά μετέωρα (αστραπή, κεραυνός, κ.λπ.), υδατώδη μετέωρα (βροχή, χιόνι, ομίχλη κ.λπ.).

1.1.2. Σκοπός της μετεωρολογίας

Ο σκοπός της μετεωρολογίας δεν είναι μονοσήμαντος και έχει αρκετές οπτικές, οι οποίες συγκεντρώνονται στα παρακάτω (Πυθαρούλης, 2017):

1. Η παρουσίαση μιας αντιπροσωπευτικής και ολοκληρωμένης στιγμιαίας εικόνας των καιρικών φαινομένων της περιοχής ενδιαφέροντος.
2. Η πλήρη κατανόηση των ατμοσφαιρικών κινήσεων που σχετίζονται άμεσα με τα καιρικά φαινόμενα, ή αποτελούν σημαντικά στοιχεία της γενικής κυκλοφορίας.
3. Η εφαρμογή γνωστών θεωρητικών ή/και ιδεατών προτύπων.

4. Η δημιουργία θεωρητικών προτύπων της ατμόσφαιρας, με απώτερο σκοπό την ανάλυση, τη μελέτη, την πλήρη κατανόηση, και τέλος τη σωστή πρόγνωση του καιρού.

1.1.3. Σύντομη ιστορική αναδρομή

Στην ενότητα αυτή πραγματοποιείται σύντομη ιστορική αναδρομή της μετεωρολογίας βάσει του βιβλίου *Εισαγωγή στη μετεωρολογία* του Βίγκλα (2007).

Ο άνθρωπος από τα πρώτα βήματά του στη γη, ήταν εκτεθειμένος στις κάθε είδους ατμοσφαιρικές μεταβολές και μάλιστα στεκόταν απορημένος και ανίσχυρος μπροστά σε μια ατμόσφαιρα ανήσυχη και ταραγμένη. Από τη στιγμή που εγκαταλείπει τη ζωή του κυνηγού-νομάδα και εγκαθίσταται μόνιμα σε ένα τόπο, οι διάφορες δραστηριότητές του (γεωργία, κτηνοτροφία, κ.λπ.) επηρεάζονται άμεσα από τον παράγοντα καιρό που ρυθμίζει καθοριστικά την οικονομία ενός τόπου.

Παρότι πέρασαν χιλιάδες χρόνια από τότε ακριβώς το ίδιο ισχύει και σήμερα, διότι όσο και αν προστατεύουμε τις καλλιέργειες και την κτηνοτροφική παραγωγή, οι αγροί, τα ζώα, οι πόλεις, οι συγκοινωνίες μας είναι ακόμα εκτεθειμένα στις καταιγίδες, στο χαλάζι, στον παγετό, στην ξηρασία, στις πλημμύρες.

Τον όρο μετεωρολογία χρησιμοποίησε στα αρχαία χρόνια ο Πλάτων (Φαίδρος 270Α) με την έννοια της έρευνας των μετεώρων. Αργότερα ο Αριστοτέλης με το έργο του «Μετεωρολογικά» στο οποίο μελετά τον αέρα, το νερό και το σεισμό, έδωσε στον όρο τη σημερινή του έννοια. Τα «Μετεωρολογικά» του Αριστοτέλη αποτέλεσαν τη βάση της Μετεωρολογίας μέχρι και τις αρχές του 17^{ου} αιώνα.

Βέβαια και άλλοι πολιτισμοί έκαναν μετεωρολογικές παρατηρήσεις, οι Χαλδαίοι για τα νέφη, τον άνεμο, τις θύελλες τις αστραπές, αλλά και για διάφορα οπτικά φαινόμενα της ατμόσφαιρας και ιδιαίτερα για την άλω (:το φαινόμενο που προκαλείται από τη διάθλαση και ανάκλαση του ηλιακού ή σεληνιακού φωτός πάνω στους παγοκρυστάλλους των νεφών), οι Βαβυλώνιοι που χρησιμοποιούσαν ανεμολόγιο οκτώ ρόμβων και προσδιόριζαν τα τέσσερα κύρια σημεία του ορίζοντα από όπου πνέει ο άνεμος. Ωστόσο, οι Έλληνες ήταν αυτοί που έκαναν πρώτοι μετεωρολογικές παρατηρήσεις τις οποίες κατέγραφαν σε πινακίδες που ονομάζονταν

παραπήγματα. Σπαράγματα από ένα τέτοιο παράπηγμα βρέθηκαν στη Μίλητο και φυλάσσονται σήμερα στο Βρετανικό μουσείο.

Η εξέλιξη της μετεωρολογίας τα νεότερα χρόνια συμπίπτει όπως είναι φυσικό με την ανάπτυξη της φυσικής και της χημείας. Μεταξύ των πρώτων συστηματικών ημερήσιων παρατηρήσεων αναφέρονται αυτές του Γουλιέλμου Merle, εφημέριου του Driby της Αγγλίας για τα έτη 1331–1338, και του Φερδινάνδου Β΄ της Τοσκάνης που γύρω στα 1653 οργάνωσε δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών και ημερήσιων παρατηρήσεων στη βόρεια Ιταλία.

Από το έτος 1820 αρχίζει σταδιακά η συλλογή των διαφόρων μετεωρολογικών παρατηρήσεων, η επεξεργασία τους και η καταχώρησή τους σε ειδικούς χάρτες. Η επανάσταση όμως στη μετεωρολογία έρχεται με την ανακάλυψη του τηλεγράφου από το Μορς, το 1843, και την πόντιση θαλάσσιων τηλεγραφικών καλωδίων που κατέστησαν δυνατή την επικοινωνία και την ανταλλαγή μετεωρολογικών πληροφοριών ώστε να συνταχθούν και να χαραχθούν ημερήσιοι χάρτες καιρού για μεγάλα τμήματα της γης και η έκδοση προγνώσεων μιας ή δυο ημερών, για τον καιρό και τις θύελλες. Το 1900 με την εφεύρεση της ασύρματης τηλεγραφίας από τον Tesla και το Marconi η μετεωρολογία γνώρισε ακόμη μεγαλύτερη ανάπτυξη αφού τώρα ήταν δυνατή η επικοινωνία και με τα πλοία και η έκδοση ακριβέστερων καιρικών χαρτών για ακόμη μεγαλύτερες γεωγραφικές περιοχές.

Το 1839 αρχίζει και στην Ελλάδα, στην Αθήνα η πραγματοποίηση συστηματικών μετεωρολογικών παρατηρήσεων, από τον τότε διευθυντή του Αστεροσκοπείου Γ. Βούρη, ενώ παράλληλα οργανώνεται η μετεωρολογία ως ξεχωριστό τμήμα μέσα στο Αστεροσκοπείο. Το 1890 γίνεται η εγκατάσταση μικρού δικτύου μετεωρολογικών σταθμών από τον νέο διευθυντή του Αστεροσκοπείου, καθηγητή Δ. Αιγινήτη. Το 1931 με τον νόμο 5258, το τμήμα της μετεωρολογίας αποσπάται από το Αστεροσκοπείο και υπάγεται στο Υπουργείο Αεροπορίας. Κάπως έτσι φτάνουμε και στη σημερινή Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, την ΕΜΥ.

Ο καιρός, από τη φύση του, δεν κάνει διακρίσεις εθνικές, φυλετικές, οικονομικές ή κοινωνικές. Επειδή λοιπόν ο καιρός δεν γνωρίζει σύνορα κρατών, η ανάγκη μιας διεθνούς συνεργασίας ιδιαίτερα στον τομέα της ανταλλαγής παρατηρήσεων, πληροφοριών και προγνώσεων έγινε από νωρίς επιτακτική. Η πρώτη διεθνής

συνεργασία μεταξύ των επίσημων μετεωρολογικών υπηρεσιών έγινε με τη σύγκλιση του «Διεθνούς Μετεωρολογικού Συνεδρίου» το 1853 στις Βρυξέλλες, του δεύτερου το 1873 στη Βιέννη, κ.λπ.. Συστάθηκε επίσης μια «Διεθνή Μετεωρολογική Επιτροπή» που στην Ουάσιγκτον, τον Οκτώβριο του 1947, δίνει τη θέση της στον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO), στον οποίο το 1949 η Ελλάδα γίνεται μέλος με επικύρωση της ιδρυτικής του σύμβασης με νόμο. Η αρχή της ισχύος της σύμβασης αυτής για όλα τα κράτη ήταν η 23 Μαρτίου 1950 και για το λόγο αυτό η ημερομηνία αυτή καθιερώθηκε ως η Παγκόσμια ημέρα της Μετεωρολογίας.

1.1.4. Λαϊκή μετεωρολογία

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στην λαϊκή μετεωρολογία βάσει του βιβλίου *Εισαγωγή στη μετεωρολογία* του Βίγκλα (2007).

Η μεγάλη πείρα που αποκτά σταδιακά ο λαός πάνω στην εναλλαγή και στην ποικιλία των μετεωρολογικών φαινομένων, οδηγεί κάποιους σε ορισμένες γενικεύσεις, οι οποίες περνάνε από γενιά σε γενιά με σχετικά γνωμικά και παροιμίες. Αν και συνήθως τοπικού ενδιαφέροντος οι λαϊκές αυτές μετεωρολογικές γνώσεις είτε έχουν προγνωστικό χαρακτήρα είτε απλώς διαπιστώνουν τις μετεωρολογικές συνθήκες οι οποίες επικρατούν κατά τις διάφορες εποχές και τη σχέση τους με την αποτελεσματικότητα των γεωργικών εργασιών. Οι γνώσεις αυτές άλλοτε είναι δυνατόν να εξηγηθούν επιστημονικά και άλλοτε πάλι όχι. Ο λαός, για παράδειγμα, από την αρχαιότητα έχει κάποια «σημάδια» κυρίως στα βουνά, που είναι ενδεικτικά της βροχής. Παραδείγματα αποτελούν τα εξής: οι Αθηναίοι κοίταζαν προς τον Υμηττό, ενώ στην περιοχή του Σαρωνικού έβλεπαν προς την κορυφή της Αίγινας όπου υπήρχε το ιερό του Ελλανίου Διός, οι Θεσσαλοί είχαν για τον προφήτη του καιρού ως και ιερό, το ιερό του Ομβρίου Διός στο Πήλιο, οι δε Μακεδόνες κοιτούσαν προς τον Άθω και τον Όλυμπο, κ.λπ..

Μερικά από τα χαρακτηριστικά σημεία που «διαβάζει» ο λαός είναι: ουρανός καλυμμένος με θυσανωσφείτες ή με νέφη, τα οποία κοινώς καλούνται «πρόβατα» σημαίνει κακοκαιρία, νέφη που κατά την ανατολή του Ηλίου διαλύονται ή απομακρύνονται προς τα δυτικά, όσο ο Ήλιος ανέρχεται πάνω από τον ορίζοντα, σημαίνει ωραία ημέρα, Ήλιος λευκός και χωρίς έντονη λάμψη σημαίνει βροχή και «σκοτεινό» καιρό, («άσπρος Ήλιος, μαύρ' ημέρα»), όταν ο Ήλιος «καίει» πολύ και η

ατμόσφαιρα είναι πνιγηρή σημαίνει βροχή, ουρανός με ερυθρό χρώμα πριν την ανατολή του Ήλιου, το οποίο εξαφανίζεται μόλις ο Ήλιος ανατείλει, είναι σημείο βροχής, Ήλιος που δύει σε ουρανό πορτοκαλόχρου χωρίς νέφη, σημαίνει ωραίο καιρό, ενώ όταν ο ουρανός είναι ερυθρός σημαίνει άνεμο, άλως γύρω από μια Σελήνη μερικά καλυμμένη σημαίνει βροχή, μικρή και ομαλή ταινία νεφών, αιωρούμενη λίγο πάνω από τον ορίζοντα, (λέγεται και «φρύδι»), σημαίνει ότι θα συνεχιστεί ο δυνατός άνεμος που πνέει, τον χειμώνα μετά από καλό καιρό, όταν οι τοίχοι και οι πέτρες υγραίνονται, (λέγεται ότι «ιδρώνουν»), και οι κορυφές των λόφων περιβάλλονται από νέφη λένε ότι έρχεται βροχή, αίθρια νύχτα με έντονη δροσιά σημαίνει καλό καιρό για μεγάλο διάστημα, όταν τα αστέρια λάμπουν ζοηρά είναι σημείο ότι έρχεται κακοκαιρία ενώ η λάμψη τους είναι ασθενής όταν ο καιρός είναι καλός.

Επίσης από την παρατήρηση της συμπεριφοράς των ζώων εξάγονται προγνώσεις όπως όταν τα θαλάσσια πτηνά εγκαταλείπουν από το πρωί τις φωλιές τους στα βράχια των ακτών και πετούν μακριά στο πέλαγος είναι σημείο καλού καιρού και μέτριου ανέμου, ενώ όταν αντίθετα μένουν κοντά στην ακτή ή πετάνε προς τη ξηρά είναι σημείο κακοκαιρίας. Επίσης κακοκαιρία προδηλώνει η χαμηλή πτήση των χελιδονιών κοντά στο έδαφος που προαναγγέλλει συνήθως βροχή, όταν οι γάτες γλείφονται, τα πουλιά καθαρίζουν τα φτερά τους, οι μύγες τσιμπούν πολύ, οι κόττες ξύνονται και καλύπτονται με χώμα, τα υδρόβια πουλιά χτυπούν τα πτερά τους και κάνουν το μπάνιο τους, τα ψάρια πηδούν έξω από το νερό, κ.λπ.. Χαρακτηριστικό είναι ότι και οι άνθρωποι, ειδικά οι ρευματοπαθείς και όσοι έχουν κάποιο παλιό σπάσιμο αισθάνονται πόνους και αδιαθεσία όταν πλησιάζει καταιγίδα ή βροχή.

Επίσης διατηρείται μέχρι σήμερα, (κυρίως από τους γεροντότερους), η συνήθεια της παρατήρησης της κατάστασης της ατμόσφαιρας κατά τις πρώτες μέρες του Αυγούστου για την εξαγωγή προγνώσεων καιρού για τους μήνες ολόκληρου του έτους, (τα γνωστά μερομήνια). Τα μερομήνια (ή μηναλλάγια ή καταμηνάτα) είναι οι πρώτες δώδεκα συνήθως μέρες του Αυγούστου, κατά τις οποίες ο λαός παρατηρώντας καιρικά σημάδια και φαινόμενα και γενικότερα την καιρική κατάσταση, μαντεύει τον καιρό που θα παρουσιάσουν οι μήνες ολόκληρου του έτους. Σύμφωνα με αυτή την πρωτότυπη λαϊκή μετεωρολογική μαντική τέχνη τα σημάδια του καιρού της πρώτης μέρας του Αυγούστου αντιστοιχούν με τον καιρό του επόμενου Αυγούστου, ή Σεπτεμβρίου ή Ιανουαρίου, ανάλογα των δοξασιών της κάθε

περιοχής. Σε κάποιες περιοχές δε τα μερομήνια αρχίζουν από τις 20 ή από τις 24 ή 25 Ιουλίου. Η συνήθεια αυτή έχει τις ρίζες της στην αρχαιότητα όπου επικρατούσε η πεποίθηση ότι είναι δυνατή η πρόγνωση του καιρού κατά την έναρξη σπουδαίων περιόδων του έτους.

1.1.5. Τοπική μετεωρολογία

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται οι μετεωρολογικές μεταβλητές θερμοκρασίας, πίεσης, ανέμου, βροχής και υγρασίας σε τοπική κλίμακα και εξηγείται ο τρόπος σχηματισμού και εξέλιξης της κάθε μιας ξεχωριστά.

Σημειώνεται ότι εξετάζονται οι συγκεκριμένες μεταβλητές καθώς αυτές μελετώνται και αναλύονται στα επόμενα κεφάλαια. Οι πληροφορίες που ακολουθούν προέρχονται από το βιβλίο *Εισαγωγή στη μετεωρολογία* του Βίγκλα (2007) και τις *Σημειώσεις Ναυτικής Μετεωρολογίας* της Ψύχα ύστερα από επεξεργασία.

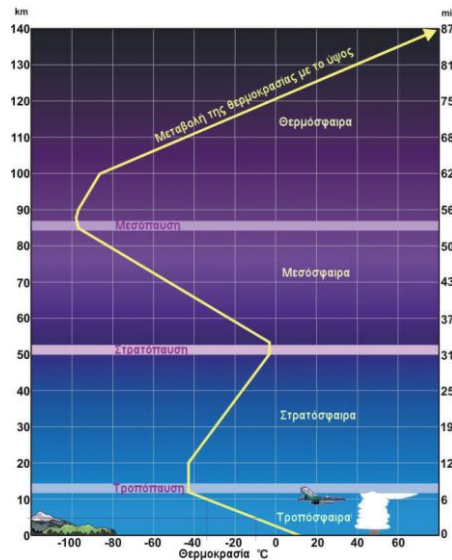
Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία είναι το κύριο χαρακτηριστικό της ατμόσφαιρας. Η θερμοκρασία είναι ο κύριος συντελεστής, ο οποίος καθορίζει το κλίμα, τη βλάστηση, τη ζωή σε ένα τόπο.

Από τη φυσική είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία μετριέται με τα θερμόμετρα σε βαθμούς Κελσίου (°C) ή σε Κέλβιν (K) ανάλογα με την χώρα. Η μετεωρολογία χρησιμοποιεί εκτός από τα κοινά ενδεικτικά θερμόμετρα ειδικά θερμόμετρα όπως τα θερμόμετρα μεγίστου και ελαχίστου, τα οποία δείχνουν τη μέγιστη και την ελάχιστη θερμοκρασία από την τελευταία τους ρύθμιση, έτσι αν αυτά μηδενίζονται ημερησίως θα μετράνε τη μέγιστη και την ελάχιστη θερμοκρασία του 24ώρου. Η Μετεωρολογία χρησιμοποιεί επίσης θερμογράφους οι οποίοι καταγράφουν συνεχώς την επικρατούσα θερμοκρασία.

Η θερμοκρασία, ως γνωστό, στα βουνά είναι χαμηλότερη από ότι στις πεδιάδες την ίδια στιγμή. Η ελάττωση της θερμοκρασίας συναρτήσσει του ύψους γίνεται περίπου κατά 0,65°C ανά 100m ύψους. Η ελάττωση της θερμοκρασίας συνεχίζεται περίπου μέχρι το ύψος των 10000m όπου φτάνει στους -50°C. Πάνω από αυτό το ύψος η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας αυξάνεται. Στο ύψος αυτό όπου η θερμοκρασία

αρχίζει να αυξάνει συνεχώς έχουμε την τροπόπαυση. Το τμήμα της ατμόσφαιρας από το έδαφος μέχρι την τροπόπαυση ονομάζεται τροπόσφαιρα, και πάνω από την τροπόσφαιρα έχουμε τη στρατόσφαιρα (βλ. [Σχήμα 1.1](#)).



Σχήμα 1.1. Μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος (Πηγή: Ψύχα)

Όλα τα μετεωρολογικά φαινόμενα τροφοδοτούνται με ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει την ατμόσφαιρα και το έδαφος. Το έδαφος όταν θερμανθεί από τον ήλιο εκπέμπει και αυτό θερμότητα η οποία απορροφάται από την ατμόσφαιρα και την θερμαίνει.

Λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας η ημέρα είναι θερμότερη από τη νύχτα. Επίσης το χειμώνα, όταν ο ήλιος θερμαίνει τη γη λιγότερες ώρες και βρίσκεται χαμηλότερα στον ορίζοντα, οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες από ότι το καλοκαίρι. Για τον ίδιο λόγο ο ισημερινός, όπου ο ήλιος στέλνει τις ακτίνες του σχεδόν κατακόρυφα, είναι θερμότερος από ότι τα μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη, όπου ο ήλιος πέφτει πλαγίως. Η ηλιακή ακτινοβολία η οποία προσπίπτει στη γη δεν θερμαίνει αμέσως το έδαφος και την ατμόσφαιρα, αλλά ανεβάζει τη θερμοκρασία τους αργά.

Επίσης όταν κρυφτεί ο ήλιος το έδαφος και η ατμόσφαιρα ψύχονται σταδιακά δίνοντας πίσω την θερμότητα που έχουν αποθηκευμένη. Λόγω του φαινομένου αυτού η ψυχρότερη ώρα της νύχτας είναι λίγο πριν την ανατολή του ηλίου, όπου το έδαφος συνεχίζει να χάνει θερμότητα ενώ η ηλιακή ακτινοβολία δεν είναι ακόμη έντονη. Αντίστοιχα η θερμότερη ώρα της ημέρας δεν είναι το μεσημέρι, αλλά το απόγευμα, δεδομένου ότι η θερμοκρασία συνεχίζει να αυξάνεται και μετά το μεσημέρι, όσο η

προσλαμβάνουσα θερμότητα είναι μεγαλύτερη της αποδιδόμενης. Λόγω επίσης της αργής θέρμανσης και ψύξης του εδάφους η θερμότερη περίοδος του έτους είναι ένα περίπου μήνα μετά το θερινό ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου, οπότε ο ήλιος βρίσκεται ψηλότερα στον ουρανό). Επίσης η ψυχρότερη περίοδος του χειμώνα είναι περίπου ένα μήνα μετά το χειμερινό ηλιοστάσιο (22 Δεκεμβρίου). Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η θάλασσα θερμαίνεται και ψύχεται ακόμη πιο αργά από ότι η ξηρά και αυτός είναι ο λόγος ότι στις μεγάλες θάλασσες η θερμότερη και η ψυχρότερη περίοδος του έτους καθυστερούν μέχρι και δύο μήνες περίπου μετά τα ηλιοστάσια.

Ατμοσφαιρική πίεση

Είναι γνωστό ότι η βαρύτητα είναι η αιτία που παραμένει το νερό και τα αέρια στην επιφάνεια της γης και δεν διαφεύγουν στο διάστημα. Η γη περιβάλλεται από ένα λεπτό στρώμα αερίων το οποίο ονομάζουμε ατμόσφαιρα. Η ατμόσφαιρα έχει βάρος το οποίο πιέζει όλα τα σώματα που βρίσκονται μέσα σε αυτή. Η πίεση αυτή ονομάζεται ατμοσφαιρική πίεση, η οποία μετριέται με τα βαρόμετρα. Στην μετεωρολογία χρησιμοποιούνται και οι βαρογράφοι, οι οποίοι καταγράφουν συνεχώς την πίεση σε κάποιο αποθηκευτικό μέσο.

Όσο αυξάνεται το ύψος τόσο λιγότερη ποσότητα αέρα υπάρχει από πάνω, άρα τόσο περισσότερο ελαττώνεται η ατμοσφαιρική πίεση. Έτσι, για παράδειγμα, σε ύψος 5-6000m υπάρχει ήδη από κάτω το μισό της ποσότητας του αέρα της ατμόσφαιρας και η πίεση είναι 500mb. Σε ύψος 16000m η πίεση είναι 100mb άρα υπάρχει ήδη από κάτω το 90% της μάζας της ατμόσφαιρας. Επειδή η πίεση είναι συνάρτηση του ύψους μπορεί να προσδιορισθεί το ύψος αν είναι γνωστή η πίεση.

Όπως η θερμοκρασία έτσι και για την πίεση υπάρχει διαφορά από τόπο σε τόπο και από ημέρα σε ημέρα για τον ίδιο τόπο. Γενικά ισχύει ότι αν ο αέρας ο οποίος βρίσκεται υπεράνω είναι θερμός, η πίεση θα είναι μικρή, αν δε είναι ψυχρός, η πίεση είναι μεγάλη. Επίσης ισχύει ότι αν ο αέρας κινείται προς τα κάτω πιέζει τα αντικείμενα στο έδαφος, δηλαδή η πίεση αυξάνεται, ενώ αν κινείται προς τα πάνω δημιουργεί αναρρόφηση, δηλαδή η πίεση ελαττώνεται.

Εδώ όμως πρέπει να σημειωθεί ότι όταν μελετώνται μεταβολές της πίεσης από τόπο σε τόπο, θεωρείται πάντα η πίεση η οποία θα ίσχυε στους δυο τόπους στο ύψος της

στάθμης της θάλασσας. Χωρίς την αναγωγή αυτή σε μηδενικό υψόμετρο οι πιέσεις δεν θα ήταν δυνατόν να συγκριθούν.

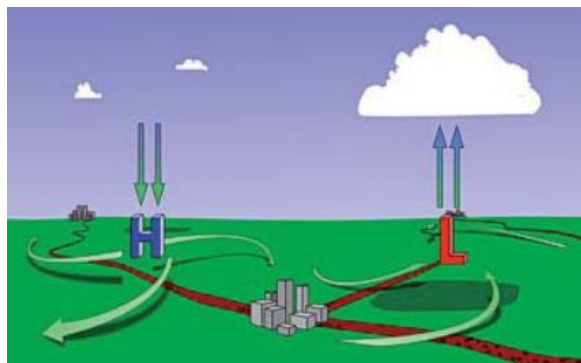
Άνεμος

Ο άνεμος είναι η οριζόντια μετακίνηση του αέρα και προκαλείται από τη διαφορά της ατμοσφαιρικής πίεσης από τόπο σε τόπο. Ο άνεμος έχει μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο και έχει μελετηθεί από την αρχαιότητα κυρίως όσο αφορά τη ναυσιπλοΐα. Δύο είναι τα κύρια χαρακτηριστικά του ανέμου, η διεύθυνση και η ένταση. Ως προς τη διεύθυνση, ο άνεμος ονοματίζεται όχι από το σημείο ορίζοντα στο οποίο κατευθύνεται, αλλά από αυτό εκ του οποίου προέρχεται. Η ένταση του ανέμου ορίζεται από την ταχύτητα του σε χιλιόμετρα ανά ώρα (km/h) ή κόμβους (kn) - ναυτικά μίλια ανά ώρα. Στην πράξη επειδή οι ναυτικοί δεν διέθεταν ανεμόμετρα επικράτησε μια εμπειρική κλίμακα την οποία επινόησε ο Άγγλος Ναύαρχος Μποφόρ, η οποία βασίζεται σε οπτικές παρατηρήσεις.

Ο άνεμος δημιουργείται από τη διαφορά της ατμοσφαιρική πίεσης από τόπο σε τόπο, αυτό όμως δεν σημαίνει ότι πνέει απ' ευθείας από τις υψηλές προς τις χαμηλές πιέσεις. Η περιστροφή της γης προκαλεί εκτροπή του ανέμου (βλ. [Σχήμα 1.2](#)). Λόγω της περιστροφής της γης ο άνεμος εκτρέπεται αντίθετα της φοράς των δεικτών του ρολογιού στις υφέσεις και κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού στους αντικυκλώνες (βλ. [Σχήμα 1.3](#)).



Σχήμα 1.2. Ένας παρατηρητής έξω από τη γη βλέπει την εκτροπή του ανέμου προς τα δεξιά λόγω της δύναμης Coriolis (Πηγή: Βίγκλας, 2007)



Σχήμα 1.3. Η κίνηση του ανέμου στους αντικυκλώνες (H) και στις υφέσεις (L) (Πηγή: Βίγκλας, 2007)

Ειδικότερα, ο άνεμος κινείται με αυτόν τον τρόπο στους αντικυκλώνες και τις υφέσεις λόγω της ταυτόχρονης δράσης τριών δυνάμεων:

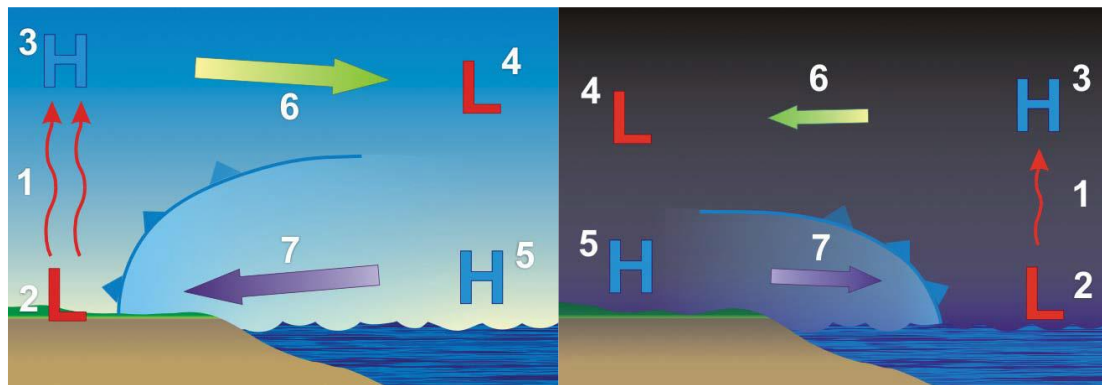
- Της δύναμης που δημιουργείται λόγω της διαφοράς (βαθμίδας) πίεσης μεταξύ των αντικυκλώνων και των υφέσεων, δηλαδή της δύναμης που κάνει τους αντικυκλώνες να «σπρώχνουν» τον αέρα προς τις υφέσεις. Έτσι ο αέρας θα κινούνταν από τις υψηλές προς τις χαμηλές πιέσεις αν επενεργούσε μόνο η δύναμη αυτή.
- Μια δεύτερης δύναμης, της δύναμης Coriolis όπως ονομάζεται, η οποία οφείλεται στην περιστροφή της γης και προκαλεί τη στροφή των αντικειμένων προς τα δεξιά στο βόρειο ημισφαίριο και προς τα αριστερά στο νότιο. Η δύναμη αυτή όπως είναι φυσικό επηρεάζει τη διεύθυνση της πνοής του ανέμου. Κοιτάζοντας τη γη από το διάστημα, βλέπουμε τον άνεμο να κινείται σε μια ευθεία γραμμή. Όταν όμως τον κοιτάμε από τη γη, ο άνεμος (όπως και άλλα πράγματα εν πτήση όπως αεροπλάνα και πουλιά) εκτρέπεται προς τα δεξιά στο βόρειο ημισφαίριο (κόκκινο βέλος στο [Σχήμα 1.2](#)). Ο συνδυασμός αυτών των δυο δυνάμεων που περιγράφηκαν θα έκανε τον άνεμο να πνέει παράλληλα σε ευθείες ισοβαρείς με τις υψηλές πιέσεις στα δεξιά του.
- Αλλά υπάρχει και μια τρίτη δύναμη, η τριβή η οποία ως η τελευταία συνιστώσα θα καθορίσει την κίνηση του ανέμου. Η επιφάνεια της γης με την τραχύτητα που έχει όχι μόνο δεν μειώνει την ταχύτητα του ανέμου αλλά προκαλεί και την απόκλιση των ανέμων στους αντικυκλώνες και τη σύγκλιση στις υφέσεις. Αυτό συμβαίνει λόγω της συνέχειας της μάζας, μιας अपαραβάτατης ιδιότητας της ύλης που απαγορεύει να δημιουργηθεί από το μηδέν ή να καταστραφεί μάζα σε μια ορισμένη περιοχή. Έτσι ο αέρας δεν μπορεί να

συσσωρεύεται σε ένα σημείο. Πρέπει να πάει κάπου, έτσι αναγκάζεται να ανέβει και καθώς ανεβαίνει ψύχεται.

Όταν ο αέρας ψύχεται μπορεί να συγκρατήσει λιγότερους υδρατμούς, έτσι κάποια ποσότητα από τους υδρατμούς συμπυκνώνεται, σχηματίζοντας νέφη και υετό. Αυτός είναι ο λόγος του συχνά άσχημου καιρού κοντά σε περιοχές χαμηλής πίεσης. Στους αντικυκλώνες, καθώς ο αέρας κινείται προς τα έξω, απομακρυνόμενος από το κέντρο, κάτι πρέπει να τον αναπληρώσει. Έτσι αέρας από πάνω πρέπει να βυθιστεί για να πάρει τη θέση αυτού που φεύγει. Ο αέρας που κατέρχεται θερμαίνεται. Καθώς τότε ο αέρας μπορεί να συγκρατήσει περισσότερους υδρατμούς, τα σύννεφα θα διαλυθούν. Έτσι εξηγείται η εμφάνιση συχνά καλού καιρού σε περιοχές υψηλών πιέσεων (βλ. [Σχήμα 1.3](#)).

Ένας ειδικός τύπος ανέμου καθαρά τοπικός είναι οι αύρες. Οι αύρες οφείλονται σε τοπικές διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ θάλασσας και ξηράς ή ορών και κοιλάδων. Οι αύρες στην Ελλάδα είναι πολύ χαρακτηριστικό φαινόμενο και πολλές φορές εξαιτίας τους δημιουργούνται τοπικοί άνεμοι τελείως αντίθετοι από τους επικρατούντες στην υπόλοιπη χώρα. Στο [Σχήμα 1.4](#) εμφανίζεται καταρχάς η θαλάσσια αύρα (κοινός μπάτης). Είναι γνωστό ήδη ότι η θάλασσα θερμαίνεται πιο αργά από τη ξηρά, και έτσι την ημέρα η ξηρά είναι θερμότερη από τη θάλασσα. Ο θερμός αραιός αέρας πάνω από τη ξηρά ανέρχεται, ο δε ψυχρός θαλάσσιος αέρας τείνει να καταλάβει τη θέση του. Έτσι δημιουργείται η θαλάσσια αύρα, η οποία κατευθύνεται από το άνοιγμα των κόλπων προς τη ξηρά (βλ. [Σχήμα 1.4](#), Αριστερά) και γι' αυτό ονομάζεται από τους ναυτικούς και μπουκαδούρα. Στο Σαρωνικός για παράδειγμα η θαλάσσια αύρα είναι άνεμος ΝΑ (Νοτιοανατολικός), στον Κορινθιακό Δ (Δυτικός) και στον Παγασητικό Ν (Νότιος).

Το αντίθετο συμβαίνει τη νύχτα, όπου η θάλασσα ψύχεται πιο αργά από την ξηρά και δημιουργείται η απόγειος αύρα η οποία έχει κατεύθυνση από τη ξηρά προς τη θάλασσα (βλ. [Σχήμα 1.4](#), Δεξιά).

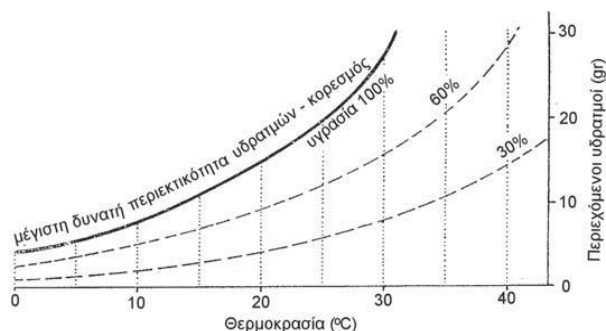


Σχήμα 1.4. Αριστερά: θαλάσσια αύρα, Δεξιά: απόγειος αύρα (Πηγή: Βίγκλας, 2007)

Παρόμοια φαινόμενα δημιουργούνται μεταξύ ορών και κοιλάδων. Σε αυτή την περίπτωση η κοιλάδα η οποία καλύπτεται από υδατμούς και σκόνη θερμαίνεται την ημέρα ή ψύχεται τη νύχτα πιο αργά από ότι τα όρη.

Υγρασία

Ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει υδατμούς σε διαφορετική ποσότητα από τόπο σε τόπο και από ώρα σε ώρα. Ο αέρας όμως δεν είναι δυνατόν να περιέχει απεριόριστη ποσότητα υδατμών, αλλά για κάθε θερμοκρασία υπάρχει μια μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα υδατμών. Όταν ο αέρας περιέχει τη μέγιστη τέτοια ποσότητα ονομάζεται κορεσμένος. Στο διάγραμμα στο [Σχήμα 1.5](#) φαίνεται ότι όσο ψυχρότερος είναι ο αέρας τόσο μικρότερη ποσότητα υδατμών μπορεί να συγκρατήσει. Αν λοιπόν μια μάζα υγρού και θερμού αέρα ψυχθεί θα φθάσει σε μια θερμοκρασία όπου δεν είναι δυνατόν πλέον να συγκρατήσει όλους τους υδατμούς τους οποίους περιέχει. Οι υδατμοί που περισσεύουν θα συμπυκνωθούν ως σταγονίδια πάνω στα αιωρούμενα μικροσωματίδια και θα δημιουργήσουν το νέφος. Αν δε συμπυκνωθούν πάνω σε ψυχρά αντικείμενα θα δημιουργήσουν τη δρόσο. Η θερμοκρασία στην οποία ο ακόρεστος αέρας καθώς ψύχεται φθάνει στο κορεσμό ονομάζεται σημείο δρόσου.



Σχήμα 1.5. Μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα υδατμών ανά χιλιόγραμμο αέρα για διάφορες θερμοκρασίες στο ύψος της θάλασσας (Πηγή: Βίγκλας, 2007)

Η υγρασία έχει μεγάλη σημασία για το κλίμα, τη βλάστηση και τη ζωή ενός τόπου. Η υγρασία μετριέται με τα υγρόμετρα, τα οποία δείχνουν πόσους υδατμούς περιέχει η ατμόσφαιρα επί τις εκατό (όπου 100 θεωρούνται οι υδατμοί οι οποίοι θα περιέχονταν για την ίδια θερμοκρασία αν βρισκόταν σε κορεσμό).

Κατακρήμνιση

Όσο η υγρασία των υδατμών προχωρεί μέσα σε ένα νέφος τόσο δημιουργούνται μεγαλύτερα υδροσταγονίδια. Επίσης, στα μεγαλύτερα ύψη, όπου η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλότερη του μηδενός, τα υδροσταγονίδια γίνονται παγοκρυσταλλίδια τα οποία συνεχώς μεγαλώνουν. Όταν δημιουργηθούν σταγόνες τόσο βαριές ώστε να έχουν ταχύτητα πτώσης μεγαλύτερη από την ανοδική ταχύτητα του ρεύματος αυτά πέφτουν προς τη γη ως βροχή. Οι σταγόνες που πέφτουν προς το έδαφος περνούν μέσα από θερμότερα στρώματα αέρα και μέρος τους εξατμίζεται και πάλι. Με αυτό τον τρόπο μια βροχή στα ανώτερα στρώματα είναι πιθανό να μη φθάσει ποτέ στο έδαφος. Στην περίπτωση που οι υδατμοί συμπυκνώνονται σε θερμοκρασία λίγο κάτω από το μηδέν, σχηματίζονται παγοκρυσταλλοί με μορφή χιονιού. Στα μέσα γεωγραφικά πλάτη που βρίσκεται η Ελλάδα, το χιόνι είναι συχνό στα μεγάλα ύψη ενώ στη στάθμη της θάλασσας παρουσιάζεται σπάνια. Αυτό συμβαίνει γιατί κατά την αργή πτώση του μέσω θερμότερου αέρα, το χιόνι τήκεται και φτάνει στα χαμηλά ύψη υπό τη μορφή μικρών σταγόνων (χιονόνερο).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η ζωή της υδροσταγόνας μέσα σε ένα σωρειτομελανία. Επειδή τα ανοδικά ρεύματα είναι πολύ μεγάλα οι σταγόνες δεν πέφτουν αν δεν αποκτήσουν μεγάλο μέγεθος. Τότε προκαλούν ραγδαία βροχή και δημιουργούν ισχυρότατα καθοδικά ρεύματα. Εξάλλου οι σταγόνες παρασυρόμενες σε μεγαλύτερα

ύψη δημιουργούν παγοσφαιρίδια, κοινώς το χαλάζι, το οποίο είναι δυνατόν να πέσει και να ανέρθει επανειλημμένα εντός του ανοδικού ρεύματος αποκτώντας συνεχώς όλο και μεγαλύτερο μέγεθος μέχρι να πέσει στη γη. Τα ισχυρά ανοδικά ρεύματα μαζί με τα σταγονίδια μεταφέρουν στο σωρειτομελανία και ηλεκτρικά φορτία. Για την αποφόρτιση αυτών των φορτίων ξεσπούν ηλεκτρικές εκκενώσεις μεταξύ των τμημάτων του νέφους (αστραπές) ή μεταξύ νέφους και γης (κεραυνοί). Η διάμετρος μιας καταιγίδας είναι της τάξης των λίγων χιλιομέτρων και γι' αυτό μια καταιγίδα μπορεί να είναι ένα τελείως τοπικό φαινόμενο σε μια ζώνη μικρού πλάτους προς τη διεύθυνση κατά την οποία τη μεταφέρει ο άνεμος. Η καταιγίδα διαλύεται μετά από λίγο από τα καθοδικά ρεύματα τα οποία η ίδια δημιουργεί.

Οι σωρειτομελανίες είναι δυνατόν να εμφανιστούν σε ομάδες, όπως επίσης και να είναι ενσωματωμένοι μέσα σε στρωματόμορφα νέφη ώστε να μην γίνονται αντιληπτοί παρά μόνο από τις αστραπές που παράγονται. Οι ισχυρές αναταράξεις και τα ρεύματα του σωρειτομελανία είναι επικίνδυνα για τα αεροπλάνα τα οποία αποφεύγουν τις καταιγίδες είτε επειδή γνωρίζουν τη θέση τους από μετεωρολογικές παρατηρήσεις, είτε γιατί τις ανιχνεύουν με τα ραντάρ καιρού, τα οποία και διαθέτουν σήμερα τα περισσότερα αεροσκάφη.

1.2. Αντικείμενο εργασίας

Στην ενότητα αυτή σκιαγραφείται το γενικότερο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, διατυπώνεται το αντικείμενο της, καθώς και η διάρθρωσή της.

Η παρούσα εργασία έχει στόχο την ανάπτυξη μεθοδολογίας βραχυπρόθεσμης τοπικής μετεωρολογικής πρόβλεψης στηριγμένης σε τοπικές παρατηρήσεις, μετεωρολογικές προβλέψεις, αλλά και καταγραμμένες ανάλογες καταστάσεις του παρελθόντος.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι που υιοθετήθηκαν για την πρόβλεψη χρονοσειρών για διάφορους λόγους, όπως για παράδειγμα για τον έλεγχο των κτιριακών συστημάτων (Chen and Athienitis, 1996, Kawashima et al., 1995, Ren and Wright, 2002, Henze et al., 2004). Οι περισσότερες από αυτές τις μεθόδους υποθέτουν ότι οι μελλοντικές τιμές των μεταβλητών συσχετίζονται με τις άμεσες προηγούμενες τιμές.

Εφαρμογές που κάνουν χρήση μετεωρολογικών προβλέψεων για πρόγνωση βραχυπρόθεσμων καιρικών συνθηκών έχουν επίσης αναφερθεί (Yoshida and Inooka, 1997). Οι μετεωρολογικές προβλέψεις πραγματοποιούνται από τα χρησιμοποιούμενα ατμοσφαιρικά μοντέλα μεγάλης κλίμακας, με δορυφορικές εικόνες, επιφανειακές παρατηρήσεις πολλαπλών σημείων και μαζική υπολογιστική ισχύ για την πρόβλεψη της τάσης αλλαγής του καιρού.

Η μέθοδος των ανάλογων, γνωστή και ως μέθοδος των πιο κοντινών γειτόνων (nearest neighbor), είναι μια γενικής εφαρμογής αξιόπιστη μεθοδολογία που έχει μελετηθεί τις τελευταίες δεκαετίες στο πλαίσιο των δυναμικών (χαοτικών) συστημάτων. Η μέθοδος αυτή ξεκίνησε να μελετάται κυρίως μετά από το 1969 (Lorenz, 1969) όπου αναπτύχθηκε μια προσέγγιση της ατμοσφαιρικής πρόβλεψης. Στην συνέχεια μελετήθηκαν και από άλλους για διάφορα θέματα και όπως αναφέροντα χαρακτηριστικά (Van den Dool, 1994) υπάρχουν τουλάχιστον έξι βασικές «περιοχές» που έχουν μελετηθεί με την μέθοδο των ανάλογων καταστάσεων. Οι «περιοχές» αυτές είναι:

- βραχυπρόθεσμη μετεωρολογική πρόβλεψη (Barnett and Preisendorfer, 1978),
- μακροπρόθεσμη μετεωρολογική πρόβλεψη (Shabbar and Knox, 1986),
- χαρακτηρισμός του επιφανειακού καιρού μέσω ανάλογων προβλέψεων στους χάρτες ανώτερης ατμόσφαιρας (Kruizinga and Murphy, 1983),

- προσέγγιση της ατμοσφαιρικής πρόβλεψης (Lorenz, 1969),
- καθορισμός των διαστάσεων που περιγράφουν ένα ατμοσφαιρικό σύστημα (Fraedrich, 1986),
- ανάλυση στιβάδων (Wallace et al., 1991).

Σε όλες τις παραπάνω μελέτες ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα διερεύνησης ήταν ο καθορισμός της περιγραφής της παρούσας κατάστασης όπου ως πιο σύνηθες πρακτική ήταν η χρήση κάποιου αριθμού πρόσφατων μετρήσεων (Barnett and Preisendorfer, 1978). Μια άλλη πρακτική ήταν η επιλεκτική επιλογή μετρήσεων κινούμενοι όμως λογαριθμικά στο χρόνο (Koutsoyiannis et al, 2008).

Τέλος, έχει πραγματοποιηθεί ανάλυση για την προβλεψιμότητα υδρομετεωρολογικών σειρών (ένταση βροχόπτωσης και ταχύτητα ανέμου) λαμβάνοντας υπόψη την τυχαιότητα της εκάστοτε μεταβλητής (Dimitriadis et al, 2016). Συγκεκριμένα εφαρμόζονται και συγκρίνονται ένα ντετερμινιστικό-χαστικό μοντέλο και ένα στοχαστικό μοντέλο και γίνεται σύνδεση αυτών με την προβλεψιμότητα ρίψης ενός ζαριού.

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία εξετάζεται η δυνατότητα χρήσης μετεωρολογικών δεδομένων πρόβλεψης και δεδομένων τοπικής παρατήρησης για βελτίωση της βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης των μετεωρολογικών μεταβλητών, δηλαδή της θερμοκρασίας, της ατμοσφαιρικής πίεσης, της ταχύτητας του ανέμου, της συνολικής κατακρήμνισης και της σχετικής υγρασίας. Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται στηρίζονται σε προηγούμενες μετρήσεις ή σε ανάλογες καταστάσεις του παρελθόντος με ή χωρίς τη χρήση των μετεωρολογικών προβλέψεων.

Η απόδοση πρόβλεψης της κάθε προσέγγισης, ωστόσο, φαίνεται να μην εξαρτάται μόνο από τις παραμέτρους που χρησιμοποιούνται στα μοντέλα, αλλά και από τα χαρακτηριστικά του κλίματος και συγκεκριμένα του μικροκλίματος της περιοχής που αυτά εφαρμόζονται. Αυτό διερευνάται μέσω της εφαρμογής όλων των μεθόδων σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από διαφορετικά μικροκλίματα.

1.3. Διάρθρωση της εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία περιλαμβάνει εκτός από το παρόν κεφάλαιο, το οποίο αποτελεί μια εισαγωγή και άλλα τέσσερα τα οποία αποτελούν το κύριο μέρος της εργασίας. Παρακάτω δίνεται μια σύντομη περιγραφή του περιεχομένου τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των δεδομένων (μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης και δεδομένα τοπικής παρατήρησης) που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις και εφαρμογή των μεθόδων. Επίσης πραγματοποιείται περιγραφή των τρόπων που παράχθηκαν τα δεδομένα, δηλαδή περιγραφή του ατμοσφαιρικού μοντέλου πρόβλεψης ERA-Interim και των τρόπων μέτρησης των μεταβλητών από τους σταθμούς.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύσσεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τις μετεωρολογικές προγνώσεις όλων των μεθόδων που εφαρμόστηκαν, περιγράφονται οι μέθοδοι καθώς και ο τρόπος εξαγωγής των αποτελεσμάτων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα, ειδικά και γενικά, που προκύπτουν από τις μεθόδους πρόγνωσης και οι σχολιασμοί αυτών.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα γενικά συμπεράσματα που προκύπτουν από τα αποτελέσματα του προηγούμενου κεφαλαίου. Υπάρχει και μία ενότητα στην οποία παρατίθενται προτάσεις περαιτέρω μελέτης και έρευνας που αφορούν το γενικότερο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής.

Τέλος, υπάρχουν έξι Παραρτήματα:

- στο Παράρτημα Α παρουσιάζονται οι πίνακες στους οποίους φαίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe όλων των μεθόδων για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης, καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα,
- στο Παράρτημα Β παρουσιάζονται οι πίνακες στους οποίους φαίνονται οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων και τα αντίστοιχα διαγράμματα,
- στο Παράρτημα Γ παρουσιάζονται οι πίνακες στους οποίους φαίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe όλων των μεθόδων για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης, καθώς και τα αντίστοιχα

διαγράμματα, που υπολογίσθηκαν σε δεύτερο στάδιο για την διερεύνηση επιρροής των αποτελεσμάτων των μεθόδων πρόγνωσης από τα χαρακτηριστικά του κλίματος,

- στο Παράρτημα Δ παρουσιάζονται οι πίνακες στους οποίους φαίνονται οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων και τα αντίστοιχα διαγράμματα, που υπολογίσθηκαν σε δεύτερο στάδιο για την διερεύνηση επιρροής των αποτελεσμάτων των μεθόδων πρόγνωσης από τα χαρακτηριστικά του κλίματος,
- στο Παράρτημα Ε παρουσιάζεται ο κώδικας MATLAB που δημιουργήθηκε για τη μέθοδο των ανάλογων καταστάσεων.
- στο Παράρτημα ΣΤ παρουσιάζονται διαγράμματα σύγκρισης τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης από τις μεθόδους που εφαρμόστηκαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ

2.1. Γενικά

Για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας απαιτούνται κάποια δεδομένα μετεωρολογικής πρόβλεψης και τοπικής παρατήρησης μετεωρολογικών μεταβλητών όπως η θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική/βαρομετρική πίεση, η ταχύτητα του ανέμου, η συνολική κατακρήμνιση και η σχετική υγρασία. Τα δεδομένα μετεωρολογικής πρόβλεψης για όλους τους σταθμούς λαμβάνονται από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο (ECMWF) και συγκεκριμένα από το ατμοσφαιρικό μοντέλο πρόβλεψης παγκόσμιας εμβέλειας ERA-Interim. Αρχικά, για την ανάλυση των 5 μεταβλητών, τα δεδομένα παρατήρησης λήφθηκαν από τον σταθμό της EMY στο Ελληνικό. Στη συνέχεια για τη διερεύνηση των αποτελεσμάτων των μεθόδων ως προς τα χαρακτηριστικά του κλίματος λήφθηκαν δεδομένα παρατήρησης από τη βάση δεδομένων (ISD) του Αμερικάνικο Ινστιτούτου (NOAA) για τις περιοχές της Αττικής, του Λονδίνου, της Μελβούρνης και της Νέας Υόρκης. Για περαιτέρω λεπτομέρειες δείτε τις επόμενες ενότητες.

2.2. Για την ανάλυση όλων των μεταβλητών στο σταθμό της EMY

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα δεδομένα μετεωρολογικής πρόβλεψης και τοπικής παρατήρησης που λήφθηκαν για την ανάλυση των 5 μεταβλητών στο σταθμό της EMY στο Ελληνικό.

2.2.1. Μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης ατμοσφαιρικών μοντέλων

Τα μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης λαμβάνονται από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο (ECMWF) και συγκεκριμένα από το ατμοσφαιρικό μοντέλο πρόβλεψης παγκόσμιας εμβέλειας ERA-Interim, το οποίο περιγράφεται στην [ενότητα 2.4](#). Σημειώνεται ότι τα δεδομένα διατίθενται ελεύθερα στο διαδίκτυο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily/levtype=sfc/>.

Στο μοντέλο αυτό υπάρχει μεγάλη ποικιλία μεταβλητών και δεδομένων ανάλυσης ή πρόβλεψης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέγονται οι επιθυμητές μεταβλητές, οι οποίες είναι: η θερμοκρασία στα 2m από την επιφάνεια, η ταχύτητα του ανέμου στις 2 διευθύνσεις (u/v) στα 10m από την επιφάνεια, η συνολική κατακρήμνιση, η

ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της γης, ενώ δεν υπάρχει διαθέσιμη μετεωρολογική πρόβλεψη για την υγρασία. Για τις μεταβλητές αυτές επιλέγεται να λαμβάνονται οι προβλέψεις που πραγματοποιούνται τις χρονικές στιγμές «0:00» και «12:00» (select time: 0,12) κάθε ημέρα για τις επόμενες 12 ώρες ανά 3 ώρες (step:3,6,9,12). Κάθε 12 ώρες γίνεται εκ νέου πρόβλεψη των επόμενων 12 ωρών και γι' αυτό δεν διατίθενται προβλέψεις μεγαλύτερου χρονικού βάθους. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα επιλογής του μεγέθους της χωρικής ανάλυσης της πρόβλεψης μεταξύ κάποιων διαθέσιμων τιμών. Έτσι, επιλέγεται η μικρότερη χωρική ανάλυση 0,125×0,125deg, δηλαδή 11,00 και 14,00km γεωγραφικό μήκος και πλάτος αντίστοιχα. Με βάση τα παραπάνω κάθε φορά γίνεται η κατάλληλη οριοθέτηση (North, South, West, East) του κυττάρου του πλέγματος («grid») εντός του οποίου δίνονται οι προβλέψεις των μεταβλητών που αφορούν το σύνολο αυτής της περιοχής.

Οι μεταβλητές δίνονται στις εξής μονάδες: Κέλβιν (K) η θερμοκρασία, Paschal (Pa) η ατμοσφαιρική/βαρομετρική πίεση, μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/s) η ταχύτητα του ανέμου και μέτρα (m) η συνολική κατακρήμνιση.

Σημειώνεται ότι η μορφή του αρχείου που λαμβάνεται για αυτά τα δεδομένα πρόβλεψης είναι NETCDF, το οποίο μετατρέπεται σε μορφή χρονοσειράς στο excel μέσω του προγράμματος excel «NetCDF4excel».

Στη συνέχεια σε μορφή πίνακα (βλ. [Πίνακα 2.1](#)) φαίνονται οι συντεταγμένες του κυττάρου του πλέγματος της χωρικής ανάλυσης στο οποίο αναφέρονται οι προβλέψεις που έχουν ληφθεί. Σημειώνεται ότι στο κύτταρο αυτό περιλαμβάνεται ο σταθμός μέτρησης, όπως αναμένεται.

Πίνακας 2.1. Προσδιορισμός του κυττάρου του πλέγματος των προβλέψεων για το σταθμό της ΕΜΥ

Γεωγραφικό μήκος – longitude (deg)	23,625
Γεωγραφικό πλάτος – latitude (deg)	37,750

2.2.2. Δεδομένα τοπικής παρατήρησης

Τα δεδομένα τοπικής παρατήρησης λαμβάνονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ), η οποία παρέχει ελεύθερα πρωτογενή κλιματικά δεδομένα 30 ετών (1975 – 2004) για 21 μετεωρολογικούς σταθμούς της χώρας, εκ των οποίων ο ένας

είναι ο σταθμός του Ελληνικού στην Αττική. Τα χαρακτηριστικά του σταθμού φαίνονται στον [Πίνακα 2.2](#) που ακολουθεί. Τα δεδομένα που διατίθενται είναι 3ωρες μετρήσεις θερμοκρασίας (ξηρής και υγρής) σε βαθμούς Κελσίου (°C), ατμοσφαιρικής-βαρομετρικής πίεσης σε εκτοπασκάλ (hPa), ταχύτητας ανέμου σε κόμβους (kn), συνολικής κατακρήμνισης σε χιλιοστά (mm), σχετικής υγρασίας σε ποσοστό επί τις εκατό (%) και άλλων μεταβλητών που δεν χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία όπως η διεύθυνση του ανέμου, η συγκέντρωση των νεφών κ.ά.. Τα χαρακτηριστικά των δεδομένων από το σταθμό του Ελληνικού παρατίθενται στον [Πίνακα 2.3](#).

Πίνακας 2.2. Χαρακτηριστικά του σταθμού της ΕΜΥ στο Ελληνικό

Γεωγραφικό μήκος – longitude (deg)	23,732530
Γεωγραφικό πλάτος – latitude (deg)	37,881330
Υψόμετρο – height (m)	9,90

Πίνακας 2.3. Χαρακτηριστικά των δεδομένων των μεταβλητών του σταθμού της ΕΜΥ στο Ελληνικό

Μεταβλητή	Μονάδες	Πρώτο έτος	Τελευταίο έτος	Σύνολο ετών	Πλήθος δεδομένων	Πλήθος ελλείψεων
Θερμοκρασία	°C	1979	2004	26	75 976	9
Ατμοσφαιρική πίεση	hPa	1979	2004	26	75 976	9
Ταχύτητα ανέμου	kn	1979	2004	26	75 976	11
Κατακρήμνιση	mm	1979	2004	26	75 976	9
Σχετική υγρασία	%	1979	2004	26	75 976	9

Τα προβλήματα των πρωτογενών χρονοσειρών μέτρησης τα οποία επιλύονται ούτως ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία τους είναι τα εξής:

- μη σταθερό χρονικό βήμα λόγω έλλειψης τιμών,
- πιθανότητα λανθασμένης τιμής μέτρησης λόγω πιθανής βλάβης του σταθμού,
- μη ενιαία χρονοσειρά για όλη την εξεταζόμενη περίοδο.

Στα δεδομένα μετρήσεων από το μετεωρολογικό σταθμό είναι λογικό να υπάρχουν κάποιες ελλείψεις και λάθη από πιθανή βλάβη του σταθμού και άρα απώλειες

ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΗΣ ΤΟΠΙΚΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΟΠΙΚΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

μέτρησης. Οι ελλείψεις αυτές δεν καλύπτονται με κάποιες τιμές, αλλά παραμένουν ως κενά, ενώ οι λανθασμένες τιμές μετατρέπονται σε κενά και δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

2.3. Διερεύνηση για τα χαρακτηριστικά του κλίματος

Για να ελεγχθεί η συμπεριφορά των αποτελεσμάτων των μεθόδων με την διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών του κλίματος εφαρμόζονται οι ίδιες - με προηγουμένως - μέθοδοι σε 4 διαφορετικούς σταθμούς οι οποίοι βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές στον κόσμο. Οι σταθμοί αυτοί διατίθενται στη βάση δεδομένων (ISD) του Αμερικάνικο Ινστιτούτου (NOAA) και βρίσκονται στην Αττική της Ελλάδος, στο Λονδίνο της Αγγλίας, στη Μελβούρνη της Αυστραλίας και στη Νέα Υόρκη των Η.Π.Α., περιοχές που χαρακτηρίζονται από διαφορετικά ή παρόμοια κλίματα τα οποία και αναφέρονται στην επόμενη ενότητα ([ενότητα 2.3.1](#)). Συγκεκριμένα οι περιοχές της Ελλάδας και της Νέας Υόρκης καθώς και οι περιοχές της Αγγλίας και της Μελβούρνης έχουν παρόμοια κλίματα σύμφωνα με την ταξινόμηση κλίματος Köppen και τους παγκόσμιους χάρτες κλιματικής ταξινόμησης (Kottek M., 2006).

2.3.1. Χαρακτηριστικά κλίματος των περιοχών

❖ Αττική

Στην περιοχή της Αττικής το κλίμα είναι εύκρατο, μεσογειακό και γενικά ήπιο το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου. Παρόλο που είναι μεσογειακό, το κλίμα της Αθήνας έχει αρκετά μεγάλη διαφορά στο εύρος των θερμοκρασιών μεταξύ καλοκαιριού και χειμώνα σε σχέση με άλλες περιοχές της χώρας. Έχει μέση ετήσια θερμοκρασία 18,3°C. Δεν είναι λίγες οι φορές που η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 40°C (καύσωνας). Θερμότερος μήνας θεωρείται ο Ιούλιος, ενώ ψυχρότερος είναι αναμφισβήτητα ο Ιανουάριος. Το Νοέμβριο το κρύο στην πόλη γίνεται αισθητό, αλλά οι χιονοπτώσεις ξεκινούν συνήθως μετά την τελευταία εβδομάδα του Νοεμβρίου. Η Αθήνα φημίζεται για τα ιδιαίτερα θερμά καλοκαίρια της και μάλιστα η υψηλότερη θερμοκρασία που έχει ποτέ καταγραφεί στην Αθήνα, αλλά και στην Ευρώπη γενικότερα, είναι αυτή των 48°C στις 10 Ιουλίου του 1977. Οι χιονοπτώσεις το χειμώνα στην Αθήνα είναι σπάνιες και όποτε συμβαίνουν, τα χιόνια λιώνουν συνήθως μετά από μερικές ώρες. Βροχοπτώσεις εμφανίζονται από τα τέλη Σεπτεμβρίου έως και τα μέσα Απριλίου, ενώ την υπόλοιπη διάρκεια του έτους οι βροχοπτώσεις είναι σπάνιες. Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 400mm και αυξάνεται όσο προχωρούμε

στο εσωτερικό του Λεκανοπεδίου. Οι νότιες περιοχές της Αττικής έχουν θερμό ημίξηρο κλίμα.

Η κατάταξη κλίματος Köppen για την περιοχή της Αττικής είναι Csa, δηλαδή χαρακτηρίζεται από υγρό κλίμα με ήπιους χειμώνες, μεγάλο, θερμό και ξηρό καλοκαίρι.

❖ Λονδίνο

Το Λονδίνο έχει εύκρατο ωκεάνιο κλίμα, όπως και τα περισσότερα από τα Βρετανικά Νησιά. Αυτό σημαίνει ότι η πόλη σπάνια βλέπει πολύ χαμηλές ή πολύ υψηλές θερμοκρασίες, όπως έγινε με τον καύσωνα του 2003 και το κύμα ψύχους του 2006. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 12,3°C. Τα καλοκαίρια είναι δροσερά, με μέση μέγιστη θερμοκρασία τους 23°C και με μέση χαμηλότερη τους 14°C. Πολλές μέρες, η θερμοκρασία μπορεί να ξεπεράσει και τους 25°C. Οι χειμώνες είναι ψυχροί (από 0 ως 6°C), αλλά σπάνια η θερμοκρασία πέφτει κάτω από μείον 2°C. Ο λόγος για τον οποίο οι χειμώνες στην περιοχή του Λονδίνου είναι σχετικά ήπιοι σε σύγκριση με άλλες κοντινές χώρες, όπως την Ισλανδία, τη Σουηδία, τη Νορβηγία κ.λπ. είναι διότι κατά τους χειμερινούς μήνες έρχεται ένα θερμό ρεύμα, το οποίο κινείται στη θάλασσα από τη νότια Αμερική και έτσι δεν αφήνει το νερό να παγώσει, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία να μένει σε αυτά τα επίπεδα το χειμώνα. Την άνοιξη οι ημέρες χαρακτηρίζονται από σχετικά ψυχρές θερμοκρασίες και τα βράδια από έντονο κρύο. Το καλοκαίρι πάντως οι θερμοκρασίες είναι σχεδόν ίδιες με τις γειτονικές σκανδιναβικές χώρες. Οι βροχοπτώσεις στην πόλη κατά μέσο όρο φτάνουν τα 583,6mm κάθε χρόνο. Αρκετές είναι οι χιονοπτώσεις, αλλά δεν κρατούν μεγάλα χρονικά διαστήματα. Έτσι, το Λονδίνο είναι θερμότερο τους χειμερινούς μήνες (ως 5°C να είναι η θερμοκρασία το χειμώνα) σε σύγκριση με τις γύρω περιοχές και παρόμοια το καλοκαίρι.

Η κατάταξη κλίματος Köppen για την περιοχή του Λονδίνου είναι Cfb, δηλαδή χαρακτηρίζεται από υγρό κλίμα όλο το χρόνο με ήπιους χειμώνες, μικρό και δροσερό καλοκαίρι.

❖ Μελβούρνη

Το κλίμα της Μελβούρνης είναι εύκρατο, ωκεάνιο και αρκετά δροσερό. Η μέση ετήσια θερμοκρασία φθάνει τους 14°C. Ο Ιούλιος που είναι ο ψυχρότερος μήνας έχει

μέση θερμοκρασία 9,5°C, ενώ ο Ιανουάριος, ο θερμότερος έχει 26°C. Το ετήσιο ύψος βροχής φθάνει τα 650mm.

Η κατάταξη κλίματος Köppen για την περιοχή της Μελβούρνης είναι Cfb, δηλαδή χαρακτηρίζεται από κλίμα ίδιο με αυτό του Λονδίνου.

❖ Νέα Υόρκη

Η πόλη της Νέας Υόρκης έχει εύκρατο κλίμα και επηρεάζεται κυρίως από τις ηπειρωτικές αέριες μάζες δυτικά της περιοχής. Τα καλοκαίρια είναι γενικά αρκετά ζεστά, ενώ οι χειμώνες πολύ κρύοι, με συχνές χιονοθύελλες. Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο καταγράφονται σχεδόν καθημερινά θερμοκρασίες πάνω από 30°C, ενώ τον Ιανουάριο η θερμοκρασία πέφτει μερικές φορές και κάτω των -7°C. Η μέση βροχόπτωση είναι 1000mm και η μέση θερμοκρασία 12°C.

Η κατάταξη κλίματος Köppen για την περιοχή της Νέας Υόρκης είναι Cfa, δηλαδή χαρακτηρίζεται από υγρό κλίμα όλο το χρόνο με ήπιους χειμώνες, μεγάλο και θερμό καλοκαίρι, παρόμοιο με το κλίμα της Αττικής.

❖ Συγκεντρωτικά κλιματικά χαρακτηριστικά των περιοχών

Στον [Πίνακα 2.4](#) που ακολουθεί για κάθε περιοχή συγκεντρώνονται τα εξής χαρακτηριστικά: η κλιματική κατάταξη Köppen, η μέση ετήσια θερμοκρασία και βροχόπτωση.

Πίνακας 2.4. Συγκεντρωτικά κλιματικά χαρακτηριστικά των περιοχών (προσεγγιστικά)

Περιοχή	Κλιματική κατάταξη Köppen	Μέση ετήσια θερμοκρασία (°C)	Μέση ετήσια βροχόπτωση (mm)
Αττική	Csa	18,3	400
Λονδίνο	Cfb	12,3	584
Μελβούρνη	Cfb	14,0	650
Νέα Υόρκη	Cfa	12,0	1000

Από τον [Πίνακα 2.4](#) παρατηρούμε ότι το Λονδίνο και η Μελβούρνη έχουν σχεδόν ίδια κλιματικά χαρακτηριστικά, καθώς οι μέσες τιμές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης είναι πολύ κοντινές. Αυτό επιβεβαιώνεται και από την κλιματική τους κατάταξη που είναι ίδια. Η Αττική και η Νέα Υόρκη παρόλο που έχουν παρόμοιες κατατάξεις κατά

Köppen, από τις τιμές της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης είναι φανερό ότι η Νέα Υόρκη έχει πολύ πιο υγρό κλίμα με αρκετά χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας. Από αυτό φαίνεται ότι η κατάταξη Köppen είναι μία πρόχειρη κλιματική κατάταξη και δεν αρκεί για την πλήρη κατανόηση του κλίματος μιας περιοχής, άρα απαραίτητο είναι να ελέγχονται και τα επιμέρους χαρακτηριστικά.

2.3.2. Μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης ατμοσφαιρικών μοντέλων

Τα δεδομένα πρόβλεψης λαμβάνονται από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο (ECMWF) και συγκεκριμένα από το ατμοσφαιρικό μοντέλο πρόβλεψης ERA-Interim, όπως έχει ήδη αναφερθεί.

Στη συνέχεια σε μορφή πινάκων (βλ. [Πίνακες 2.5 έως 2.8](#)) παρουσιάζονται τα κύτταρα του πλέγματος στα οποία αναφέρονται οι προβλέψεις που έχουν ληφθεί σε κάθε περίπτωση, δηλαδή σε κάθε σταθμό μέτρησης. Σημειώνεται ότι στο κύτταρο αυτό περιλαμβάνεται ο εκάστοτε σταθμός μέτρησης.

Πίνακας 2.5. Προσδιορισμός του κυττάρου του πλέγματος των προβλέψεων για το σταθμό της Αττικής

Γεωγραφικό μήκος – longitude (deg)	23,875
Γεωγραφικό πλάτος – latitude (deg)	37,875

Πίνακας 2.6. Προσδιορισμός του κυττάρου του πλέγματος των προβλέψεων για το σταθμό του Λονδίνου

Γεωγραφικό μήκος – longitude (deg)	0,000
Γεωγραφικό πλάτος – latitude (deg)	51,375

Πίνακας 2.7. Προσδιορισμός του κυττάρου του πλέγματος των προβλέψεων για το σταθμό της Μελβούρνης

Γεωγραφικό μήκος – longitude (deg)	144,750
Γεωγραφικό πλάτος – latitude (deg)	-37,750

Πίνακας 2.8. Προσδιορισμός του κυττάρου του πλέγματος των προβλέψεων για το σταθμό της Νέας Υόρκης

Γεωγραφικό μήκος – longitude (deg)	-74,125
Γεωγραφικό πλάτος – latitude (deg)	40,625

2.3.3. Δεδομένα τοπικής παρατήρησης

Όλοι οι σταθμοί είναι επιλεγμένοι από τη βάση δεδομένων (ISD) του Αμερικάνικου Ινστιτούτου (NOAA). Αυτό γίνεται για να είναι πιο αξιόπιστη η σύγκριση των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή των μεθόδων σε αυτούς τους σταθμούς.

Τα χαρακτηριστικά των σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση αυτή φαίνονται στους [Πίνακες 2.9 έως 2.12](#) που ακολουθούν.

Πίνακας 2.9. Χαρακτηριστικά του σταθμού στην Αττική ¹

Γεωγραφικό μήκος – longitude (deg)	23,950
Γεωγραφικό πλάτος – latitude (deg)	37,933
Υψόμετρο – height (m)	94,00
Κωδικός σταθμού	16716199999

Πίνακας 2.10. Χαρακτηριστικά του σταθμού στο Λονδίνο

Γεωγραφικό μήκος – longitude (deg)	51,00
Γεωγραφικό πλάτος – latitude (deg)	0,05
Υψόμετρο – height (m)	6,00
Κωδικός σταθμού	3768399999

Πίνακας 2.11. Χαρακτηριστικά του σταθμού στη Μελβούρνη

Γεωγραφικό μήκος – longitude (deg)	144,833
Γεωγραφικό πλάτος – latitude (deg)	-37,667
Υψόμετρο – height (m)	142,00
Κωδικός σταθμού	94866099999

Πίνακας 2.12. Χαρακτηριστικά του σταθμού στη Νέα Υόρκη

Γεωγραφικό μήκος – longitude (deg)	-74,067
Γεωγραφικό πλάτος – latitude (deg)	40,650
Υψόμετρο – height (m)	72,00
Κωδικός σταθμού	99774399999

Οι παραπάνω σταθμοί παρέχουν δεδομένα μόνο για τις μεταβλητές θερμοκρασίας και ταχύτητας ανέμου σε ωριαία κλίμακα. Οπότε η επιθυμητή ανάλυση για σύγκριση των

¹ Ο σταθμός Αττικής βρίσκεται μεταξύ της περιοχής των Σπάτων και του Μαρκόπουλου, και συγκεκριμένα βρίσκεται στο Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών «Ελ. Βενιζέλος».

αποτελεσμάτων σε διαφορετικά κλίματα πραγματοποιείται μόνο σε αυτές τις δύο μεταβλητές.

Οι τιμές των δεδομένων δίνονται σε μονάδες: βαθμούς Κελσίου (°C) για την θερμοκρασία και μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/s) για την ταχύτητα του ανέμου, κοινές με τις μονάδες των δεδομένων πρόβλεψης από το ατμοσφαιρικό μοντέλο.

Στους επόμενους πίνακες (βλ. [Πίνακες 2.13](#) και [2.14](#)) διακρίνονται τα έτη που παρέχει δεδομένα ο κάθε σταθμός, το πλήθος των δεδομένων και το πλήθος των ελλείψεων για κάθε μεταβλητή χωριστά.

Πίνακας 2.13. Χαρακτηριστικά δεδομένων θερμοκρασίας των σταθμών

Περιοχή σταθμού	Πρώτο έτος	Τελευταίο έτος	Σύνολο ετών	Πλήθος δεδομένων	Πλήθος ελλείψεων
Αττική	2004	2014	11	96 314	463
Λονδίνο	1988	2014	27	236 003	83 589
Μελβούρνη	1979	2014	36	315 575	72 453
Νέα Υόρκη	2006	2014	9	71 773	4 524

Πίνακας 2.14. Χαρακτηριστικά δεδομένων ταχύτητας ανέμου των σταθμών

Περιοχή σταθμού	Πρώτο έτος	Τελευταίο έτος	Σύνολο ετών	Πλήθος δεδομένων	Πλήθος ελλείψεων
Αττική	2004	2014	11	96 314	446
Λονδίνο	1988	2014	27	236 003	92 334
Μελβούρνη	1979	2014	36	315 575	84 811
Νέα Υόρκη	2006	2014	9	71 550	5 771

2.4. Ατμοσφαιρικό μοντέλο πρόβλεψης ERA-Interim

Στη συνέχεια πραγματοποιείται συνοπτική περιγραφή του ατμοσφαιρικού μοντέλου ERA-Interim από το οποίο λαμβάνονται οι τιμές μετεωρολογικής πρόβλεψης (Dee et al., 2011, ύστερα από μετάφραση και προσαρμογή).

2.4.1. Γενικά

Το μοντέλο ERA-Interim είναι η τελευταία παγκόσμια ατμοσφαιρική ανάλυση που παράγεται από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Πρόβλεψης (ECMWF). Το μοντέλο ERA-Interim παράγει δεδομένα από τον Ιανουάριο του 1979 και αναβαθμίζεται συνεχώς σε πραγματικό χρόνο. Το σύστημα αφομοίωσης δεδομένων που χρησιμοποιείται για την παραγωγή δεδομένων του ERA-Interim βασίζεται σε μια έκδοση του IFS (Cy31r2) από το 2006. Το σύστημα περιλαμβάνει ανάλυση 4 διαστάσεων (4D-Var) με παράθυρο ανάλυσης 12 ωρών, δηλαδή προβλέπει μπροστά έως 12 ώρες. Η χωρική ανάλυση του συνόλου δεδομένων είναι περίπου 80km (φασματική T255) σε 60 κάθετα επίπεδα προς την επιφάνεια έως και 0,1hPa.

Ο πρωταρχικός στόχος για το μοντέλο ERA-Interim ήταν η αντιμετώπιση πολλών δύσκολων προβλημάτων αφομοίωσης δεδομένων που εμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια της παραγωγή δεδομένων από το προηγούμενο μοντέλο, το ERA-40. Αυτά σχετίζονται κυρίως με την αναπαράσταση του υδρολογικού κύκλου, την ποιότητα της κυκλοφορίας στη στρατόσφαιρα και τη συνέπεια του χρόνου των γεωφυσικών πεδίων από την ανάλυση. Ένας δεύτερος στόχος ήταν η βελτίωση διάφορων τεχνικών πτυχών της ανάλυσης όπως η επιλογή δεδομένων, ο ποιοτικός έλεγχος, η διόρθωση της μεροληψίας και η παρακολούθηση των επιδόσεων, καθένα από τα οποία μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα των τιμών που προκύπτουν από την ανάλυση.

Η ανάλυση είναι σχετικά νέος τομέας, με εκμετάλλευση των μετεωρολογικών δεδομένων που συλλέχθηκαν το 1979 για την FGGE. Τα στοιχεία αυτά αναλύθηκαν αρκετές φορές, κυρίως για να βρεθεί η καλύτερη χρήση των παρατηρήσεων ώστε να βελτιωθούν οι αριθμητικές προβλέψεις καιρού. Ωστόσο, σύντομα έγινε αντιληπτό ότι τα δεδομένα που δημιουργούνται από μια τέτοια ανάλυση μπορεί να έχουν μεγάλη αξία για την ατμοσφαιρική έρευνα. Τα δεδομένα ανάλυσης παρέχουν μια

πολυμεταβλητή, χωρικά πλήρη και συνεκτική καταγραφή της παγκόσμιας ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας. Αντίθετα για τα αρχεία μετεωρολογικών αναλύσεων από λειτουργικά συστήματα πρόβλεψης, η ανάλυση πραγματοποιείται με μία μόνο έκδοση δεδομένων από το σύστημα ανάλυσης – συμπεριλαμβανομένου του μοντέλου πρόβλεψης που χρησιμοποιήθηκε – και συνεπώς δεν επηρεάζεται από αλλαγές στη μέθοδο.

Κατασκευάστηκαν διαδοχικές γενιές ατμοσφαιρικών αναλύσεων σε διάφορα ινστιτούτα στις οποίες έχει βελτιωθεί η ποιότητα ως αποτέλεσμα καλύτερων μοντέλων, καλύτερων δεδομένων εισόδου και καλύτερων μεθόδων ανάλυσης. Αυτές περιλαμβάνουν τις παγκόσμιες αναλύσεις από το NCEP στις ΗΠΑ (Kalnay et al., 2006, Saha et al., 2010), τη JMA (Onogi et al., 2007), τη NASA (Schubert et al., 1993, Rienecker et al., 2011) και το ECMWF (Gibson et al., 1997, Uppala et al., 2005). Οι αναλύσεις έχουν δημιουργήσει μια αυξανόμενη ποικιλία χρήσιμων δεδομένων, καλύπτοντας μεγαλύτερες χρονικές περιόδους σε αυξανόμενη χωρική και χρονική κλίμακα. Μια παγκόσμια ανάλυση που εκτείνεται πίσω στα τέλη του 19^{ου} αιώνα δημιουργήθηκε πρόσφατα από τη NOAA στις ΗΠΑ το 2004 σε συνεργασία με το CIRES επίσης στις ΗΠΑ, χρησιμοποιώντας μόνο παρατηρήσεις πίεσης επιφάνειας και προηγούμενες εκτιμήσεις των κατανομών SST (Sea – surface temperature) και θαλάσσης – πάγου (Compo et al., 2011).

Λόγω της μεγάλης και διαφορετικής βάσης χρηστών, οι απαιτήσεις ποιότητας για τα δεδομένα ανάλυσης έχουν εξελιχθεί ανάλογα. Η πρωταρχική απαίτηση, σαφώς, είναι η ανάλυση να αντιπροσωπεύει τις διαθέσιμες παρατηρήσεις. Πολλοί χρήστες θεωρούν τα προϊόντα ανάλυσης ως ισοδύναμα με τις παρατηρήσεις, ακόμη και αν αυτό δεν συμβαίνει πάντα. Παρόλα αυτά, έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος με την πάροδο των ετών στην παραγωγή παγκόσμιων εκτιμήσεων των βασικών δυναμικών πεδίων που συνάδουν τις παρατηρήσεις που δόθηκαν και τις εκτιμώμενες αβεβαιότητές τους.

Μια άλλη απαίτηση για μια πολυμεταβλητή ανάλυση είναι η φυσική συνοχή, που σημαίνει ότι οι εκτιμώμενες παράμετροι πρέπει να είναι συνεπείς με τους νόμους της φυσικής, καθώς και με τις παρατηρήσεις. Αυτή είναι μια καθοριστική ιδιότητα της ανάλυσης, που διαφοροποιείται από άλλες μεθόδους εκτίμησης γεωφυσικών παραμέτρων από παρατηρήσεις. Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο

πρόβλεψης ως το ενδιάμεσο στοιχείο εντός του οποίου θα αφομοιώνονται και θα συγκρίνονται παρατηρήσεις διαφόρων τύπων από πολλαπλές πηγές. Ένα απαραίτητο ρεαλιστικό μοντέλο θα είναι σε θέση να επεκτείνει πληροφορίες από τοπικά παρατηρημένες παραμέτρους σε μη παρατηρημένες παραμέτρους σε κοντινά σημεία, και μπορεί επίσης να προωθή αυτές τις πληροφορίες στο μέλλον. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατόν, για παράδειγμα, να επιτευχθεί σημαντική εκτίμηση κατακρήμνισης από ανάλυση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και των παρατηρήσεων ανέμου.

Η δυνατότητα πρόβλεψης μελλοντικών παρατηρήσεων με το αφομοιωμένο μοντέλο πρόβλεψης, χρησιμοποιώντας τις αρχικές συνθήκες από την ανάλυση, αποτελεί μεγάλη επιτυχία. Η ικανότητα των επαναπροβλέψεων εξαρτάται από την ακρίβεια, την πληρότητα και τη φυσική συνοχή των πεδίων ανάλυσης, καθώς και την ποιότητα του μοντέλου χρήσης.

Μια αναδυόμενη απαίτηση για κλιματικές εφαρμογές των δεδομένων ανάλυσης είναι η ακριβής αναπαράσταση της μεταβλητότητας σε διαχρονικές και δεκαδικές χρονικές κλίμακες, που οδηγούν, για παράδειγμα, στην ικανότητα εκτίμησης των τάσεων με εμπιστοσύνη. Ένας στόχος της ανάλυσης ήταν πάντα η παραγωγή ενός ομοιογενούς ιστορικού της προηγούμενης ατμοσφαιρικής εξέλιξης, η οποία είναι ελεύθερη από μετατοπίσεις και άλλα ανεπιθύμητα σήματα που εισάγονται με αλλαγές στο σύστημα αφομοίωσης. Παρόλα αυτά, η αναπαράσταση των σημάτων του κλίματος στην ανάλυση είναι αναπόφευκτα επηρεασμένη από αλλαγές στο παγκόσμιο σύστημα παρατήρησης και από την ύπαρξη χρονικά μεταβαλλόμενων τάσεων στα μοντέλα και τις παρατηρήσεις. Αυτή η κατάσταση δεν είναι μοναδική στην ανάλυση, οι εκδηλώσεις της μπορούν να βρεθούν σε όλες τις υπάρχουσες ιστορικές αναλύσεις των παρατηρήσεων. Άμεσες μετρήσεις πολλών μεταβλητών από τις πιο βασικές παγκόσμιες ιδιότητες της ατμόσφαιρας, όπως η μέση θερμοκρασία της, δεν υπάρχουν.

Οι αβεβαιότητες στις αξιολογήσεις των σύγχρονων συστημάτων ανάλυσης είναι πολύ δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν, επομένως είναι χρήσιμο και σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη τα δεδομένα ανάλυσης σε συνδυασμό με τα πιο παραδοσιακά κλιματικά δεδομένα από παρατηρήσεις (Simmons et al., 2010).

Σε κάθε περίπτωση, για να υπάρξει εμπιστοσύνη στις κλιματικές αλλαγές οι πληροφορίες που προκύπτουν από δεδομένα ανάλυσης απαιτούν όλα τα συστατικά να

γίνονται πλήρως διαφανή. Αυτά περιλαμβάνουν, σε γενικές γραμμές, τη μεθοδολογία αφομοίωσης δεδομένων, το μοντέλο πρόβλεψη και τις παρατηρήσεις εισόδου.

2.4.2. Αφομοίωση δεδομένων

Η ανάλυση ERA-Interim παράγεται με μια διαδοχή δεδομένων αφομοίωσης, η οποία προχωράει με την πάροδο του χρόνου χρησιμοποιώντας κύκλους ανάλυσης 12 ωρών. Σε κάθε κύκλο, οι διαθέσιμες παρατηρήσεις συνδυάζονται με προηγούμενες πληροφορίες από ένα μοντέλο πρόβλεψης για την εκτίμηση της εξελισσόμενης κατάστασης της παγκόσμιας ατμόσφαιρας και της υποκείμενης επιφάνειας. Αυτό περιλαμβάνει ανάλυση του βασικού ανώτερου ατμοσφαιρικού πεδίου (θερμοκρασία, άνεμος, υγρασία, όζον, επιφανειακή πίεση), ακολουθούμενη από ξεχωριστές αναλύσεις των παραμέτρων κοντά στην επιφάνεια (θερμοκρασία και υγρασία στα 2m από την επιφάνεια της γης), την υγρασία και τη θερμοκρασία του εδάφους, το χιόνι και τα κύματα των ωκεανών. Οι αναλύσεις στη συνέχεια χρησιμοποιούνται ως αρχικές τιμές ενός μοντέλου πρόβλεψης μικρής εμβέλειας, που παρέχει τις εκτιμήσεις προηγούμενης κατάστασης που απαιτούνται για τον επόμενο κύκλο ανάλυσης.

Το μοντέλο πρόβλεψης έχει καθοριστικό ρόλο στην διαδικασία επεξεργασίας δεδομένων. Η χρήση των εξισώσεων του μοντέλου δίνει τη δυνατότητα επέκτασης των πληροφοριών από τοπικά παρατηρημένες παραμέτρους σε μη παρατηρημένες παραμέτρους με φυσικό τρόπο και την κατάλληλη χρονική στιγμή. Η ικανότητα και η ακρίβεια του μοντέλου πρόβλεψης καθορίζει πόσο καλά μπορούν να διατηρηθούν οι αφομοιωμένες πληροφορίες. Καλύτερες προβλέψεις σημαίνει ότι απαιτούνται μικρότερες προσαρμογές για τη διατήρηση της συνέπειας με τις παρατηρήσεις καθώς εξελίσσεται ο χρόνος.

Επιπλέον, ενώ πραγματοποιείται μια πρόβλεψη, το μοντέλο εκτιμά μια μεγάλη ποικιλία φυσικών παραμέτρων όπως κατακρήμνιση, τυρβώδεις ροές, πεδία ακτινοβολίας, ιδιότητες σύννεφων, υγρασία εδάφους κ.λπ.. Ακόμη αν και δεν παρατηρείται άμεσα, αυτά περιορίζονται από τις παρατηρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν ως αρχικές τιμές για την πρόβλεψη. Η ακρίβεια αυτών των παραγόμενων τιμών εξαρτάται φυσικά από την ποιότητα του φυσικού μοντέλου καθώς και του μοντέλου ανάλυσης.

Η αφομοίωση δεδομένων δημιουργεί συνεπώς ένα συνεκτικό αρχείο της παγκόσμιας ατμοσφαιρικής εξέλιξης που περιορίζεται από τις διαθέσιμες παρατηρήσεις κατά την περίοδο ανάλυσης. Το ERA-Interim περιέχει επί του παρόντος τρισδιάστατες (3D) 6-ωρες εκτιμήσεις των μετεωρολογικών μεταβλητών και 3-ωρες εκτιμήσεις ενός μεγάλου αριθμού επιφανειακών παραμέτρων και άλλων δισδιάστατων (2D) πεδίων από την 1η Ιανουαρίου 1979 έως σήμερα. Το πλήρες περιεχόμενο αυτού του αρχείου περιγράφονται στο Berrisford et al., 2009.

2.4.3. Μοντέλο πρόβλεψης

Το ERA-Interim παράγεται με το ECMWF – IFS, το οποίο ενσωματώνει ένα πρότυπο μοντέλο με τρία πλήρως συζευγμένα πεδία: την ατμόσφαιρα, την επιφάνεια της γης και τα κύματα των ωκεανών. Ιστορικό των αλλαγών που πραγματοποιήθηκαν στο IFS από το 1985, διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση: <http://www.ecmwf.int/products/data/operationalssystem/evolution>. Το ERA-Interim βασίζεται στην έκδοση IF31 (Cy31r2), που χρησιμοποιήθηκε για λειτουργική χρήση πρόβλεψης στο ECMWF από τις 12 Δεκεμβρίου 2006 έως τις 5 Ιουνίου 2007. Πολλές αναβαθμίσεις έγιναν στο μοντέλο πρόβλεψης, που εισήχθη κατά τη διάρκεια της πενταετούς περιόδου μετά την απελευθέρωση της Cy23r4, η οποία τέθηκε σε λειτουργία το Δεκέμβριο 2001 στο ECMWF και χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του ERA-40. Αρκετές αλλαγές πραγματοποιήθηκαν και στο φυσικό μοντέλο με ουσιαστικό αντίκτυπο στην ποιότητα ανάλυσης (Beljaars et al., 2006). Πλήρης τεχνική τεκμηρίωση του IFS είναι διαθέσιμη στο διαδίκτυο στη διεύθυνση: <http://www.ecmwf.int/research/ifsdocs>.

2.4.4. Σύστημα παρατηρήσεων

Ο αριθμός των παρατηρήσεων που αφομοιώνονται με τα αποτελέσματα του μοντέλου ERA-Interim έχει αυξηθεί από περίπου 10^6 ημερησίως κατά μέσο όρο το 1989, σε περίπου 10^7 ημερησίως το 2010. Η συντριπτική πλειοψηφία των δεδομένων και το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης αυτών με την πάροδο του χρόνου προέρχονται από την ύπαρξη των δορυφόρων. Αυτό περιλαμβάνει μετρήσεις από την ακτινοβολία καθαρού ουρανού, πολικούς περιστροφικούς και γεωστατικούς ανιχνευτές, ατμοσφαιρικούς φορείς κίνησης που προέρχονται από δορυφόρους, διάσπαρτα δεδομένα ανέμου και ανακτήσεις του όζοντος από αισθητήρες δορυφόρων.

Μετρήσεις προέρχονται επίσης από εκτιμήσεις δορυφόρων των κατακρημνισμένων ατμών, και μετρήσεις ατμοσφαιρικής διάθλασης που λαμβάνονται από το GPS, που άρχισε να χρησιμοποιείται στο μοντέλο ERA-Interim το 2001, αυξάνονται σε σημαντικό αριθμό μέχρι το τέλος του 2006.

Το συμβατικό σύστημα παρατήρησης, παρά το μικρότερο όγκο δεδομένων εξακολουθεί να αποτελεί απαραίτητο περιορισμό της ατμοσφαιρικής ανάλυσης. Επί τόπου μετρήσεις του ανώτερου τμήματος της ατμόσφαιρας για θερμοκρασία (T), ταχύτητα ανέμου σε 2 διευθύνσεις (u/v) και ειδική υγρασία (q) ήταν διαθέσιμες από ακτινοβολίες, αεροσκάφη και τα προφίλ του ανέμου (ένταση και διεύθυνση) Οι μετρήσεις για αυτές τις πηγές είναι περισσότερο ή λιγότερο σταθερές κατά την περίοδο ανάλυσης, με εξαίρεση τις αναφορές αεροσκαφών, οι αριθμοί των οποίων αυξήθηκαν σημαντικά μετά το 1998. Παρατηρήσεις επιφανειακής πίεσης (Ps), θερμοκρασίας στα 2m από την επιφάνεια, σχετικής υγρασίας (RH) στα 2m, και ταχύτητας ανέμου (u/v) κοντά στην επιφάνεια (10m) από πλοία, επιπλέουσες σημαδούρες και σταθμούς εδάφους ήταν επίσης αφομοιωμένες με σταθερούς αριθμούς.

2.4.5. Συμπεράσματα

Το μοντέλο ERA-Interim σχεδιάστηκε για να χρησιμεύσει ως γέφυρα μεταξύ των εξαιρετικά επιτυχημένων ατμοσφαιρικών αναλύσεων του ERA-40, που ολοκληρώθηκαν το 2002, και των μελλοντικών γενεών ανάλυσης που θα παραχθούν στο ECMWF. Ένας βασικός στόχος ήταν να αντιμετωπιστούν διάφορα δύσκολα προβλήματα αφομοίωσης δεδομένων που συναντήθηκαν στο ERA-40, τα οποία σχετίζονται κυρίως με τη χρήση των δορυφόρων και τα δεδομένα εξ αυτών. Κατά συνέπεια, σημειώθηκε ικανοποιητική πρόοδος στο θέμα αυτό με μια βελτιωμένη αναπαράσταση του υδρολογικού κύκλου, πιο ρεαλιστική στρατοσφαιρική κυκλοφορία και καλύτερη χρονική συνεκτικότητα σε μια σειρά χρονικών κλιμάκων. Από πολλές απόψεις, η ποιότητα των δεδομένων από το ERA-Interim υπερέβη τις προσδοκίες, το έργο διεξήχθη με περιορισμένους πόρους και μόνο μέτριες προσπάθειες έγιναν για τη χρήση καλύτερων δεδομένων εισόδου. Η επιτυχία του έργου φαίνεται με τον όγκο αξιοσημείωτων επιτευγμάτων στη μοντελοποίηση και αφομοίωση δεδομένων που πραγματοποιήθηκαν στο ECMWF τα τελευταία χρόνια.

2.5. Τρόποι μέτρησης μετεωρολογικών μεταβλητών

Για την κατανόηση του καιρού, η επιστήμη της μετεωρολογίας χρησιμοποιεί διάφορες φυσικές μεταβλητές. Οι κυριότερες από αυτές είναι η θερμοκρασία του αέρα (ξηρού θερμομέτρου), η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου, η ατμοσφαιρική πίεση, η σχετική υγρασία, η απόλυτη υγρασία, η ταχύτητα (ένταση) του ανέμου, η συνολική κατακρήμνιση, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, το σημείο δρόσου, κ.λπ.

Για την μέτρηση αυτών χρησιμοποιούνται ειδικά όργανα. Για τις περισσότερες κοινές φυσικές μεταβλητές, υπάρχουν εδώ και πολλά χρόνια ειδικοί σταθμοί που είναι δυνατόν να τις μετράνε με σχετικά πολύ καλή ακρίβεια. Η πρώτη προσπάθεια καταγραφής μιας καιρικής μεταβλητής (μετεωρολογικής φυσικής ποσότητας) έγινε στην αρχαιότητα ακόμα, όπου ένα βαθμονομημένο δοχείο χρησιμοποιούνταν για την μέτρηση της ποσότητας του υετού.

Στη συνέχεια περιγράφονται τα όργανα μέτρησης συγκεκριμένων μετεωρολογικών μεταβλητών, οι οποίες εξετάζονται στα επόμενα κεφάλαια. Οι μεταβλητές αυτές είναι η θερμοκρασία του αέρα, η ατμοσφαιρική πίεση, η ταχύτητα του ανέμου, η συνολική κατακρήμνιση και η σχετική υγρασία. Τέλος, γίνεται αναφορά στον τρόπο τοποθέτησης των οργάνων και των συνθηκών που πρέπει να επικρατούν εκεί. Οι πληροφορίες αυτές προέρχονται από επεξεργασία της ανάλυσης της Αναγνωστοπούλου (2006) και του διαδικτυακού άρθρου στη διεύθυνση <http://www.northmeteo.gr/bibliothiki/meteorologia/meteorologikoi-stathmoi/>.

2.5.1. Μέτρηση θερμοκρασίας

Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι εύκολη και άλλωστε πολλοί είναι εξοικειωμένοι με αυτή. Τα τυπικά θερμόμετρα που χρησιμοποιούνται στις μετεωρολογικές μετρήσεις διακρίνονται σε συνήθη, για περιοδικές μετρήσεις (π.χ. από 1 έως 4 ανά ημέρα), μεγίστου (υδραργυρικά με στραγγαλισμό στη βάση), ελαχίστου (με αλκοόλη που παρασύρει το δείκτη με επιφανειακή τάση) ή και συνδυασμένα μεγίστου – ελαχίστου. Η ακρίβεια των μετρήσεων απαιτεί την καλύτερη δυνατή προστασία των θερμομέτρων από την άμεση ή έμμεση ηλιακή ακτινοβολία. Πράγματι, το οποιοδήποτε θερμόμετρο δεν μετρά τίποτε περισσότερο από την ίδια τη θερμοκρασία

του που πρέπει να ταυτίζεται με αυτή του σημείου στο οποίο μετρείται. Η παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας δεν επηρεάζει τη θερμοκρασία του αέρα, αλλά το θερμόμετρο που όταν εκτίθεται σε αυτήν επηρεάζεται λόγω απορρόφησης της ακτινοβολίας. Τυπικά, τα θερμόμετρα τοποθετούνται μέσα σε μετεωρολογικούς κλωβούς, δηλαδή περισιδωτά ξύλινα κουτιά που εξασφαλίζουν σκίαση επιτρέποντας την ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα (βλ. [Σχήμα 2.1](#)).



Σχήμα 2.1. Θερμόμετρο εντός του κλωβού (Πηγή: Ψύχα)

Η συνεχής καταγραφή της θερμοκρασίας γίνεται με θερμογράφο, όργανο με τύμπανο καταγραφής και μηχανικό αισθητήρα, του οποίου η λειτουργία βασίζεται σε διμεταλλικό έλασμα που η συστολή ή η διαστολή του μετακινεί κατάλληλα τη θέση της ακίδας καταγραφής. Πιο σύγχρονα όργανα, τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως σε αυτόματους μετεωρολογικούς σταθμούς βασίζονται στη μέτρηση της ηλεκτρικής αντίστασης θερμικά ευαίσθητων στοιχείων ή σε θερμίστορ, δηλαδή ημιαγωγούς με χαρακτηριστικά που εξαρτώνται έντονα από τη θερμοκρασία.

Στην τυπική παρουσίαση των μετρήσεων θερμοκρασίας δίνονται η μέση, η μέγιστη και η ελάχιστη θερμοκρασία σε ημερήσια βάση, καθώς και οι μέσοι όροι αυτών σε μηνιαία βάση. Η μέγιστη και η ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία προκύπτουν από άμεσες αναγνώσεις είτε των θερμομέτρων μεγίστου και ελάχιστου, είτε της ταινίας του θερμογράφου (θερμογράφημα). Η μέση ημερήσια θερμοκρασία προκύπτει με ακρίβεια από ολοκλήρωση του ημερήσιου θερμογραφήματος και προσεγγιστικά είτε ως ο σταθμισμένος μέσος όρος των μετρήσεων (τουλάχιστον τριών) σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, είτε ως το ημίθροισμα της μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας.

Η ισχυρή εξάρτηση της θερμοκρασίας με το υψόμετρο μπορεί να αξιοποιηθεί κατά την επεξεργασία των χρονοσειρών. Για παράδειγμα, η επιφανειακή μέση θερμοκρασία μιας λεκάνης που περιλαμβάνει έναν σταθμό μέτρησης θερμοκρασίας μπορεί να γίνει από τη σχέση (1).

$$T_s = T_\sigma - \alpha \times (z_s - z_\sigma) \quad (1)$$

όπου T_s και T_σ η μέση επιφανειακή θερμοκρασία της λεκάνης και του σταθμού αντίστοιχα, z_s και z_σ το μέσο υψόμετρο της λεκάνης και του σταθμού αντίστοιχα, και α ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας με το υψόμετρο, γνωστός ως θερμοκρασιακή βαθμίδα ή θερμοβαθμίδα. Τυπικά, για αύξηση του υψομέτρου κατά 1000m παρατηρείται μείωση της θερμοκρασίας κατά 6,5°C, δηλαδή $\alpha=6,5^\circ\text{C}/1000\text{m}=0,0065^\circ\text{C}/\text{m}$. Βεβαίως, η τιμή αυτή μεταβάλλεται γεωγραφικά και χρονικά.

2.5.2. Μέτρηση ατμοσφαιρικής πίεσης

Η ατμοσφαιρική πίεση είναι η δύναμη που εξασκείται από την ατμόσφαιρα στη μονάδα επιφάνειας και είναι αποτέλεσμα του βάρους του υπερκείμενου αέρα. Η ατμοσφαιρική πίεση είναι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία που μελετά ένας μετεωρολόγος, γιατί ανάλογα με την αύξηση ή την μείωσή της διαμορφώνεται και ο καιρός. Για παράδειγμα, αν η πίεση πέσει απότομα, είναι βέβαιο ότι θα επανέλθει απότομα στην προηγούμενή της δύναμη και η αλλαγή του καιρού θα είναι παροδική. Αν όμως η πίεση κατεβαίνει σταθερά και συγχρόνως τα σύννεφα που παρατηρούμε είναι επικίνδυνου τύπου, τότε θα έχουμε σύντομα σταθερή και εξακολουθητική κακοκαιρία.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης. Ένα συνηθισμένο και απλό όργανο είναι το υδραργυρικό βαρόμετρο (βλ. [Σχήμα 2.2](#)), όπου η ατμοσφαιρική πίεση εξισορροπείται από την πίεση που ασκεί μία στήλη υδραργύρου με ύψος ανάλογο της ατμοσφαιρικής πίεσης. Ο υδράργυρος είναι 13,6 φορές βαρύτερος από τον αέρα και, έτσι μία στήλη υδραργύρου ύψους περίπου 76cm μόνο αρκεί για να εξισορροπήσει την ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας. Η ατμοσφαιρική πίεση μπορεί να καθοριστεί μετρώντας το ύψος του υδραργύρου στο

σωλήνα, και συνήθως ορίζεται σε εκτοπασκάλ (hPa) ή χιλιοστά υδραργύρου (mmHg).

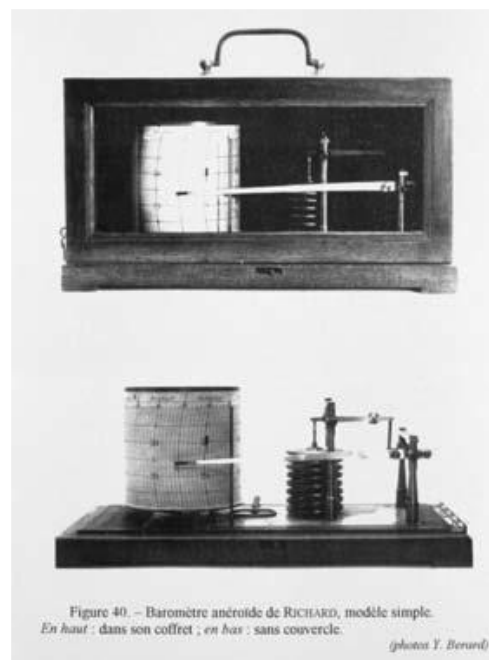
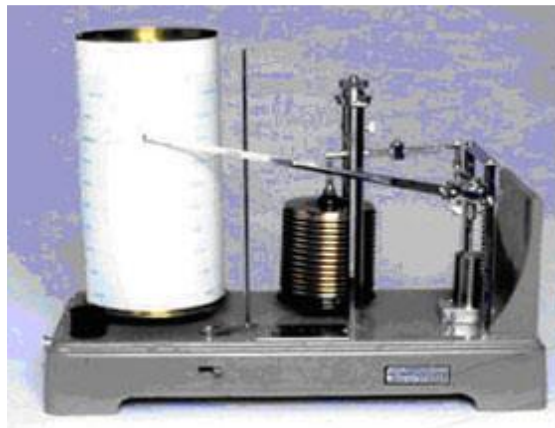


Σχήμα 2.2. Υδραργυρικά βαρόμετρα (Πηγή: Αναγνωστοπούλου, 2006)

Ένα άλλο πιο σύγχρονο όργανο μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι το ανεροειδές (δηλαδή χωρίς υγρό) βαρόμετρο που μπορεί να μετρήσει αρκετά μικρές μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης (μέχρι 0,1-0,3hPa). Σε αυτό το όργανο, η μικρή παραμόρφωση ενός σχεδόν κενού αεροστεγούς μεταλλικού κυλίνδρου από την ατμοσφαιρική πίεση ενισχύεται μέσω ενός συστήματος μοχλών και υποδεικνύεται πάνω σε βαθμονομημένη κλίμακα από ένα δείκτη. Ένα ανεροειδές βαρόμετρο φαίνεται στο [Σχήμα 2.3](#), αριστερά.

Τα εναλλακτικά, πιο μοντέρνα όργανα είναι τα ανεροϊδή βαρόμετρα. Στα πιο απλά από αυτά μία μικρή μεταλλική κάψουλα ή κύλινδρος που περιέχει ένα κενό αέρα συνδέεται με ένα δείκτη, και καθώς η πίεση αυξάνεται ο κύλινδρος συμπιέζεται και ο δείκτης κινείται πάνω σε μια διαβαθμισμένη ταινία.

Ένα μειονέκτημα των παραπάνω βαρομέτρων είναι το γεγονός ότι δεν είναι ικανά να παρέχουν συνεχή αρχεία μετρήσεων. Αυτό λύνεται με τη χρήση του παραδοσιακού βαρογράφου (βλ. [Σχήμα 2.3](#), δεξιά), στο οποίο η κίνηση μιας ανεροϊδής κάψουλας μεταβιβάζεται μηχανικά σε μια γραφίδα που γράφει σε ένα γράφημα που κινείται με ωρολογιακό μηχανισμό. Κατά αυτό τον τρόπο, οι τάσεις της πίεσης αναπαρίστανται γραφικά, και αυτό είναι πολύ χρήσιμο στην ανάλυση και πρόγνωση του καιρού.



Σχήμα 2.3. Αριστερά: ανεροειδές βαρόμετρο, Δεξιά: βαρογράφος (Πηγή: Αναγνωστοπούλου, 2006)

2.5.3. Μέτρηση ταχύτητας ανέμου

Η μέτρηση της ταχύτητας του ανέμου πραγματοποιείται με τα ανεμόμετρα. Συνηθέστερη κατηγορία είναι το κυπελλοφόρο ανεμόμετρο (cup anemometer) το οποίο αποτελείται από 3 κωνικά κύπελλα ασύμμετρα τοποθετημένα στο χώρο εξασφαλίζοντας τη συνεχή κίνηση ανεξαρτήτως κατεύθυνσης ανέμου και τα οποία περιστρέφονται λόγω του ανέμου. Η γωνιακή ταχύτητα της περιστροφής μεταφράζεται με ηλεκτρομαγνητικές ή και άλλες μεθόδους σε ταχύτητα ανέμου. Το ανεμόμετρο αυτής της μορφής φαίνεται στο [Σχήμα 2.4](#), αριστερά.

Γνωστά επίσης είναι τα ανεμόμετρα έλικας που αποτελούνται από μία έλικα και από ένα πτερύγιο στο πίσω μέρος. Από την ταχύτητα περιστροφής της έλικας μπορεί να υπολογισθεί η ταχύτητα του ανέμου. Το πτερύγιο δείχνει ταυτόχρονα και την κατεύθυνση του ανέμου. Το ανεμόμετρο έλικας φαίνεται στο [Σχήμα 2.4](#), δεξιά.



Σχήμα 2.4. Αριστερά: καπελλοφόρο ανεμόμετρο, Δεξιά: ανεμόμετρο έλικας
(Πηγή: <http://www.northmeteo.gr/bibliothiki/meteorologia/meteorologikoi-stathmoi/>)

2.5.4. Μέτρηση κατακρήμνισης

Τα όργανα σημειακής μέτρησης της κατακρήμνισης είναι κυλινδρικά δοχεία, εγκατεστημένα σε κατάλληλες θέσεις που συλλέγουν κυρίως τη βροχόπτωση, δίνοντας την αντίστοιχη σημειακή μέτρηση. Διακρίνονται σε:

- Βροχόμετρα, που δίνουν την ολική σημειακή βροχόπτωση και το ισοδύναμο ύψος νερού μιας βροχόπτωσης ανά ορισμένα χρονικά διαστήματα (συνήθως 12ωρο ή 24ωρο) με την ανάγνωση της ένδειξης από έναν παρατηρητή.
- Βροχογράφους, που καταγράφουν με απλό ωρολογιακό μηχανισμό την μεταβολή του ύψους βροχής στο χρόνο, περιγράφοντας έτσι τη χρονική κατανομή της σημειακής βροχόπτωσης.

Οι μετρήσεις σε απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές (συνήθως ορεινές) γίνονται ανά μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα, π.χ. μηνιαία βάση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται αθροιστικά βροχόμετρα με δακτυλίους υποδοχής συνήθως μικρότερους. Ένα τυπικό και ένα ηλεκτρονικό βροχόμετρο φαίνονται στο [Σχήμα 2.5](#), αριστερά και δεξιά αντίστοιχα. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται περισσότερο ο τύπος του βροχογράφου με πλωτήρα.

Η εγκατάσταση ενός οργάνου σημειακής μέτρησης, έστω και απλού βροχομέτρου, αποτελεί στην πραγματικότητα εγκατάσταση ενός μετρητικού σταθμού. Στην απλούστερη περίπτωση, ο μετρητικός σταθμός περιλαμβάνει μόνο βροχόμετρο ή και

βροχογράφο, οπότε είναι γνωστός ως βροχομετρικός σταθμός. Συχνά οι σταθμοί σημειακών μετρήσεων περιλαμβάνουν και άλλα όργανα μετεωρολογικών μετρήσεων και είναι γνωστοί ως μετεωρολογικοί σταθμοί.

Μια άλλη πηγή πληροφορίας για την επιφανειακή κατανομή των βροχοπτώσεων παρέχουν σήμερα οι μετεωρολογικοί δορυφόροι. Η σχετική πληροφορία εξάγεται από φωτογραφίες ή γενικότερα είδωλα (images) που λαμβάνονται από δορυφόρους τόσο στην ορατή, όσο και στην υπέρυθη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Οι εκτιμήσεις των κατακρημνισμάτων από δορυφορικές μετρήσεις, αν και χονδροειδείς, είναι πολύτιμες για μεγάλες περιοχές που δεν μπορούν να μετρηθούν από σταθμούς εδάφους. Ειδικότερα, αποτελούν τη μόνη συστηματική πληροφορία για τη βροχή στους ωκεανούς, που καλύπτουν το 70% της Γης.



Σχήμα 2.5. Αριστερά: τυπικό βροχόμετρο, Δεξιά: ηλεκτρονικό βροχόμετρο (Πηγή: Αναγνωστοπούλου, 2006)

Οι νεότερες τεχνολογίες μέτρησης των κατακρημνισμάτων με τη χρήση μετεωρολογικού ραντάρ κατέστησαν εφικτή την ταυτόχρονη απεικόνιση του πεδίου μεταβολής της έντασης βροχής σε όλα τα σημεία μιας δεδομένης έκτασης, η οποία καθορίζεται από την εμβέλεια του ραντάρ με μια δεδομένη χωρική διακριτότητα. Οι απαιτήσεις της τεχνολογίας των ραντάρ σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις εμβάθυνσης στην κατανόηση και περιγραφή των διεργασιών της κατακρήμνισης, επέβαλαν τη χρήση και άλλων μετρικών ιδιοτήτων των κατακρημνισμάτων, όπως είναι οι διάμετροι των σταγόνων βροχής και η στατιστική κατανομή τους, οι ταχύτητες των

σταγόνων, η κινητική ενέργεια της βροχής, η ανακλαστικότητα των σύννεφων στην ακτινοβολία των ραντάρ κ.ά.

Η κύρια μετρική ιδιότητα των βροχοπτώσεων και γενικότερα των κατακρημνισμάτων είναι το ύψος τους h σε δεδομένο χρόνο t , το οποίο μετριέται σε σημειακή βάση, μέσω των κυλίνδρων των βροχομέτρων ή βροχογράφων. Παράγωγο μέγεθος είναι η ένταση της βροχής που ορίζεται σε στιγμιαία βάση ως $i = \frac{dh}{dt}$, όπου dh είναι η μεταβολή του ύψους βροχής στο διαφορικό χρόνο dt . Επειδή όμως στην πραγματικότητα η στιγμιαία ένταση βροχής δεν είναι δυνατό να μετρηθεί, χρησιμοποιούνται πάντα προσεγγίσεις της μορφής $i = \frac{\Delta h}{\Delta t}$, όπου Δh είναι η μεταβολή του ύψους βροχής στον πεπερασμένο χρόνο Δt . Η τιμή της έντασης που ορίζεται με αυτή τη σχέση αποτελεί χρονικά μέση τιμή, η οποία εξαρτάται άμεσα από το χρονικό διάστημα Δt . Προφανώς, όσο μικρότερο είναι το Δt τόσο περισσότερο η χρονικά μέση ένταση προσεγγίζει τη στιγμιαία.

Το φαινόμενο της κατακρήμνισης είναι επιφανειακά ανομοιόμορφο, δηλαδή εξελίσσεται σε κάποια επιφάνεια της γης με ρυθμό που μεταβάλλεται από σημείο σε σημείο. Χρήσιμη για τη συμπλήρωση των βροχομετρικών δεδομένων ενός σταθμού αποδεικνύεται πολλές φορές η παρατήρηση ότι το σημειακό ύψος βροχής αυξάνεται με την αύξηση του υψομέτρου. Η παρατήρηση αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για οποιαδήποτε αναγωγή βροχομετρικών παρατηρήσεων σε διαφορετικό υψόμετρο από αυτό που αρχικά ανήκουν.

2.5.5. Μέτρηση σχετικής υγρασίας

Η σχετική υγρασία U ορίζεται ως ο λόγος της πραγματικής τάσης υδρατμών e προς την τάση κορεσμού e^* . Τυπικά, η μέτρηση του μεγέθους e ή ισοδύναμα του U γίνεται με το ψυχρόμετρο, το οποίο συνίσταται από δύο θερμομέτρα, ένα κοινό (ξηρό) και ένα με καλυμμένο το δοχείο υδραργύρου με βρεγμένο ύφασμα (υγρό). Η θερμοκρασία του υγρού θερμομέτρου είναι μικρότερη λόγω της εξάτμισης του νερού. Από τις θερμοκρασίες του ξηρού και υγρού θερμομέτρου υπολογίζεται μέσω μετεωρολογικών πινάκων η σχετική υγρασία. Αυτός ο τρόπος μέτρησης της σχετικής υγρασίας δείχνει τη στενή σχέση της σχετικής υγρασίας με την εξάτμιση.

Η συνεχής καταγραφή της σχετικής υγρασίας γίνεται με τον υδρογράφο, ένα όργανο με τύμπανο καταγραφής και αισθητήρα, του οποίου η λειτουργία βασίζεται κατά κανόνα στη μεταβολή των διαστάσεων μιας υγροσκοπικής ουσίας, κατά κανόνα ζωικής τρίχας.

Στην τυπική παρουσίαση των μετρήσεων σχετικής υγρασίας δίνεται η μέση σχετική υγρασία σε ημερήσια και σε μηνιαία βάση. Για τον υπολογισμό της μέσης σχετικής υγρασίας σε μια τυχαία περίοδο Δt , η ολοκλήρωση μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Σύμφωνα με τον απλούστερο τρόπο, η μέση σχετική υγρασία προκύπτει με άμεση ολοκλήρωση ως προς το χρόνο της σχετικής υγρασίας, δηλαδή:

$$\bar{U}_1 = \frac{1}{\Delta t} \int_0^{\Delta t} U dt \quad (2)$$

Σύμφωνα με το δεύτερο τρόπο η ολοκλήρωση γίνεται στη βάση της τάσης υδρατμών e , δηλαδή υπολογίζεται πρώτα το μέγεθος

$$e = \frac{1}{\Delta t} \int_0^{\Delta t} e dt = \frac{1}{\Delta t} \int_0^{\Delta t} e^*(T) dt \quad (3)$$

οπότε η μέση σχετική υγρασία της περιόδου Δt είναι:

$$\bar{U}_2 = \frac{\bar{e}}{e^*(\bar{T})} \quad (4)$$

όπου \bar{T} η μέση θερμοκρασία της ίδιας περιόδου.

Διάφοροι τύποι μοντέρνων υγρομέτρων χρησιμοποιούν τεχνικές όπου η μεταβολή της συγκέντρωσης των ατμών του νερού μεταβάλλει και κάποιες ιδιότητες (π.χ. ηλεκτρική αντίσταση) κάποιων ουσιών.

2.5.6. Τοποθέτηση σταθμού

Ο εκάστοτε μετεωρολογικός σταθμός πρέπει να τοποθετείται σε επίπεδο χωρίς κλίση εδάφους, ούτε μέσα σε τρύπα/γούβα, για να είναι αντιπροσωπευτικές οι μετρήσεις για την περιοχή. Εάν ενδιαφερόμαστε για την θερμοκρασία πλαγιάς βουνού ή για την θερμοκρασία δολινης/γούβας, τότε η τοποθέτησή του εκεί είναι αποδεκτή. Ο σταθμός

πρέπει να είναι μακριά από οποιοδήποτε αντικείμενο, όπως δένδρα, κτίρια, τοίχους, κ.λπ. και να μην επηρεάζεται καθόλου από αυτά.

Ο μηχανισμός μέτρησης θερμοκρασίας (κλωβός με το θερμόμετρο μέσα του) πρέπει να βρίσκεται σε απόσταση τουλάχιστον 1,25m και όχι πάνω από 2m από το έδαφος (η 2^η συνθήκη είναι λιγότερο απαγορευτική αν και καλό θα είναι να τηρείται επίσης). Το δε έδαφος από κάτω του, καλό θα είναι να μην αποτελείται από κάποια επιφάνεια με μεγάλη ανακλαστική ικανότητα (λεία πλακάκια, καθρέπτες, τζάμι, κ.λπ.) ή πηγή θερμότητας (τσιμέντο, πίσσα, νερό (εκτός αν ενδιαφερόμαστε για την μέτρηση της θερμότητας του αέρα μιας περιοχής πάνω από το νερό), κ.λπ.). αυτονόητο από τα παραπάνω είναι ότι ο μηχανισμός μέτρησης θερμοκρασίας πρέπει να μην επικαλύπτεται από οποιαδήποτε σκιά και να βρίσκεται σε συνεχή έκθεση στον ήλιο εφόσον υπάρχει ηλιοφάνεια.

Το δε βαρόμετρο μπορεί να τοποθετείται σχετικά με πιο ελεύθερα κριτήρια αφού η ατμοσφαιρική πίεση δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες μεταβολές για μια μικρή περιοχή, ούτε μεγάλες αυξομειώσεις από το έδαφος έως τα 10m. Δεν μπορεί να τοποθετηθεί σε κλειστό χώρο.

Το ανεμόμετρο πρέπει να βρίσκεται σε ύψος 10m και μακριά από οποιοδήποτε αντικείμενο, σε απόσταση τουλάχιστον 10 φορές μεγαλύτερη από το ύψος του αντικειμένου.

Το βροχόμετρο πρέπει να βρίσκεται όσο πιο κοντά στο έδαφος γίνεται και πρέπει να βρίσκεται μακριά από οποιοδήποτε αντικείμενο, σε απόσταση τουλάχιστον 4 φορές μεγαλύτερη από τη διαφορά ύψους του αντικειμένου από το ύψος βροχομέτρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Για την ανάλυση όλων των μεταβλητών στο σταθμός της EMY

Στη συνέχεια περιγράφονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την ανάλυση των 5 μεταβλητών (θερμοκρασία, ατμοσφαιρική πίεση, ταχύτητα ανέμου, συνολική κατακρήμνιση και σχετική υγρασία) στο σταθμό της EMY που βρίσκεται στην περιοχή του Ελληνικού.

3.1.1. Επεξεργασία πρωτογενών χρονοσειρών

Τις περισσότερες περιπτώσεις οι πρωτογενείς χρονοσειρές, είτε μετεωρολογικής πρόβλεψης είτε παρατήρησης, δεν έχουν την κατάλληλη ώστε να χρησιμοποιηθούν σε ανάλυση πριν υποστούν κάποια μορφή επεξεργασίας. Οι λόγοι για τους οποίους απαιτείται επεξεργασία στα πρωτογενή δεδομένα πριν τη χρήση είναι: πιθανώς διαφορετικές μονάδες μέτρησης των μεγεθών, μη σταθερό χρονικό βήμα λόγω έλλειψης τιμών και άλλοι λόγοι που σχετίζονται με το είδος της ανάλυσης κάθε φορά. Στη συνέχεια περιγράφεται η επεξεργασία που πραγματοποιήθηκε στις πρωτογενείς χρονοσειρές ώστε να εφαρμοσθούν οι μέθοδοι πρόγνωσης.

Ενοποίηση μονάδων μέτρησης δεδομένων

Οι μονάδες μέτρησης των πρωταρχικών δεδομένων μετεωρολογικής πρόβλεψης από το μοντέλο ERA-Interim και των δεδομένων τοπικής παρατήρησης από το σταθμό της EMY δεν ταυτίζονται, όπως φαίνεται από την ενότητα 2.2 όπου παρουσιάζονται αυτές. Συνοπτικά οι μονάδες των δεδομένων παρουσιάζονται στη συνέχεια (βλ. [Πίνακα 3.1](#)).

Πίνακας 3.1. Μονάδες μέτρησης μετεωρολογικών δεδομένων πρόβλεψης και δεδομένων παρατήρησης για το σταθμό της EMY

Μετεωρολογική μεταβλητή	Μετεωρολογική Πρόβλεψη	Παρατήρηση (σταθμός EMY)
Θερμοκρασία	K	°C
Ατμοσφαιρική πίεση	Pa	hPa
Ταχύτητα ανέμου	m/s	kn
Συνολική κατακρήμνιση	m	mm
Σχετική υγρασία	% ²	%

² Για τη μεταβλητή της σχετικής υγρασίας δεν διατίθενται μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης από το ατμοσφαιρικό μοντέλο πρόβλεψης ERA-Interim.

Για να γίνει σύγκριση και συνδυασμός των δεδομένων πρόβλεψης και παρατήρησης πρέπει να βρίσκονται σε ίδιες μονάδες μέτρησης. Αποφασίζεται λοιπόν να χρησιμοποιηθούν οι εξής μονάδες για τις μεταβλητές:

1. θερμοκρασία: βαθμοί Κελσίου (°C)
2. ατμοσφαιρική πίεση: Paschal (Pa)
3. ταχύτητα ανέμου: κόμβοι (kn)
4. συνολική κατακρήμνιση: χιλιοστά (mm)
5. σχετική υγρασία: επί τοις εκατό (%)

Έτσι, ανάλογα με τις αρχικές μονάδες γίνονται και οι κατάλληλες μετατροπές μονάδων βάσει των παρακάτω σχέσεων:

1. $0 \text{ K} = -273,15 \text{ } ^\circ\text{C}$
2. $1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$
3. $1 \text{ kn} = 0,5144 \text{ m/s}$
4. $1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$

Αφού πλέον τα δεδομένα μετεωρολογικής πρόβλεψης και παρατήρησης έχουν κοινές μονάδες μπορούν να αξιοποιηθούν με οποιοδήποτε τρόπο. Στη μεταβλητή της σχετικής υγρασίας όπου δεν υπάρχουν μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης δεν πραγματοποιείται καμία μετατροπή.

Σημειώνεται ότι τα μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης της μεταβλητής της ταχύτητας του ανέμου δίνεται σε 2 διευθύνσεις (u/v) και για να εφαρμοσθούν οι μέθοδοι υπολογίζεται μία τιμή της ταχύτητας σε μία διεύθυνση μέσω της σχέσης:

$$\sqrt{(u^2 + v^2)}$$

Έλεγχος τιμών παρατήρησης

Πριν από οποιαδήποτε επεξεργασία των χρονοσειρών παρατήρησης πρέπει να πραγματοποιηθεί έλεγχος των τιμών εάν τα δεδομένα βρίσκονται εντός κάποιων λογικών ορίων, τα οποία προσδιορίζονται ανάλογα με τη μεταβλητή. Εάν οι τιμές είναι πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές αφαιρούνται. Τα όρια εντός των οποίων ορίζεται ότι πρέπει να βρίσκονται οι τιμές για κάθε μεταβλητή για την 3ωρη χρονοσειρά της EMY στο Ελληνικό παρουσιάζονται στον [Πίνακα 3.2](#) που ακολουθεί.

Πίνακας 3.2. Αποδεκτές τιμές ορίων ελέγχου για το σταθμό της ΕΜΥ

Μετεωρολογική μεταβλητή	Ελάχιστο όριο ελέγχου	Μέγιστο όριο ελέγχου
Θερμοκρασία (°C)	-7	50
Ατμοσφαιρική πίεση (Pa)	98 000	105 000
Ταχύτητα ανέμου (kn)	0	40
Συνολική κατακρήμνιση (mm)	0	150
Σχετική υγρασία (%)	2	100

Διαδικασία τυποποίησης

Επειδή τα μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης και τα δεδομένα παρατήρησης για την ίδια μεταβλητή δεν αποτελούν τιμές αναφερόμενες στο ίδιο σημείο και στο ίδιο υψόμετρο πρέπει να ακολουθηθεί μια διαδικασία ώστε αυτές οι τιμές να έχουν κοινό σημείο αναφοράς, για να είναι δυνατή η σύγκριση και ο συνδυασμός τους. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται τυποποίηση και ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης για τη μεταβλητή της θερμοκρασία αναφέρονται σε ύψος 2m από την επιφάνεια της γης, ενώ τα δεδομένα μέτρησης σχετίζονται με τη θέση και το ύψος του οργάνου το οποίο δεν είναι γνωστό με ακρίβεια. Άρα, υπάρχει μια μόνιμη απόκλιση των τιμών πρόβλεψης και μέτρησης, η οποία εξαλείφεται με τη διαδικασία της τυποποίησης.

Αντίστοιχα, τα μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης για τη μεταβλητή της ταχύτητας του ανέμου αναφέρονται στα 10m ύψος από την επιφάνεια της γης, ενώ αυτά της μέτρησης σχετίζονται με τη θέση και το ύψος του οργάνου μέτρησης. Οπότε και εδώ υπάρχει μόνιμη απόκλιση των δύο τιμών που εξαλείφεται μέσω της τυποποίησης.

Τα ίδια ισχύουν τόσο για την ατμοσφαιρική πίεση όσο και για την συνολική κατακρήμνιση. Έτσι, η τυποποίηση πραγματοποιείται σε όλες τις μεταβλητές με τον ίδιο τρόπο για να υπάρχει ομοιομορφία αυτών.

Σημειώνεται ότι λόγω της διαδικασίας τυποποίησης που πραγματοποιείται στις χρονοσειρές της μετεωρολογικής πρόβλεψης και της μέτρησης, σε κάποιες μεταβλητές πιθανό να μην χρειάζεται ενοποίηση των μονάδων μέτρησης καθώς

τελικά οι τιμές γίνονται αδιάστατες. Ωστόσο, πραγματοποιείται εξομοίωση των μονάδων για πληρότητα και αποφυγή λάθους σε περίπτωση αποτυποποίησης.

Ένας άλλος λόγος, εξίσου σημαντικός, για τον οποίο πραγματοποιείται η διαδικασία τυποποίησης στα δεδομένα μετεωρολογικής πρόβλεψης και παρατήρησης σε όλες τις μεταβλητές είναι η απαλοιφή της κυκλοστασιμότητας, δηλαδή της περιοδικότητας των τιμών εντός του έτους λόγω της εποχικότητας και της περιοδικότητας των τιμών εντός της ημέρας λόγω της εναλλαγής μέρας-νύχτας.

Η διαδικασία της τυποποίησης πραγματοποιείται με αφαίρεση της μέσης τιμής ($\bar{x}_{\omega,\mu}$) και έπειτα διαίρεση με τη τυπική απόκλιση ($s_{\omega,\mu}$), τιμές οι οποίες υπολογίζονται για κάθε ώρα του μήνα, δηλαδή:

$$y_i = (x_i - \bar{x}_{\omega,\mu}) / s_{\omega,\mu} \quad (5)$$

όπου: y_i ($i=1,2,3,\dots$): η τυποποιημένη τιμή

x_i ($i=1,2,3,\dots$): η τιμή της πρωτογενούς χρονοσειράς

$\bar{x}_{\omega,\mu}$: η μέση τιμή για κάθε ώρα του μήνα

$s_{\omega,\mu}$: η τυπική απόκλιση για κάθε ώρα του μήνα

3.1.2. Μέθοδοι πρόγνωσης

Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται στις τυποποιημένες πλέον τιμές των μεταβλητών είναι οι εξής:

❖ Μέθοδοι στις οποίες χρησιμοποιούνται μόνο τα δεδομένα μέτρησης και όχι οι μετεωρολογικές προβλέψεις (Στοχαστικά μοντέλα πρόγνωσης και αναλογικό μοντέλο):

- i. Η πρόγνωση ισούται με τη μέση τιμή των μετρήσεων (πρώτο μοντέλο αναφοράς (benchmark model 1), στο εξής για συντομία B1):

$$\tilde{x}((t+l)\Delta) = \bar{x} \quad (6)$$

όπου: $\tilde{x}((t+l)\Delta)$: η πρόγνωση τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

\bar{x} : η μέση τιμή των μετρήσεων

- ii. Η πρόγνωση ισούται με τη μέτρηση τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (δεύτερο μοντέλο αναφοράς (benchmark model 2), στο εξής για συντομία B2):

$$\tilde{x}((t+l)\Delta) = x(t\Delta) \quad (7)$$

όπου: $\tilde{x}((t+l)\Delta)$: η πρόγνωση τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

$x(t\Delta)$: η μέτρηση τη στιγμή της πρόγνωσης

- iii. Η πρόγνωση ισούται με τη σταθμισμένη μέτρηση τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (συντομογραφία ΣΜ1):

$$\tilde{x}((t+l)\Delta) = a x(t\Delta) \quad (8)$$

όπου: $\tilde{x}((t+l)\Delta)$: η πρόγνωση τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

a : ο συντελεστής βαρύτητας της τιμής μέτρησης

$x(t\Delta)$: η μέτρηση τη στιγμή της πρόγνωσης

- iv. Η πρόγνωση ισούται με το σταθμισμένο μέσο όρο των 10 προηγούμενων μετρήσεων από τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (συντομογραφία ΣΜ10):

$$\tilde{x}((t+l)\Delta) = \sum_{q=0}^9 (a_q x((t-q)\Delta)) \quad (9)$$

όπου: $\tilde{x}((t+l)\Delta)$: η πρόγνωση τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

$a_q (q=0, 1, \dots, 9)$: οι συντελεστές βαρύτητας των μετρήσεων

$x((t-q)\Delta)$: οι προηγούμενες, από τη στιγμή πρόγνωσης, μετρήσεις

- v. Η πρόγνωση ισούται με το σταθμισμένο μέσο όρο των 24 προηγούμενων μετρήσεων από τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (συντομογραφία ΣΜ24):

$$\tilde{x}((t+l)\Delta) = \sum_{q=0}^{23} (a_q x((t-q)\Delta)) \quad (9)$$

όπου: $\tilde{x}((t+l)\Delta)$: η πρόγνωση τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

$a_q (q=0, 1, \dots, 23)$: οι συντελεστές βαρύτητας των μετρήσεων

$x((t-q)\Delta)$: οι προηγούμενες, από τη στιγμή πρόγνωσης, μετρήσεις

- vi. Η πρόγνωση ισούται με το αποτέλεσμα της εφαρμογής του αναλογικού μοντέλου (συντομογραφία ΑΜ):

$$\tilde{x}((t+l)\Delta) = b((t+l)\Delta) \quad (10)$$

όπου: $\tilde{x}((t+l)\Delta)$: η πρόγνωση τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

$b((t+l)\Delta)$: η πρόγνωση του αναλογικού μοντέλου για τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

Το αναλογικό μοντέλο κάθε φορά αναζητά ανάλογες καταστάσεις σε όλη την προηγούμενη χρονοσειρά και λαμβάνει ως πρόγνωση το μέσο όρο των τιμών που συμβαίνουν μετά από την κάθε κατάσταση την επιθυμητή χρονική στιγμή. Αναλυτικά για το αναλογικό μοντέλο στη συνέχεια.

Σημειώνεται ότι οι παραπάνω μέθοδοι εφαρμόζονται με τον ίδιο τρόπο για κάθε πρόβλεψη σε οποιοδήποτε βάθος χρόνου. Οι προγνώσεις που γίνονται με τις παραπάνω μεθόδους είναι για βάθος χρόνου 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 ώρες, δηλαδή γίνονται προγνώσεις ανά 3 ώρες για το επόμενο εικοσιτετράωρο.

❖ Μέθοδοι στις οποίες χρησιμοποιούνται τόσο δεδομένα παρατήρησης όσο και μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης ατμοσφαιρικού μοντέλου (μέθοδοι συνδυασμού):

- i. Η πρόγνωση ισούται με την μετεωρολογική πρόβλεψη για την ίδια χρονική στιγμή (συντομογραφία ΜΠ):

$$\tilde{x}((t+l)\Delta) = y((t+l)\Delta) \quad (11)$$

όπου: $\tilde{x}((t+l)\Delta)$: η πρόγνωση τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

$y((t+l)\Delta)$: η μετεωρολογική πρόβλεψη για τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

- ii. Η πρόγνωση ισούται με το σταθμισμένο μέσο όρο της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου και της μέτρησης τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (συντομογραφία ΣΠΜ1):

$$\tilde{x}((t+l)\Delta) = a x(t\Delta) + \beta y((t+l)\Delta) \quad (12)$$

όπου: $\tilde{x}((t+l)\Delta)$: η πρόγνωση τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

a : ο συντελεστής βαρύτητας της τιμής μέτρησης

$x(t\Delta)$: η μέτρηση τη στιγμή της πρόγνωσης

β : ο συντελεστής βαρύτητας της τιμής πρόβλεψης

$y((t+l)\Delta)$: η μετεωρολογική πρόβλεψη για τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

- iii. Η πρόγνωση ισούται με το σταθμισμένο μέσο όρο της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου και των 10 προηγούμενων μετρήσεων από τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (συντομογραφία ΣΠΜ10):

$$\tilde{x}((t+l)\Delta) = \sum_{q=0}^p (a_q x((t-q)\Delta)) + \beta y((t+l)\Delta) \quad (13)$$

όπου: $\tilde{x}((t+l)\Delta)$: η πρόγνωση τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

a_q ($q=0,1, \dots, 9$): οι συντελεστές βαρύτητας των μετρήσεων

$x((t-q)\Delta)$: οι προηγούμενες, από τη στιγμή πρόγνωσης, μετρήσεις

β : ο συντελεστής βαρύτητας της τιμής της μετεωρολογικής πρόβλεψης

$y((t+l)\Delta)$: η μετεωρολογική πρόβλεψη για τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

- iv. Η πρόγνωση ισούται με το σταθμισμένο μέσο όρο της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου και των 24 προηγούμενων μετρήσεων από τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (συντομογραφία ΣΠΜ24):

$$\tilde{x}((t+l)\Delta) = \sum_{q=0}^p (a_q x((t-q)\Delta)) + \beta y((t+l)\Delta) \quad (13)$$

όπου: $\tilde{x}((t+l)\Delta)$: η πρόγνωση τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

a_q ($q=0,1, \dots, 23$): οι συντελεστές βαρύτητας των μετρήσεων

$x((t-q)\Delta)$: οι προηγούμενες, από τη στιγμή πρόγνωσης, μετρήσεις

β : ο συντελεστής βαρύτητας της τιμής της μετεωρολογικής πρόβλεψης

$y((t+l)\Delta)$: η μετεωρολογική πρόβλεψη για τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

- v. Η πρόγνωση ισούται με το σταθμισμένο μέσο όρο της μετεωρολογικής πρόβλεψης και του αποτελέσματος της εφαρμογής του αναλογικού μοντέλου (συντομογραφία ΣΠΑΜ):

$$\tilde{x}((t+l)\Delta) = a b((t+l)\Delta) + \beta y((t+l)\Delta) \quad (14)$$

όπου: $\tilde{x}((t+l)\Delta)$: η πρόγνωση τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

α : ο συντελεστής βαρύτητας της τιμής του αναλογικού μοντέλου

$b((t+l)\Delta)$: το αποτέλεσμα του αναλογικού μοντέλου για τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

β : ο συντελεστής βαρύτητας της μετεωρολογικής πρόβλεψης

$y((t+l)\Delta)$: η μετεωρολογική πρόβλεψη για τη χρονική στιγμή $(t+l)\Delta$

Σημειώνεται ότι οι παραπάνω μέθοδοι εφαρμόζονται με τον ίδιο τρόπο για κάθε πρόβλεψη σε οποιοδήποτε βάθος χρόνου. Οι προγνώσεις που γίνονται με τις παραπάνω μεθόδους είναι για βάθος χρόνου 3, 6, 9, 12 ώρες, δηλαδή πραγματοποιείται πρόγνωση ανά 3 ώρες για το επόμενο δωδεκάωρο. Εδώ δεν πραγματοποιούνται προγνώσεις για βάθος χρόνου 15, 18, 21, 24 ώρες γιατί δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα πρόβλεψης ατμοσφαιρικού μοντέλου για αυτές τις ώρες.

3.1.3. Διεξαγωγή αποτελεσμάτων

Τα βασικά αποτελέσματα των μεθόδων για κάθε μεταβλητή αποτελούν οι τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe σε κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης καθώς και οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων που αναφέρθηκαν.

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται ο υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων και του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe. Επιπλέον πραγματοποιείται περιγραφή του αναλογικού μοντέλου.

Υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας και του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe των μεθόδων πρόγνωσης

Οι συντελεστές βαρύτητας των μεθόδων, όπου και όταν υπάρχουν, υπολογίζονται με βελτιστοποίηση ως προς τη μεγιστοποίηση του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe, ο οποίος χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της προγνωστικής ισχύος των υδρολογικών μοντέλων. Οι συντελεστές βαρύτητας των τιμών είναι διαφορετικοί σε κάθε χρονική πρόγνωση, σε κάθε μέθοδο και σε κάθε μεταβλητή. Οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας παρατίθενται σε μορφή πινάκων στο Παράρτημα Β.

Ο συντελεστής απόδοσης Nash-Sutcliffe, ο οποίος κυμαίνεται από $-\infty$ έως 1, υπολογίζεται μέσω της σχέσης (15):

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=0}^n (\tilde{x}(i) - x(i))^2}{\sum_{i=0}^n (\bar{x} - x(i))^2} \quad (15)$$

όπου: $\tilde{x}(i)$ ($i=1,2,3,\dots,n$): η τιμή της πρόγνωσης, από την εφαρμογή της μεθόδου, τη χρονική στιγμή i

$x(i)$ ($i=1,2,3,\dots,n$): η τιμή της μέτρησης τη χρονική στιγμή i

\bar{x} : η μέση τιμή των μετρήσεων

Για τις τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe ισχύει:

- Αν $E=1$, τότε υπάρχει τέλεια αντιστοίχιση των τιμών πρόγνωσης και των παρατηρημένων τιμών.
- Αν $E=0$, τότε είναι σα να λαμβάνεται ως πρόγνωση η μέση τιμή των παρατηρημένων τιμών.
- Αν $E<0$, τότε είναι καλύτερα να λαμβάνεται ως πρόγνωση η μέση τιμή των παρατηρημένων τιμών παρά αυτό που προκύπτει από τη μέθοδο πρόγνωσης.

Σημειώνεται ότι με τη μεγιστοποίηση του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe πραγματοποιείται ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του μέσου τετραγωνικού σφάλματος: $\sum (\tilde{x}(i) - x(i))^2$.

Αναλογικό μοντέλο

Αρχικά πρέπει να σημειωθεί ότι μέρος των επόμενων στοιχείων για το αναλογικό μοντέλο προκύπτει από την ανάλυση του Θεωδορόπουλου (2013) ύστερα από επεξεργασία και προσαρμογή.

Η βασική αρχή αυτής της μεθόδου είναι ότι η δυναμική ενός συστήματος αποτυπώνεται σε μία χρονοσειρά, εν προκειμένω υδρομετεωρολογική. Οπότε για να γίνει πρόβλεψη, αρκεί να βρεθούν οι ανάλογες – παρόμοιες καταστάσεις στο παρελθόν με την παρούσα κατάσταση και να ερευνηθεί πώς εξελίχθηκαν εκείνες. Αν στην ιστορική βάση δεδομένων εντοπιστούν αρκετές καταστάσεις ανάλογες με την

παρούσα τότε χρησιμοποιείται η μέση τιμή των μετρήσεων, ώστε να εξαχθεί η τιμή πρόβλεψης.

Τα τρία βασικά ζητήματα που εξετάζονται είναι:

- ο τρόπος που θα καθορισθεί η παρούσα κατάσταση,
- ο καθορισμός του τρόπου εύρεσης των ανάλογων καταστάσεων,
- ο καθορισμός των παραμέτρων με τις οποίες ορίζεται το πλήθος τιμών με το οποίο θα εκτιμηθεί η μέση τιμή της πρόγνωσης.

Στην συνέχεια για την ανάλυση της μεθόδου και για να γίνει πιο κατανοητή η μεθοδολογία θεωρήθηκε χρονοσειρά με n -μετρήσεις. Οι μετρήσεις αυτές μπορεί να είναι οποιασδήποτε μεταβλητής και χρονικού βήματος.

Παρούσα κατάσταση

Ο καθορισμός της παρούσας κατάστασης γίνεται με την βοήθεια ενός διάνυσματος. Για την δημιουργία του διανύσματος, το οποίο ορίζει την παρούσα μετεωρολογική κατάσταση, χρησιμοποιήθηκε η γραμμική μέθοδος.

Ως γραμμική ορίζεται αυτή η μέθοδος στην οποία το διάνυσμα έχει στοιχεία τα οποία έχουν επιλεγεί με γραμμικό τρόπο, δηλαδή σε ένα διάνυσμα με h διαστάσεις – στοιχεία, το διάνυσμα θα έχει την μορφή:

$$\Delta\text{ΠΚ}=(x_n, x_{n-1}, \dots, x_{n-(h-1)}) \quad (16)$$

όπου n και h είναι παράμετροι φυσικών αριθμών.

Σε κάθε μεταβλητή εξετάζονται αρκετές τιμές για το πλήθος (h) στοιχείων της παρούσας κατάστασης και κάθε φορά επιλέγεται αυτή που οδηγεί στον μέγιστο συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe. Οι τιμές h που επιλέγονται τελικά για κάθε μεταβλητή παρουσιάζονται στον [Πίνακα 3.3](#) στη συνέχεια.

Εύρεση ανάλογων καταστάσεων

Για την εύρεση των ανάλογων καταστάσεων, βάσει των οποίων καθορίζεται η μετεωρολογική πρόγνωση, συγκρίνεται το διάνυσμα της παρούσας κατάστασης με κάθε αντίστοιχο διάνυσμα της εκάστοτε χρονοσειράς του παρελθόντος.

Έτσι εάν μια χρονοσειρά έχει n στοιχεία θα δημιουργηθούν διανύσματα $n-l-1$ (όπου $n-l$ ο δείκτης του τελευταίου στοιχείου του ΔΠΚ $l=h-1$) τα οποία θα συγκριθούν με το ΔΠΚ. Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι αυτά τα διανύσματα δημιουργούνται με τον ίδιο τρόπο που δημιουργήθηκε και το ΔΠΚ, δηλαδή γραμμικά.

Για τη σύγκριση αυτών των διανυσμάτων με το ΔΠΚ επιλέχθηκε το κριτήριο της μέγιστης διαφοράς των στοιχείων (Μέγιστη Νόρμα):

$$A_k = \max_{1 \leq i \leq m} |x_{v-(i-1)} - y_{k-(i-1)}| \quad (17)$$

όπου το i φυσικός αριθμός.

Πλήθος ανάλογων καταστάσεων

Πρέπει να καθοριστεί το πλήθος των ανάλογων καταστάσεων που θα χρησιμοποιηθούν έτσι ώστε να εξαχθεί μια μετεωρολογική πρόβλεψη. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν καθορίζεται μία τιμή για το πλήθος των ανάλογων καταστάσεων, αλλά ορίζεται ένα όριο διαφοράς των τιμών με την παρούσα κατάσταση (παράμετρος g) – [Πίνακας 3.3](#) – και όπου ισχύει $(x_{v-(i-1)} - y_{k-(i-1)}) < g$ σε κάθε τιμή του πλήθους στοιχείων του διανύσματος της χρονοσειράς χρησιμοποιείται σαν ανάλογη κατάσταση. Το πλήθος των ανάλογων καταστάσεων που χρησιμοποιείται σε κάθε τιμή είναι γνωστό καθώς είναι τιμή που εξάγεται από το μοντέλο, ενώ δεν καθορίζεται εξ' αρχής ως σταθερή τιμή.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι όλα τα παραπάνω διεξάχθηκαν σε λογισμικό MATLAB, όπου ο κώδικας παρατίθεται στο Παράρτημα Ε.

Πίνακας 3.3. Τιμές παραμέτρων g και h του αναλογικού μοντέλου για κάθε μεταβλητή για το σταθμό της ΕΜΥ

Μεταβλητή	Παράμετρος g	Παράμετρος h
Θερμοκρασία	0,5	5
Ατμοσφαιρική πίεση	0,5	4
Ταχύτητα ανέμου	1,0	5
Συνολική κατακρήμνιση	0,8	5
Σχετική υγρασία	0,8	3

3.1.4. Συγκέντρωση αποτελεσμάτων

Τα βασικά αποτελέσματα για κάθε μεταβλητή αποτελούν οι τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe σε κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης καθώς και οι αντίστοιχες τιμές των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων πρόγνωσης που αναφέρθηκαν.

Οι τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για κάθε μέθοδο σε κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης συγκεντρώνονται και τοποθετούνται σε διάγραμμα στο οποίο φαίνεται η μεταβολή του συντελεστή σχετικά με το χρονικό βάθος πρόγνωσης για κάθε μία από τις μεθόδους που εφαρμόστηκαν. Από το διάγραμμα αυτό είναι ορατό ποια μέθοδος είναι καταλληλότερη και σε ποιο χρονικό βάθος πρόγνωσης. Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για όλες τις μεταβλητές του σταθμού της ΕΜΥ στο Ελληνικό παρατίθενται στο Παράρτημα Α διαχωρισμένα σε μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις ή συνδυασμό μετρήσεων και μετεωρολογικών προβλέψεων. Με την ίδια λογική παρουσιάζονται και τα αντίστοιχα διαγράμματα «συντελεστή απόδοσης – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για να είναι πιο ευδιάκριτα τα αποτελέσματα. Βέβαια, παρουσιάζονται και συγκεντρωτικά για λόγους σύγκρισης.

Οι συντελεστές βαρύτητας των παραπάνω μεθόδων καταγράφονται και συγκρίνονται μεταξύ τους ως προς την βαρύτητα των εκάστοτε τιμών σε κάθε μέθοδο αλλά και σε κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης για την ίδια μεταβλητή ώστε να καθορισθεί το μέγεθος της μακροπρόθεσμης εμμονής. Οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας για όλες τις μεταβλητές και για όλες τις μεθόδους παρατίθενται σε μορφή πινάκων και διαγραμμάτων στο Παράρτημα Β.

Τα αποτελέσματα και οι σχολιασμοί περί αυτών παρατίθενται στο Κεφάλαιο 4, ενώ στο Κεφάλαιο 5 διατυπώνονται τα γενικά συμπεράσματα.

3.2. Διερεύνηση για τα χαρακτηριστικά του κλίματος

Στη συνέχεια περιγράφονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την ανάλυση των 2 μεταβλητών (θερμοκρασία και ταχύτητα ανέμου) στους σταθμούς της Αττικής, του Λονδίνου, της Μελβούρνης και της Νέας Υόρκης ώστε να διερευνηθεί η συμπεριφορά των αποτελεσμάτων των μεθόδων πρόγνωσης με τη διαφοροποίηση των κλιματικών χαρακτηριστικών της περιοχής του σταθμού.

3.2.1. Επεξεργασία πρωτογενών χρονοσειρών

Όπως έχει αναφερθεί στην [ενότητα 3.1.1](#) είναι απαραίτητη η επεξεργασία των πρωτογενών χρονοσειρών πριν από οποιαδήποτε ανάλυση. Η επεξεργασία αυτή περιγράφεται στη συνέχεια.

Ενοποίηση μονάδων μέτρησης δεδομένων

Οι μονάδες μέτρησης των πρωταρχικών δεδομένων μετεωρολογικής πρόβλεψης από το μοντέλο ERA-Interim και δεδομένων τοπικής παρατήρησης από τους σταθμούς για κάθε περιοχή δεν ταυτίζονται για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας, αλλά ταυτίζονται για τη μεταβλητή της ταχύτητας του ανέμου. Συνοπτικά οι μονάδες των δεδομένων παρουσιάζονται στον [Πίνακα 3.4](#).

Πίνακας 3.4. Μονάδες μέτρησης μετεωρολογικών δεδομένων πρόβλεψης και δεδομένων μέτρησης για τους σταθμούς σε Αττική, Λονδίνο, Μελβούρνη και Νέα Υόρκη

Μετεωρολογική μεταβλητή	Μετεωρολογική πρόβλεψη	Μέτρηση σταθμών
Θερμοκρασία	K	°C
Ταχύτητα ανέμου	m/s	m/s

Για να γίνει σύγκριση και συνδυασμός των δεδομένων θερμοκρασίας πρέπει να βρίσκονται σε ίδιες μονάδες μέτρησης. Αποφασίζεται λοιπόν να χρησιμοποιηθούν οι βαθμοί Κελσίου (°C) ως μονάδα μέτρησης της θερμοκρασίας και η αλλαγή πραγματοποιείται με τον ίδιο τρόπο που αναφέρθηκε στην [ενότητα 3.1.1](#).

Έλεγχος τιμών παρατήρησης

Πραγματοποιείται έλεγχος των τιμών παρατήρησης εάν βρίσκονται εντός κάποιων λογικών μέγιστων και ελάχιστων ορίων ανάλογα την περιοχή. Σε αυτή τη φάση δεν

τέθηκαν συγκεκριμένες τιμές μέγιστων και ελάχιστων ορίων, αλλά ο έλεγχος των τιμών έγινε μέσω της εκτίμησης του γράφοντα. Σε άλλη περίπτωση θα έπρεπε να βρεθούν όρια τιμών για κάθε μεταβλητή διαφορετικά σε κάθε περιοχή λόγω του διαφορετικού κλίματος, πράγμα που δεν έγινε.

Διαδικασία τυποποίησης

Για τους λόγους που αναφέρθηκαν προηγουμένως πραγματοποιείται τυποποίηση στα δεδομένα με τον ίδιο τρόπο (αφαίρεση μέσης τιμής και διαίρεση με τυπική απόκλιση για κάθε ώρα του μήνα).

3.2.2. Μέθοδοι πρόγνωσης

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ουσιαστικά δεν διαφέρει από αυτή που έχει ήδη αναφερθεί στην [ενότητα 3.1.2](#). Μικρές διαφορές υπάρχουν λόγω του γεγονότος ότι τα δεδομένα μέτρησης από τους σταθμούς είναι σε ωριαία χρονική βάση και δεν συμπίπτει με την 3ωρη χρονική βάση της πρόβλεψης. Σημειώνεται ότι πριν την εφαρμογή των μεθόδων έγινε «τοποθέτηση» των χρονοσειρών σε κοινή ωριαία χρονική βάση για να είναι ευκολότερος ο συνδυασμός και η σύγκρισή τους.

Στη συνέχεια γίνεται μία σύντομη περιγραφή των μεθόδων που εφαρμόστηκαν, οι οποίες ωστόσο είναι ίδιες με προηγουμένως.

❖ Μέθοδοι στις οποίες χρησιμοποιούνται μόνο τα δεδομένα μέτρησης και όχι οι μετεωρολογικές προβλέψεις :

- i. Η πρόγνωση ισούται με τη μέση τιμή των μετρήσεων (B1): [Σχέση \(6\)](#)
- ii. Η πρόγνωση ισούται με την μέτρηση τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (B2): [Σχέση \(7\)](#)
- iii. Η πρόγνωση ισούται με τη σταθμισμένη μέτρηση τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (ΣΜ1): [Σχέση \(8\)](#)
- iv. Η πρόγνωση ισούται με το σταθμισμένο μέσο όρο των 10 προηγούμενων μετρήσεων από τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (ΣΜ10): [Σχέση \(9\)](#)
- v. Η πρόγνωση ισούται με το σταθμισμένο μέσο όρο των 24 προηγούμενων μετρήσεων από τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (ΣΜ24): [Σχέση \(9\)](#)

- vi. Η πρόγνωση ισούται με το αποτέλεσμα της εφαρμογής του αναλογικού μοντέλου (AM): [Σχέση \(10\)](#)
- ❖ Μέθοδοι στις οποίες χρησιμοποιούνται τόσο δεδομένα μέτρησης όσο και μετεωρολογικά δεδομένα πρόβλεψης ατμοσφαιρικού μοντέλου:
 - i. Η πρόγνωση ισούται με την μετεωρολογική πρόβλεψη για την ίδια χρονική στιγμή (ΜΠ): [Σχέση \(11\)](#)
 - ii. Η πρόγνωση ισούται με το σταθμισμένο μέσο όρο της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου και της μέτρησης τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (ΣΠΜ1): [Σχέση \(12\)](#)
 - iii. Η πρόγνωση ισούται με το σταθμισμένο μέσο όρο της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου και των 10 προηγούμενων μετρήσεων από τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (ΣΠΜ10): [Σχέση \(13\)](#)
 - iv. Η πρόγνωση ισούται με το σταθμισμένο μέσο όρο της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου και των 24 προηγούμενων μετρήσεων από τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (ΣΠΜ24): [Σχέση \(13\)](#)
 - v. Η πρόγνωση ισούται με το σταθμισμένο μέσο όρο της μετεωρολογικής πρόβλεψης και του αποτελέσματος της εφαρμογής του αναλογικού μοντέλου (ΣΠΑΜ): [Σχέση \(14\)](#)

Σημειώνεται ότι οι παραπάνω μέθοδοι εφαρμόζονται με τον ίδιο τρόπο για κάθε πρόβλεψη σε οποιοδήποτε βάθος χρόνου. Οι προγνώσεις των μεθόδων που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις γίνονται για βάθος χρόνου 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 ώρες (πρόγνωση ανά 3 ώρες για το επόμενο εικοσιτετράωρο), ενώ οι προγνώσεις των μεθόδων συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικών προβλέψεων ατμοσφαιρικού μοντέλου γίνονται για βάθος χρόνου 3, 6, 9, 12 ώρες (πρόγνωση ανά 3 ώρες για το επόμενο δωδεκάωρο).

Αξίζει να σημειωθεί ότι λόγω της ωριαίας χρονικής βάσης αυτών των χρονοσειρών, στις μεθόδους όπου χρησιμοποιούνται 10 ή 24 προηγούμενες μετρήσεις, πλέον οι μετρήσεις αυτές δεν αντικατοπτρίζουν στο σύνολο 1 ή 3 ημέρες πίσω αλλά 10 ώρες ή 1 ημέρα πίσω. Αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη και να γίνει κατανοητή η διαφοροποίηση με προηγουμένως καθώς όταν αναφέρεται για παράδειγμα η τιμή για

2 βήματα πίσω, είναι η μέτρηση 2 ώρες πίσω και όχι η μέτρηση 2 τρίωρα πίσω, δηλαδή 6 ώρες. Τα χρονικά βήματα κάθε φορά σχετίζονται με την χρονική βάση της εκάστοτε χρονοσειράς.

3.2.3. Διεξαγωγή αποτελεσμάτων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται ο υπολογισμός των αποτελεσμάτων, δηλαδή των συντελεστών βαρύτητας και του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe. Επιπλέον πραγματοποιείται περιγραφή του αναλογικού μοντέλου.

Υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας και του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe των μεθόδων πρόγνωσης

Ο τρόπος διεξαγωγής των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων πρόγνωσης είναι ο ίδιος, βελτιστοποίηση για μεγιστοποίηση του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe.

Αναλογικό μοντέλο

Χρησιμοποιήθηκε η ίδια μορφή του αναλογικού μοντέλου και για αυτές τις χρονοσειρές.

Σημειώνεται ότι δεν έγινε περαιτέρω διερεύνηση για τις τιμές των παραμέτρων g , h που οδηγούν σε μεγιστοποίηση του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe. Χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες τιμές των παραμέτρων που είχαν βρεθεί στις 3ωρες χρονοσειρές του σταθμού της ΕΜΥ για τις αντίστοιχες μεταβλητές. Οι τιμές αυτές διακρίνονται στον [Πίνακα 3.5](#) που ακολουθεί.

Πίνακας 3.5. Τιμές παραμέτρων g και h του αναλογικού μοντέλου για κάθε μεταβλητή για τους σταθμούς σε Αττική, Λονδίνο, Μελβούρνη και Νέα Υόρκη

Μεταβλητή	Παράμετρος g	Παράμετρος h
Θερμοκρασία	0,5	5
Ταχύτητα ανέμου	1,0	5

3.2.4. Συγκέντρωση αποτελεσμάτων

Τα βασικά αποτελέσματα των μεθόδων για κάθε μεταβλητή αποτελούν οι τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe σε κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης καθώς και οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις 2 μεταβλητές (θερμοκρασία και ταχύτητα ανέμου) για κάθε σταθμό παρατίθενται στο Παράρτημα Γ διαχωρισμένα σε μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις ή συνδυασμό μετρήσεων και μετεωρολογικών προβλέψεων. Με την ίδια λογική παρουσιάζονται και τα αντίστοιχα διαγράμματα «συντελεστή απόδοσης – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για να είναι πιο ευδιάκριτα τα αποτελέσματα. Βέβαια, παρουσιάζονται και συγκεντρωτικά για λόγους σύγκρισης.

Οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας και για τις 2 μεταβλητές για όλους τους σταθμούς παρατίθενται σε μορφή πινάκων στο Παράρτημα Δ.

Τα αποτελέσματα και οι σχολιασμοί περί αυτών παρατίθενται στο Κεφάλαιο 4, ενώ στο Κεφάλαιο 5 διατυπώνονται τα γενικά συμπεράσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Γενικές παρατηρήσεις για τους συντελεστές απόδοσης Nash-Sutcliffe των μεταβλητών του σταθμού της EMY

Στην ενότητα αυτή πραγματοποιείται ανάλυση των αποτελεσμάτων για το συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe των μεθόδων πρόγνωσης που εφαρμόστηκαν. Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe παρατίθενται αναλυτικά τόσο σε πίνακες όσο και σε διαγράμματα στο Παράρτημα Α.

4.1.1. Θερμοκρασία

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας παρατίθενται στους Πίνακες Α.1, Α.2 του Παραρτήματος Α. Επίσης τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάζονται σε διαγράμματα για να είναι ευδιάκριτη η μεταβολή του συντελεστή αυτού με το χρονικό βάθος πρόγνωσης, Διαγράμματα Α.1, Α.2, Α.10 του Παραρτήματος Α.

Από τη μέθοδο όπου ως πρόγνωση λαμβάνεται η μέση τιμή των μετρήσεων (μέθοδος Β1) της θερμοκρασίας προκύπτει ότι η τιμή του συντελεστή απόδοσης είναι μηδενική, πράγμα που προκύπτει και από τον ορισμό αυτού.

Όταν ως πρόβλεψη λαμβάνεται η μέτρηση τη χρονική στιγμή που πραγματοποιείται αυτή (μέθοδος Β2), παρατηρείται μια ομαλή μείωση του συντελεστή απόδοσης. Η αρχική τιμή αυτού, στην 3ωρη πρόβλεψη, είναι πολύ ικανοποιητική, ενώ στη συνέχεια προτιμώνται άλλες μέθοδοι.

Οι μέθοδοι που για την πρόγνωση χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις φαίνεται να έχουν μια ομαλή και μη απότομη μείωση της τιμής του συντελεστή απόδοσης όσο αυξάνεται το χρονικό βάθος πρόγνωσης. Η 3ωρη πρόγνωση δίνει τη μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή απόδοσης και συνεχώς αυτή μειώνεται.

Η μεταβολή του συντελεστή απόδοσης ως προς το χρονικό βάθος πρόγνωσης για την μετεωρολογική πρόβλεψη από το ατμοσφαιρικό μοντέλο ERA-Interim, έχει μια ιδιαίτερη και απροσδόκητη μορφή. Αρχικά, η 3ωρη πρόβλεψη έχει πιο μικρή τιμή συντελεστή απόδοσης από την 6ωρη, κάτι το οποίο αναμενόταν αντίθετο. Μετά την

6ωρη πρόβλεψη η τιμή του συντελεστή απόδοσης μειώνεται όπως είναι λογικό, χωρίς να πέφτει η τιμή του κάτω από την τιμή της 3ωρης πρόβλεψης. Δηλαδή η 3ωρη πρόβλεψη έχει την πιο μικρή προσαρμοστικότητα στις μετρήσεις παρόλο που είναι η πιο κοντινή χρονικά πρόβλεψη. Αυτό ίσως μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι η πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου είναι χωρική και αφορά μια περιοχή έκτασης $11 \times 14 \text{ km}^2$, ενώ η μέτρηση είναι σημειακή και αφορά τη θέση του σταθμού.

Στις μεθόδους συνδυασμού της μετεωρολογικής πρόβλεψης και των μετρήσεων παρατηρείται μια πιο ομαλή μείωση του συντελεστή απόδοσης, με τις τιμές στο σύνολό τους να είναι πολύ πιο αυξημένες από τις μεθόδους των μετρήσεων.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα είναι φανερό ότι οι μέθοδοι στις οποίες λαμβάνονται 10 ή 24 προηγούμενες – από τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση – μετρήσεις δίνουν τα ίδια αποτελέσματα ως προς την τιμή του συντελεστή απόδοσης. Το ίδιο ισχύει και για τις μεθόδους στις οποίες χρησιμοποιούνται 10 ή 24 προηγούμενες μετρήσεις σε συνδυασμό με την μετεωρολογική πρόβλεψη. Έτσι εάν έπρεπε να επιλεγεί μία από τις 2 μεθόδους, αυτή θα ήταν η μέθοδος που χρησιμοποιεί 10 προηγούμενες μετρήσεις, ως πιο απλή μέθοδος αφού χρησιμοποιεί λιγότερα δεδομένα. Εάν και πάλι αυτά θεωρούνται πολλά δεδομένα μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος με τη μέτρηση της στιγμής πρόγνωσης με τον κατάλληλο συντελεστή βαρύτητας, καθώς τα αποτελέσματα είναι επίσης πολύ ικανοποιητικά.

Για την 3ωρη πρόγνωση όλες οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις ή συνδυασμό μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης δίνουν καλύτερα αποτελέσματα από την πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου, με καλύτερες τιμές να δίνει αρχικά η μέθοδος συνδυασμού αναλογίας και μετεωρολογικής πρόβλεψης και στη συνέχεια η μέθοδος της αναλογίας και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν 10 ή 24 προηγούμενες μετρήσεις.

Για την 6ωρη πρόγνωση οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις δίνουν καλά αποτελέσματα αλλά όχι καλύτερα από την πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου. Αντίθετα, οι μέθοδοι συνδυασμού προηγούμενων μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης δίνουν τις μέγιστες τιμές συντελεστή απόδοσης. Ομοίως για την 9ωρη και την 12ωρη πρόγνωση.

4.1.2. Ατμοσφαιρική πίεση

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τη μεταβλητή της ατμοσφαιρικής πίεσης παρατίθενται στους Πίνακες A.3, A.4 του Παραρτήματος Α. Επίσης τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάζονται σε διαγράμματα για να είναι ευδιάκριτη η μεταβολή του συντελεστή αυτού με το χρονικό βάθος πρόγνωσης, Διαγράμματα A.3, A.4, A.11 του Παραρτήματος Α.

Από τη μέθοδο όπου ως πρόγνωση λαμβάνεται η μέση τιμή των μετρήσεων (μέθοδος B1) της ατμοσφαιρικής πίεσης προκύπτει ότι η τιμή του συντελεστή απόδοσης είναι μηδενική, πράγμα που προκύπτει και από τον ορισμό αυτού.

Όταν ως πρόβλεψη λαμβάνεται η μέτρηση τη χρονική στιγμή που πραγματοποιείται αυτή (μέθοδος B2), παρατηρείται μια ομαλή μείωση του συντελεστή απόδοσης. Η αρχική τιμή αυτού, στην 3ωρη πρόβλεψη, είναι πολύ ικανοποιητική, όπως και οι επόμενες συνεχίζουν να είναι ικανοποιητικές.

Οι μέθοδοι που για την πρόγνωση χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις φαίνεται να έχουν μια πιο ομαλή και μη απότομη μείωση, σχετικά με τις αντίστοιχες της θερμοκρασίας, της τιμής του συντελεστή απόδοσης όσο αυξάνεται το χρονικό βάθος πρόγνωσης. Η 3ωρη πρόγνωση δίνει τη μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή απόδοσης και συνεχώς αυτή μειώνεται.

Η μεταβολή του συντελεστή απόδοσης ως προς το χρονικό βάθος πρόγνωσης για την μετεωρολογική πρόβλεψη έχει και πάλι μια απροσδόκητη μορφή. Αρχικά, η 3ωρη πρόβλεψη έχει πιο μικρή τιμή συντελεστή απόδοσης από όλες τις άλλες προβλέψεις (6ωρη, 9ωρη, 12ωρη). Τη μέγιστη τιμή του συντελεστή απόδοσης για την πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου, δηλαδή την πιο μεγάλη προσαρμοστικότητα στις μετρήσεις, έχει η 9ωρη πρόβλεψη. Αντίθετα, η 3ωρη πρόγνωση παρόλο που είναι η πιο κοντινή χρονικά πρόβλεψη και αναμενόταν να έχει τη μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα, έχει τη μικρότερη όλων.

Στις μεθόδους συνδυασμού των μετρήσεων και της μετεωρολογικής πρόβλεψης παρατηρείται ότι η μορφή του διαγράμματος του συντελεστή απόδοσης με το χρονικό βάθος πρόγνωσης ακολουθεί τη μορφή των μετεωρολογικών προβλέψεων με ελαφρώς πιο αυξημένες τιμές.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα είναι φανερό ότι οι μέθοδοι στις οποίες λαμβάνονται μία μέτρηση (αυτή τη στιγμή της πρόγνωσης), 10 ή 24 προηγούμενες – από τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση – μετρήσεις δίνουν σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα ως προς την τιμή του συντελεστή απόδοσης. Το ίδιο ισχύει και για τις μεθόδους στις οποίες χρησιμοποιούνται μία μέτρηση, 10 ή 24 προηγούμενες μετρήσεις σε συνδυασμό με τη μετεωρολογική πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου. Έτσι εάν έπρεπε να επιλεγεί μία από αυτές τις μεθόδους, αυτή θα ήταν η μέθοδος που χρησιμοποιεί μία μέτρηση, ως η πιο απλή μέθοδος

Για την 3ωρη πρόγνωση όλες οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις ή συνδυασμό μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης δίνουν καλύτερα αποτελέσματα από την ίδια τη μετεωρολογική πρόβλεψη, με καλύτερες τιμές να δίνουν οι στοχαστικές μέθοδοι πρόγνωσης, καθώς και η μέθοδος της αναλογίας. Εδώ μέχρι και οι μέθοδοι συνδυασμού δίνουν μικρότερες τιμές του συντελεστή απόδοσης από τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις.

Για την 6ωρη πρόγνωση οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις δίνουν καλά αποτελέσματα αλλά όχι καλύτερα από την πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου. Αντίθετα, οι μέθοδοι συνδυασμού προηγούμενων μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης δίνουν τις μέγιστες τιμές συντελεστή απόδοσης. Ομοίως για την 9ωρη και την 12ωρη πρόγνωση.

4.1.3. Ταχύτητα ανέμου

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τη μεταβλητή της ταχύτητας ανέμου παρατίθενται στους Πίνακες Α.5, Α.6 του Παραρτήματος Α. Επίσης τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάζονται σε διαγράμματα για να είναι ευδιάκριτη η μεταβολή του συντελεστή αυτού με το χρονικό βάθος πρόγνωσης, Διαγράμματα Α.5, Α.6, Α.12 του Παραρτήματος Α.

Από τη μέθοδο όπου ως πρόγνωση λαμβάνεται η μέση τιμή των μετρήσεων (μέθοδος Β1) της ταχύτητας ανέμου προκύπτει ότι η τιμή του συντελεστή απόδοσης είναι μηδενική, πράγμα που προκύπτει και από τον ορισμό αυτού.

Όταν ως πρόβλεψη λαμβάνεται η μέτρηση τη χρονική στιγμή που πραγματοποιείται αυτή (μέθοδος Β2), παρατηρείται έντονη μείωση του συντελεστή απόδοσης. Η

αρχική τιμή αυτού, στην 3ωρη πρόβλεψη, δεν είναι ικανοποιητική, ενώ μετά τις 7 ώρες δεν είναι καθόλου καλή η πρόγνωση αυτής της μεθόδου αφού ο συντελεστής απόδοσης προκύπτει αρνητικός, άρα είναι καλύτερα να ληφθεί ως πρόγνωση η μέση τιμή της μεταβλητής.

Οι μέθοδοι που για την πρόγνωση χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις φαίνεται να έχουν μια ομαλή και μη απότομη μείωση της τιμής του συντελεστή απόδοσης όσο αυξάνεται το χρονικό βάθος πρόγνωσης. Μία όχι και τόσο ομαλή μείωση της τιμής του συντελεστή απόδοσης έχει η μέθοδος της αναλογίας, η οποία ωστόσο δίνει υψηλότερες τιμές απόδοσης από τις στοχαστικές μεθόδους. Η 3ωρη πρόγνωση δίνει τη μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή απόδοσης σε όλες τις μεθόδους και συνεχώς αυτή μειώνεται.

Η μεταβολή του συντελεστή απόδοσης ως προς το χρονικό βάθος πρόγνωσης για τη μετεωρολογική πρόβλεψη από το ατμοσφαιρικό μοντέλο έχει και πάλι απροσδόκητη μορφή. Αρχικά, η 9ωρη πρόβλεψη δίνει την μέγιστη τιμή συντελεστή απόδοσης, ενώ η 3ωρη και η 6ωρη πρόγνωση δίνουν τις ελάχιστες τιμές αυτού. Σύμφωνα με τη λογική θα έπρεπε οι τιμές του συντελεστή απόδοσης να είναι αυξημένες στις χρονικά κοντινές προγνώσεις και να μειώνονται όσο πιο μελλοντική είναι αυτή, πράγμα που δεν συμβαίνει στην προκειμένη περίπτωση. Το γεγονός ότι η 3ωρη και η 6ωρη πρόγνωση δίνουν τις μικρότερες τιμές του συντελεστή ίσως να συμβαίνει για τον ίδιο λόγο που συμβαίνει και στην θερμοκρασία, δηλαδή στο γεγονός ότι η μετεωρολογική πρόβλεψη είναι χωρική και αφορά μια περιοχή έκτασης $11 \times 14 \text{ km}^2$, ενώ η μέτρηση είναι σημειακή και αφορά τη θέση του σταθμού.

Στις μεθόδους συνδυασμού των μετρήσεων και της μετεωρολογικής πρόβλεψης παρατηρείται ότι η μορφή του διαγράμματος απόδοσης με το χρονικό βάθος πρόγνωσης ακολουθεί τη μορφή του αντίστοιχου διαγράμματος των μετεωρολογικών προβλέψεων με αρκετά πιο αυξημένες τιμές. Ειδικά η μέθοδος συνδυασμού αναλογίας και μετεωρολογικής πρόβλεψης (μέθοδος ΣΠΑΜ) έχει σημαντικά μεγαλύτερες τιμές από τις υπόλοιπες μεθόδους πρόγνωσης.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα είναι φανερό ότι οι μέθοδοι στις οποίες λαμβάνονται 10 ή 24 προηγούμενες μετρήσεις δίνουν τα ίδια αποτελέσματα ως προς την τιμή του συντελεστή απόδοσης. Το ίδιο ισχύει και για τις μεθόδους στις οποίες γίνεται

συνδυασμός μίας μέτρησης, 10 ή 24 προηγούμενων μετρήσεων και της πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου. Με την ίδια λογική επιλέγεται η χρήση της πιο απλής κάθε φορά μεθόδου. Από τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις είναι φανερό ότι οι υψηλότερες τιμές του συντελεστή απόδοσης προκύπτουν από τη μέθοδο του αναλογικού μοντέλου, πράγμα που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι αυτή η μέθοδος είναι η καταλληλότερη.

Για την 3ωρη πρόγνωση όλες οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις ή συνδυασμό μετρήσεων και πρόβλεψης δίνουν καλύτερα αποτελέσματα από την πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου, με καλύτερες τιμές να δίνει ο συνδυασμός αναλογίας και μετεωρολογικής πρόβλεψης (μέθοδος ΣΠΑΜ).

Για την 6ωρη πρόγνωση οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις δίνουν καλύτερα αποτελέσματα από τη μετεωρολογική πρόβλεψη. Αντίθετα, οι μέθοδοι συνδυασμού προηγούμενων μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης δίνουν τις μέγιστες τιμές συντελεστή απόδοσης και ειδικά η μέθοδος συνδυασμού αναλογίας και πρόβλεψης.

Για την 9ωρη πρόγνωση οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις δίνουν καλά αποτελέσματα αλλά όχι καλύτερα από την πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου, με εξαίρεση τη μέθοδο της αναλογίας. Αντίθετα, οι μέθοδοι συνδυασμού μετρήσεων ή αναλογίας με τη μετεωρολογική πρόβλεψη δίνουν τις μέγιστες τιμές συντελεστή απόδοσης. Ομοίως για την 12ωρη πρόγνωση.

4.1.4. Συνολική κατακρήμνιση

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τη μεταβλητή της ταχύτητας ανέμου παρατίθενται στους Πίνακες Α.7, Α.8 του Παραρτήματος Α. Επίσης τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάζονται σε διαγράμματα για να είναι ευδιάκριτη η μεταβολή του συντελεστή αυτού με το χρονικό βάθος πρόγνωσης, Διαγράμματα Α.7, Α.8, Α.13 του Παραρτήματος Α.

Από τη μέθοδο όπου ως πρόγνωση λαμβάνεται η μέση τιμή των μετρήσεων (μέθοδος Β1) της συνολικής κατακρήμνισης προκύπτει ότι η τιμή του συντελεστή απόδοσης είναι μηδενική, πράγμα που προκύπτει και από τον ορισμό αυτού.

Όταν ως πρόβλεψη λαμβάνεται η μέτρηση τη χρονική στιγμή που πραγματοποιείται αυτή (μέθοδος B2), παρατηρείται ότι οι τιμές του συντελεστή απόδοσης είναι μονίμως αρνητικές πράγμα που σημαίνει ότι δεν είναι καθόλου καλή η πρόγνωση αυτής της μεθόδου και είναι καλύτερα να ληφθεί ως πρόγνωση η μέση τιμή της μεταβλητής.

Οι μέθοδοι που για την πρόγνωση χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις φαίνεται να έχουν μια ομαλή μείωση της τιμής του συντελεστή απόδοσης όσο αυξάνεται το χρονικό βάθος πρόγνωσης. Βέβαια οι τιμές του συντελεστή απόδοσης είναι στο σύνολό τους πολύ χαμηλές. Η μέθοδος της αναλογίας δίνει σχεδόν μηδενικές ή αρνητικές τιμές του συντελεστή απόδοσης, πράγμα που σημαίνει ότι δεν είναι καθόλου καλή η πρόγνωση αυτή.

Η μεταβολή του συντελεστή απόδοσης ως προς το χρονικό βάθος πρόγνωσης για την μετεωρολογική πρόβλεψη δίνει συνεχώς αρνητικές τιμές του συντελεστή απόδοσης και έχει μια παράξενη μορφή με την 6ωρη πρόγνωση να έχει πολύ μεγαλύτερη τιμή από τις άλλες, αλλά και πάλι αρνητική.

Στις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου παρατηρείται ότι η μορφή του διαγράμματος απόδοσης με το χρονικό βάθος πρόγνωσης ακολουθεί τη μορφή του αντίστοιχου διαγράμματος των μετεωρολογικών προβλέψεων με τιμές όμως πολύ πιο αυξημένες. Η μέγιστη τιμή του συντελεστή εμφανίζεται στην 6ωρη πρόγνωση, ενώ στην 9ωρη και στην 12ωρη πρόγνωση εμφανίζονται οι ελάχιστες τιμές αυτού.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα είναι φανερό ότι οι μέθοδοι στις οποίες λαμβάνονται μία μέτρηση (αυτή τη στιγμή της πρόγνωσης), 10 ή 24 προηγούμενες μετρήσεις δίνουν σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα ως προς την τιμή του συντελεστή απόδοσης. Η μέθοδος της μίας μέτρησης (μέθοδος ΣΜ1) προτιμάται ως πιο απλή μέθοδος. Το ίδιο ισχύει και για τις μεθόδους στις οποίες χρησιμοποιούνται 10 ή 24 προηγούμενες μετρήσεις σε συνδυασμό με την πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου, με τη μέθοδο των 10 προηγούμενων μετρήσεων (μέθοδος ΣΠΜ10) να προτιμάται ως πιο απλή.

Για την 3ωρη πρόγνωση όλες οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις ή συνδυασμό μετρήσεων και πρόβλεψης δίνουν καλύτερα αποτελέσματα από την

πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου, με καλύτερες τιμές να δίνουν οι συνδυασμοί 10 ή 24 προηγούμενων μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης. Ομοίως και για τις υπόλοιπες προγνώσεις (6ωρη, 9ωρη, 12ωρη).

Γενικά οι τιμές του συντελεστή απόδοσης είναι μικρές δείχνοντας έτσι ότι η βροχή είναι μεταβλητή που δεν μπορεί να προβλεφθεί εύκολα.

4.1.5. Σχετική υγρασία

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τη μεταβλητή της ταχύτητας ανέμου παρατίθενται στον Πίνακα Α.9 του Παραρτήματος Α. Επίσης τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάζονται σε διάγραμμα για να είναι ευδιάκριτη η μεταβολή του συντελεστή αυτού με το χρονικό βάθος πρόγνωσης, Διάγραμμα Α.9 του Παραρτήματος Α.

Από τη μέθοδο όπου ως πρόγνωση λαμβάνεται η μέση τιμή των μετρήσεων (μέθοδος Β1) της σχετικής υγρασίας προκύπτει ότι η τιμή του συντελεστή απόδοσης είναι μηδενική, πράγμα που προκύπτει και από τον ορισμό αυτού.

Όταν ως πρόβλεψη λαμβάνεται η μέτρηση τη χρονική στιγμή που πραγματοποιείται αυτή (μέθοδος Β2), παρατηρείται έντονη μείωση του συντελεστή απόδοσης. Η αρχική τιμή αυτού, στην 3ωρη πρόβλεψη είναι ικανοποιητική, ενώ μετά τις 14 ώρες δεν είναι καθόλου καλή η πρόγνωση αυτής της μεθόδου αφού οι τιμές του συντελεστή απόδοσης προκύπτουν αρνητικές και είναι καλύτερα να ληφθεί ως πρόγνωση η μέση τιμή της μεταβλητής.

Σε αυτή τη μεταβλητή λόγω έλλειψης διαθέσιμων τιμών πρόβλεψης εφαρμόζονται μόνο οι μέθοδοι με τις προηγούμενες μετρήσεις. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν 1, 10 ή 24 προηγούμενες μετρήσεις έχουν μια ομαλή και αρκετά απότομη μείωση της τιμής του συντελεστή απόδοσης όσο αυξάνεται το βάθος πρόγνωσης. Λιγότερο απότομη μείωση του συντελεστή απόδοσης έχει η μέθοδος της αναλογίας, η οποία δίνει και τις υψηλότερες τιμές απόδοσης. Οι τιμές του συντελεστή ξεκινούν από υψηλές τιμές πράγμα που σημαίνει ότι η μεταβλητή της υγρασίας είναι ικανοποιητικά προβλέψιμη στο κοντινό μέλλον.

Είναι φανερό ότι η αναλογία είναι η μέθοδος που οδηγεί στις καλύτερες προγνώσεις ως προς το βαθμό απόδοσής τους σε όλα τα βάθη πρόγνωσης. Επιπλέον οι μέθοδοι με 10 ή 24 προηγούμενες μετρήσεις δίνουν τα ίδια αποτελέσματα ως προς την τιμή του συντελεστή Nash–Sutcliffe λιγότερο ικανοποιητικά από τη μέθοδο αναλογίας – με τη μέθοδο των 10 μετρήσεων (μέθοδος ΣΜ10) να προτιμάται ως πιο απλή μέθοδος. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της μίας μέτρησης τη στιγμή της πρόγνωσης με τον κατάλληλο συντελεστή βαρύτητας, καθώς τα αποτελέσματα είναι επίσης πολύ ικανοποιητικά.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι η μέθοδος των ανάλογων καταστάσεων δίνει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα, ειδικά για τις μεταβλητές ταχύτητας ανέμου και υγρασίας, αλλά δεν κατατάσσεται στις «καλές» μεθόδους καθώς λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων και της πολύπλοκης διαδικασίας που ακολουθείται για την πρόγνωση, απαιτείται πολύς χρόνος για τον υπολογισμό των προγνώσεων και έτσι αποφεύγεται η χρήση του.

4.2. Γενικές παρατηρήσεις για τους συντελεστές βαρύτητας των μεθόδων των μεταβλητών του σταθμού της ΕΜΥ

Στην ενότητα αυτή πραγματοποιείται ανάλυση των αποτελεσμάτων των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων πρόγνωσης που εφαρμόστηκαν.

Αρχικά πρέπει να σημειωθεί ότι οι συντελεστές βαρύτητας σε κάθε περίπτωση προκύπτουν μέσω βελτιστοποίησης με σκοπό τη μεγιστοποίηση του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe. Επίσης κατά τη βελτιστοποίηση δεν τίθεται περιορισμός στο άθροισμα των συντελεστών βαρύτητας να είναι ίσο με τη μονάδα ώστε αποφευχθεί οποιαδήποτε τάση των μετεωρολογικών προβλέψεων του ατμοσφαιρικού μοντέλου να είναι συνεχώς μεγαλύτερες ή μικρότερες του επιθυμητού αποτελέσματος, δηλαδή της μέτρησης.

Στις μεθόδους όπου χρησιμοποιούνται μόνο μετρήσεις πραγματοποιείται πρόγνωση ανά 3 ώρες σε βάθος ενός εικοσιτετράωρου, ενώ στις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων ή αποτελέσματος αναλογίας και μετεωρολογικής πρόβλεψης πραγματοποιείται πρόγνωση ανά 3 ώρες σε βάθος δωδεκάωρου λόγω έλλειψης περαιτέρω διαθέσιμων τιμών μετεωρολογικής πρόβλεψης.

Σημειώνεται ότι όλες οι μέθοδοι πρόγνωσης εφαρμόζονται σε τυποποιημένες τιμές.

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας παρατίθενται αναλυτικά για κάθε μέθοδο σε πίνακες και διαγράμματα στο Παράρτημα Β.

4.2.1. Θερμοκρασία

Μέθοδος ΣΜ1

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή βαρύτητας (α) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.1 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.1 του Παραρτήματος Β.

Εδώ παρατηρείται ότι ο συντελεστής βαρύτητας (α) αρχικά είναι αρκετά υψηλός και σταδιακά μειώνεται όσο αυξάνει το χρονικό βάθος πρόγνωσης, δηλαδή όσο πιο μελλοντική γίνεται η πρόγνωση. Αυτό είναι λογικό καθώς όσο πιο μακρινή είναι η

πρόγνωση τόσο πιο μικρή συσχέτιση θα έχει αυτή με την μέτρηση τη στιγμή της πρόγνωσης.

Μέθοδος ΣΜ10

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας (α_j) για όλες τις προηγούμενες τιμές για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.2 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.2 του Παραρτήματος Β.

Σε αυτή τη μέθοδο τη μεγαλύτερη τιμή συντελεστή βαρύτητας σε κάθε πρόγνωση έχει η μέτρηση τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση και οι προηγούμενες μετρήσεις έχουν αρκετά μικρότερα ποσοστά, ανάλογα κάθε φορά με το χρονικό βάθος της πρόγνωσης. Επίσης αρκετές τιμές συντελεστών έχουν μηδενική τιμή, πράγμα που σημαίνει ότι αυτές οι τιμές μέτρησης δεν επηρεάζουν καθόλου την πρόγνωση. Επειδή οι τιμές μέτρησης της μεταβλητής είναι τυποποιημένες, άρα απαλλαγμένες από κάθε περιοδικότητα (μηνιαία ή ωριαία), δεν αυξάνεται ή μειώνεται η τιμή των συντελεστών βαρύτητας των προηγούμενων μετρήσεων λόγω της μέσης τιμής τους.

Επίσης παρατηρείται ότι όταν το βάθος πρόγνωσης πλησιάζει το εικοσιτετράωρο οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας, ειδικά για την μέτρηση της στιγμής της πρόγνωσης, αυξάνουν και πάλι, ενώ μειωνόντουσαν σταδιακά.

Μέθοδος ΣΜ24

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας (α_j) για όλες τις προηγούμενες τιμές για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.3 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.3 του Παραρτήματος Β.

Παρατηρείται ότι δεν υπάρχει καμία ουσιαστική διαφορά των συντελεστών και κατ' επέκταση του αποτελέσματος της μεθόδου αυτής με την προηγούμενη (10 προηγούμενες μετρήσεις). Οι συντελεστές α_{10} έως α_{23} είναι μηδενικοί (ή σχεδόν μηδενικοί) οπότε η μέθοδος αυτή δεν διαφέρει από τη μέθοδο ΣΜ10.

Μέθοδος ΣΠΜ1

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας της μέτρησης (α) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.4 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.4 του Παραρτήματος Β.

Εδώ ο συντελεστής βαρύτητας (α) της παρατήρησης έχει μικρότερη τιμή συγκριτικά με τη μέθοδο όπου λαμβάνεται υπόψη μόνο αυτή και δεν υπάρχει η πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου (μέθοδος ΣΜ1). Αυτό είναι λογικό καθώς προστίθεται η παράμετρος της μετεωρολογικής πρόβλεψης από το ατμοσφαιρικό μοντέλο, η οποία μειώνει το ποσοστό συμμετοχής της μέτρησης. Παρατηρείται ότι όσο πιο μελλοντική είναι η πρόγνωση τόσο αυξάνει η τιμή του συντελεστής βαρύτητας της μετεωρολογικής πρόβλεψης (β) και μειώνεται η αντίστοιχη τιμή του συντελεστή της μέτρησης (α). Αυτό δεν είναι παράλογο αφού οι μελλοντικές προγνώσεις θα σχετίζονται λιγότερο με τη μέτρηση τη στιγμή της πρόγνωσης και περισσότερο με την μετεωρολογική πρόβλεψη εκείνης της στιγμής που προκύπτει από μια διεργασία στην οποία λαμβάνονται υπόψη πολλές ατμοσφαιρικές παράμετροι.

Μέθοδος ΣΠΜ10

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας των προηγούμενων μετρήσεων (α_j) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.5 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.5 του Παραρτήματος Β.

Στη μέθοδο αυτή όπου γίνεται συνδυασμός μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης τα ποσοστά συμμετοχής των προηγούμενων μετρήσεων (εκτός του συντελεστή της μέτρησης τη στιγμή πρόγνωσης, α_0) στην πρόγνωση είναι αρκετά μικρά. Αντίθετα ο συντελεστής βαρύτητας της πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου αυξάνεται με την αύξηση του χρονικού βάθους πρόγνωσης. Αυτό δείχνει ότι η πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου φαίνεται να είναι καλύτερη όσο αυξάνει το μήκος του ορίζοντα πρόβλεψης.

Μέθοδος ΣΠΜ24

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας των προηγούμενων μετρήσεων (α_j) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β)

για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.6 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.6 του Παραρτήματος Β.

Και αυτή η μέθοδος δεν διαφέρει από τη μέθοδο συνδυασμού 10 προηγούμενων μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης καθώς οι συντελεστές βαρύτητας έχουν σχεδόν τις ίδιες τιμές. Οι επιπλέον τιμές συντελεστών βαρύτητας (α_{10} έως α_{23}) είναι στο σύνολό τους σχεδόν μηδενικές οπότε οι δύο μέθοδοι ΣΠΜ10 και ΣΠΜ24 ταυτίζονται.

Μέθοδος ΣΠΑΜ

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας του αναλογικού μοντέλου (α) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.7 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.7 του Παραρτήματος Β.

Ο συντελεστής βαρύτητας (α) του αποτελέσματος αναλογικού μοντέλου αρχικά είναι πολύ υψηλός (μεγαλύτερος της μονάδας για την 3ωρη πρόγνωση με τον αντίστοιχο συντελεστή απόδοσης της μετεωρολογικής πρόβλεψης να είναι μηδενικός) και σταδιακά μειώνεται όσο αυξάνει το χρονικό βάθος πρόγνωσης, δηλαδή όσο πιο μελλοντική γίνεται η πρόγνωση, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει η τιμή του συντελεστής βαρύτητας (β) της μετεωρολογικής πρόβλεψης. Αυτό δεν φαίνεται παράλογο από την άποψη ότι όσο πιο μελλοντική είναι η πρόγνωση τόσο λιγότερο προβλέψιμη θα είναι η κατάσταση σε εκείνη τη χρονική στιγμή με γνωστές μόνο τις προηγούμενες καταστάσεις, καθώς υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να αλλάξουν την κατάσταση στο ενδιάμεσο διάστημα.

4.2.2. Ατμοσφαιρική πίεση

Μέθοδος ΣΜ1

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή βαρύτητας (α) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.8 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.8 του Παραρτήματος Β.

Γενικά ισχύουν τα ίδια με τη μέθοδο ΣΜ1 της θερμοκρασίας ως προς τη συμπεριφορά της τιμής του συντελεστή βαρύτητας. Οι τιμές του συντελεστή (α) είναι

γενικά μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες της θερμοκρασίας. Αυτό δείχνει ότι η ατμοσφαιρική πίεση είναι λιγότερο μεταβαλλόμενη και λιγότερο αβέβαιη μεταβλητή από τη θερμοκρασία.

Μέθοδος ΣΜ10

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας (α_j) για όλες τις προηγούμενες τιμές για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.9 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.9 του Παραρτήματος Β.

Σε αυτή τη μέθοδο ο συντελεστής βαρύτητας της μέτρησης τη στιγμή της πρόγνωσης (συντελεστής α_0) έχει πολύ μεγάλη τιμή. Στην 3ωρη και στην 6ωρη πρόγνωση υπάρχει μια συσχέτιση και με την αμέσως προηγούμενη τιμή μέτρησης (3 ώρες πριν από τη στιγμή της πρόγνωσης, συντελεστής α_1), ενώ στις επόμενες προγνώσεις μόνο ο συντελεστής της μέτρησης τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση είναι μη μηδενικός και άρα ταυτίζονται με τη μέθοδο ΣΜ1.

Μέθοδος ΣΜ24

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας (α_j) για όλες τις προηγούμενες τιμές για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.10 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.10 του Παραρτήματος Β.

Η μέθοδος αυτή ταυτίζεται με τη μέθοδο ΣΜ10, καθώς όλες οι επιπλέον τιμές προηγούμενων μετρήσεων έχουν μηδενικό συντελεστή βαρύτητας, άρα δεν συμμετέχουν καθόλου στην πρόγνωση.

Μέθοδος ΣΠΜ1

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας της μέτρησης (α) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.11 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.11 του Παραρτήματος Β.

Γενικά για τους συντελεστές βαρύτητας αυτής της μεθόδου ισχύουν τα ίδια με την αντίστοιχη μέθοδο της θερμοκρασίας.

Μέθοδος ΣΠΜ10

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας των προηγούμενων μετρήσεων (α_j) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.12 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.12 του Παραρτήματος Β.

Γενικά για τους συντελεστές βαρύτητας αυτής της μεθόδου ισχύουν τα ίδια με την αντίστοιχη μέθοδο της θερμοκρασίας.

Παρατηρείται ότι μη μηδενικοί είναι μόνο οι συντελεστές βαρύτητας της μέτρησης τη στιγμή της πρόγνωσης και της μετεωρολογικής πρόβλεψης (εκτός από μία τιμή στην 3ωρη πρόγνωση, συντελεστής α_8 , η οποία δεν θεωρείται σημαντική).

Μέθοδος ΣΠΜ24

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας των προηγούμενων μετρήσεων (α_j) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.13 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.13 του Παραρτήματος Β.

Και αυτή η μέθοδος δεν διαφέρει από τη μέθοδο συνδυασμού 10 προηγούμενων μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης (μέθοδος ΣΠΜ10) καθώς οι συντελεστές έχουν ακριβώς τις ίδιες τιμές, ενώ οι επιπλέον είναι μηδενικοί.

Μέθοδος ΣΠΑΜ

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας του αναλογικού μοντέλου (α) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.14 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.14 του Παραρτήματος Β.

Ο συντελεστής βαρύτητας (α) του αποτελέσματος αναλογικού μοντέλου αρχικά είναι αρκετά υψηλός και σταδιακά μειώνεται όσο αυξάνει το χρονικό βάθος πρόγνωσης, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει η τιμή του συντελεστής βαρύτητας (β) της μετεωρολογικής πρόβλεψης. Αυτό συμβαίνει μέχρι και την 9ωρη πρόγνωση καθώς στην 12ωρη

πρόγνωση παρατηρείται μία αύξηση του συντελεστή (α) της αναλογίας, σχετικά με την προηγούμενη πρόγνωση, και μείωση πάλι του συντελεστή της πρόβλεψης.

4.2.3. Ταχύτητα ανέμου

Μέθοδος ΣΜ1

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή βαρύτητας (α) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα B.15 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα B.15 του Παραρτήματος Β.

Για τους συντελεστές βαρύτητας ισχύουν τα ίδια με τη μέθοδο ΣΜ1 της θερμοκρασίας. Η μόνη διαφορά είναι ότι οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας για την ταχύτητα του ανέμου είναι στο σύνολό τους μικρότεροι από αυτούς της θερμοκρασίας. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι η μεταβλητή της ταχύτητας του ανέμου είναι πιο μεταβαλλόμενη και αρκετά πιο αβέβαιη από αυτή της θερμοκρασίας.

Μέθοδος ΣΜ10

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας (α_j) για όλες τις προηγούμενες τιμές για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα B.16 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα B.16 του Παραρτήματος Β.

Σε αυτή τη μέθοδο ο συντελεστής βαρύτητας για τη μέτρηση τη στιγμή της πρόγνωσης έχει πολύ μεγαλύτερη τιμή από όλους τους άλλους συντελεστές βαρύτητας που αφορούν τις προηγούμενες μετρήσεις. Οι μηδενικοί συντελεστές είναι συνολικά λιγότεροι σε αριθμό συγκριτικά με τους αντίστοιχους της θερμοκρασίας, πράγμα που δείχνει ότι η μεταβλητή αυτή εξαρτάται αρκετά από τις προηγούμενες καταστάσεις, έχει δηλαδή μακροπρόθεσμη εμμονή.

Μέθοδος ΣΜ24

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας (α_j) για όλες τις προηγούμενες τιμές για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα B.17 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα B.17 του Παραρτήματος Β.

Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει καμία ουσιαστική διαφορά των συντελεστών και κατ' επέκταση του αποτελέσματος της μεθόδου αυτής με τη μέθοδο ΣΜ10. Υπάρχουν κάποιοι συντελεστές προηγούμενων μετρήσεων (συντελεστές α14 έως α23) που είναι μη μηδενικοί αλλά η τιμή τους είναι αρκετά μικρή και άρα είναι μη ικανοί να διαφοροποιήσουν το αποτέλεσμα.

Μέθοδος ΣΠΜ1

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας της μέτρησης (α) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.18 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.18 του Παραρτήματος Β.

Γενικά για τους συντελεστές βαρύτητας αυτής της μεθόδου ισχύουν τα ίδια με την αντίστοιχη μέθοδο της θερμοκρασίας. Η μόνη διαφορά είναι ότι οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας είναι μικρότερες από αυτές της θερμοκρασίας.

Μέθοδος ΣΠΜ10

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας των προηγούμενων μετρήσεων (α_j) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.19 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.19 του Παραρτήματος Β.

Γενικά για τους συντελεστές βαρύτητας αυτής της μεθόδου ισχύουν τα ίδια με την αντίστοιχη μέθοδο της θερμοκρασίας.

Μέθοδος ΣΠΜ24

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας των προηγούμενων μετρήσεων (α_j) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.20 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.20 του Παραρτήματος Β.

Και αυτή η μέθοδος δεν διαφέρει από τη μέθοδο ΣΠΜ10 καθώς οι συντελεστές βαρύτητας έχουν σχεδόν τις ίδιες τιμές. Οι επιπλέον τιμές των συντελεστών βαρύτητας (α10 έως α23) αυτής της μεθόδου είναι στο σύνολό τους σχεδόν μηδενικές

και δεν προκαλούν αλλαγή στο αποτέλεσμα, δηλαδή την τιμή του συντελεστή απόδοσης.

Μέθοδος ΣΠΑΜ

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας του αναλογικού μοντέλου (α) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.21 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.21 του Παραρτήματος Β.

Ο συντελεστής βαρύτητας (α) του αποτελέσματος αναλογικού μοντέλου αρχικά είναι αρκετά υψηλός και σταδιακά μειώνεται με αργό ρυθμό όσο αυξάνει το χρονικό βάθος πρόγνωσης, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει η τιμή του συντελεστή βαρύτητας (β) της μετεωρολογικής πρόβλεψης. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι ο συντελεστής βαρύτητας της αναλογίας είναι μεγαλύτερος της μονάδας για τις προγνώσεις σε βάθος χρόνου 3, 6, 9 ωρών. Για αυτές τις προγνώσεις ο συντελεστής βαρύτητας της μετεωρολογικής πρόβλεψης είναι αρκετά μειωμένος.

4.2.4. Συνολική κατακρήμνιση

Μέθοδος ΣΜ1

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή βαρύτητας (α) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.22 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.22 του Παραρτήματος Β.

Για τους συντελεστές βαρύτητας ισχύουν τα ίδια με τη μέθοδο ΣΜ1 της θερμοκρασίας. Η μόνη διαφορά είναι ότι οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας για την συνολική κατακρήμνιση είναι στο σύνολό τους πολύ μικρότερες από της θερμοκρασίας αντίστοιχα. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι η μεταβλητή της βροχόπτωσης είναι πιο μεταβαλλόμενη και πολύ πιο αβέβαιη από αυτή της θερμοκρασίας και δεν εξαρτάται πολύ από τις προηγούμενες καταστάσεις.

Μέθοδος ΣΜ10

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας (α_j) για όλες τις προηγούμενες τιμές για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.23 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.23 του Παραρτήματος Β.

Σε αυτή τη μέθοδο τη μεγαλύτερη τιμή συντελεστή βαρύτητας σε κάθε πρόγνωση έχει η μέτρηση τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση και οι προηγούμενες μετρήσεις έχουν αρκετά μικρότερες τιμές, πράγμα που σημαίνει ότι αυτές οι τιμές μέτρησης συμβάλλουν λιγότερο ή καθόλου στην πρόγνωση και άρα η μεταβλητή έχει μικρή μακροπρόθεσμη εμμονή.

Μέθοδος ΣΜ24

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας (α_j) για όλες τις προηγούμενες τιμές για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.24 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.24 του παραρτήματος Β.

Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει καμία ουσιαστική διαφορά των συντελεστών και κατ' επέκταση του αποτελέσματος της μεθόδου αυτής με την προηγούμενη (μέθοδο ΣΜ10). Υπάρχουν κάποιοι συντελεστές προηγούμενων μετρήσεων (συντελεστές α_{16} έως α_{23}) που είναι μη μηδενικοί αλλά η τιμή τους είναι πολύ μειωμένη και άρα είναι μη ικανή να διαφοροποιήσει το αποτέλεσμα.

Μέθοδος ΣΠΜ1

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας της μέτρησης (α) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.25 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.25 του Παραρτήματος Β.

Οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας των μετρήσεων είναι αρκετά μειωμένες συγκριτικά με τις αντίστοιχες της μεθόδου ΣΜ1 και αυτό διότι υπάρχει και η μετεωρολογική πρόβλεψη που έχει αρκετά μεγάλο ποσοστό συμμετοχής στη συνολική τιμή πρόγνωσης. Όσο πιο μελλοντική είναι η πρόγνωση, τόσο μειώνεται η τιμή του συντελεστή της μέτρησης και αυξάνεται αυτός της μετεωρολογικής πρόβλεψης όπως είναι λογικό. Σημειώνεται ότι στην 12ωρη πρόγνωση η τιμή της μέτρησης δεν συμβάλλει καθόλου στην διεξαγωγή της τελικής τιμής πρόγνωσης. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι στην 6ωρη πρόγνωση η τιμή του συντελεστή της μέτρησης αυξάνεται πολύ, σχεδόν διπλάσια από την αντίστοιχη τιμή της μεθόδου ΣΜ1, κάτι που είναι δύσκολο να ερμηνευθεί.

Μέθοδος ΣΠΜ10

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας των προηγούμενων μετρήσεων (α_j) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.26 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.26 του Παραρτήματος Β.

Οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας των μετρήσεων διαφοροποιούνται από τη μέθοδο ΣΜ10, όπου δεν λαμβάνεται υπόψη η μετεωρολογική πρόβλεψη, γιατί ένα μεγάλο ποσοστό στην πρόγνωση έχει η πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου και η τιμή του συντελεστή βαρύτητας αυτής είναι αυξημένη.

Μέθοδος ΣΠΜ24

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας των προηγούμενων μετρήσεων (α_j) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.27 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.27 του Παραρτήματος Β.

Η μέθοδος αυτή ουσιαστικά ταυτίζεται με την μέθοδο ΣΠΜ10 παρόλο που κάποιες τιμές των συντελεστών βαρύτητας στις μετρήσεις διαφέρουν. Αυτές οι διαφορετικές τιμές στους συντελεστές βαρύτητας δεν είναι ικανές να προκαλέσουν αλλαγές στο τελικό αποτέλεσμα, δηλαδή στο συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe.

Μέθοδος ΣΠΑΜ

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας του αναλογικού μοντέλου (α) και της μετεωρολογικής πρόβλεψης του ατμοσφαιρικού μοντέλου (β) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.28 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.28 του Παραρτήματος Β.

Ο συντελεστής βαρύτητας (α) του αποτελέσματος αναλογικού μοντέλου και ο αντίστοιχος συντελεστής της μετεωρολογικής πρόβλεψης δεν έχουν κάποια σταθερή αυξητική ή μειωτική τάση με την αύξηση του χρονικού βάθους πρόγνωσης. Γενικά οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας για την συνολική κατακρήμνιση είναι στο σύνολό τους πολύ μικρές, λόγω της μεταβλητότητας και της αβεβαιότητας που χαρακτηρίζουν τη μεταβλητή της βροχόπτωσης, όπως φαίνεται και από τη μηδενική

τιμή του συντελεστή βαρύτητας της αναλογίας στην 12ωρη πρόγνωση. Ιδιαίτερη εντύπωση προκαλεί η τιμή του συντελεστή βαρύτητας του αναλογικού μοντέλου στην 6ωρη πρόγνωση, όπου είναι αρκετά μεγαλύτερη της μονάδας και δεν έχει καμία συνέχεια με τις αντίστοιχες τιμές των προηγούμενων ή επόμενων προγνώσεων.

4.2.5. Σχετική υγρασία

Μέθοδος ΣΜ1

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή βαρύτητας (α) για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.29 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.29 του Παραρτήματος Β.

Γενικά ισχύουν τα ίδια με τη μέθοδο ΣΜ1 της θερμοκρασίας ως προς τη συμπεριφορά της τιμής του συντελεστή βαρύτητας. Οι τιμές του συντελεστή (α) είναι γενικά μικρότερες από τις αντίστοιχες της θερμοκρασίας, αλλά θεωρούνται αρκετά ικανοποιητικές.

Μέθοδος ΣΜ10

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας (α_j) για όλες τις προηγούμενες τιμές για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.30 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.30 του Παραρτήματος Β.

Σε αυτή τη μέθοδο τη μεγαλύτερη τιμή συντελεστή βαρύτητας σε κάθε πρόγνωση έχει η μέτρηση τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση, ενώ οι προηγούμενες μετρήσεις έχουν αρκετά μικρότερες τιμές, πράγμα που σημαίνει ότι αυτές οι τιμές μέτρησης συμβάλλουν λιγότερο στην πρόγνωση. Βέβαια παρατηρείται ότι οι μηδενικές τιμές των συντελεστών βαρύτητας είναι πολύ λιγότερες σχετικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές.

Μέθοδος ΣΜ24

Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας (α_j) για όλες τις προηγούμενες τιμές για κάθε χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.31 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα Β.31 του Παραρτήματος Β.

Παρατηρείται ότι δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά των συντελεστών βαρύτητας και κατ' επέκταση του αποτελέσματος της μεθόδου αυτής με την προηγούμενη μέθοδο (μέθοδος ΣΜ10). Οι συντελεστές α10 έως α23 παρόλο που έχουν και μη μηδενικές τιμές είναι μικρές και δεν μπορούν να προκαλέσουν μεγάλη αλλαγή στο αποτέλεσμα, διατηρείται δηλαδή μια ισορροπία με τις τιμές των άλλων συντελεστών.

Μέθοδος ΣΠΜ1

Δεν υπάρχουν διαθέσιμες τιμές πρόβλεψης για την υγρασία, άρα δεν μπορεί να εφαρμοσθεί αυτή η μέθοδος.

Μέθοδος ΣΠΜ10

Δεν υπάρχουν διαθέσιμες τιμές πρόβλεψης από το ατμοσφαιρικού μοντέλου για την υγρασία, άρα δεν μπορεί να εφαρμοσθεί αυτή η μέθοδος.

Μέθοδος ΣΠΜ24

Δεν υπάρχουν διαθέσιμες τιμές πρόβλεψης από το ατμοσφαιρικού μοντέλου για την υγρασία, άρα δεν μπορεί να εφαρμοσθεί αυτή η μέθοδος.

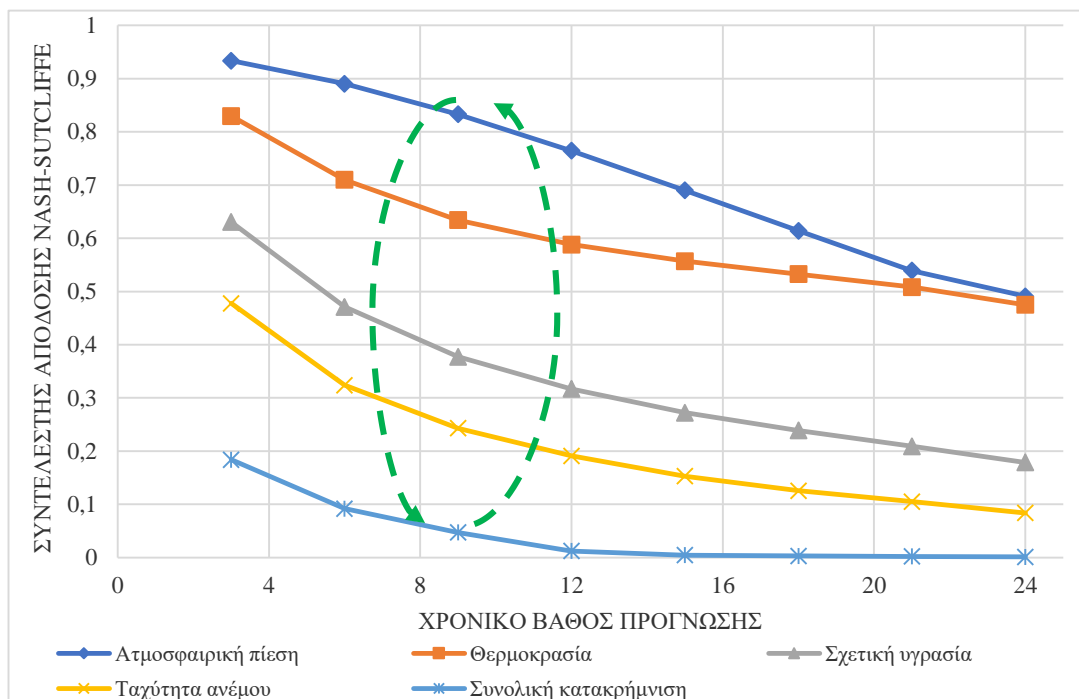
Μέθοδος ΣΠΑΜ

Δεν υπάρχουν διαθέσιμες τιμές πρόβλεψης από το ατμοσφαιρικού μοντέλου για την υγρασία, άρα δεν μπορεί να εφαρμοσθεί αυτή η μέθοδος.

4.3. Συγκεντρωτικά και συγκριτικά αποτελέσματα για όλες τις μεταβλητές του σταθμού της ΕΜΥ

4.3.1. Γενικές παρατηρήσεις για τους συντελεστές απόδοσης Nash-Sutcliffe όλων των μεταβλητών

Σε αυτή την ενότητα γίνεται προσπάθεια συνδυασμού των αποτελεσμάτων όλων των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν για όλες τις μεταβλητές (θερμοκρασία, ατμοσφαιρική πίεση, ταχύτητα ανέμου, συνολική κατακρήμνιση και σχετική υγρασία) ώστε να προκύψει ένα συμπέρασμα για την εξαρτημένη συμπεριφορά αυτών. Για να είναι δυνατή η σύγκριση και των 5 μεταβλητών παρατηρούνται τα αποτελέσματα της μεθόδου όπου χρησιμοποιούνται 24 μετρήσεις (μέθοδος ΣΜ24) γιατί δεν υπάρχουν διαθέσιμες μετεωρολογικές προβλέψεις για την υγρασία οπότε οι μέθοδοι συνδυασμού μετεωρολογικής πρόβλεψης και μετρήσεων δεν είναι διαθέσιμες για τη συγκεκριμένη μεταβλητή. Η συγκεκριμένη μέθοδος επιλέγεται διότι είναι η κατά μέσο όρο καλύτερη μέθοδο από τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις. Τα αποτελέσματα λοιπόν του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τη μέθοδο ΣΜ24 όλων των μεταβλητών φαίνονται στο [Διάγραμμα 4.1](#) που ακολουθεί.



Διάγραμμα 4.1. Συγκριτικό διάγραμμα συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe της μεθόδου ΣΜ24 για όλες τις μεταβλητές, σταθμός ΕΜΥ

Από το [Διάγραμμα 4.1](#) παρατηρείται ότι μεγαλύτερη απόδοση/προβλεψιμότητα έχει η ατμοσφαιρική πίεση, και ακολουθούν με τη σειρά η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η ταχύτητα ανέμου και η συνολική κατακρήμνιση. Αυτή η συμπεριφορά ήταν σε γενικές γραμμές αναμενόμενη.

Από τη μορφή των καμπυλών φαίνεται να υπάρχει κάποια διαδοχή (πράσινο βέλος στο [Διάγραμμα 4.1](#)) στους συντελεστές απόδοσης των μεταβλητών η οποία πιθανό να σχετίζεται με τον κύκλο της ατμόσφαιρας. Παράδειγμα αυτού του κύκλου μπορεί να είναι το εξής:

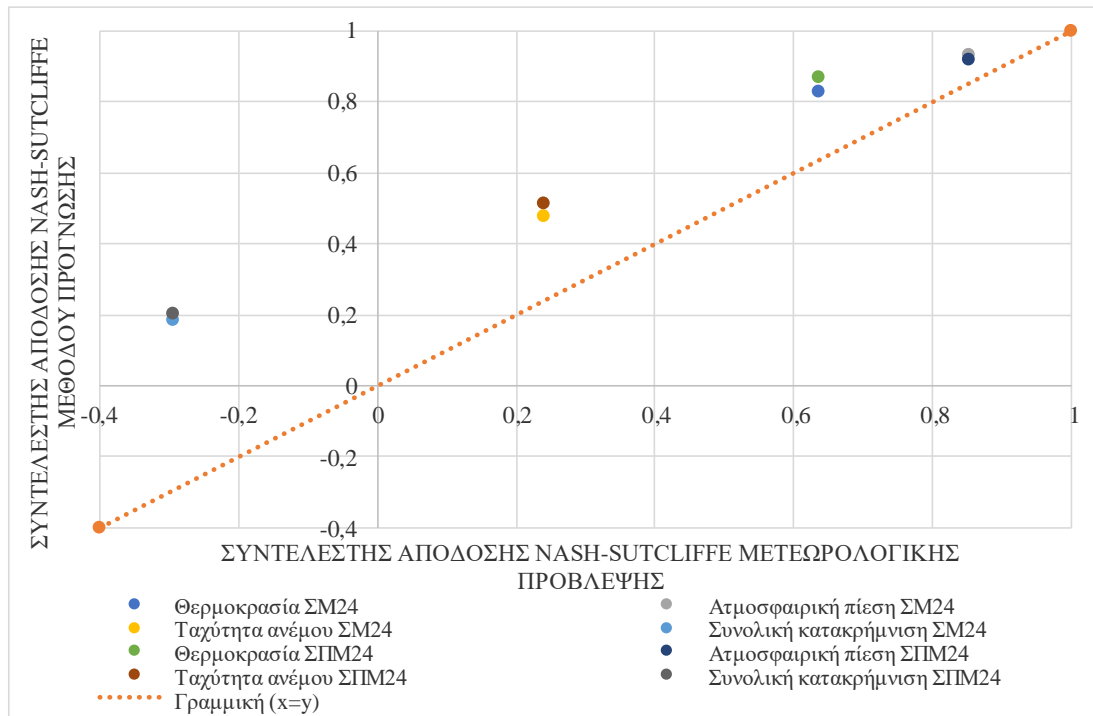
1. Αύξηση της ατμοσφαιρικής πίεσης, ώστε να ελαττωθεί η ικανότητα του στρώματος της ατμόσφαιρας να συγκρατεί τους υδρατμούς σε αέρια μορφή ή σε μορφή μικρών σταγονιδίων σε κολλοειδή διασπορά (νέφη).
2. Ψύξη του αέρα, δηλαδή ελάττωση της θερμοκρασίας, ώστε να ελαττωθεί η ικανότητα του ατμοσφαιρικού στρώματος να συγκρατεί τους υδρατμούς.
3. Αύξηση της συγκέντρωσης της υγρασίας, ώστε αυτή να υπερβεί την ικανότητα συγκράτησής της για τη συγκεκριμένη θερμοκρασία και πίεση.
4. Αύξηση της ταχύτητα ανέμου λόγω της αλλαγής θερμοκρασίας και πίεσης στην περιοχή.
5. Υψηλή συγκέντρωση των ατμοσφαιρικών υδρατμών, υγροποίηση αυτών και σχηματισμός σταγόνων υγρού νερού, αρκετά βαριές ώστε να πέσουν ως την επιφάνεια της γης, βροχόπτωση.

Η παραπάνω διαδοχή των μεταβλητών μπορεί να εξηγηθεί και με τον «κύκλο» Hurst, η τιμή του οποίου μειώνεται για τις μεταβλητές όπως ακριβώς και ο συντελεστής απόδοσης στην συγκεκριμένη περίπτωση, δηλαδή είναι μέγιστος για την ατμοσφαιρική πίεση και ελάχιστος για την κατακρήμνιση.

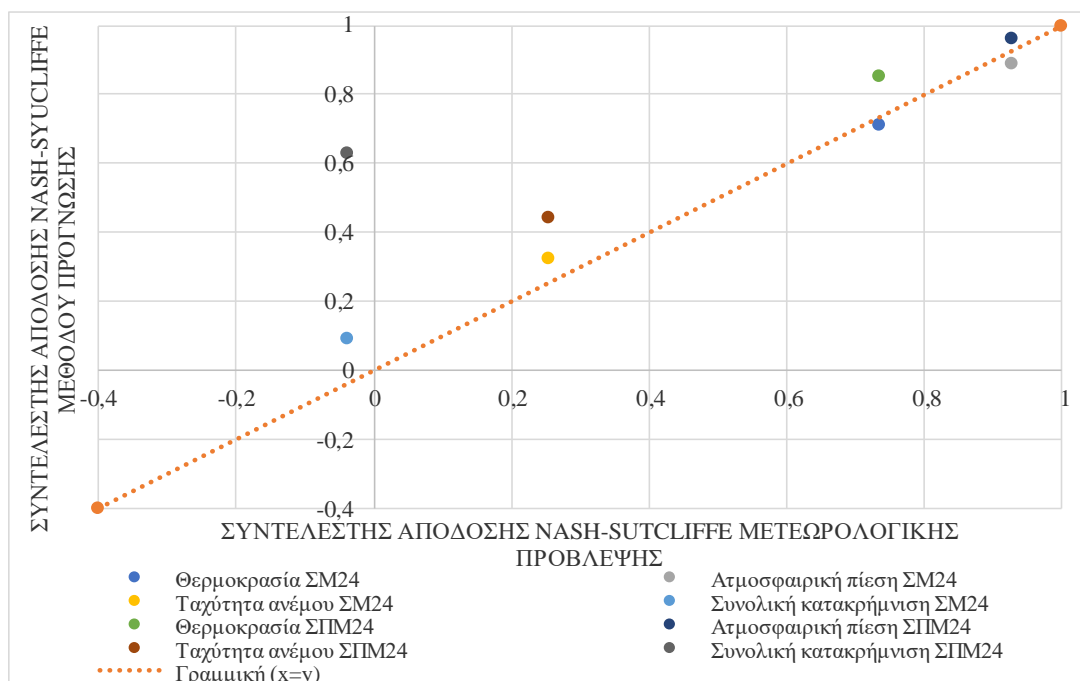
4.3.2. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe μετεωρολογικής πρόβλεψης και μεθόδων πρόγνωσης

Σε αυτή την ενότητα πραγματοποιείται σύγκριση των αποτελεσμάτων του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe της μετεωρολογικής πρόβλεψης από το ατμοσφαιρικό μοντέλο με τις μεθόδους ΣΜ24 και ΣΠΜ24, μέθοδοι που έδωσαν τις κατά μέσο όρο υψηλότερες τιμές απόδοσης στις μεταβλητές για τα διάφορα χρονικά βάρη πρόγνωσης. Σημειώνεται ότι η σύγκριση αυτή δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί

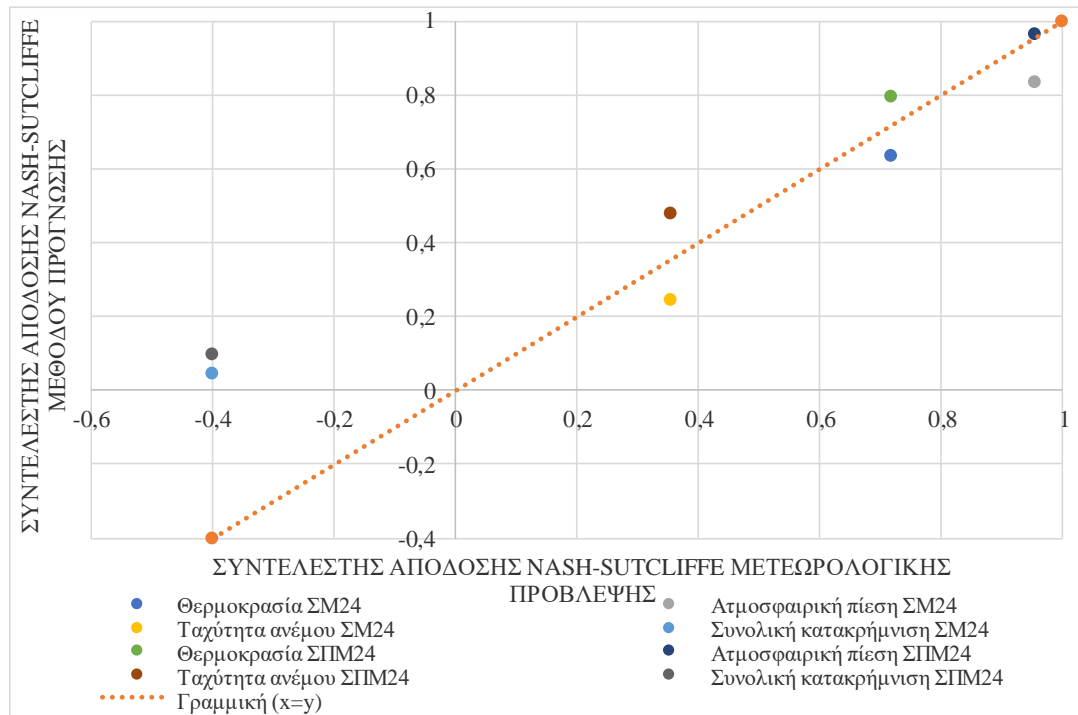
για τη μεταβλητή της υγρασίας λόγω μη διαθεσιμότητας μετεωρολογικών δεδομένων πρόβλεψης από ατμοσφαιρικό μοντέλο. Στη συνέχεια παρουσιάζονται σε μορφή διαγραμμάτων (Διαγράμματα 4.2 έως 4.5) οι συγκρίσεις των συντελεστών απόδοσης για τις προγνώσεις μετά από 3, 6, 9 και 12 ώρες.



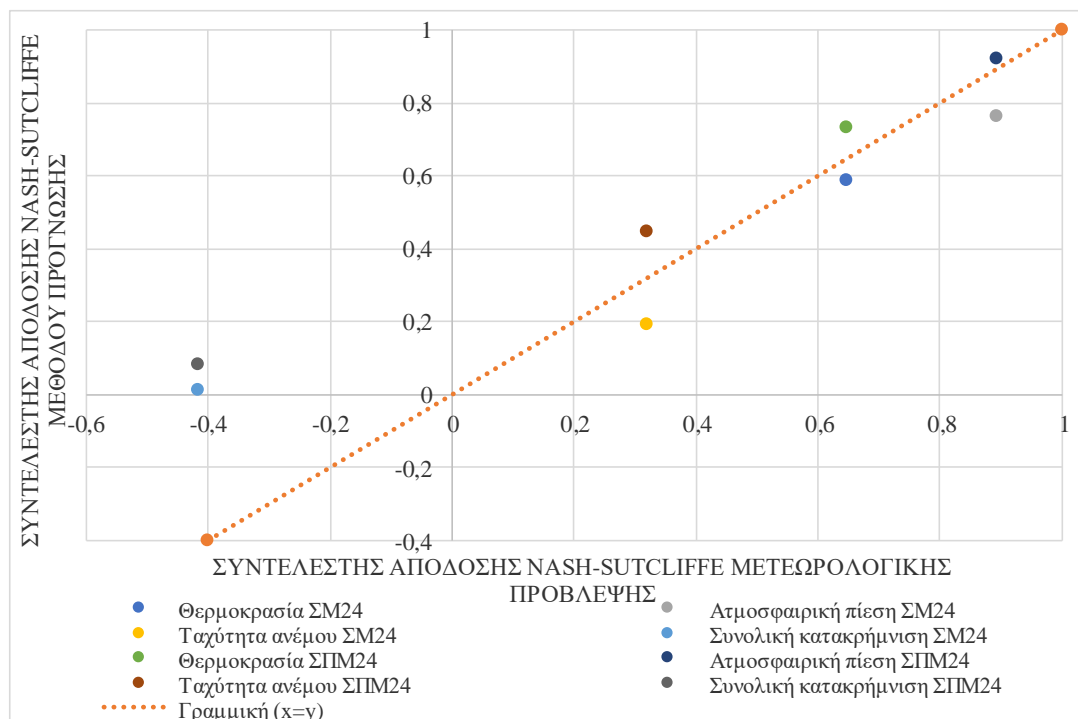
Διάγραμμα 4.2. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe της μετεωρολογικής πρόβλεψης με τις μεθόδους ΣΜ24 και ΣΠΜ24, 3ωρη πρόγνωση



Διάγραμμα 4.3. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe της μετεωρολογικής πρόβλεψης με τις μεθόδους ΣΜ24 και ΣΠΜ24, 6ωρη πρόγνωση



Διάγραμμα 4.4. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe της μετεωρολογικής πρόβλεψης με τις μεθόδους ΣΜ24 και ΣΠΜ24, 9ωρη πρόγνωση



Διάγραμμα 4.5. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe της μετεωρολογικής πρόβλεψης με τις μεθόδους ΣΜ24 και ΣΠΜ24, 12ωρη πρόγνωση

Για τα διαγράμματα αυτά ισχύει ότι εάν το σημείο βρίσκεται πάνω στη γραμμή $x=y$, τότε η πρόγνωση της μεθόδου πρόγνωσης ΣΜ24 ή ΣΠΜ24 έχει την ίδια απόδοση με τη μετεωρολογική πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου. Αν το σημείο είναι πάνω

από τη γραμμή τότε είναι καλύτερη η πρόγνωση της εκάστοτε μεθόδου από την μετεωρολογική πρόβλεψη και το αντίθετό αν το σημείο είναι κάτω από αυτή.

Στην 3ωρη πρόγνωση και οι δύο μέθοδοι πρόγνωσης (ΣΜ24 και ΣΠΜ24) έχουν καλύτερες αποδόσεις από την αντίστοιχη μετεωρολογική πρόβλεψη για όλες τις μεταβλητές αφού όλα τα σημεία βρίσκονται πάνω από τη γραμμή $x=y$.

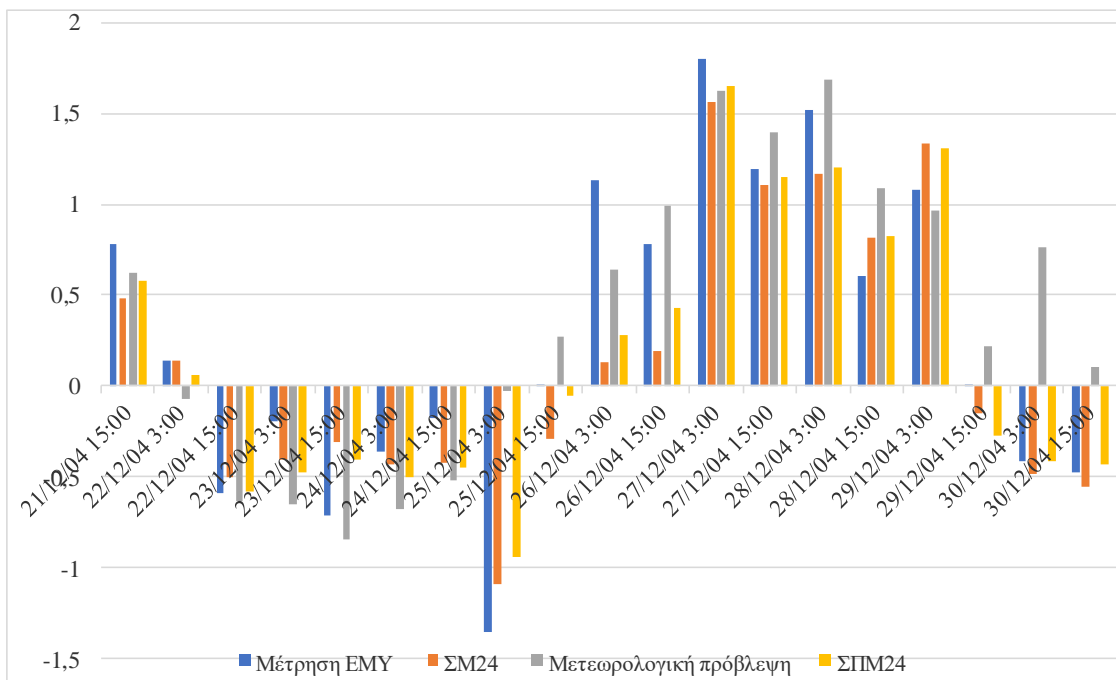
Στην 6ωρη πρόγνωση η μέθοδος ΣΜ24 μόνο για θερμοκρασία και ατμοσφαιρική πίεση έχει χαμηλότερη απόδοση από την αντίστοιχη της μετεωρολογικής πρόβλεψης. Η μέθοδος ΣΜ24 για τις υπόλοιπες μεταβλητές και η μέθοδο ΣΠΜ24 στο σύνολό της έχουν μεγαλύτερη απόδοση από την αντίστοιχη μετεωρολογική πρόβλεψη.

Στην 9ωρη πρόγνωση η μέθοδος ΣΠΜ24 έχει για όλες τις μεταβλητές καλύτερη απόδοση από τη μετεωρολογική πρόβλεψη, ενώ η μέθοδος ΣΜ24 έχει καλύτερη απόδοση μόνο για τη μεταβλητή της κατακρήμνισης. Ομοίως για την 12ωρη πρόγνωση.

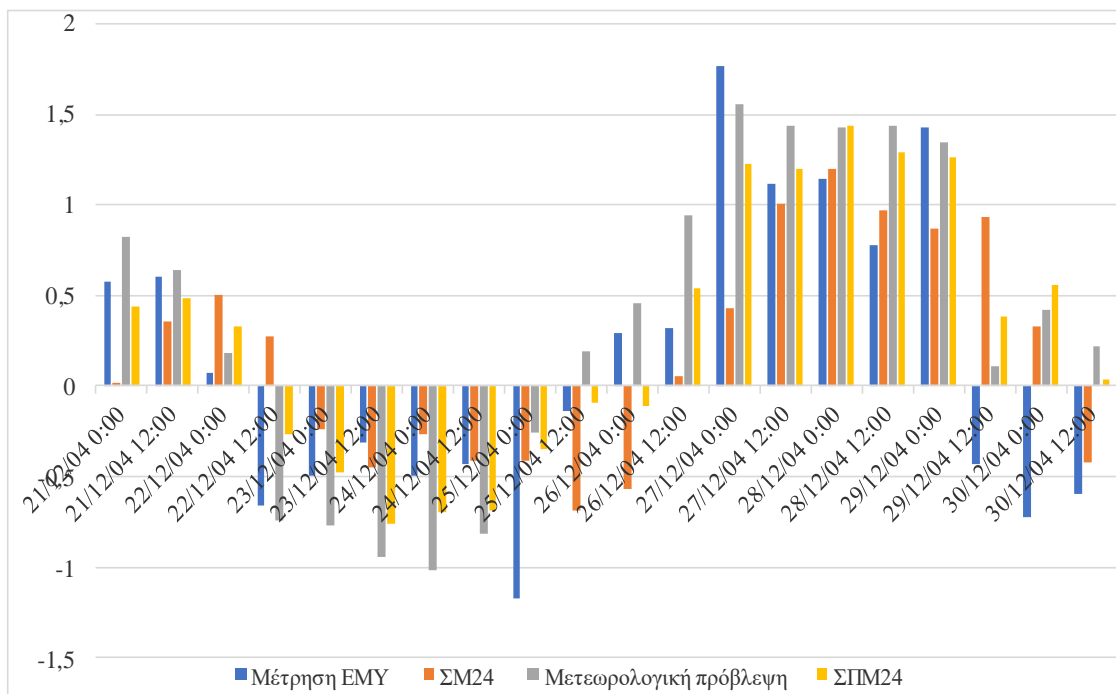
Γενικά η μέθοδος ΣΠΜ24 έχει συνεχώς καλύτερη απόδοση από τη μετεωρολογική πρόβλεψη, ενώ η απόδοση της μεθόδου ΣΜ24 είναι υψηλότερη ή χαμηλότερη από αυτή της μετεωρολογικής πρόβλεψης ανάλογα με το χρονικό βάθος πρόγνωσης και τη μεταβλητή.

4.3.3. Σύγκριση των τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24

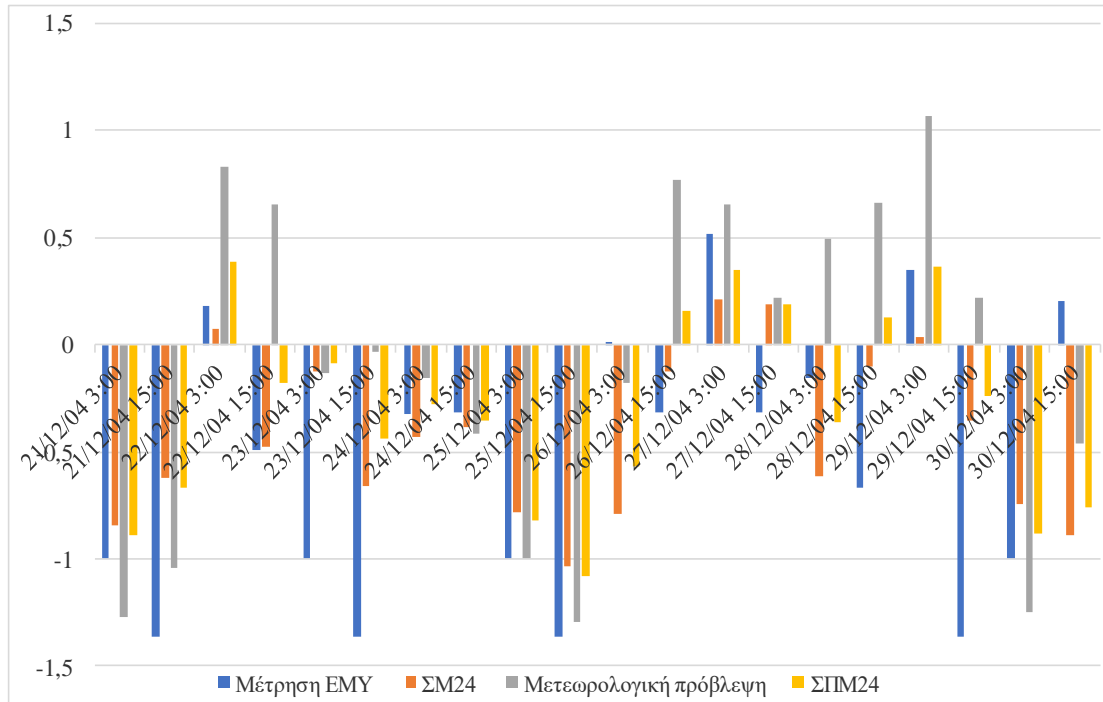
Τα παραπάνω αποτελέσματα, δηλαδή ότι η μέθοδος ΣΠΜ24 είναι γενικά η καλύτερη μέθοδος και ότι η μέθοδος ΣΜ24 είναι περισσότερο ή λιγότερο ικανοποιητική από τη μετεωρολογική πρόβλεψη ανάλογα με το χρονικό βάθος πρόγνωσης και τη μεταβλητή, φαίνονται στα επόμενα διαγράμματα όπου πραγματοποιείται σύγκριση των τιμών (τυποποιημένων) μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ενδεικτικά η σύγκριση των τιμών για την 3ωρη και την 12ωρη πρόγνωση για τις μεταβλητές θερμοκρασίας, ταχύτητας ανέμου και κατακρήμνισης (Διαγράμματα [4.6](#) έως [4.11](#)). Οι συγκρίσεις για τις υπόλοιπες μεταβλητές (ατμοσφαιρική πίεση και σχετική υγρασία) και για τα υπόλοιπα χρονικά βάρη (6ωρη και 9ωρη πρόγνωση) παρουσιάζονται στα Διαγράμματα ΣΤ.1 έως ΣΤ.20 του Παραρτήματος ΣΤ.



Διάγραμμα 4.6. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, θερμοκρασία, 3ωρη πρόγνωση



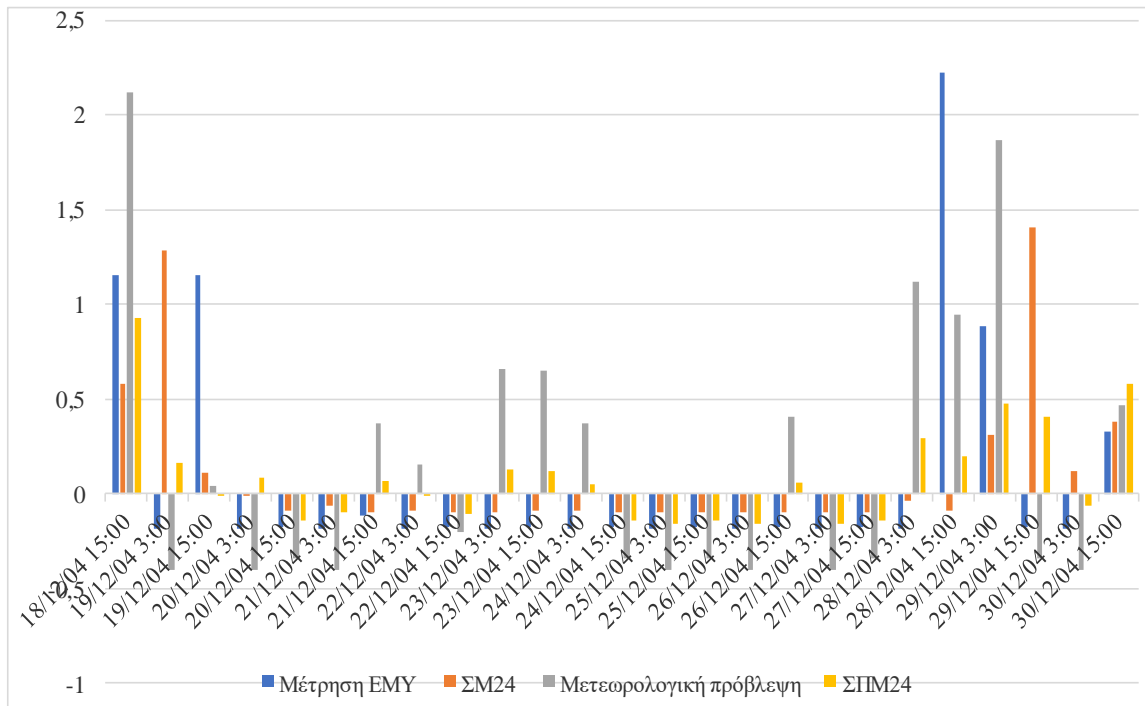
Διάγραμμα 4.7. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, θερμοκρασία, 12ωρη πρόγνωση



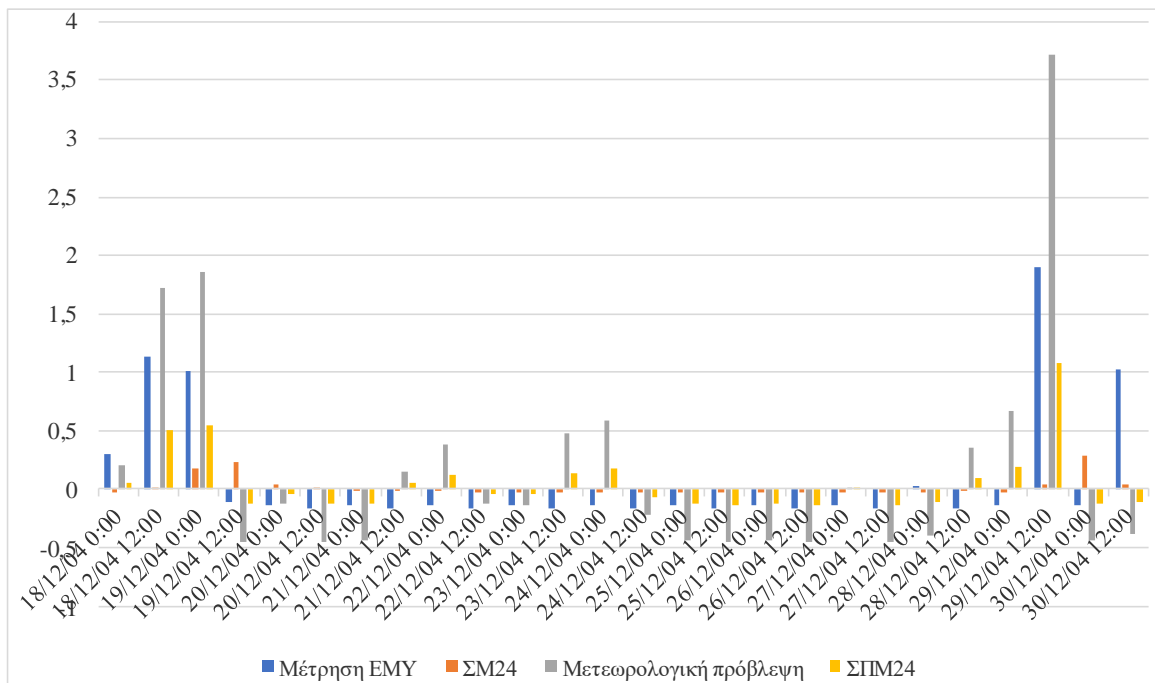
Διάγραμμα 4.8. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου, 3ωρη πρόγνωση



Διάγραμμα 4.9. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου, 12ωρη πρόγνωση



Διάγραμμα 4.10. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, συνολική κατακρήμνιση, 3ωρη πρόγνωση



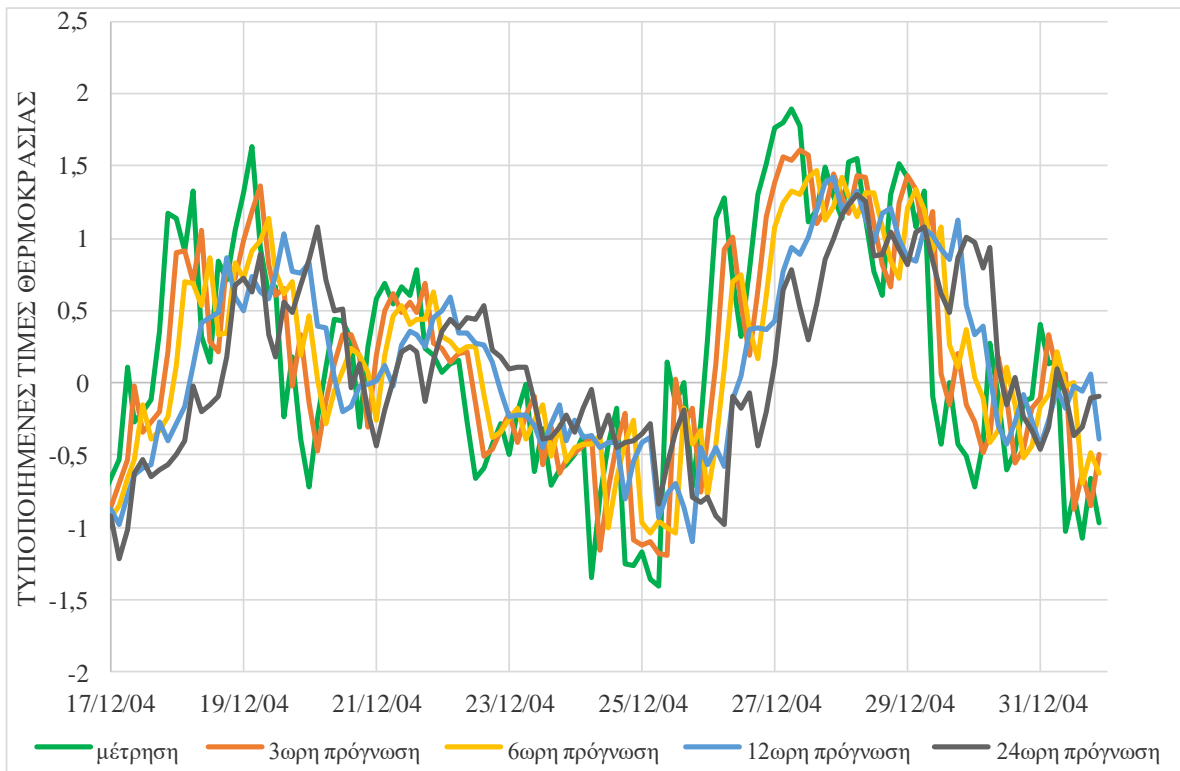
Διάγραμμα 4.11. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, συνολική κατακρήμνιση, 3ωρη πρόγνωση

4.3.4. Σύγκριση μετρήσεων και προβλέψεων διαφορετικού χρονικού βάθους

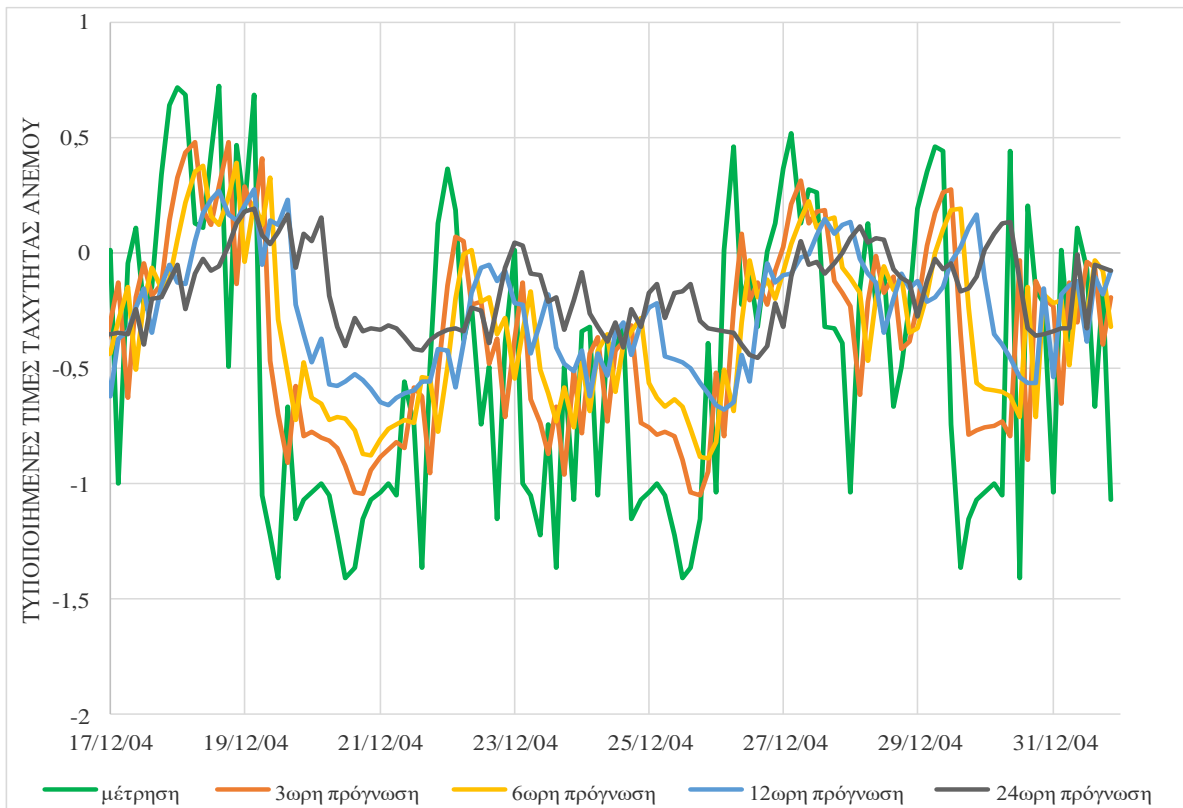
Σε αυτή την ενότητα πραγματοποιείται σύγκριση των δεδομένων μέτρησης και των αντίστοιχων προβλέψεων που προκύπτουν από διαφορετικές χρονικές στιγμές στο παρελθόν, δηλαδή προβλέψεων διαφορετικού βάθους πρόγνωσης που αναφέρονται ωστόσο στην ίδια κατάσταση.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται σε διαγράμματα (Διαγράμματα [4.12](#) έως [4.14](#)) ενδεικτικά οι τιμές των μετρήσεων και των προβλέψεων της μεθόδου ΣΜ24 (ενδεικτικά για 3, 6, 12, 24 ώρες βάθος πρόγνωσης) για 15 ημέρες του Δεκεμβρίου 2004 για τις μεταβλητές θερμοκρασίας, ταχύτητας ανέμου και κατακρήμνισης ώστε να φανεί η διαφορά των προγνώσεων διαφορετικού χρονικού βάθους με τις μετρήσεις. Επιλέγεται η μέθοδος ΣΜ24 καθώς είναι η κατά μέσο όρο καλύτερη από τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις. Δεν είναι δυνατή η ίδια σύγκριση με τις μεθόδους συνδυασμού μετεωρολογικής πρόβλεψης και μετρήσεων καθώς δεν το επιτρέπουν τα διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα, στα οποία δεν υπάρχει πρόβλεψη της ίδια κατάστασης από διαφορετική χρονική στιγμή στο παρελθόν.

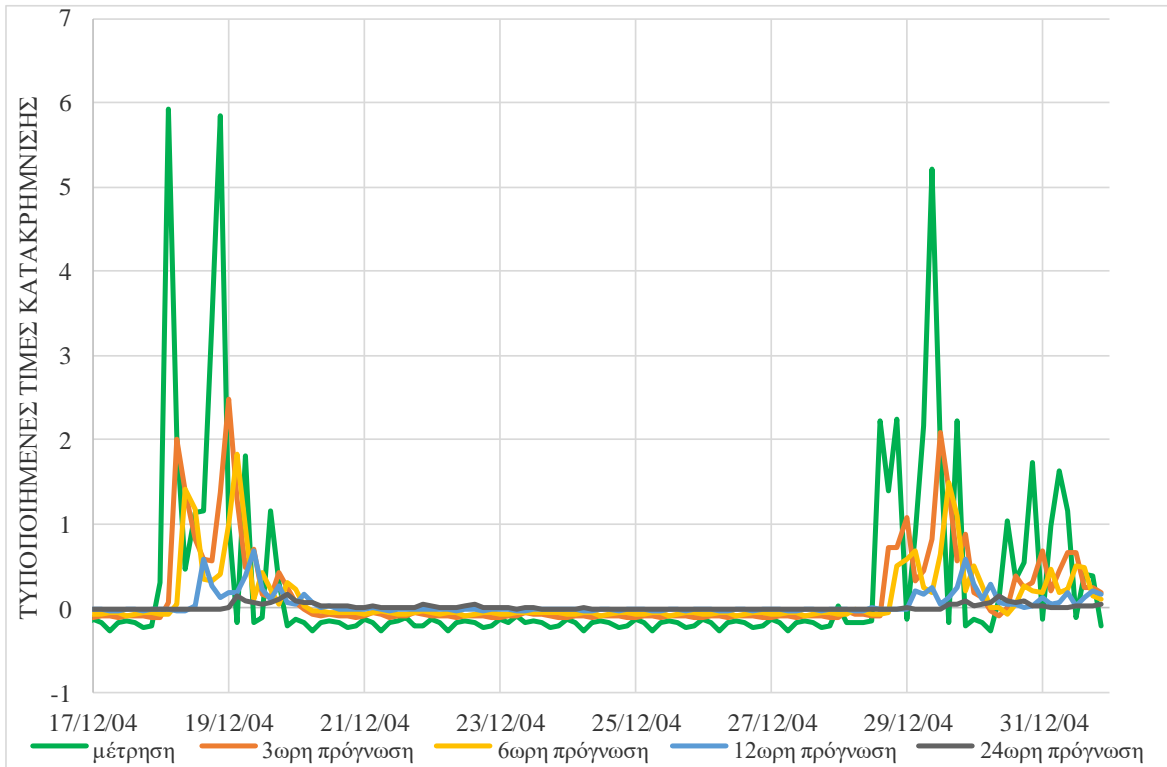
Είναι προφανές ότι οι προβλέψεις που πραγματοποιούνται σε μικρό χρονικό βάθος παρουσιάζουν την καλύτερη συμφωνία μεταξύ των αποτελεσμάτων του μοντέλου πρόγνωσης και των δεδομένων μέτρησης. Αναμενόμενο είναι όσο αυξάνεται το μήκος του χρονικού ορίζοντα πρόγνωσης, να αυξάνονται οι αποκλίσεις των μετρούμενων τιμών από τις αντίστοιχες προγνώσεις, ειδικά στις μέγιστες και ελάχιστες τιμές.



Διάγραμμα 4.12. Σύγκριση των προγνώσεων από διαφορετικές χρονικές στιγμές με τις αντίστοιχες μετρήσεις - σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία



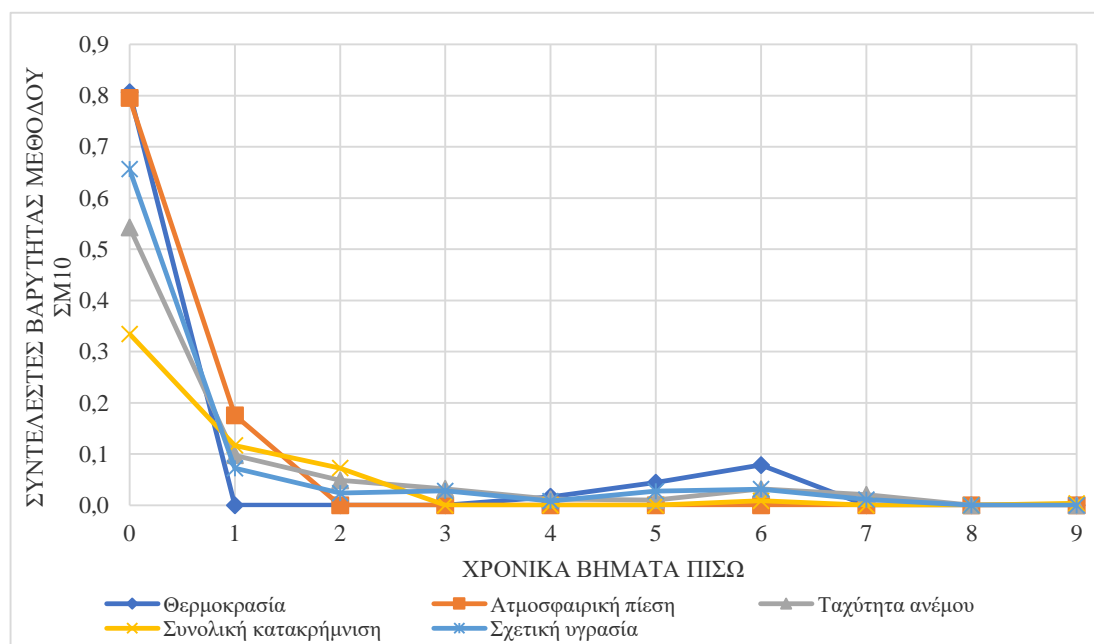
Διάγραμμα 4.13. Σύγκριση των προγνώσεων από διαφορετικές χρονικές στιγμές με τις αντίστοιχες μετρήσεις - σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου



Διάγραμμα 4.14. Σύγκριση των προγνώσεων από διαφορετικές χρονικές στιγμές με τις αντίστοιχες μετρήσεις - σταθμός EMY, συνολική κατακρήμνιση

4.3.5. Γενικές παρατηρήσεις για τους συντελεστές βαρύτητας

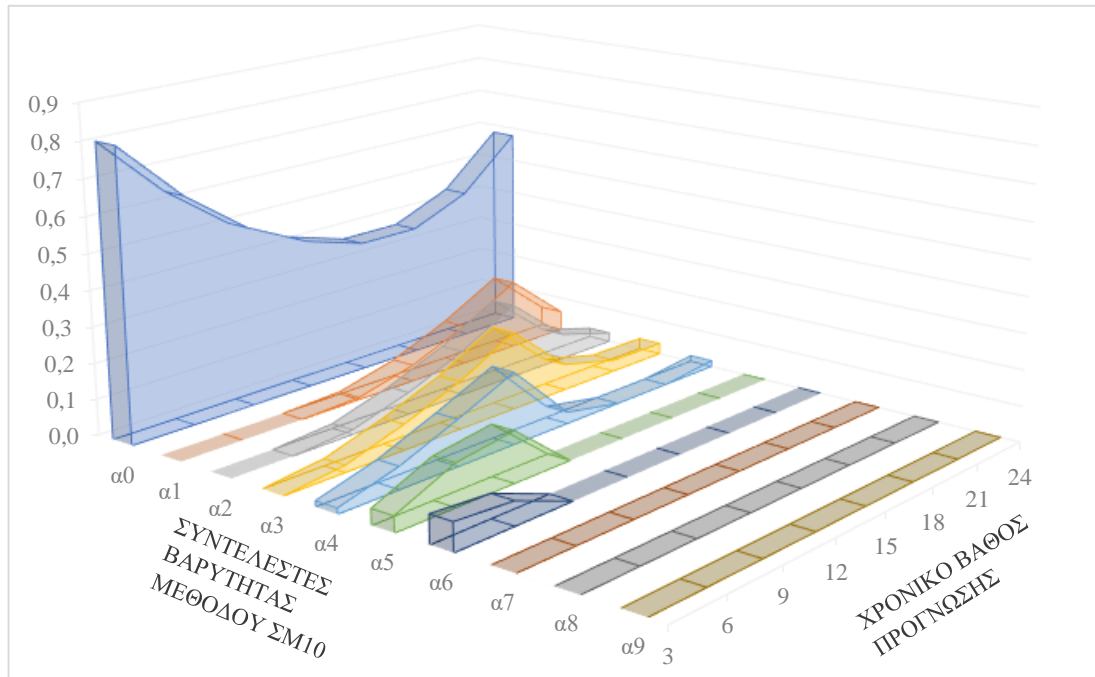
Οι συντελεστές βαρύτητας των μετρήσεων σε κάθε μέθοδο έμμεσα δείχνουν κατά πόσο οι επόμενες τιμές, δηλαδή οι προγνώσεις εξαρτώνται από τις προηγούμενες καταστάσεις, επομένως δείχνουν τη μακροπρόθεσμη εμμονή της μεταβλητής. Έτσι, αν σε μία μεταβλητή η πλειοψηφία των συντελεστών των προηγούμενων μετρήσεων είναι μηδενικοί, η μεταβλητή αυτή έχει μικρή μακροπρόθεσμη εμμονή. Επιπλέον αυτό που έχει σημασία είναι το πόσο γρήγορα φθίνουν οι συντελεστές βαρύτητας των προηγούμενων μετρήσεων. Στο [Διάγραμμα 4.15](#) που ακολουθεί παρουσιάζονται ενδεικτικά για τη μέθοδο ΣΜ10 οι συντελεστές βαρύτητας των προηγούμενων μετρήσεων για την 3ωρη πρόγνωση για όλες τις μεταβλητές του σταθμού της EMY.



Διάγραμμα 4.15. Διάγραμμα «Συντελεστές βαρύτητας μεθόδου ΣΜ10 - Χρονικά βήματα πίσω» για όλες τις μεταβλητές του σταθμού της ΕΜΥ, 3ωρη πρόγνωση

Από το [Διάγραμμα 4.15](#) παρατηρείται ότι σε όλες τις μεταβλητές ο συντελεστής βαρύτητας που αφορά τη μέτρηση τη στιγμή που πραγματοποιείται η πρόγνωση (α_0) είναι ο μέγιστος και οι υπόλοιποι για τις προηγούμενες μετρήσεις είναι εμφανώς μικρότεροι. Η θερμοκρασία και η ατμοσφαιρική πίεση έχουν τις μέγιστες τιμές του συντελεστή βαρύτητας για μηδέν χρονικά βήματα πίσω, δηλαδή για τη στιγμή της πρόγνωσης, αλλά φθίνουν πολύ γρήγορα οι τιμές αυτών. Συγκεκριμένα για τη θερμοκρασία παρατηρείται μια μικρή αύξηση του συντελεστή βαρύτητας 6 χρονικά βήματα πίσω (α_6) αλλά είναι μικρή και θεωρείται ασήμαντη. Η κατακρήμνιση έχει τις μικρότερες τιμές των συντελεστών βαρύτητας και αυτοί φθίνουν σχετικά γρήγορα αλλά πιο αργά από τους αντίστοιχους της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης. Η σχετική υγρασία και η ταχύτητα του ανέμου έχουν ενδιάμεσες τιμές για τους συντελεστές βαρύτητα και αυτοί φθίνουν πιο αργά από όλες τις μεταβλητές, πράγμα που δείχνει ότι έχουν αυξημένη μακροπρόθεσμη εμμονή.

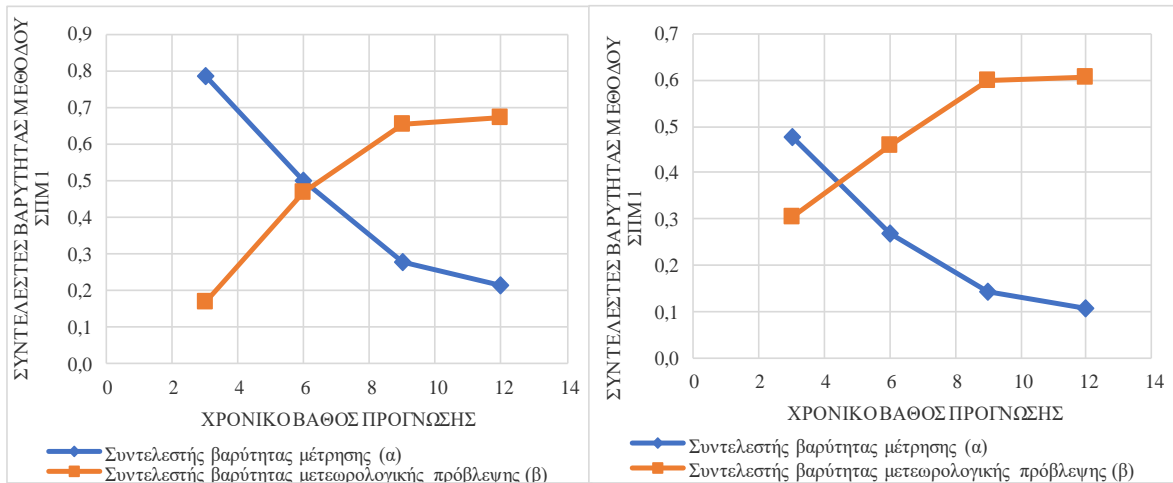
Παρόμοια συμπεριφορά έχουν και οι συντελεστές βαρύτητας των προηγούμενων μετρήσεων στις άλλες προγνώσεις (6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 ώρες μετά), μόνο που οι τιμές είναι στο σύνολό τους μειωμένες. Ενδεικτικά παρουσιάζονται σε 3D διάγραμμα (βλ. [Διάγραμμα 4.16](#)) οι συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 για όλα τα βάθη πρόγνωσης για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας.



Διάγραμμα 4.16. Διάγραμμα με τους συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 για όλα τα χρονικά βάθη πρόγνωσης για τη θερμοκρασία, σταθμός ΕΜΥ (αναφέρεται στις τιμές του Πίνακα Β.2 του Παραρτήματος Β)

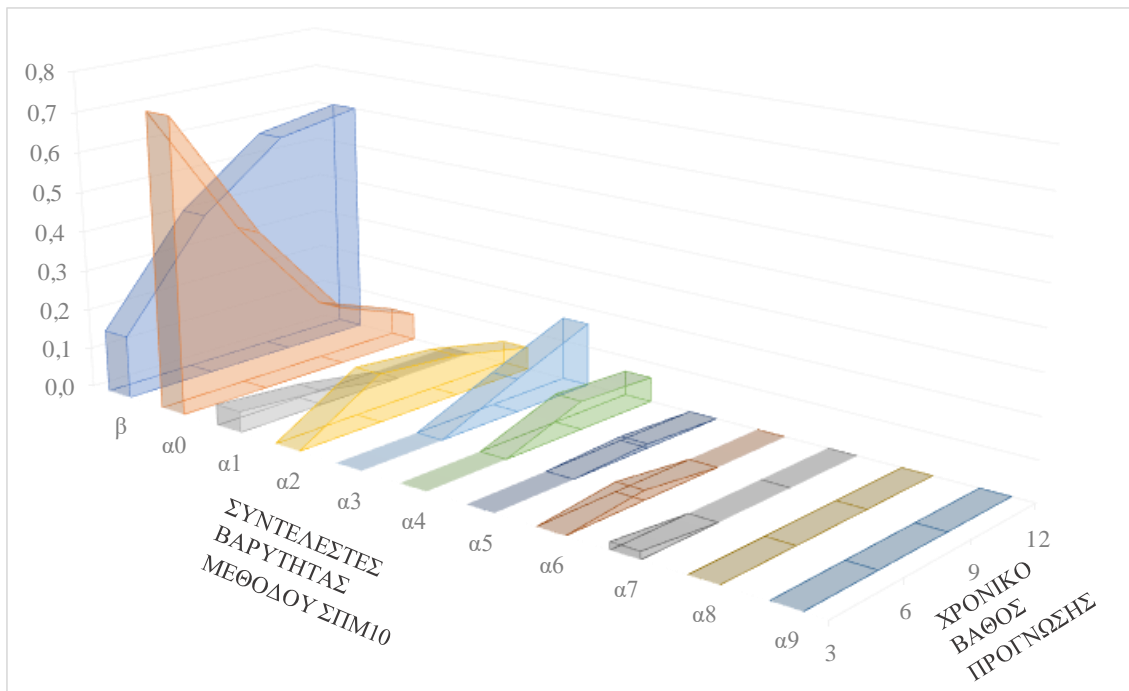
Όπως έχει αναφερθεί και στην ενότητα 4.2 για τους συντελεστές βαρύτητας (α , β) της μεθόδου συνδυασμού μετεωρολογικής πρόβλεψης και μίας μέτρησης (ΣΠΜ1), όσο πιο μελλοντική είναι η πρόγνωση τόσο αυξάνει η τιμή του συντελεστή βαρύτητας της μετεωρολογικής πρόβλεψης (β) και μειώνεται η αντίστοιχη τιμή του συντελεστή της μέτρησης (α). Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι οι μελλοντικές προγνώσεις θα σχετίζονται λιγότερο με τη μέτρηση τη στιγμή της πρόγνωσης και περισσότερο με την μετεωρολογική πρόβλεψη εκείνης της στιγμής που προκύπτει από μια διεργασία στην οποία λαμβάνονται υπόψη πολλές ατμοσφαιρικές παράμετροι. Το ίδιο ισχύει και για τις υπόλοιπες μεθόδους συνδυασμού μετεωρολογικής πρόβλεψης και μετρήσεων (ΣΠΜ10 και ΣΠΜ24).

Επιλέγεται η μέθοδος ΣΠΜ1 για να φανεί η μεταβολή των συντελεστών βαρύτητας α και β με το χρονικό βάθος πρόγνωσης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται σε μορφή διαγραμμάτων (βλ. [Διάγραμμα 4.17](#)) οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 σχετικά με το χρονικό βάθος πρόγνωσης ενδεικτικά για δύο μεταβλητές, αυτές της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου.



Διάγραμμα 4.17. Διαγράμματα συντελεστών βαρύτητας μεθόδου ΣΠΜ1 για το σταθμό ΕΜΥ, θερμοκρασία (αριστερά) και ταχύτητα ανέμου (δεξιά)

Στη συνέχεια παρατίθεται διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 σχετικά με το χρονικό βάθος πρόγνωσης ενδεικτικά για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας (βλ. [Διάγραμμα 4.18](#)).



Διάγραμμα 4.18. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

4.4. Αποτελέσματα από τη διερεύνηση για τα χαρακτηριστικά του κλίματος

Στην ενότητα αυτή πραγματοποιείται συνοπτική παράθεση των αποτελεσμάτων, τόσο του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe όσο και των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων που εφαρμόστηκαν για τους σταθμούς Αττικής, Λονδίνου, Μελβούρνης και Νέας Υόρκης.

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για όλους τους σταθμούς παρατίθενται αναλυτικά τόσο σε πίνακες όσο και σε διαγράμματα στο Παράρτημα Γ. Επιπλέον, τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων για όλους τους σταθμούς και για όλες τις μεθόδους παρατίθενται σε πίνακες στο Παράρτημα Δ.

4.4.1. Σταθμός Αττικής

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεταβλητές της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου παρατίθενται στους Πίνακες Γ.1 έως Γ.4 του Παραρτήματος Γ. Επίσης τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάζονται σε διαγράμματα για να είναι ευδιάκριτη η μεταβολή του συντελεστή αυτού με το χρονικό βάθος πρόγνωσης, Διαγράμματα Γ.1 και Γ.2 του Παραρτήματος Γ. Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας για κάθε μεταβλητή, μέθοδο και χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στους Πίνακες Δ.1 έως Δ.14 του Παραρτήματος Δ.

Τα αποτελέσματα του συντελεστή απόδοσης και των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων για το σταθμό στην Αττική διαφέρουν ως προς το μέγεθος από αυτά που προέκυψαν για το σταθμό της EMY στο Ελληνικό. Αυτό ήταν αναμενόμενο διότι παρόλο που οι σταθμοί βρίσκονται στην ίδια περιοχή (Αττική) με τα ίδια κλιματικά χαρακτηριστικά, είναι διαφορετικοί σταθμοί και τα χαρακτηριστικά τους επηρεάζουν την απόδοση των μεθόδων. Επιπλέον, η διαφορά ίσως να στηρίζεται στο γεγονός ότι οι χρονοσειρές αυτές είναι ωριαίες σε αντίθεση με τις χρονοσειρές του σταθμού της EMY που ήταν τρίωρες.

Οι μέθοδοι όπου για την πρόγνωση χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις φαίνεται να έχουν μια ομαλή και μη απότομη μείωση της τιμής του συντελεστή απόδοσης όσο

αυξάνεται το χρονικό βάθος πρόγνωσης. Οι τιμές του συντελεστή απόδοσης για τη θερμοκρασία είναι σαφώς μεγαλύτερες από αυτές για την ταχύτητα ανέμου.

Στις μεθόδους συνδυασμού των μετεωρολογικών προβλέψεων με τις προηγούμενες μετρήσεις η απόδοση έχει επίσης μια μειούμενη κλίση με τις τιμές του συντελεστή απόδοσης ωστόσο να είναι αρκετά μεγαλύτερες από αυτές των μεθόδων μόνο με τις μετρήσεις.

Η μετεωρολογική πρόβλεψη για την θερμοκρασία έχει ικανοποιητικές τιμές συντελεστή απόδοσης σχετικά με τις υπόλοιπες μεθόδους, αλλά μικρότερες από τις μεθόδους συνδυασμού. Το ίδιο ισχύει και για τη μεταβλητή της ταχύτητας του ανέμου.

4.4.2. Σταθμός Λονδίνου

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεταβλητές της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου παρατίθενται στους Πίνακες Γ.5 έως Γ.8 του Παραρτήματος Γ. Επίσης τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάζονται σε διαγράμματα για να είναι ευδιάκριτη η μεταβολή του συντελεστή αυτού με το χρονικό βάθος πρόγνωσης, Διαγράμματα Γ.3 και Γ.4 του Παραρτήματος Γ. Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας για κάθε μεταβλητή, μέθοδο και χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στους Πίνακες Δ.15 έως Δ.28 του Παραρτήματος Δ.

Οι μέθοδοι όπου για την πρόγνωση χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις φαίνεται να έχουν μια ομαλή και μη απότομη μείωση της τιμής του συντελεστή απόδοσης όσο αυξάνεται το χρονικό βάθος πρόγνωσης. Οι τιμές του συντελεστή απόδοσης για τη θερμοκρασία είναι σαφώς μεγαλύτερες από αυτές για την ταχύτητα ανέμου. Για τη θερμοκρασία οι τιμές του συντελεστή απόδοσης είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες τιμές στο σταθμό Αττικής, ενώ για την ταχύτητα ανέμου δεν παρουσιάζεται κάποια μεγάλη διαφορά τόσο στη μορφή όσο και στο μέγεθος αυτών.

Στις μεθόδους συνδυασμού των μετεωρολογικών προβλέψεων με τις προηγούμενες μετρήσεις η απόδοση έχει επίσης μια μειούμενη κλίση με τις τιμές της ωστόσο να είναι λίγο μεγαλύτερες από αυτές των προηγούμενων μεθόδων για τη θερμοκρασία και περίπου ίδιες για την ταχύτητα ανέμου.

Η μετεωρολογική πρόβλεψη τόσο για τη θερμοκρασία όσο και για την ταχύτητα ανέμου δεν είναι καθόλου ικανοποιητική ως προς το συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe καθώς οι τιμές του είναι πολύ μειωμένες ή και αρνητικές για την ταχύτητα ανέμου. Αυτό μπορεί να ερμηνευθεί από τον τύπο (σχέση (15)) του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe σε συνδυασμό με τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Στο Λονδίνο η θερμοκρασία και γενικότερα ο καιρός είναι αρκετά σταθερός χωρίς έντονες διακυμάνσεις σε μικρό χρονικό διάστημα. Έτσι από τον τύπο του συντελεστή απόδοσης ο παρονομαστής αυτού ($\sum_{i=0}^n (\bar{x} - x(i))^2$) είναι πολύ μικρός καθώς οι τιμές $x(i)$ και \bar{x} έχουν μικρή διαφορά, πράγμα που σημαίνει ότι όσο καλά και να προσαρμόζεται η τιμή του μοντέλου στην μέτρηση, δηλαδή όσο μικρό κι αν είναι η τιμή του αριθμητή ($\sum_{i=0}^n (\tilde{x}(i) - x(i))^2$), η συνολική τιμή του συντελεστή απόδοσης θα είναι μειωμένη.

4.4.3. Σταθμός Μελβούρνης

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεταβλητές της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου παρατίθενται στους Πίνακες Γ.9 έως Γ.12 του Παραρτήματος Γ. Επίσης τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάζονται σε διαγράμματα για να είναι ευδιάκριτη η μεταβολή του συντελεστή αυτού με το χρονικό βάθος πρόγνωσης, Διαγράμματα Γ.5 και Γ.6 του Παραρτήματος Γ. Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας για κάθε μεταβλητή, μέθοδο και χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στους Πίνακες Δ.29 έως Δ.42 του Παραρτήματος Δ.

Οι μέθοδοι όπου για την πρόγνωση χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις φαίνεται να έχουν μια ομαλή και μη απότομη μείωση της τιμής του συντελεστή απόδοσης όσο αυξάνεται το χρονικό βάθος πρόγνωσης. Οι τιμές για τη θερμοκρασία είναι σαφώς μεγαλύτερες από αυτές για την ταχύτητα ανέμου. Για τη θερμοκρασία οι τιμές είναι παρόμοιες με τις αντίστοιχες τιμές στο σταθμό Αττικής και αρκετά μικρότερες από τις τιμές στο σταθμό Λονδίνου, ενώ για την ταχύτητα ανέμου οι τιμές απόδοσης είναι αρκετά μικρότερες και από τους 2 προηγούμενους σταθμούς.

Στις μεθόδους συνδυασμού των μετεωρολογικών προβλέψεων με τις προηγούμενες μετρήσεις η απόδοση έχει επίσης μια μειούμενη κλίση με τις τιμές της ωστόσο να

είναι κατά περίπτωση λίγο μεγαλύτερες ή λίγο μικρότερες από τις προηγούμενες μεθόδους.

Η μετεωρολογική πρόβλεψη τόσο για τη θερμοκρασία όσο και για την ταχύτητα ανέμου δεν είναι καθόλου ικανοποιητική ως προς το συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe καθώς οι τιμές αυτού είναι αρνητικές. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό πιθανόν είναι ο ίδιος με αυτόν του σταθμού στο Λονδίνο που σχετίζεται με τον ορισμό του συντελεστή απόδοσης σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του κλίματος της περιοχής.

4.4.4. Σταθμός Νέας Υόρκης

Τα αποτελέσματα των τιμών του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεταβλητές της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου παρατίθενται στους Πίνακες Γ.13 έως Γ.16 του Παραρτήματος Γ. Επίσης τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάζονται σε διαγράμματα για να είναι ευδιάκριτη η μεταβολή του συντελεστή αυτού με το χρονικό βάθος πρόγνωσης, Διαγράμματα Γ.7 και Γ.8 του Παραρτήματος Γ. Τα αποτελέσματα των τιμών των συντελεστών βαρύτητας για κάθε μεταβλητή, μέθοδο και χρονικό βάθος πρόγνωσης παρουσιάζονται στους Πίνακες Δ.43 έως Δ.56 του Παραρτήματος Δ.

Οι μέθοδοι όπου για την πρόγνωση χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις φαίνεται να έχουν μια ομαλή και μη απότομη μείωση της τιμής του συντελεστή απόδοσης όσο αυξάνεται το χρονικό βάθος πρόγνωσης. Οι τιμές για τη θερμοκρασία είναι σαφώς μεγαλύτερες από αυτές για την ταχύτητα ανέμου. Για τη θερμοκρασία οι τιμές είναι παρόμοιες με τις αντίστοιχες τιμές στο σταθμό Λονδίνου και μεγαλύτερες από τις τιμές στους άλλους 2 σταθμούς, ενώ για την ταχύτητα ανέμου οι τιμές απόδοσης είναι αρκετά μικρότερες και από όλους τους προηγούμενους σταθμούς.

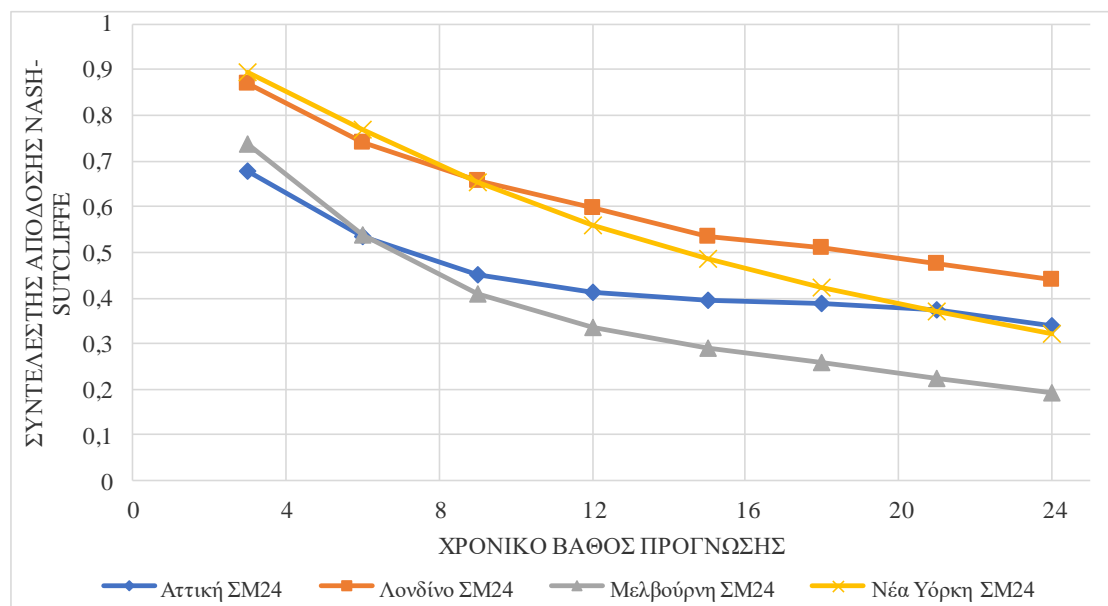
Στις μεθόδους συνδυασμού των μετεωρολογικών προβλέψεων με τις προηγούμενες μετρήσεις η απόδοση έχει επίσης μια μειούμενη κλίση με τις τιμές της ωστόσο να είναι λίγο μεγαλύτερες από τις προηγούμενες μεθόδους.

Η μετεωρολογική πρόβλεψη τόσο για τη θερμοκρασία όσο και για την ταχύτητα ανέμου δεν είναι καθόλου ικανοποιητική ως προς το συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe καθώς οι τιμές αυτού είναι πολύ μειωμένες ή και αρνητικές για την ταχύτητα

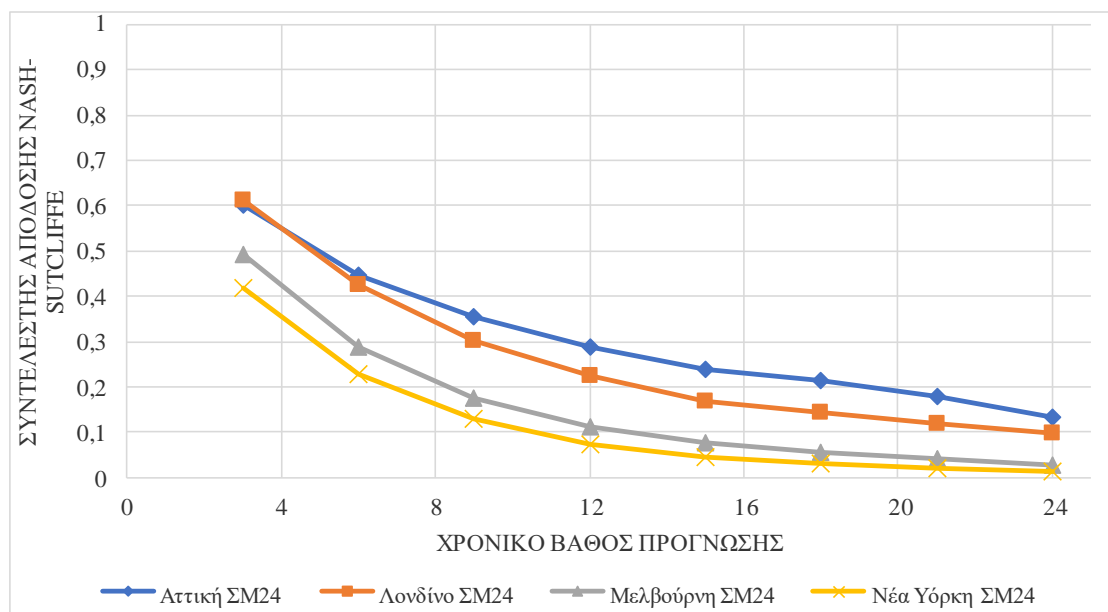
ανέμου. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό ίσως είναι και εδώ ο ίδιος με αυτόν του σταθμού στο Λονδίνο που σχετίζεται με τον ορισμό του συντελεστή απόδοσης σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του κλίματος της περιοχής.

4.5. Σύγκριση των αποτελεσμάτων του συντελεστή απόδοσης των σταθμών Αττικής, Λονδίνου, Μελβούρνης και Νέας Υόρκης

Όλα όσα περιγράφονται παραπάνω για τις τιμές του συντελεστή απόδοσης του ενός σταθμού συγκριτικά με τον άλλον παρουσιάζονται στη συνέχεια συγκεντρωτικά στα Διαγράμματα 4.19 και 4.20. Επιλέγεται η σύγκριση να πραγματοποιηθεί με τη μέθοδο ΣΜ24 η οποία είναι κατά μέσο όρο η καλύτερη μέθοδος από τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις.



Διάγραμμα 4.19. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe των σταθμών για τη μέθοδο ΣΜ24, θερμοκρασία



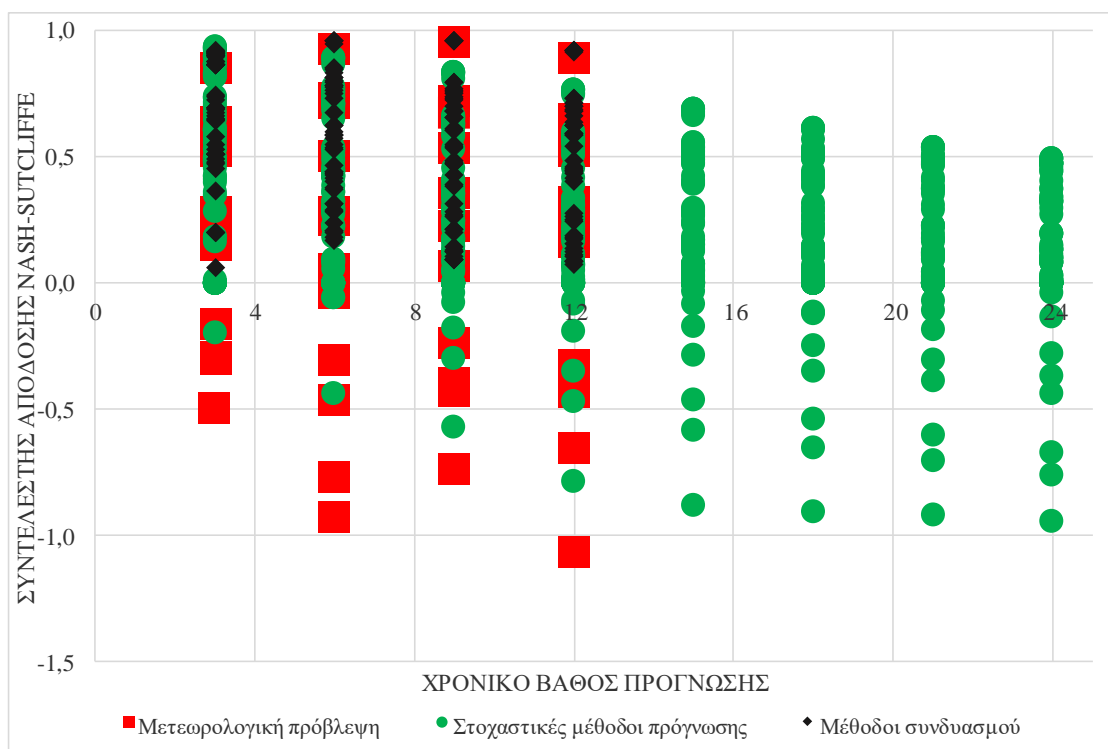
Διάγραμμα 4.20. Σύγκριση των συντελεστών απόδοσης Nash-Sutcliffe των σταθμών για τη μέθοδο ΣΜ24, ταχύτητα ανέμου

Παρατηρούμε ότι περιοχές με παρόμοια κλιματικά χαρακτηριστικά, όπως είναι οι περιοχές Αττική – Νέα Υόρκη και Λονδίνο – Μελβούρνη, δεν παρουσιάζουν κάποια κοινή συμπεριφορά ως προς τη μορφή των καμπυλών του συντελεστή απόδοσης. Αντιθέτως παρατηρείται ότι παρόμοιες καμπύλες για τη θερμοκρασία παρουσιάζουν οι περιοχές Αττική – Μελβούρνη και Λονδίνο – Νέα Υόρκη, ενώ για την ταχύτητα ανέμου οι περιοχές Αττική – Λονδίνο και Μελβούρνη – Νέα Υόρκη. Συνεπώς δεν μπορεί να προκύψει κάποια σχέση μεταξύ των κλιματικών χαρακτηριστικών των περιοχών και των αποτελεσμάτων απόδοσης που προκύπτουν από την ανάλυση. Αυτό δείχνει ότι παρόλο που κάποιες περιοχές ανήκουν στην ίδια (ή παρόμοια) κλιματική κατάταξη Köppen, το μικροκλίμα τους είναι διαφορετικό και γι' αυτό οι μέθοδοι πρόγνωσης δίνουν ποικίλα αποτελέσματα. Το συμπέρασμα είναι ότι η βασική πηγή που επηρεάζει τα αποτελέσματα των μεθόδων και τη μορφή των καμπυλών απόδοσης με το χρονικό βάθος πρόγνωσης είναι τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε σταθμού μέτρησης, το μικροκλίμα της περιοχής που βρίσκεται ο σταθμός και ύστερα τα κλιματικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής.

4.6. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα

Σε αυτή την ενότητα διατυπώνεται ένα γενικό αποτέλεσμα βάσει όλων όσων μελετήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας.

Η μετεωρολογική πρόβλεψη από το ατμοσφαιρικό μοντέλο μπορεί να βελτιωθεί μέσω της χρήσης δεδομένων παρατήρησης από τους σταθμούς. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω γραμμικού συνδυασμού της μετεωρολογικής πρόβλεψης και των μετρήσεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε κάποιες περιπτώσεις (μεταβλητής και βάθους πρόγνωσης) δεν φαίνεται να είναι χρήσιμη η μετεωρολογική πρόβλεψη, καθώς μόνο με τη χρήση των δεδομένων προηγούμενων μετρήσεων είναι δυνατή η τοπική πρόγνωση σε εξαιρετικά ικανοποιητικό βαθμό. Συνολικά η βελτίωση που επιτυγχάνεται στην πρόγνωση βάσει των μεθόδων που εφαρμόστηκαν φαίνεται στο παρακάτω [Διάγραμμα 4.21](#), όπου διακρίνονται τα αποτελέσματα των τιμών απόδοσης για όλες τις μεταβλητές και για όλους τους σταθμούς.



Διάγραμμα 4.21. Συνολική σύγκριση μετεωρολογικής πρόβλεψης, στοχαστικών μεθόδων και μεθόδων συνδυασμού

Όσο αφορά τη διερεύνηση που πραγματοποιήθηκε για τον τρόπο που τα κλιματικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν τα αποτελέσματα των μεθόδων, προέκυψε ότι με την αλλαγή της περιοχής, άρα και του κλίματος, σίγουρα διαφοροποιείται το αποτέλεσμα.

Βέβαια δεν βρέθηκαν κοινά χαρακτηριστικά στα αποτελέσματα για τις περιοχές που έχουν παρόμοια κλιματικά χαρακτηριστικά (π.χ. για Λονδίνο – Μελβούρνη όπως έχει αναφερθεί). Έτσι, συμπεραίνεται ότι η διαφοροποίηση των κλιματικών χαρακτηριστικών σίγουρα επηρεάζει τα αποτελέσματα των μεθόδων πρόγνωσης χωρίς όμως να καθορίζει κάποια συγκεκριμένη συμπεριφορά για κάθε κλίμα, καθώς το μικροκλίμα της περιοχής όπου είναι εγκατεστημένος ο σταθμός επηρεάζει περισσότερο τα αποτελέσματα των μεθόδων. Επομένως πρέπει κάθε φορά να πραγματοποιείται ανάλυση στον επιθυμητό για την πρόγνωση σταθμό και να προκύπτουν οι κατάλληλοι για αυτόν συντελεστές των μεθόδων ώστε να μην υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις. Κάθε σταθμός και η περιοχή αυτού έχουν ιδιαιτερότητές και οι μέθοδοι πρέπει να προσαρμόζονται σε αυτές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα γενικά συμπεράσματα και παρατίθενται προτάσεις περαιτέρω μελέτης.

5.1. Γενικά συμπεράσματα

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα γενικά συμπεράσματα που προκύπτουν από τα αποτελέσματα που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 4 και είναι τα εξής:

- Οι στοχαστικές μέθοδοι συνδυασμού μετεωρολογικών δεδομένων πρόβλεψης και δεδομένων παρατήρησης δίνουν τα καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τα μετεωρολογικά μοντέλα πρόβλεψης, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις δεν χρειάζονται καθόλου οι μετεωρολογικές προβλέψεις, αφού οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν μόνον μετρήσεις είναι πολύ ικανοποιητικές (ειδικά σε χρονικά σύντομες προγνώσεις). Συγκεκριμένα η μέθοδος ΣΠΜ24 είναι η καλύτερη μέθοδος, ενώ η μέθοδος ΣΜ24 είναι περισσότερο ή λιγότερο ικανοποιητική από τη μετεωρολογική πρόβλεψη ανάλογα με το χρονικό βάθος πρόγνωσης και τη μεταβλητή. Αξίζει να σημειωθεί ότι το αναλογικό μοντέλο δίνει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα, ειδικά για τις μεταβλητές ταχύτητας ανέμου και υγρασίας, αλλά δεν κατατάσσεται στις «καλές» μεθόδους καθώς είναι πολύ χρονοβόρα διαδικασία και έτσι αποφεύγεται η χρήση του.
- Υπάρχει διαδοχή στην απόδοση/προβλεψιμότητα των μεταβλητών, η οποία μπορεί να ερμηνευθεί από τον κύκλο της ατμόσφαιρας και έτσι αποκτά μία φυσική διάσταση. Η διαδοχή αυτή είναι:
 1. Ατμοσφαιρική πίεση
 2. Θερμοκρασία
 3. Υγρασία
 4. Ταχύτητα ανέμου
 5. ΚατακρήμνισηΆρα, πιο εύκολα προβλέψιμη είναι η μεταβλητή της ατμοσφαιρικής πίεσης και ακολουθούν σε τη σειρά η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα ανέμου και τέλος η κατακρήμνιση.

- Όσο αυξάνεται το μήκος του χρονικού ορίζοντα πρόγνωσης, αυξάνονται οι αποκλίσεις των μετρούμενων τιμών από τις αντίστοιχες προγνώσεις, ειδικά στις μέγιστες και ελάχιστες τιμές. Δηλαδή όσο πιο μελλοντική είναι η πρόγνωση τόσο λιγότερο ικανοποιητική είναι.
- Η διαφοροποίηση των κλιματικών χαρακτηριστικών σίγουρα επηρεάζει τα αποτελέσματα των μεθόδων πρόγνωσης χωρίς όμως να καθορίζει κάποια συγκεκριμένη συμπεριφορά για κάθε κλίμα. Αυτό συμβαίνει γιατί το μικροκλίμα της περιοχής όπου είναι εγκατεστημένος ο εκάστοτε σταθμός είναι διαφορετικό και γι' αυτό οι μέθοδοι πρόγνωσης δίνουν ποικίλα αποτελέσματα.

5.2. Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται προτάσεις και ιδέες για περαιτέρω μελέτη ή έρευνα σχετικά με το ευρύτερο αντικείμενο μελέτης της δεδομένης διπλωματικής εργασίας. Αυτά λοιπόν που προτείνονται είναι:

- Να γίνει η ίδια ανάλυση με αυτή που πραγματοποιήθηκε σε αυτή την διπλωματική αλλά σε επίπεδο περιοχής δεδομένης έκτασης με τη χρήση πολλών σταθμών. Η κάθε τιμή παρατήρησης για την επιφάνεια αναφοράς θα υπολογίζεται με κάποια μέθοδο χωρικής ολοκλήρωσης όπως είναι ο μέσος όρος ή η μέθοδος Thiessen.
- Να πραγματοποιηθεί ανάλυση για τη βελτίωση μετεωρολογικής πρόγνωσης σε μικρότερη (π.χ. δεκάλεπτη, ημίωρη, ωριαία) ή μεγαλύτερη (π.χ. δωδεκάωρη, ημερήσια, εβδομαδιαία, μηνιαία, ετήσια) χρονική κλίμακα. Αυτό βέβαια προϋποθέτει την ύπαρξη διαθέσιμων δεδομένων τόσο μέτρησης όσο και μετεωρολογικής πρόβλεψης από ατμοσφαιρικά μοντέλα στην επιθυμητή κλίμακα.
- Να πραγματοποιηθεί βελτίωση της μετεωρολογικής πρόγνωσης μέσω άλλων μεθόδων όπως είναι οι εξής:
 - Συνδυασμός πολλών δεδομένων μετεωρολογικής πρόβλεψης από διαφορετικά ατμοσφαιρικά μοντέλα αλλά και πολλών δεδομένων παρατήρησης.
 - Άλλες μη γραμμικές μέθοδοι όπως είναι τα νευρωνικά δίκτυα.
 - Στοχαστική διερεύνηση της διαφοράς μετεωρολογικής πρόγνωσης και μέτρησης και μελέτη της στοχαστικής δομής του σφάλματος αυτού.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Beljaars, A.C.M., P. Bechtold, M. Kohler, A. Orr, A.M. Tompkins, 2006, Developments in model physics after ERA-40, *In Proceedings of the ECMWF/GEO Workshop on atmospheric reanalysis*, Reading, UK, 19–22 June, 81–90
- Berrisford, P., D.P. Dee, K. Fielding, M. Fuentes, P. Kallberg, S. Kobayashi, S.M. Uppala, 2009, The ERA-Interim Archive, *ERA Report Series*, No. 1, ECMWF: Reading, UK
- Barnett, T. P. and R. W. Preisendorfer, 1978, Multifield analog prediction of short-term climate fluctuations using a climate state vector, *J. Atmos. Sci.* 35, 1771-1787
- Chen, T. Y., A. K. Athienitis, 1996, Ambient Temperature and Solar Radiation Prediction for Predictive Control of HVAC Systems and a Methodology for Optimal Building Heating Dynamic Operation, *ASHRAE Transactions* Vol.102(1): 26-36
- Compo, G.P., J.S. Whitaker, P.D. Sardeshmukh, N. Matsui, R.J. Allan, X. Yin, Jr. B.E. Gleason, R.S. Vose, G. Rutledge, P. Bessemoulin, S. Bronnimann, M. Brunet, R.I. Crouthamel, A.N. Grant, P.Y. Groisman, P.D. Jones, M.C. Kruk, A.C. Kruger, G.J. Marshall, M. Maugeri, H.Y. Mok, Ø. Nordli, T.F. Ross, R.M. Trigo, X.L. Wang, S.D. Woodruff, S.J. Worley, 2011, *The Twentieth Century Reanalysis Project*, *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 137: 1–28
- Dee, P. D., M. S. Uppala, J. A. Simmons, P. Berrisford, P. Poli, S. Kobayashi, U. Andrae, A. M. Balmaseda, G. Balsamo, P. Bauer, P. Bechtold, A. C. M. Beljaars, L. van de Berg, J. Bidlot, N. Bormann, C. Delsol, R. Dragani, M. Fuentes, J. A. Geer, L. Haimberger, B. S. Healy, H. Hersbach, V. E. Holm, L. Isaksen, P. Kallberg, M. Kohler, M. Matricardi, P. A. McNally, M. B. Monge-Sanz, J.J. Morcrette, K. B. Parkg, C. Peubey, P. de Rosnay, C. Tavolato, N. J. Thepaut and F. Vitart, 2011, The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, (April, A): 553–597

- Dimitriadis P., D. Koutsoyiannis, and K. Tzouka, Predictability in dice motion: how does it differ from hydrometeorological processes?, *Hydrological Sciences Journal*, 61 (9), 1611–1622, doi:10.1080/02626667.2015.1034128, 2016.
- Fraedrich, K., 1986, Estimating the dimensions of weather and climate attractors, *J. Atmos. Sci.* 43, 419-432
- Gibson, J. K., P. Kallberg, S. M. Uppala, A. Nomura, A. Hernandez, E. Serrano, 1997, ERA description, *ERA-15 Report Series*, No. 1, ECMWF: Reading, UK
- Henze, G. P., D. E. Kalz, C. Felsmann, G. Knabe, 2004, Impact of forecasting accuracy on predictive optimal control of active and passive building thermal storage inventory, *HVAC & R Res.* Vol. 10(2):153-178
- Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kirtler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. C. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, A. Leetma, R. Reynolds, R. Jenne, D. Joseph, 1996, The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* 77: 437–471
- Kawashima, M., C. E. Dorgan, J. W. Mitchell, 1995, Hourly Thermal Load Prediction for the Next 24 Hours by ARIMA, EWMA, LR, and an Artificial Neural Network, *ASHRAE Transactions*, Vol.101(1):186-200
- Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel, 2006: World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.*, 15, 259-263. DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130.
- Koutsoyiannis, D, Y. Huaming and A.Georgakakos, 2008, Medium-range flow prediction for the Nile: a comparison of stochastic and deterministic methods, *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 53
- Kruizinga, S. and A. H. Murphy, 1983, Use of an analogue procedure to formulate objectively probabilistic temperature forecasts in The Netherlands, *Mon. Wea. Rev.* 111, 2244-2254

- Lorenz, E. N, 1969, Atmospheric predictability as revealed by naturally occurring analogues, *J. Atmos. Sci.* 26, 636-646
- Onogi, K, Tsutsui J, Koide H, Sakamoto M, Kobayashi S, Hatsushika H, Matsumoto T, Yamazaki N, Kamahori H, Takahashi K, Kadokura S, Wada K, Kato K, Oyama R, Ose T, Mannoji N, Taira R. 2007. The JRA-25 Reanalysis. *J. Meteor. Soc. Japan* 85: 369-432
- Ren, M. J., J. A. Wright, 2002, Adaptive diurnal prediction of ambient dry-bulb temperature and solar radiation, *HVAC&R Research*, Vol.8(4):381-399
- Rienecker, M.M., M.J. Suarez, R. Gelaro, R. Todling, J. Bacmeister, E. Liu, M.G. Bosilovich, S.D. Schubert, L. Takacs, G-K Kim, S. Bloom, J. Chen, D. Collins, A. Conaty, A. da Silva, W. Gu, J. Joiner, R.D. Koster, R. Lucchesi, A. Molod, T. Owens, S. Pawson, P. Pegion, C.R. Redder, R. Reichle, F.R. Robertson, A.G. Ruddick, M. Sienkiewicz, J. Woollen, 2011, MERRA – NASA’s Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, *J. Climate*, DOI: 10.1175/JCLI-D-11-00015.1.
- Saha, S., S. Moorthi, H-L Pan, X. Wu, J. Wang, S. Nadiga, P. Tripp, R. Kistler, J. Woollen, D. Behringer, H. Liu, D. Stokes, R. Grumbine, G. Gayno, Y-T Hou, H-Y Chuang, H-MH Juang, J. Sela, M. Iredell, R. Treadon, D. Kleist, P. van Delst, D. Keyser, J. Derber, M. Ek, J. Meng, H. Wei, R. Yang, S. Lord, H. van den Dool, A. Kumar, W. Wang, C. Long, M. Chelliah, Y. Xue, B. Huang, J-K Schemm, W. Ebisuzaki, R. Lin, P. Xie, M. Chen, S. Zhou, W. Higgins, C-Z Zou, Q. Liu, Y. Chen, Y. Han, L. Cucurull, R.W. Reynolds, G. Rutledge, M. Goldberg, 2010, The NCEP Climate Forecast System Reanalysis, *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* 91: 1015–1057
- Schubert, SD, R. Rood, J. Pfaendtner, 1993, An assimilated dataset for earth science applications, *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 74: 2331–2342.
- Shabbar, A. and J. L. Knox, 1986, Monthly prediction by the analogue method. Proceeding of the 1st WMO workshop on the diagnosis and prediction of monthly and seasonal atmospheric variations over the globe, *Long-range*

forecasting Res. Rep. Ser. 6 Vol. II, Tech. doc. WMO/TD 87, 672-681, Work Meteorological Organization, Geneva, Switzerland

Simmons, A.J., K.M. Willett, P.D. Jones, P.W. Thorne, D.P. Dee, 2010, Low frequency variations in surface atmospheric humidity, temperature and precipitation: Inferences from reanalyses and monthly gridded observational datasets, *J. Geophys. Res.* 115: D01110

Uppala, S.M., P.W. Kallberg, A.J. Simmons, U. Andrae, V. Da Costa Bechtold, M. Fiorino, J.K. Gibson, J. Haseler, A. Hernandez, G.A. Kelly, X. Li, K. Onogi, S. Saarinen, N. Sokka, R.P. Allan, E. Andersson, K. Arpe, M.A. Balmaseda, ACM Beljaars, L. Van De Berg, J. Bidlot, N. Bormann, S. Caires, F. Chevallier, A. Dethof, M. Dragosavac, M. Fisher, M. Fuentes, S. Hagemann, E. Holm, B.J. Hoskins, L. Isaksen, PAEM Janssen, R. Jenne, A.P. McNally, J.F. Mahfouf, J.-J. Morcrette, N.A. Rayner, R.W. Saunders, P. Simon, A. Sterl, K.E. Trenberth, A. Untch, D. Vasiljevic, P. Viterbo, J. Woolle, 2005, The ERA-40 re-analysis, *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 131: 2961–3012

Van den Dool, H. M., 1994, Searching for analogue, how long must we wait?, *Tellus*, 46A, 314-324

Wallace, J. M., X. Cheng and sun D., 1991, Does low-frequency atmospheric variability exhibit regime-like behavior?, *Tellus*, 43AB, 16-26

Yoshida, H., T. Inooka, 1997, Rational operation of a thermal storage tank with load prediction scheme by ARX model approach, *Proceedings of Building Simulation*, 97 II (1997): 79–86

Zhang, Yi, Vic I. Hanby, 2007, Short-term prediction of weather parameters using online weather forecasts, *Proceedings: Building Simulation*, 1411–1416

- Αναγνωστοπούλου, Φ., 2006, *Διερεύνηση χωρικής κατανομής κλιματικών μεταβλητών στον Ελληνικό χώρο*, Μεταπτυχιακή εργασία, 85 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα (Διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση <https://www.itia.ntua.gr/el/docinfo/872/>).
- Βίγκλας, Π., 2007, *Εισαγωγή στη μετεωρολογία, Μια εκπαιδευτική προσέγγιση (Μέρος Α': Βασικές έννοιες)*, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Κέντρο περιβαλλοντικής εκπαίδευσης Μακρινίτσας (Διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση <https://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/4380/1274.pdf>).
- Θεοδωρόπουλος, Γ., 2013, *Βραχυπρόθεσμη τοπική μετεωρολογική πρόγνωση με αναζήτηση ανάλογων καταστάσεων*, Διπλωματική εργασία, 360 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα (Διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση <https://www.itia.ntua.gr/el/docinfo/1420/>).
- Κουτσογιάννης, Δ., 2000, ΙΤΙΑ, *Σημειώσεις Υδρομετεωρολογίας, Εισαγωγή*, 28 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, (Διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση <http://www.itia.ntua.gr/el/docinfo/116/>).
- Πυθαρούλης, Ι., 2017, *Συνοπτική και δυναμική μετεωρολογία, Εισαγωγή*, Διάλεξη, 57 σελίδες, Τομέας Μετεωρολογίας και κλιματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη (Διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση http://users.auth.gr/pyth/synoptiki_dynamiki_meteorologia/Parousiasi_Geologiko_synoptiki_dynamiki_meteorologia_eisagwgi.pdf).
- Ψύχα Α., *Σημειώσεις Ναυτικής Μετεωρολογίας*, 86 σελίδες, Ελληνική ιστοπλοϊκή ομοσπονδία (Διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση http://www.eio.gr/sxoles/meteo_sailing.pdf).

Διαδικτυακοί τόποι

ERA Interim Daily, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, Παροχή μετεωρολογικών δεδομένων πρόβλεψης και πληροφορίες για το μοντέλο, Διαθέσιμα στο διαδίκτυο στις διευθύνσεις:

<http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily/levtype=sfc/>

<http://www.ecmwf.int/products/data/operationalssystem/evolution>

<http://www.ecmwf.int/research/ifsdocs>

Integrated Surface Database of National Oceanic and Atmospheric Administration, Παροχή δεδομένων παρατήρησης από σταθμούς, Διαθέσιμα στο διαδίκτυο στη διεύθυνση: <https://www.ncdc.noaa.gov/isd>

Άρθρο, *Μετεωρολογικοί σταθμοί*, 2016 (Διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση <http://www.northmeteo.gr/bibliothiki/meteorologia/meteorologikoi-stathmoi/>)

Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Παροχή δεδομένων παρατήρησης από σταθμούς, (Διαθέσιμα στο διαδίκτυο στη διεύθυνση http://emy.gr/hnms/greek/Paroxi/paroxi_anoixta).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Τιμές και διαγράμματα του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεταβλητές του σταθμού της ΕΜΥ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας Α.1. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία.....	A-1
Πίνακας Α.2. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία	A-2
Πίνακας Α.3. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση	A-3
Πίνακας Α.4. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση	A-4
Πίνακας Α.5. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητας ανέμου	A-5
Πίνακας Α.6. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητας ανέμου	A-6
Πίνακας Α.7. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση.....	A-7
Πίνακας Α.8. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση	A-8
Πίνακας Α.9. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία	A-9

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

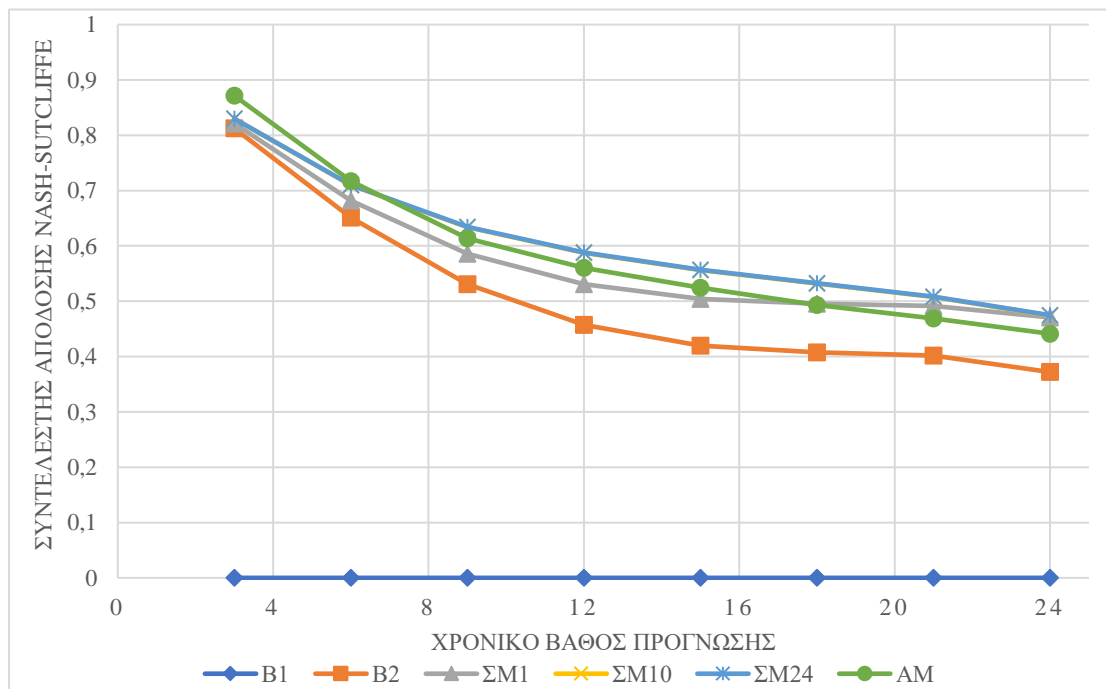
Διάγραμμα A.1. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός EMY, θερμοκρασία	A-1
Διάγραμμα A.2. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός EMY, θερμοκρασία	A-2
Διάγραμμα A.3. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός EMY, ατμοσφαιρική πίεση	A-3
Διάγραμμα A.4. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός EMY, ατμοσφαιρική πίεση	A-4
Διάγραμμα A.5. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός EMY, ταχύτητα ανέμου	A-5
Διάγραμμα A.6. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός EMY, ταχύτητα ανέμου	A-6
Διάγραμμα A.7. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός EMY, συνολική κατακρήμνιση	A-7
Διάγραμμα A.8. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός EMY, συνολική κατακρήμνιση.....	A-8
Διάγραμμα A.9. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός EMY, σχετική υγρασία.....	A-9
Διάγραμμα A.10. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός EMY, θερμοκρασία	A-11
Διάγραμμα A.11. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός EMY, ατμοσφαιρική πίεση.....	A-12
Διάγραμμα A.12. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός EMY, ταχύτητα ανέμου.....	A-13
Διάγραμμα A.13. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός EMY, συνολική κατακρήμνιση	A-14

Στο παράρτημα Α παρουσιάζονται οι τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe σε μορφή πινάκων και διαγραμμάτων για όλες τις μεθόδους για το σταθμό της ΕΜΥ στο Ελληνικό. Για καλύτερη ευκρίνεια τα αντίστοιχα διαγράμματα «συντελεστή Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» παρατίθενται χωρισμένα σε μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις και σε μεθόδους συνδυασμού μετεωρολογικής πρόβλεψης και μετρήσεις. Στη συνέχεια παρουσιάζονται και συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα όλων των μεθόδων σε ένα διάγραμμα για κάθε μεταβλητή για λόγους σύγκρισης.

1. Για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας:

Πίνακας Α.1. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

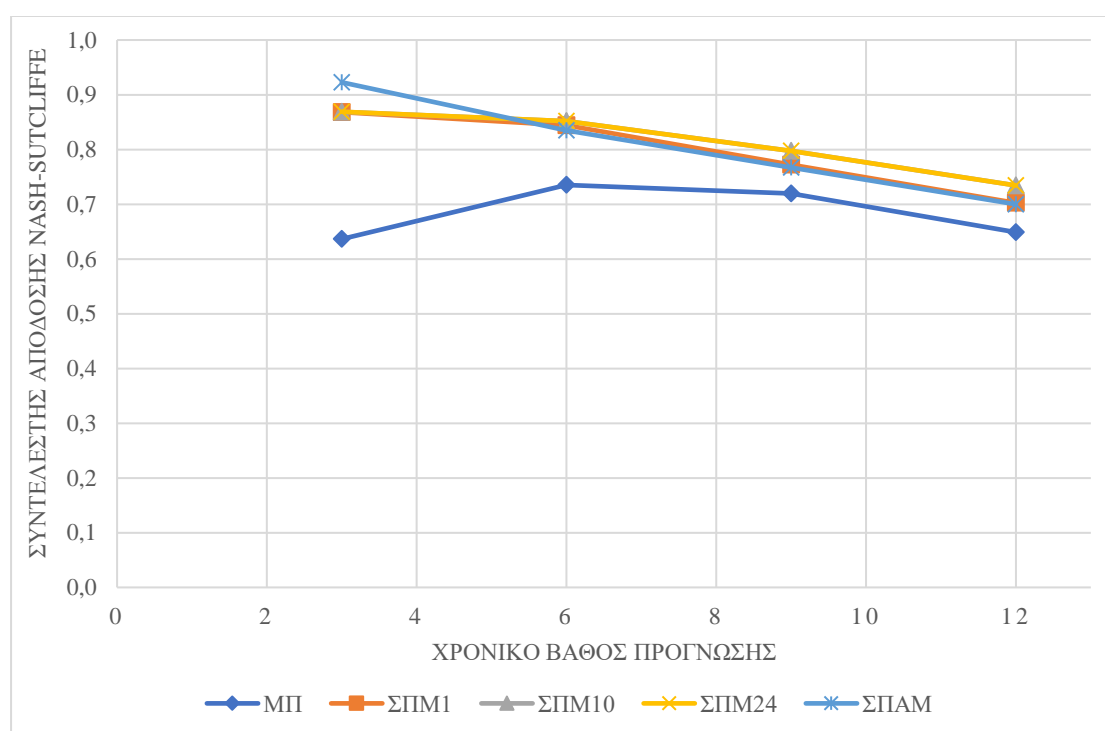
Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
B1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0,813	0,651	0,531	0,457	0,420	0,408	0,402	0,372
ΣΜ1	0,821	0,682	0,586	0,531	0,504	0,496	0,491	0,471
ΣΜ10	0,830	0,710	0,634	0,588	0,556	0,532	0,508	0,474
ΣΜ24	0,830	0,710	0,634	0,588	0,557	0,533	0,508	0,475
ΑΜ	0,872	0,717	0,614	0,560	0,525	0,492	0,469	0,441



Διάγραμμα Α.1. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

Πίνακας Α.2. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
ΜΠ	0,636	0,735	0,719	0,649
ΣΠΜ1	0,868	0,844	0,772	0,702
ΣΠΜ10	0,869	0,852	0,797	0,734
ΣΠΜ24	0,869	0,852	0,797	0,734
ΣΠΑΜ ^{Α1}	0,923	0,835	0,767	0,700



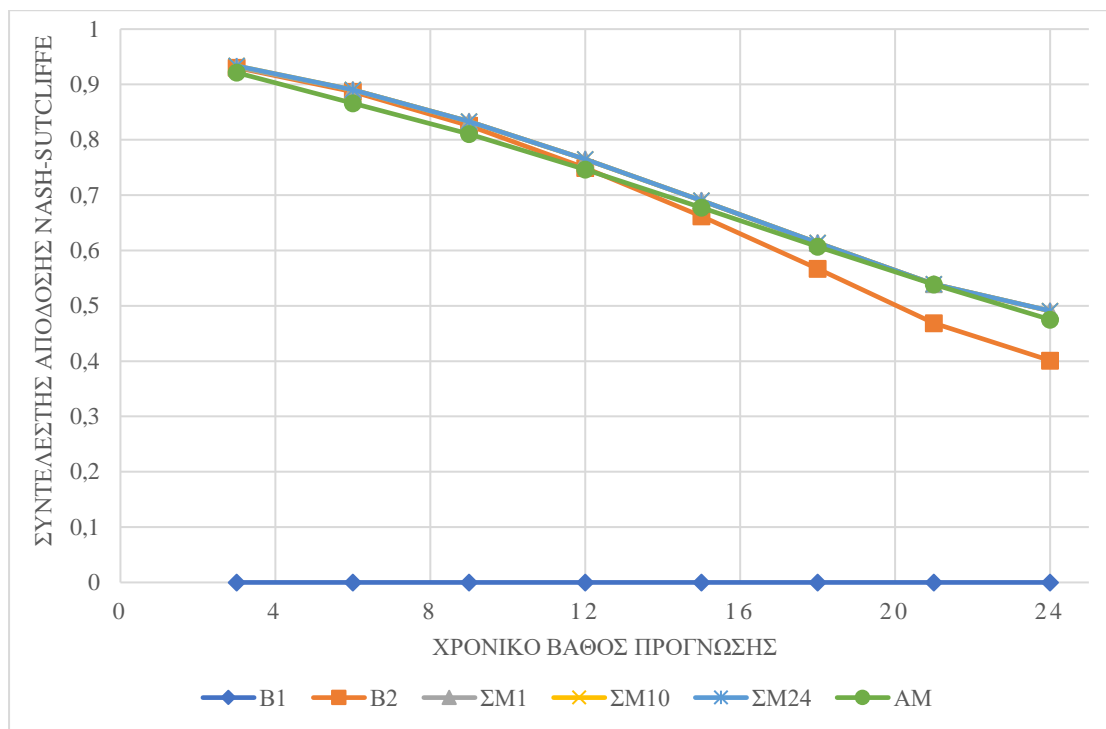
Διάγραμμα Α.2. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

^{Α1} Αξίζει να σημειωθεί ότι το αναλογικό μοντέλο για όλες τις μεταβλητές για το σταθμό της ΕΜΥ στο Ελληνικό εφαρμόστηκε στα τελευταία 5 έτη της συνολικής χρονοσειράς, δηλαδή για τα έτη 2000-2004. Αυτό έγινε διότι λόγω του μεγάλου όγκου της συνολικής χρονοσειράς δεν ήταν δυνατή η ολοκλήρωση του αναλογικού μοντέλου εντός λογικών χρονικών ορίων.

2. Για τη μεταβλητή της **ατμοσφαιρικής πίεσης**:

Πίνακας Α.3. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

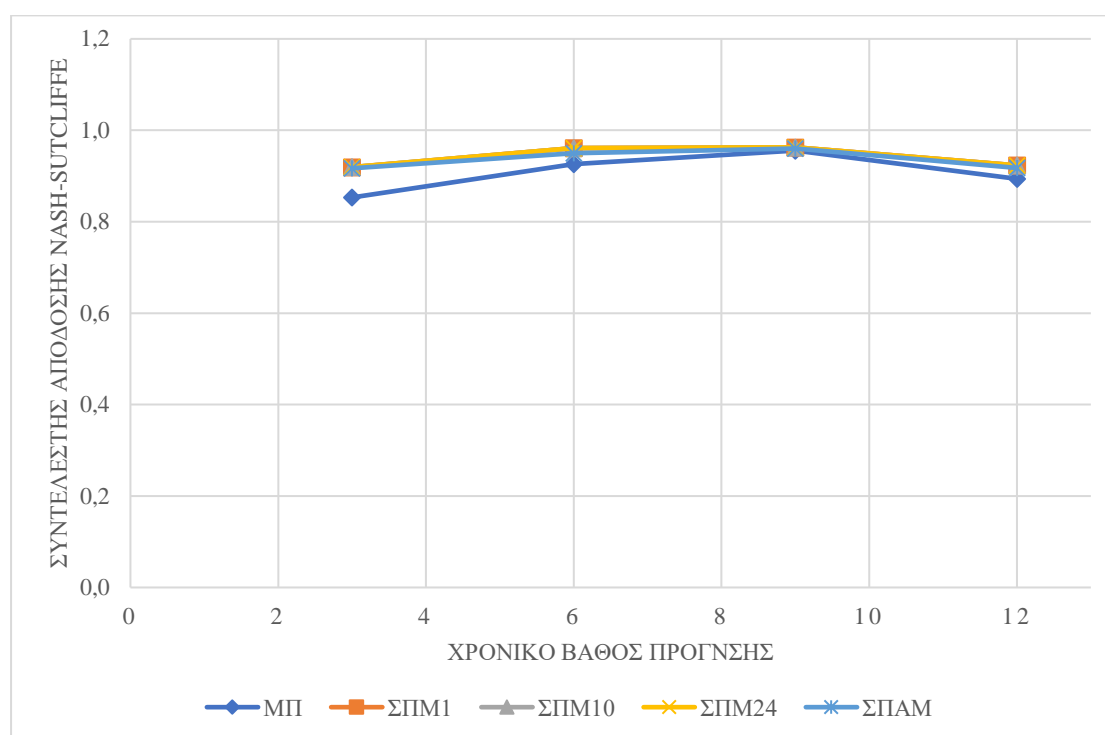
Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
B1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0,930	0,887	0,825	0,749	0,662	0,567	0,469	0,401
ΣΜ1	0,932	0,890	0,833	0,765	0,690	0,614	0,539	0,491
ΣΜ10	0,934	0,890	0,833	0,765	0,690	0,614	0,539	0,491
ΣΜ24	0,934	0,890	0,833	0,765	0,690	0,614	0,539	0,491
ΑΜ	0,921	0,866	0,811	0,746	0,678	0,607	0,538	0,475



Διάγραμμα Α.3. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

Πίνακας Α.4. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
ΜΠ	0,853	0,735	0,719	0,649
ΣΠΜ1	0,868	0,844	0,772	0,702
ΣΠΜ10	0,869	0,852	0,797	0,734
ΣΠΜ24	0,869	0,852	0,797	0,734
ΣΠΑΜ	0,917	0,950	0,960	0,918

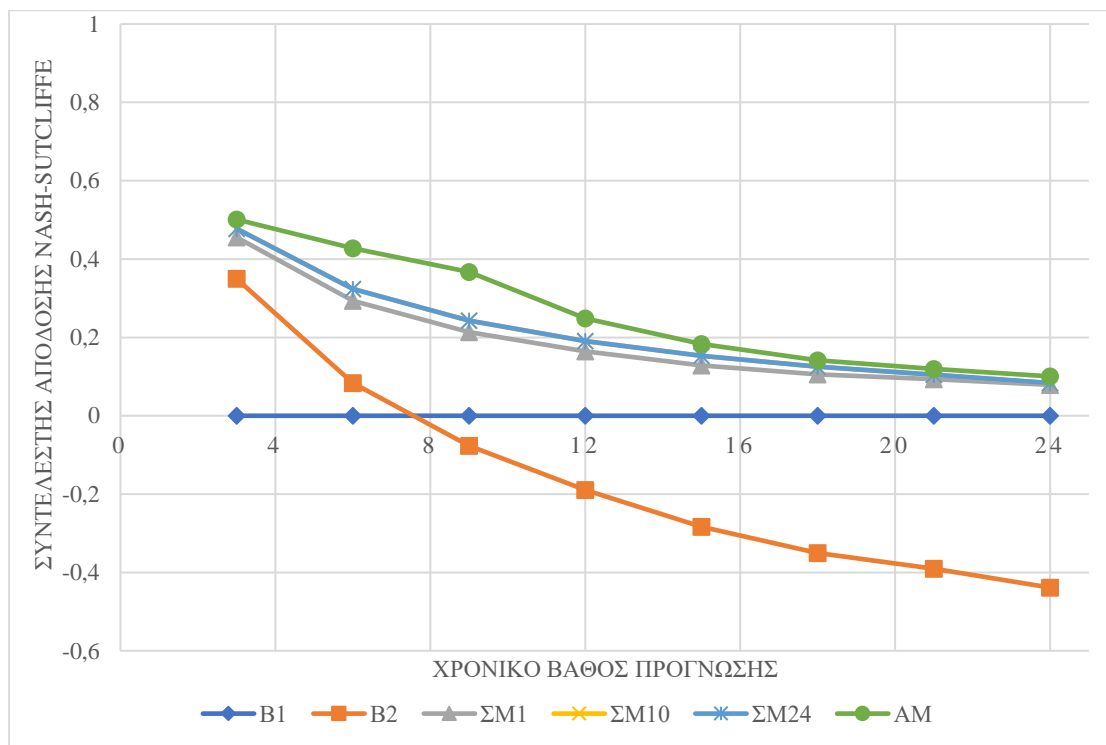


Διάγραμμα Α.4. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

3. Για τη μεταβλητή της ταχύτητας ανέμου:

Πίνακας Α.5. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

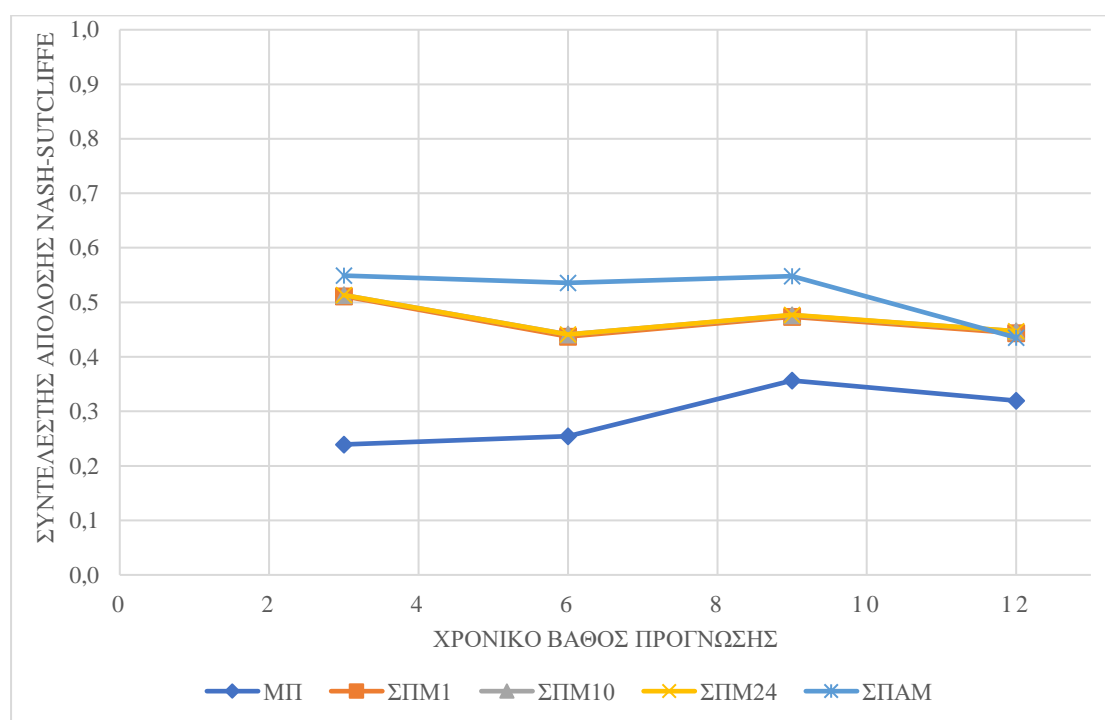
Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
B1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0,350	0,084	-0,076	-0,190	-0,283	-0,350	-0,390	-0,439
ΣΜ1	0,455	0,294	0,213	0,164	0,129	0,105	0,093	0,079
ΣΜ10	0,478	0,324	0,243	0,191	0,153	0,125	0,105	0,083
ΣΜ24	0,478	0,324	0,243	0,191	0,153	0,126	0,105	0,084
ΑΜ	0,501	0,428	0,367	0,249	0,183	0,142	0,120	0,101



Διάγραμμα Α.5. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

Πίνακας Α.6. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητας ανέμου

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
ΜΠ	0,239	0,254	0,357	0,320
ΣΠΜ1	0,511	0,437	0,473	0,444
ΣΠΜ10	0,513	0,441	0,477	0,447
ΣΠΜ24	0,513	0,441	0,477	0,447
ΣΠΑΜ	0,549	0,536	0,548	0,435

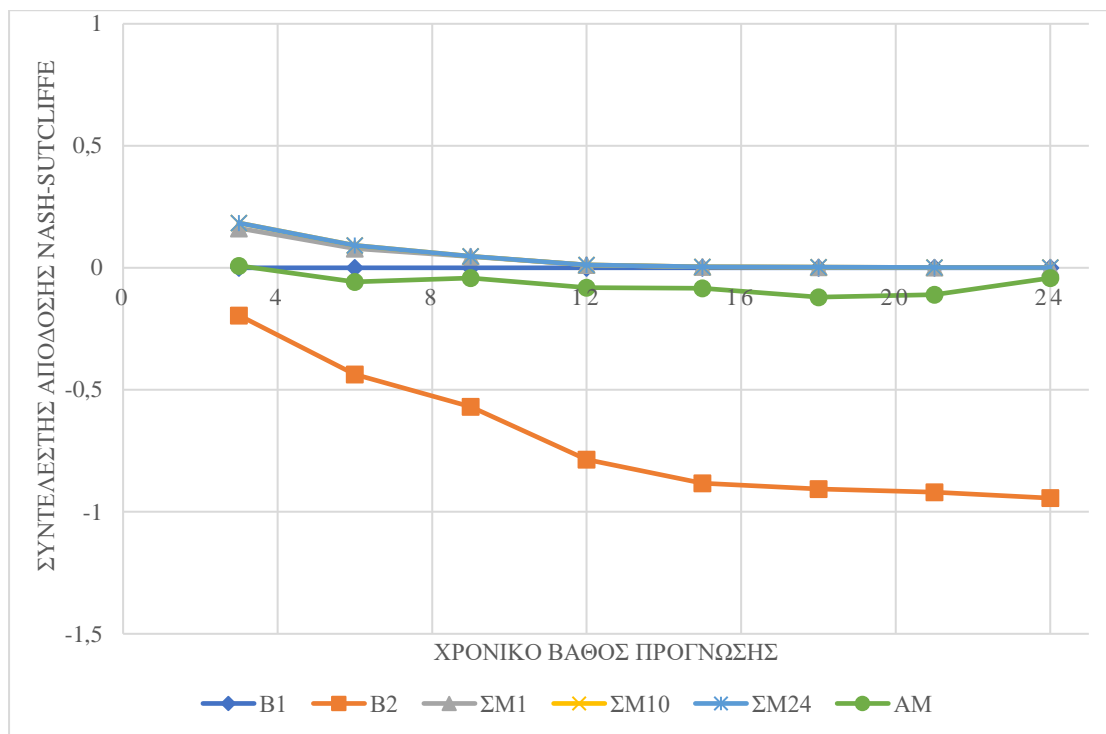


Διάγραμμα Α.6. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικού βάθους πρόγνωσης» για τις μεθόδους για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

4. Για τη μεταβλητή της **συνολικής κατακρήμνισης**:

Πίνακας Α.7. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

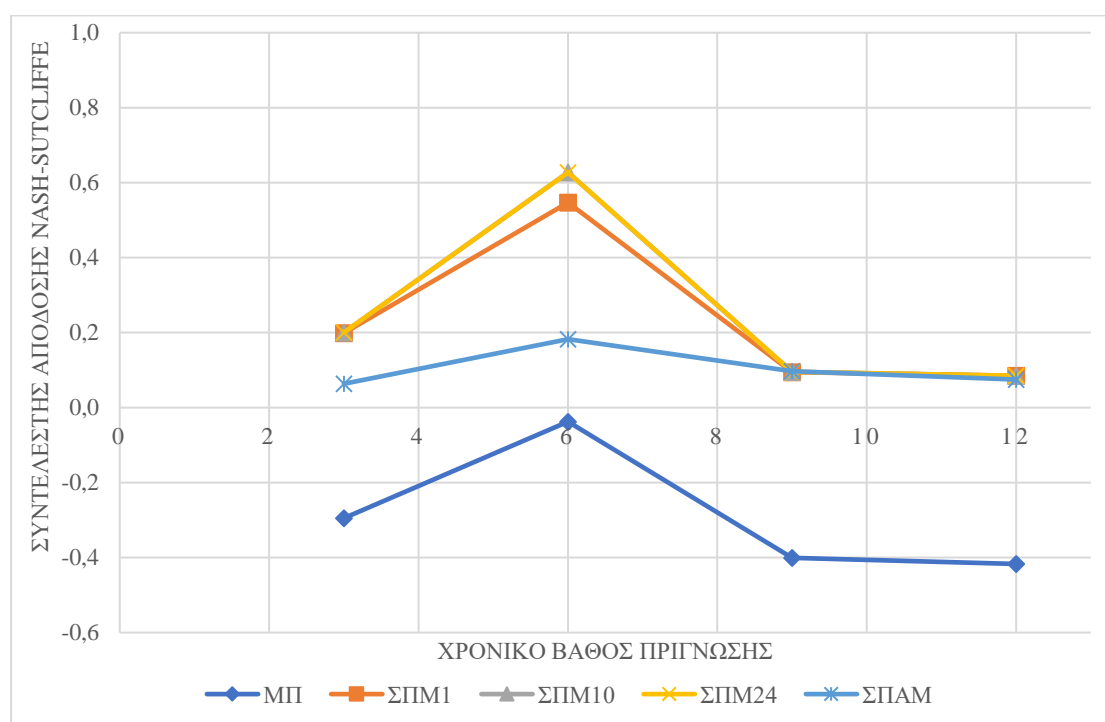
Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
B1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	-0,195	-0,437	-0,570	-0,786	-0,883	-0,907	-0,920	-0,944
ΣΜ1	0,162	0,079	0,046	0,011	0,003	0,002	0,002	0,001
ΣΜ10	0,184	0,092	0,047	0,012	0,004	0,003	0,002	0,001
ΣΜ24	0,184	0,092	0,047	0,012	0,004	0,003	0,002	0,001
ΑΜ	0,008	-0,057	-0,042	-0,081	-0,083	-0,120	-0,110	-0,042



Διάγραμμα Α.7. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

Πίνακας Α.8. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
ΜΠ	-0,294	-0,038	-0,401	-0,417
ΣΠΜ1	0,199	0,547	0,094	0,085
ΣΠΜ10	0,200	0,627	0,095	0,085
ΣΠΜ24	0,200	0,627	0,095	0,085
ΣΠΑΜ	0,064	0,183	0,097	0,075

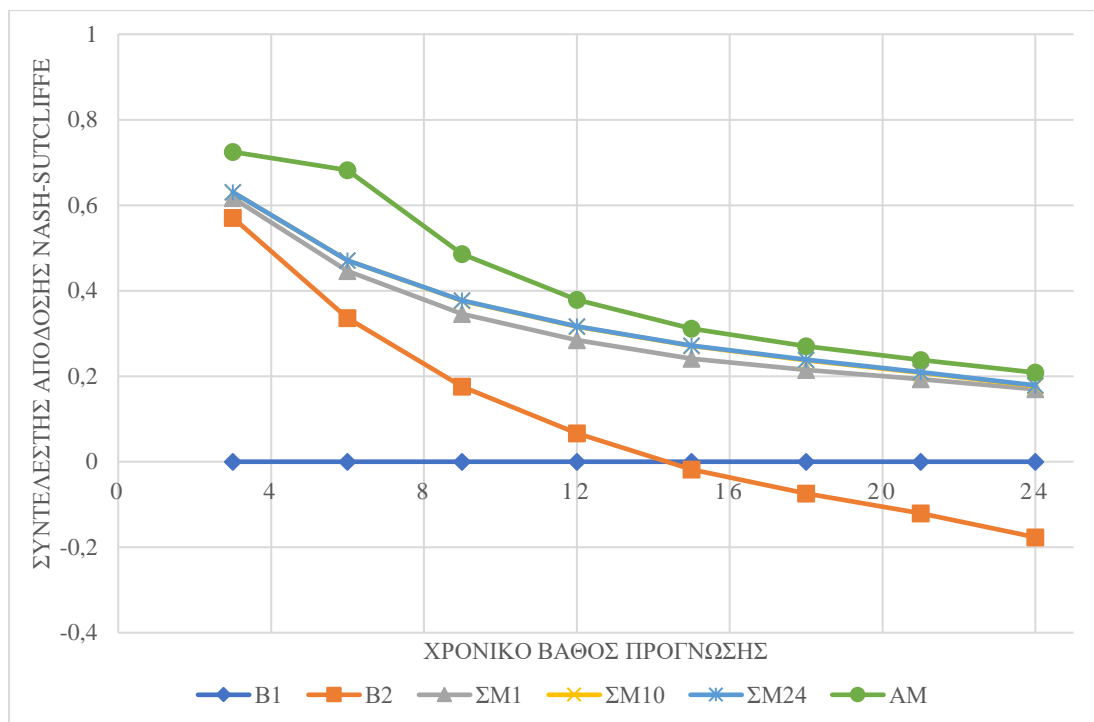


Διάγραμμα Α.8. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

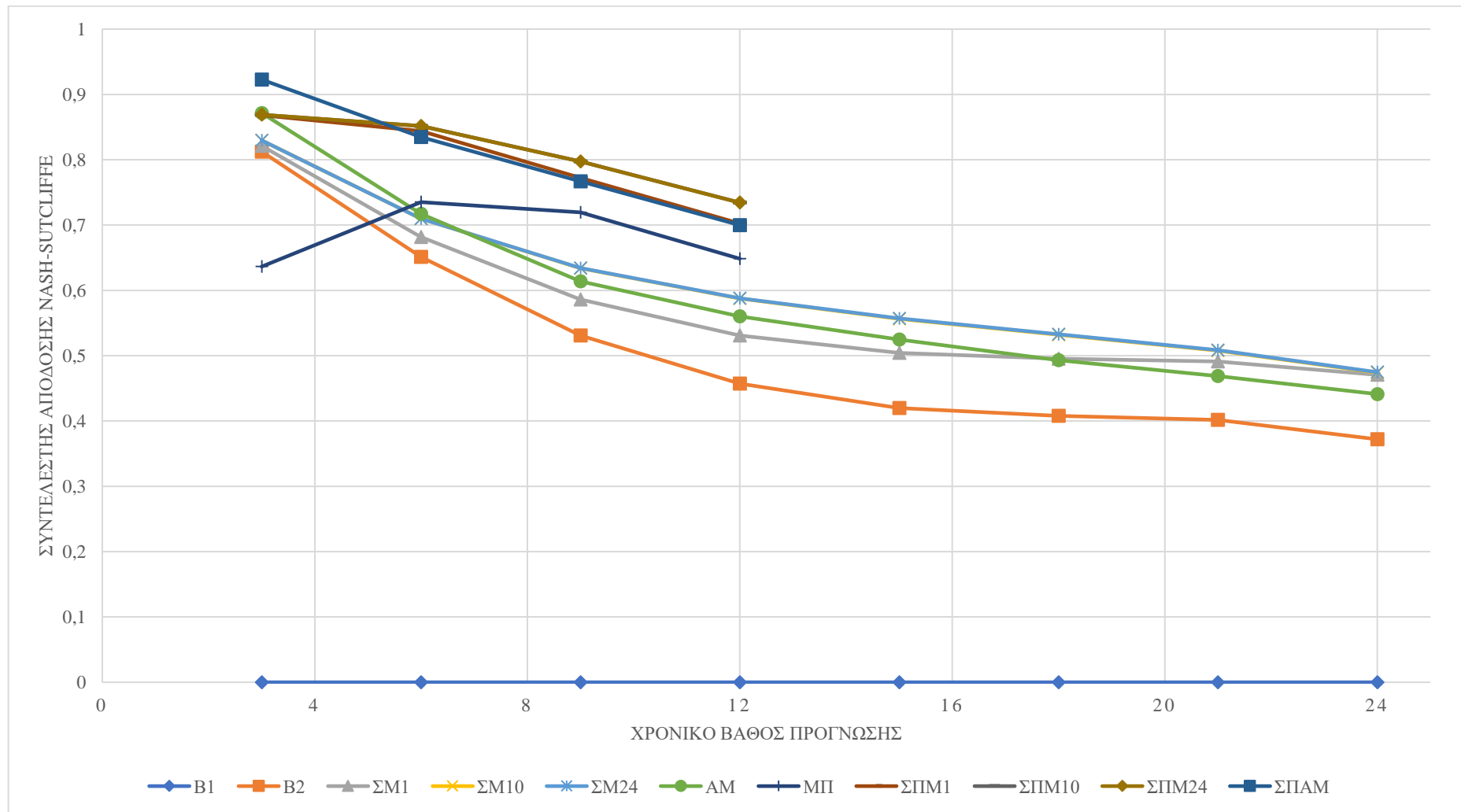
5. Για τη μεταβλητή της **σχετικής υγρασίας**:

Πίνακας Α.9. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash- Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία

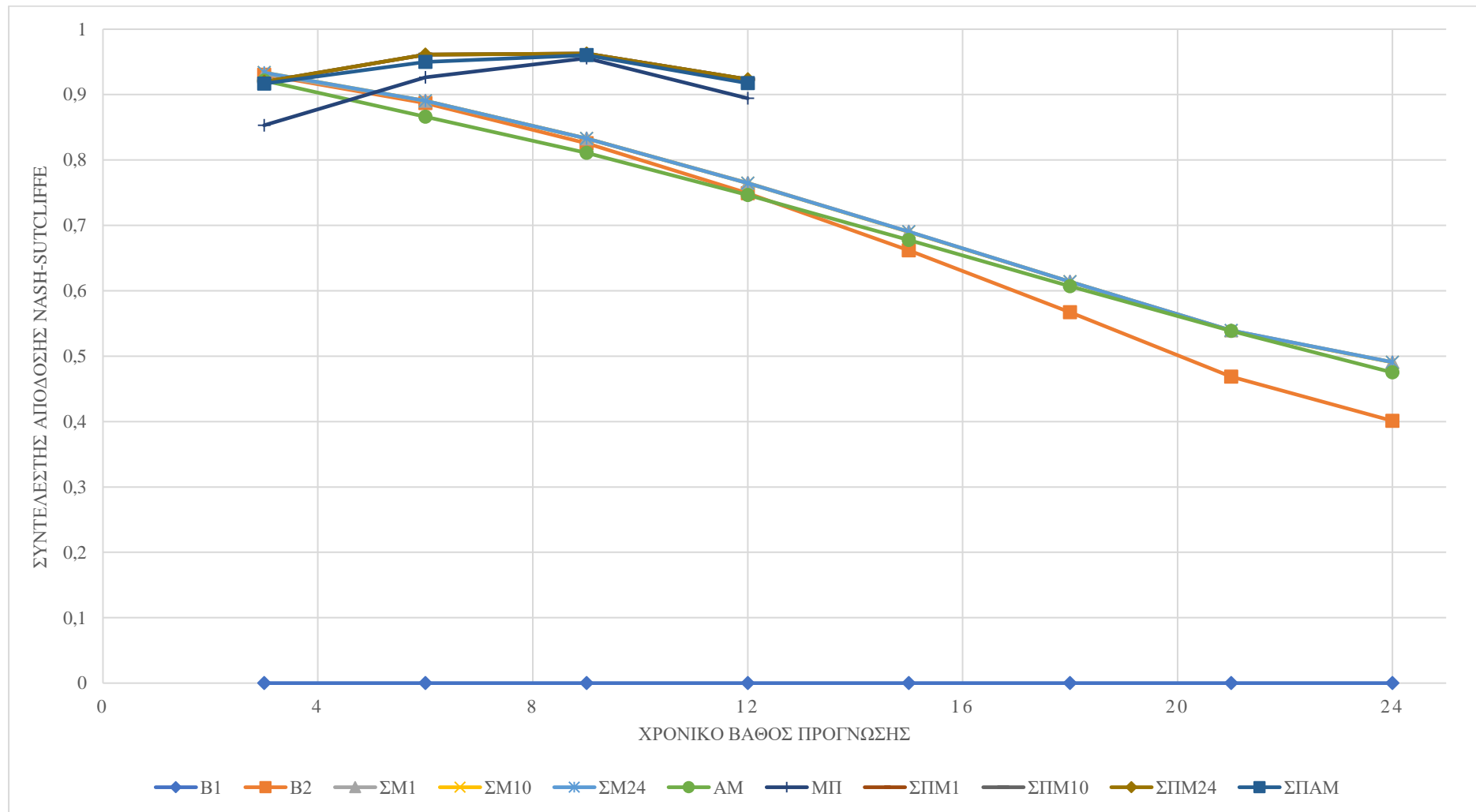
Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
B1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0,571	0,336	0,176	0,066	-0,018	-0,074	-0,121	-0,177
ΣΜ1	0,617	0,446	0,346	0,284	0,241	0,214	0,193	0,169
ΣΜ10	0,630	0,471	0,377	0,316	0,271	0,237	0,208	0,177
ΣΜ24	0,630	0,471	0,377	0,317	0,272	0,239	0,209	0,179
ΑΜ	0,725	0,682	0,486	0,379	0,311	0,270	0,238	0,209



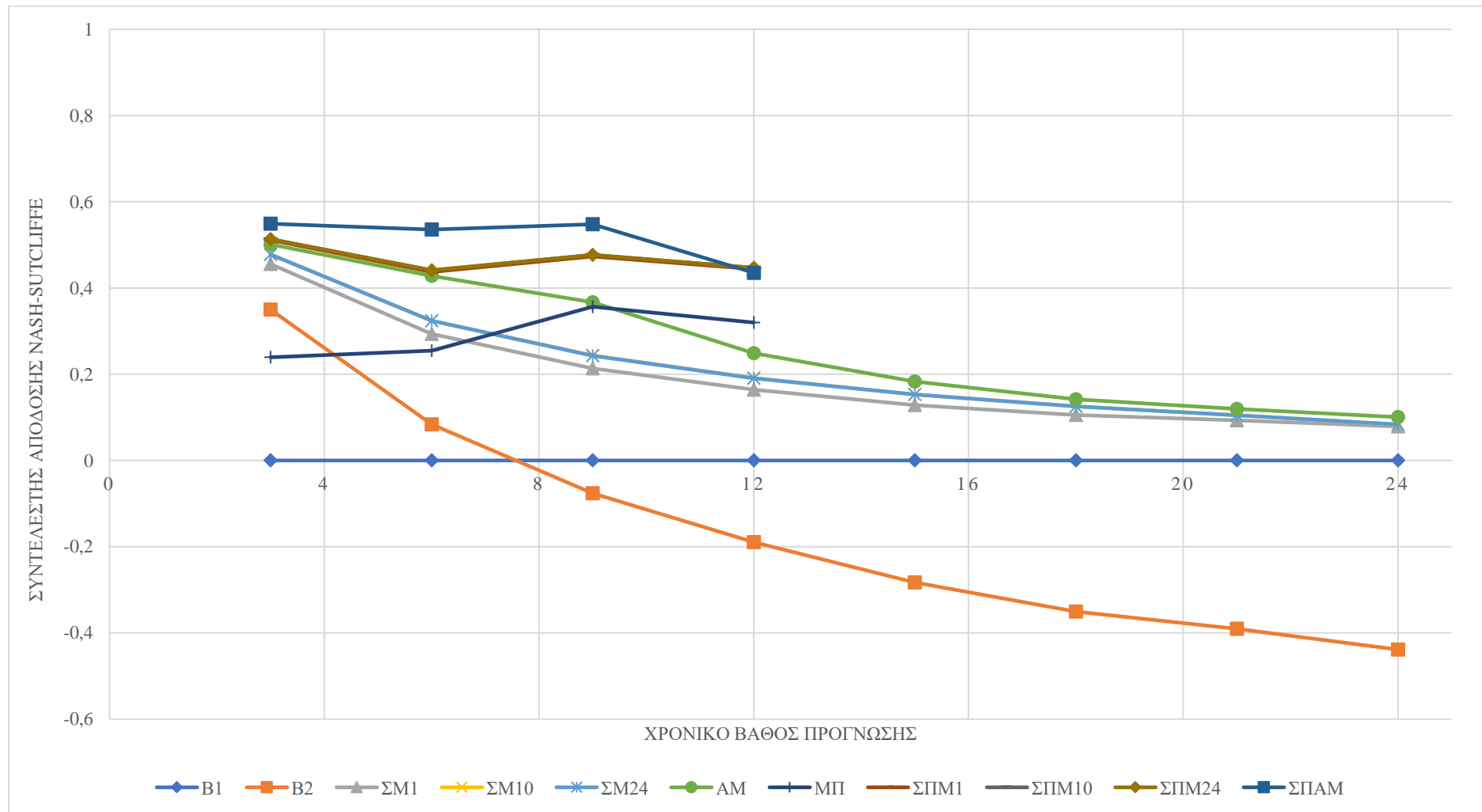
Διάγραμμα Α.9. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe - χρονικό βάθος πρόγνωσης» για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία



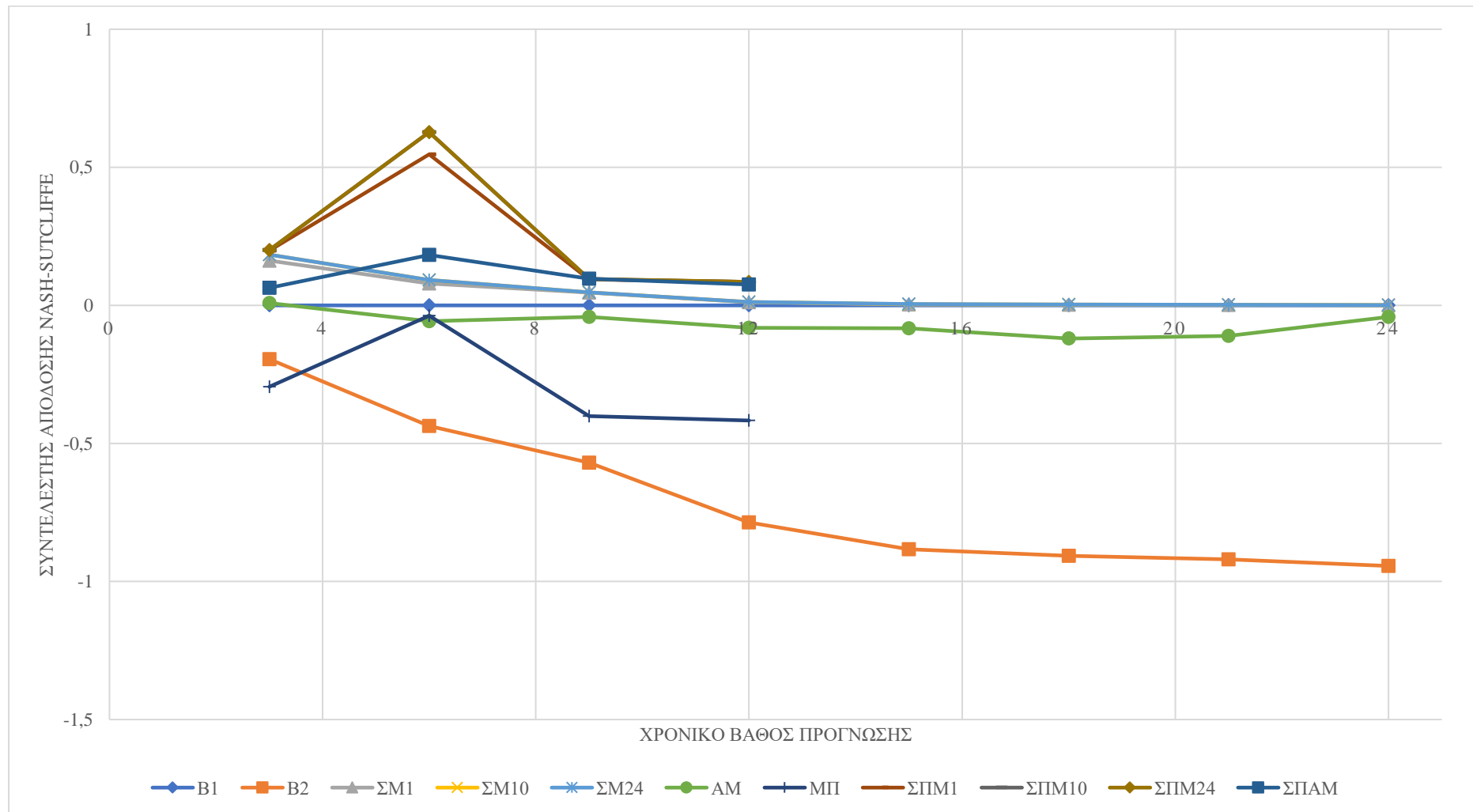
Διάγραμμα Α.10. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία



Διάγραμμα Α.11. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους- σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση



Διάγραμμα Α.12. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου



Διάγραμμα Α.13. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους- σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Τιμές και διαγράμματα των συντελεστών βαρύτητας των
μεθόδων για τις μεταβλητές του σταθμού της ΕΜΥ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας Β.1. Συντελεστής βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1 – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία	B-1
Πίνακας Β.2. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία	B-2
Πίνακας Β.3. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία	B-3
Πίνακας Β.4. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία	B-4
Πίνακας Β.5. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία	B-5
Πίνακας Β.6. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία	B-6
Πίνακας Β.7. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία	B-7
Πίνακας Β.8. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1 – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση	B-8
Πίνακας Β.9. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10– σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση	B-9
Πίνακας Β.10. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24– σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση	B-10
Πίνακας Β.11. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση	B-11
Πίνακας Β.12. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση	B-12
Πίνακας Β.13. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση	B-13
Πίνακας Β.14. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση	B-14
Πίνακας Β.15. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1 – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου	B-15
Πίνακας Β.16. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου	B-16
Πίνακας Β.17. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου	B-17
Πίνακας Β.18. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1– σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου	B-18
Πίνακας Β.19. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου	B-19
Πίνακας Β.20. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24 – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου	B-20
Πίνακας Β.21. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου	B-21
Πίνακας Β.22. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1 – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση	B-22
Πίνακας Β.23. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση	B-23
Πίνακας Β.24. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση	B-24

Πίνακας Β.25. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση	B-25
Πίνακας Β.26. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση	B-26
Πίνακας Β.27. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24 – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση	B-27
Πίνακας Β.28. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση	B-28
Πίνακας Β.29. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1 – σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία	B-29
Πίνακας Β.30. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία	B-30
Πίνακας Β.31. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία	B-31

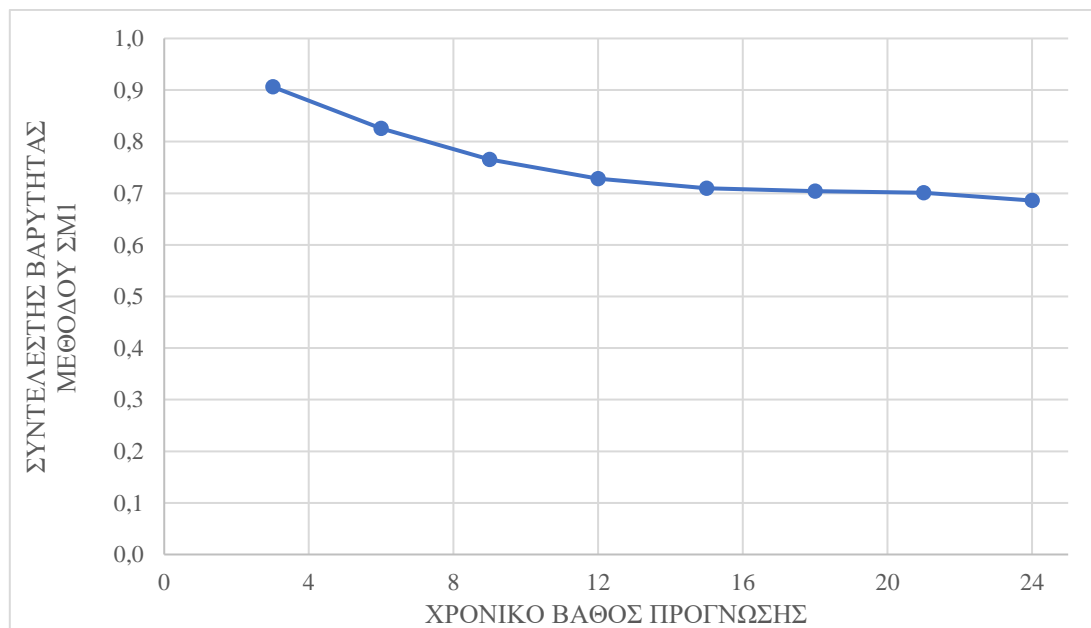
Διάγραμμα Β.25. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση.....	B-25
Διάγραμμα Β.26. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση.....	B-26
Διάγραμμα Β.27. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣπΜ24 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση.....	B-27
Διάγραμμα Β.28. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση.....	B-28
Διάγραμμα Β.29. Διάγραμμα συντελεστή βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία	B-29
Διάγραμμα Β.30. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία	B-30
Διάγραμμα Β.31. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία	B-31

Στο Παράρτημα Β παρουσιάζονται τόσο σε πίνακες όσο και σε διαγράμματα οι συντελεστές των μεθόδων που έχουν εφαρμοσθεί στο σταθμό της ΕΜΥ στο Ελληνικό για τις μεταβλητές θερμοκρασίας, ατμοσφαιρικής πίεσης, ταχύτητας ανέμου, συνολικής κατακρήμνισης και σχετικής υγρασίας. Υπενθυμίζεται ότι οι συντελεστές των μεθόδων υπολογίζονται μέσω βελτιστοποίησης για τη μεγιστοποίηση του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe.

1. Για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας:

Πίνακας Β.1. Συντελεστής βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

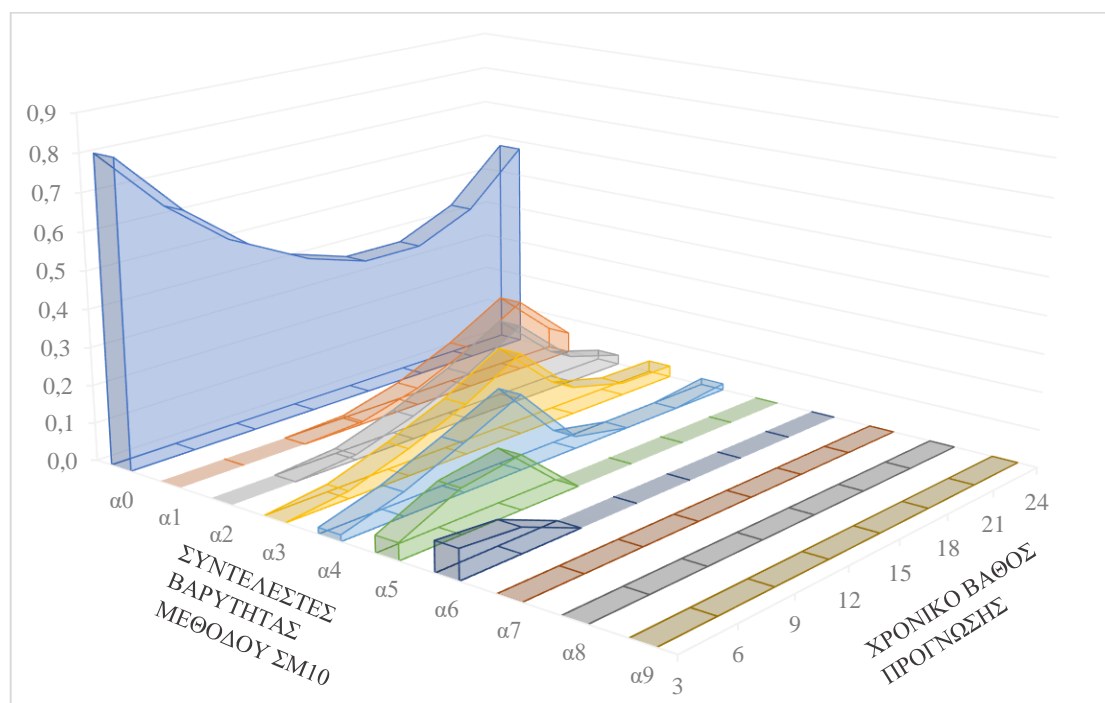
Συντελεστής μέτρησης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α	0,906	0,826	0,765	0,729	0,710	0,704	0,701	0,686



Διάγραμμα Β.1. Διάγραμμα συντελεστή βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

Πίνακας Β.2. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α_0^{B1}	0,807	0,635	0,506	0,423	0,373	0,372	0,438	0,577
α_1	0	0	0	0,006	0,047	0,112	0,196	0,056
α_2	0	0	0,013	0,062	0,126	0,210	0,073	0,026
α_3	0	0,020	0,072	0,134	0,219	0,074	0,033	0,031
α_4	0,017	0,063	0,129	0,200	0,032	0	0	0,017
α_5	0,044	0,117	0,141	0	0	0	0	0
α_6	0,079	0,066	0	0	0	0	0	0
α_7	0	0	0	0	0	0	0	0
α_8	0	0	0	0	0	0	0	0
α_9	0	0	0	0	0	0	0	0



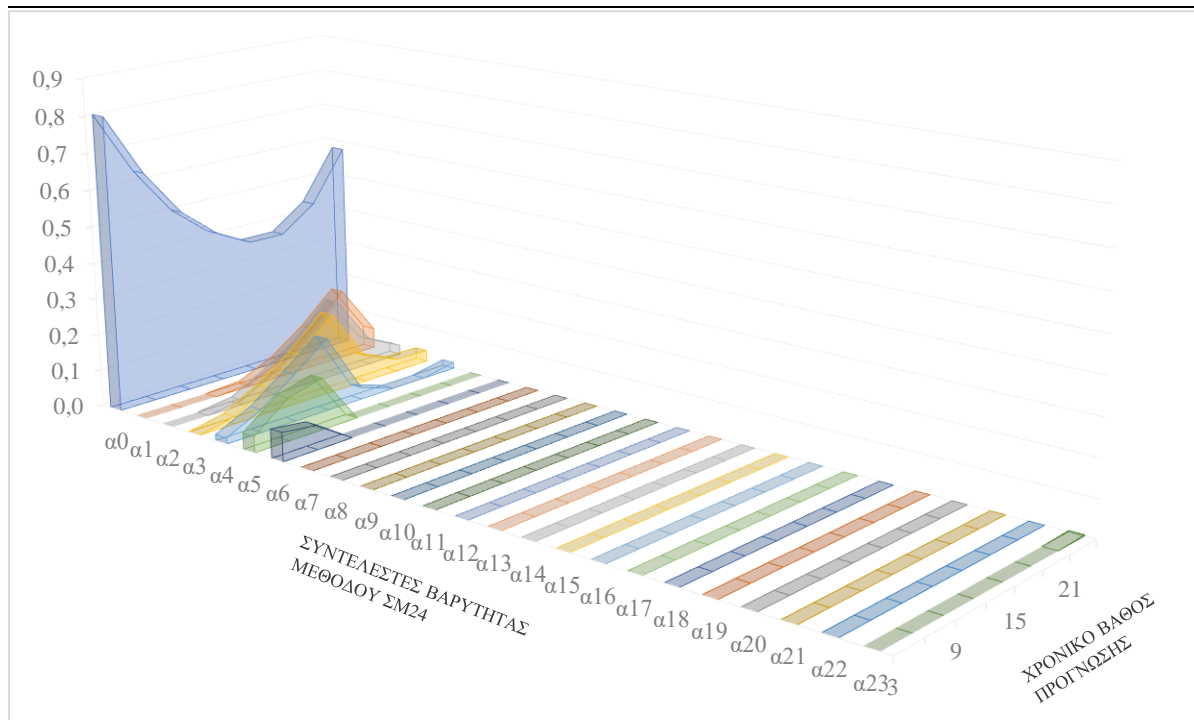
Διάγραμμα Β.2. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

^{B1} Σημειώνεται ότι α_0 είναι ο συντελεστής βαρύτητας για την τιμή μέτρησης τη στιγμή όπου πραγματοποιείται η πρόγνωση, α_1 είναι ο συντελεστής βαρύτητας για τη μέτρηση 1 χρονικό βήμα πίσω από τη χρονική στιγμή της πρόγνωσης, α_2 ο συντελεστής βαρύτητας για την τιμή 2 χρονικά βήματα πίσω, κ.ο.κ.

Πίνακας Β.3. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,807	0,635	0,505	0,423	0,372	0,372	0,438	0,576
α1	0	0	0	0,006	0,046	0,112	0,196	0,056
α2	0	0	0,013	0,062	0,126	0,211	0,073	0,026
α3	0	0,020	0,072	0,134	0,219	0,074	0,034	0,031
α4	0,017	0,063	0,129	0,200	0,033	0	0	0,017
α5	0,044	0,117	0,141	0	0	0	0	0
α6	0,079	0,066	0	0	0	0	0	0
α7	0	0	0	0	0	0	0	0
α8	0	0	0	0	0	0	0	0
α9	0	0	0	0	0	0	0	0
α10	0	0	0	0	0	0	0	0
α11	0	0	0	0	0	0	0	0
α12	0	0	0	0	0	0	0	0
α13	0	0	0	0	0	0	0	0
α14	0	0	0	0	0	0	0	0
α15	0	0	0	0	0	0	0	0
α16	0	0	0	0	0	0	0	0
α17	0	0	0	0	0	0	0	0
α18	0	0	0	0	0	0	0	0
α19	0	0	0	0	0	0	0	0
α20	0	0	0	0	0	0	0	0
α21	0	0	0	0	0	0	0	0
α22	0	0	0	0	0	0	0	0
α23	0	0	0	0	0	0	0	0,003

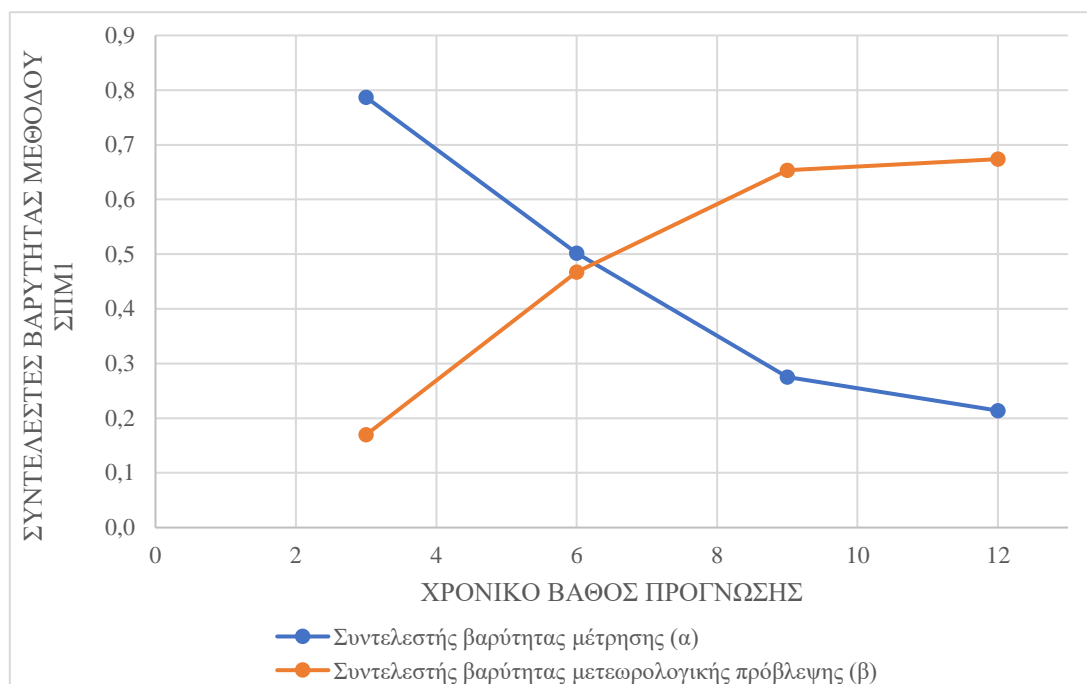
(προς τα πίσω)



Διάγραμμα Β.3. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

Πίνακας Β.4. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜΙ – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Μέτρησης	α	0,787	0,502	0,275	0,214
Πρόβλεψης α.μ. ^{B2}	β	0,170	0,467	0,653	0,674

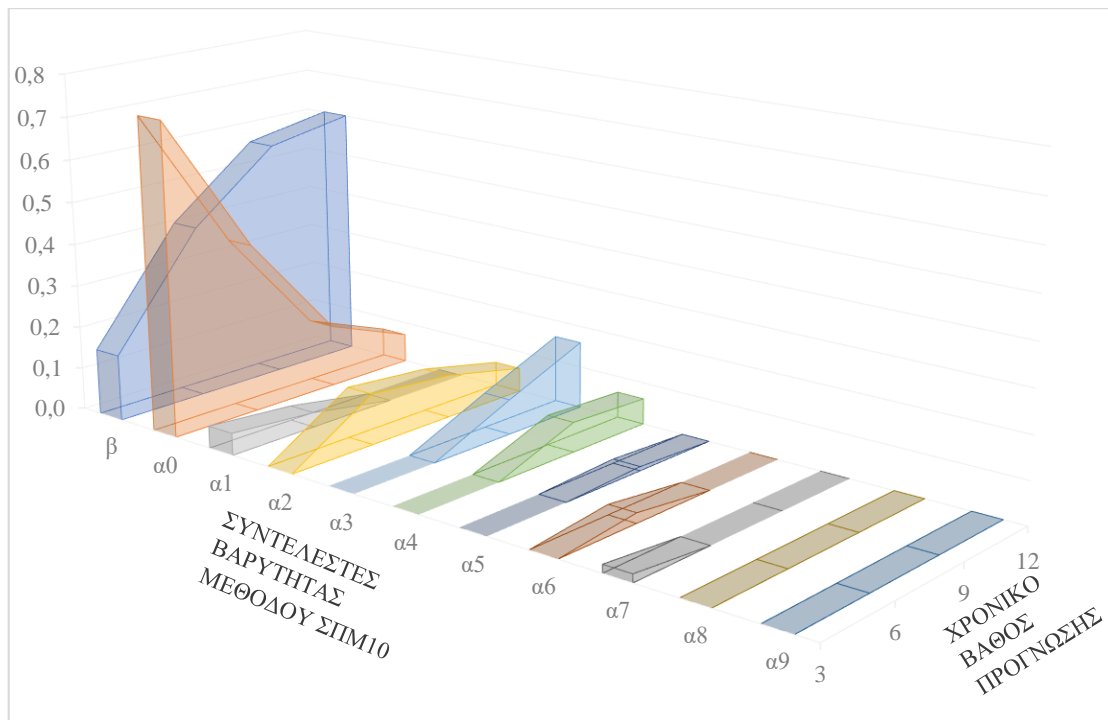


Διάγραμμα Β.4. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜΙ με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

^{B2} Αυτή η τιμή είναι η πρόβλεψη του ατμοσφαιρικού μοντέλου, η οποία λαμβάνεται από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο ECWMF και συγκεκριμένα το μοντέλο ERA-Interim, το οποίο περιγράφεται στο Κεφάλαιο 2.

Πίνακας Β.5. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

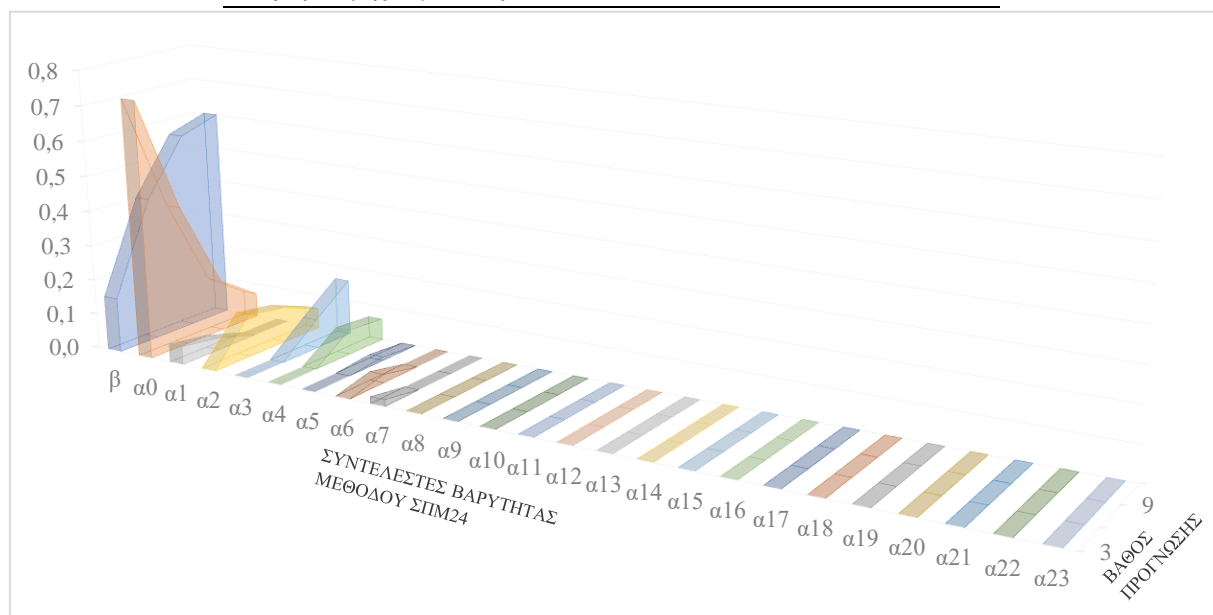
Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
α0	0,737	0,401	0,148	0,068	
α1	0,052	0,035	0	0	
α2	0	0,121	0,102	0,057	
α3	0	0	0,083	0,160	
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α4	0	0,070	0,061	
	α5	0	0,010	0	
	α6	0	0,024	0	
	α7	0,019	0	0	
	α8	0	0	0	
	α9	0	0	0	
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,156	0,412	0,566	0,601



Διάγραμμα Β.5. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

Πίνακας Β.6. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

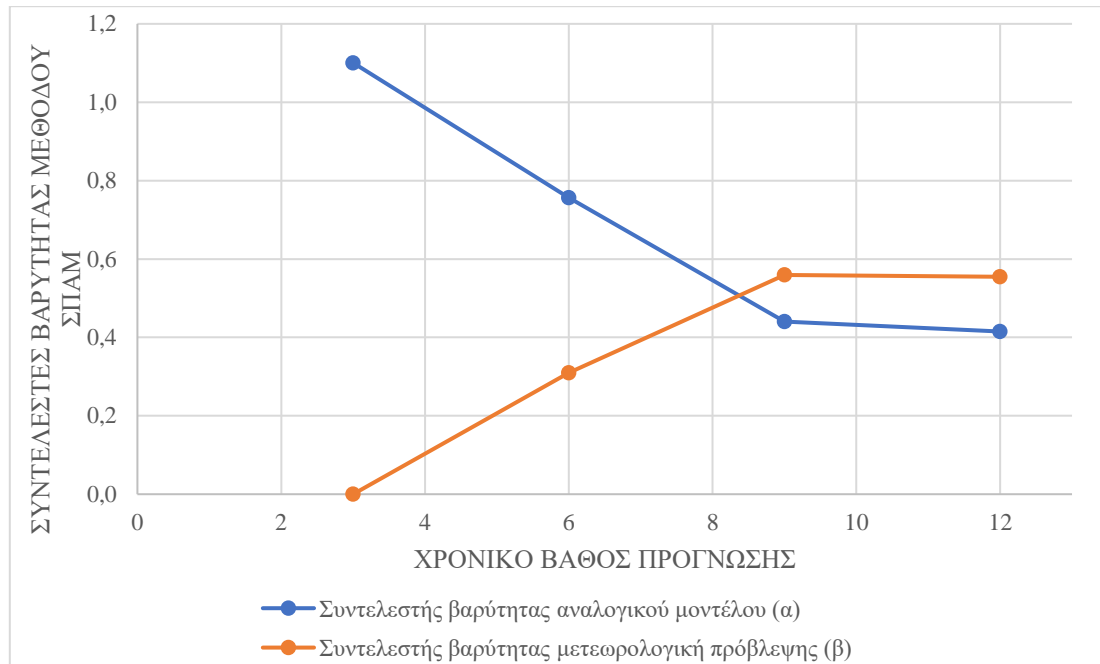
Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
α0	0,737	0,401	0,148	0,069	
α1	0,052	0,035	0	0	
α2	0	0,121	0,102	0,057	
α3	0	0	0,083	0,160	
α4	0	0	0,070	0,062	
α5	0	0	0,010	0	
α6	0	0,024	0	0	
α7	0,019	0	0	0	
α8	0	0	0	0	
α9	0	0	0	0	
α10	0	0	0	0	
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α11	0	0	0	
	α12	0	0	0	
	α13	0	0	0	
	α14	0	0	0	
	α15	0	0	0	
	α16	0	0	0	
	α17	0	0	0	
	α18	0	0	0	
	α19	0	0	0	
	α20	0	0	0	
	α21	0	0	0	
	α22	0	0	0	
	α23	0	0	0	
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,156	0,411	0,566	0,600



Διάγραμμα Β.6. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

Πίνακας Β.7. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Αναλογικού μοντέλου	α	1,101	0,757	0,440	0,415
Πρόβλεψης α.μ.	β	0	0,310	0,559	0,555

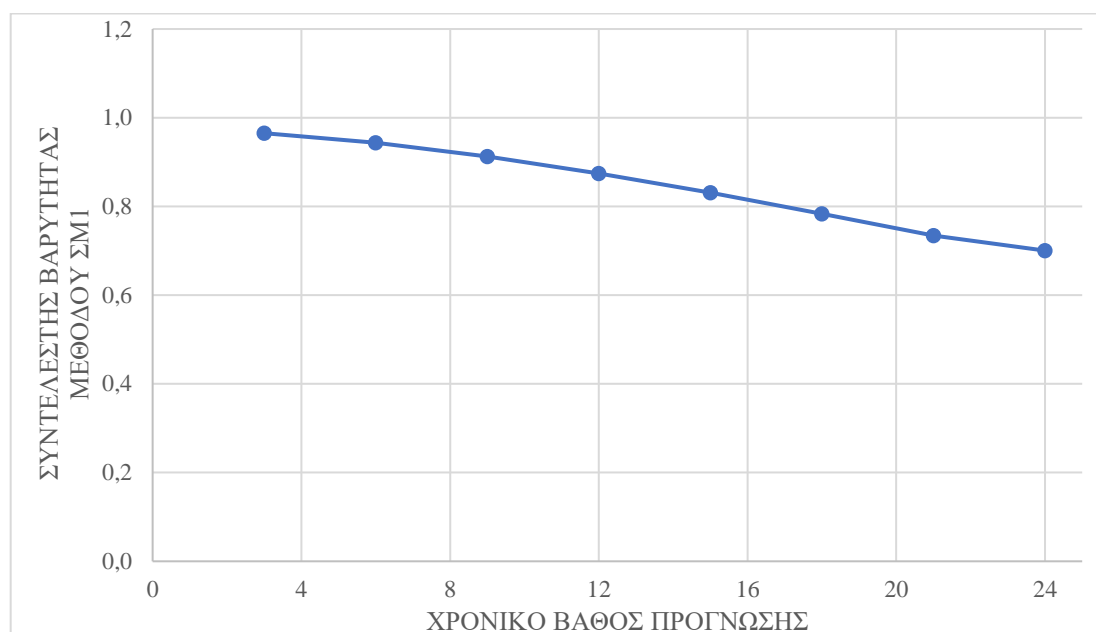


Διάγραμμα Β.7. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία

2. Για τη μεταβλητή της **ατμοσφαιρικής πίεσης**:

Πίνακας Β.8. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

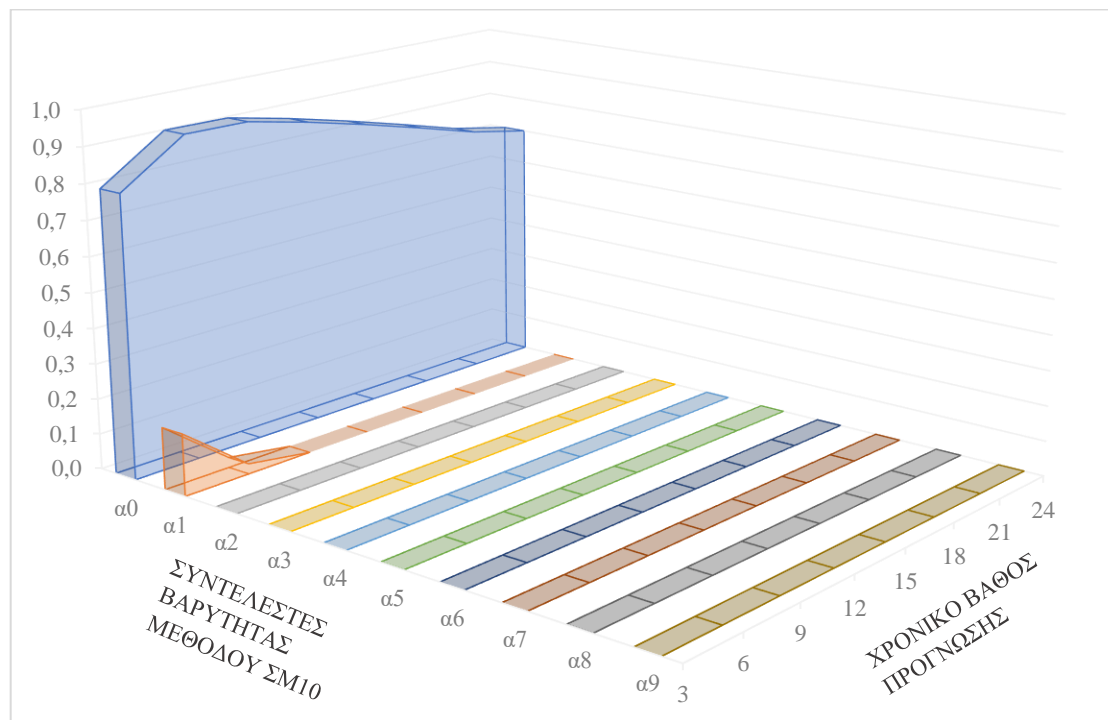
Συντελεστής μέτρησης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α	0,965	0,944	0,913	0,874	0,831	0,783	0,734	0,700



Διάγραμμα Β.8. Διάγραμμα συντελεστή βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ με το χρονικό βάθος πρόγνωσης – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

Πίνακας Β.9. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10– σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

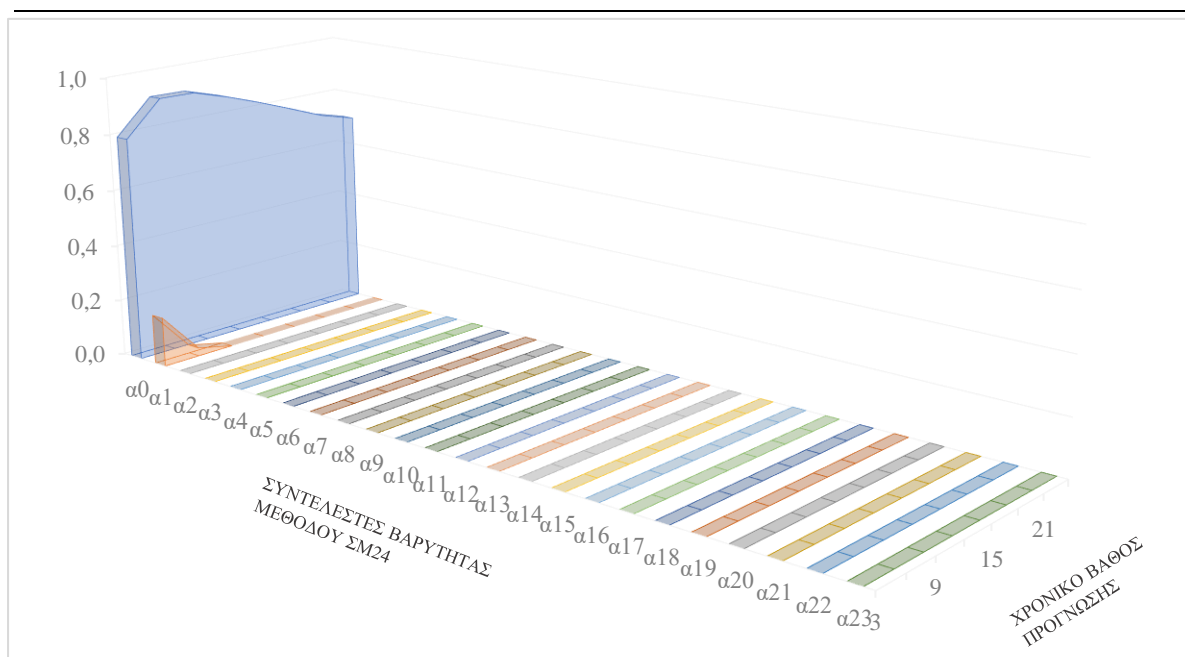
Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,795	0,915	0,913	0,874	0,831	0,783	0,734	0,700
α1	0,176	0,029	0	0	0	0	0	0
α2	0	0	0	0	0	0	0	0
α3	0	0	0	0	0	0	0	0
α4	0	0	0	0	0	0	0	0
α5	0	0	0	0	0	0	0	0
α6	0	0	0	0	0	0	0	0
α7	0	0	0	0	0	0	0	0
α8	0	0	0	0	0	0	0	0
α9	0	0	0	0	0	0	0	0



Διάγραμμα Β.9. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

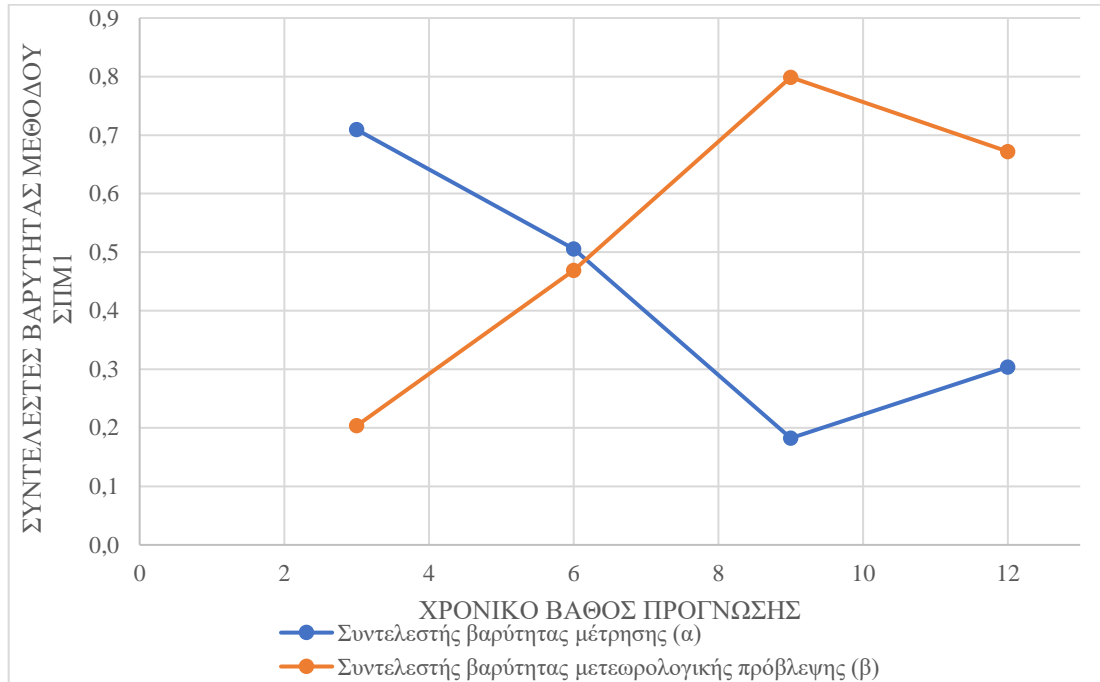
Πίνακας Β.10. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24– σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,795	0,915	0,913	0,874	0,831	0,783	0,734	0,700
α1	0,176	0,029	0	0	0	0	0	0
α2	0	0	0	0	0	0	0	0
α3	0	0	0	0	0	0	0	0
α4	0	0	0	0	0	0	0	0
α5	0	0	0	0	0	0	0	0
α6	0	0	0	0	0	0	0	0
α7	0	0	0	0	0	0	0	0
α8	0	0	0	0	0	0	0	0
α9	0	0	0	0	0	0	0	0
α10	0	0	0	0	0	0	0	0
α11	0	0	0	0	0	0	0	0
α12	0	0	0	0	0	0	0	0
α13	0	0	0	0	0	0	0	0
α14	0	0	0	0	0	0	0	0
α15	0	0	0	0	0	0	0	0
α16	0	0	0	0	0	0	0	0
α17	0	0	0	0	0	0	0	0
α18	0	0	0	0	0	0	0	0
α19	0	0	0	0	0	0	0	0
α20	0	0	0	0	0	0	0	0
α21	0	0	0	0	0	0	0	0
α22	0	0	0	0	0	0	0	0
α23	0	0	0	0	0	0	0	0



Πίνακας Β.11. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜΙ – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

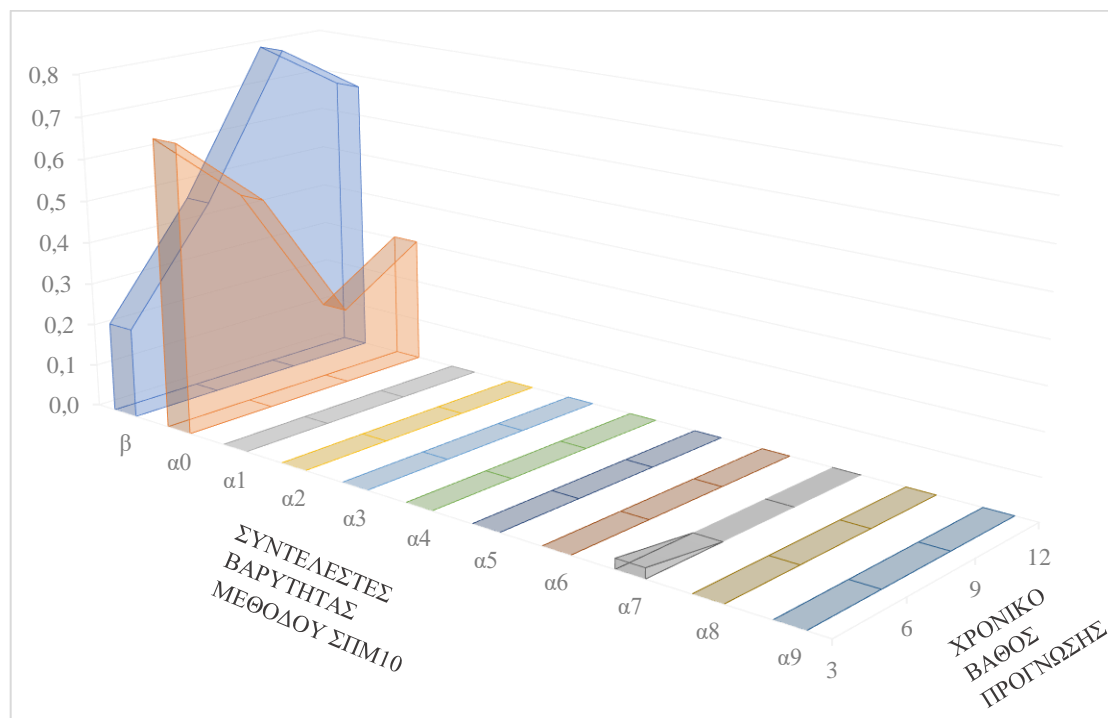
Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Μέτρησης	α	0,709	0,506	0,182	0,304
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,204	0,469	0,799	0,672



Διάγραμμα Β.11. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜΙ με το χρονικό βάθος πρόγνωσης – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

Πίνακας Β.12. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

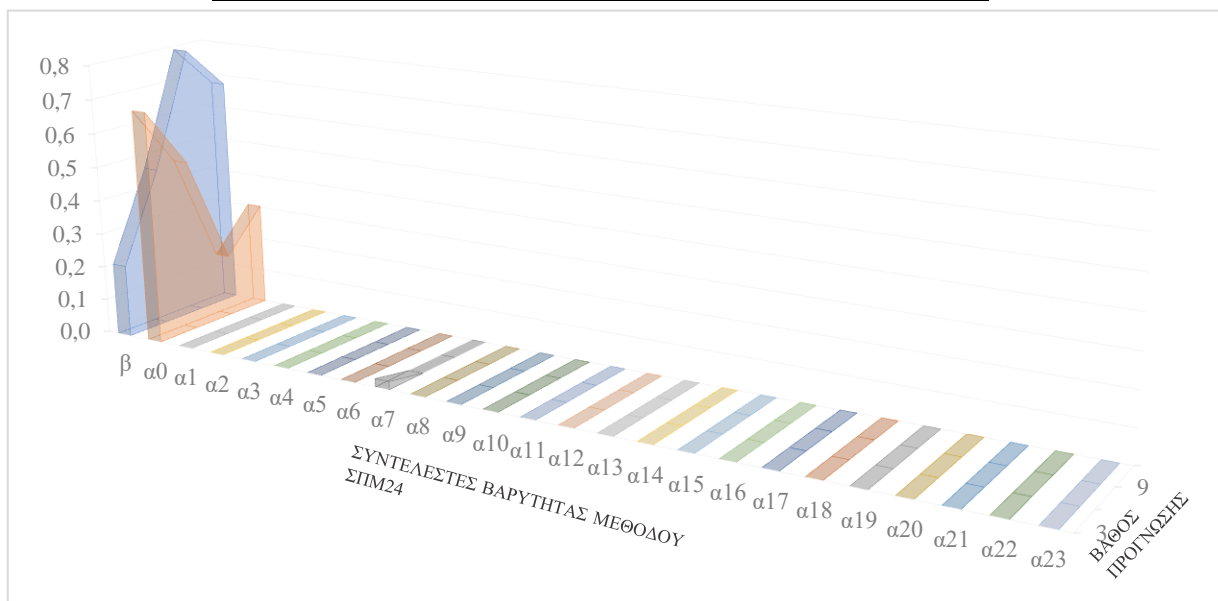
Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
α0	0,683	0,506	0,182	0,303	
α1	0	0	0	0	
α2	0	0	0	0	
α3	0	0	0	0	
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α4	0	0	0	
α5	0	0	0	0	
α6	0	0	0	0	
α7	0,024	0	0	0	
α8	0	0	0	0	
α9	0	0	0	0	
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,213	0,469	0,799	0,672



Διάγραμμα Β.12. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

Πίνακας Β.13. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

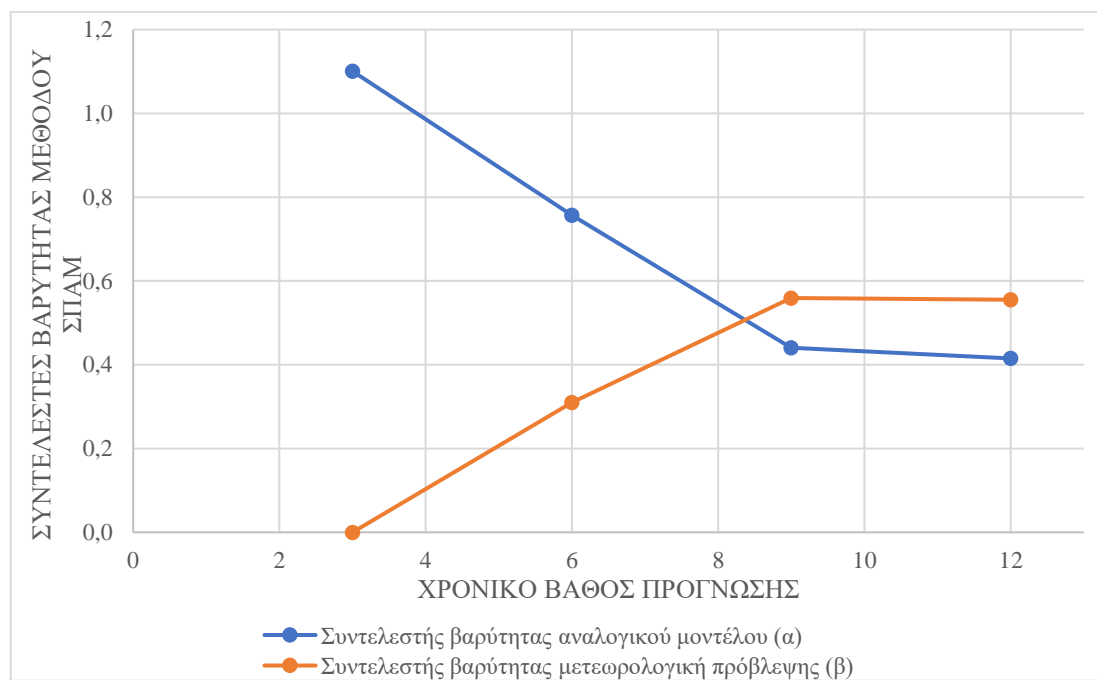
Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
α0	0,683	0,506	0,182	0,303	
α1	0	0	0	0	
α2	0	0	0	0	
α3	0	0	0	0	
α4	0	0	0	0	
α5	0	0	0	0	
α6	0	0	0	0	
α7	0,024	0	0	0	
α8	0	0	0	0	
α9	0	0	0	0	
α10	0	0	0	0	
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α11	0	0	0	
α12	0	0	0	0	
α13	0	0	0	0	
α14	0	0	0	0	
α15	0	0	0	0	
α16	0	0	0	0	
α17	0	0	0	0	
α18	0	0	0	0	
α19	0	0	0	0	
α20	0	0	0	0	
α21	0	0	0	0	
α22	0	0	0	0	
α23	0	0	0	0	
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,213	0,469	0,799	0,672



Διάγραμμα Β.13. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

Πίνακας Β.14. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ – σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

Συντελεστές	α	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Αναλογικού μοντέλου	α	0,859	0,501	0,153	0,374
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,209	0,567	0,849	0,690

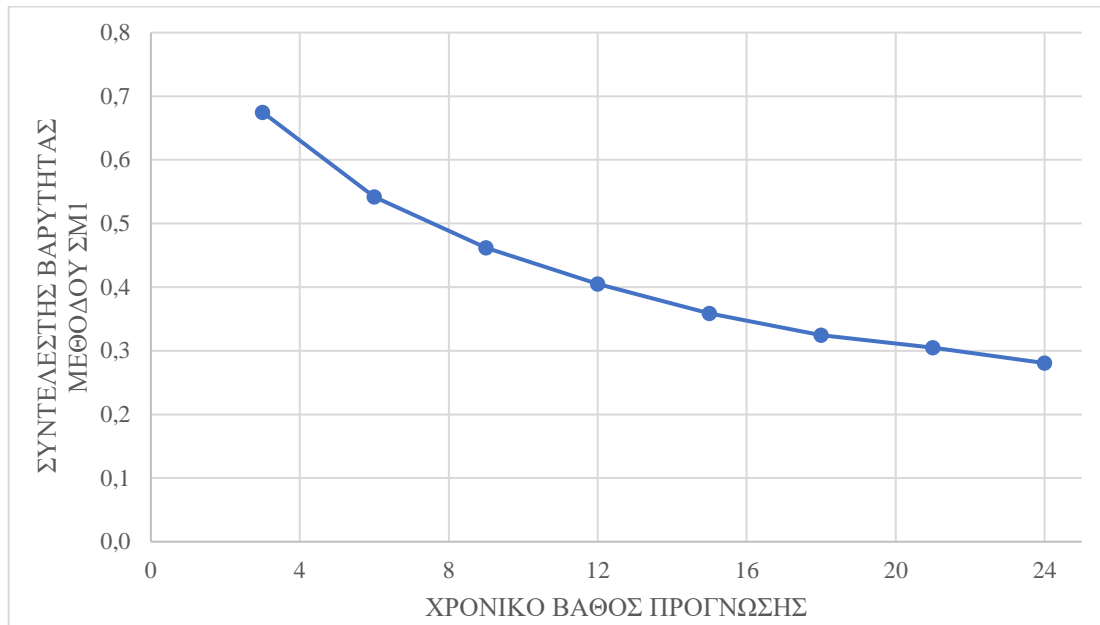


Διάγραμμα Β.14. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση

3. Για τη μεταβλητή της **ταχύτητας του ανέμου**:

Πίνακας Β.15. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

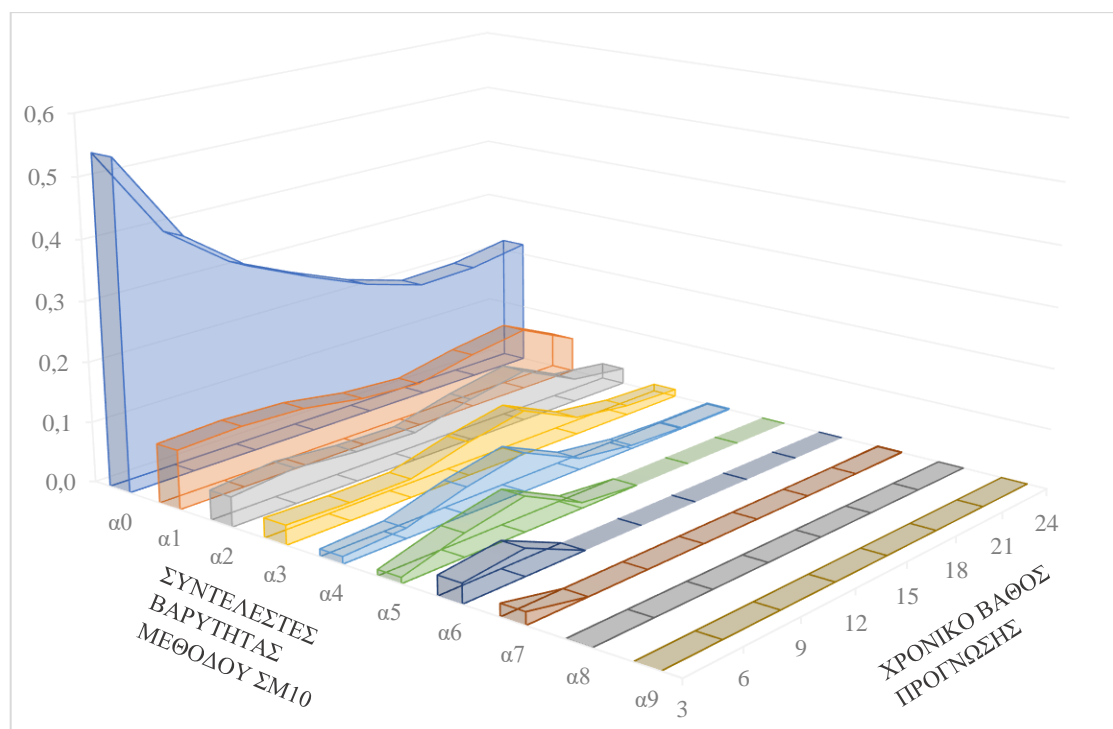
Συντελεστής μέτρησης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α	0,675	0,542	0,462	0,405	0,359	0,325	0,305	0,281



Διάγραμμα Β.15. Διάγραμμα συντελεστή βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

Πίνακας Β.16. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

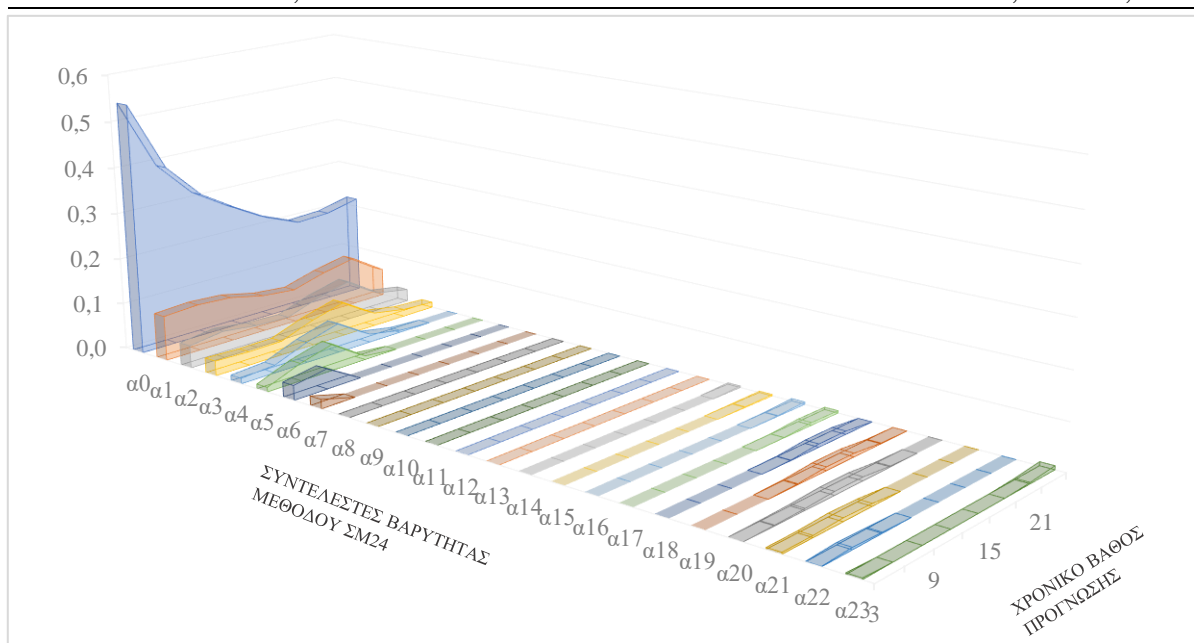
Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,543	0,393	0,316	0,270	0,228	0,199	0,202	0,218
α1	0,097	0,102	0,097	0,081	0,074	0,093	0,107	0,061
α2	0,049	0,059	0,050	0,047	0,071	0,087	0,040	0,027
α3	0,032	0,030	0,031	0,056	0,075	0,029	0,016	0,012
α4	0,012	0,017	0,045	0,065	0,019	0,006	0,002	0,002
α5	0,010	0,038	0,058	0,009	0	0	0	0
α6	0,032	0,044	0	0	0	0	0	0
α7	0,021	0	0	0	0	0	0	0,001
α8	0	0	0	0	0	0	0	0
α9	0	0	0	0	0	0	0	0



Διάγραμμα Β.16. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

Πίνακας Β.17. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

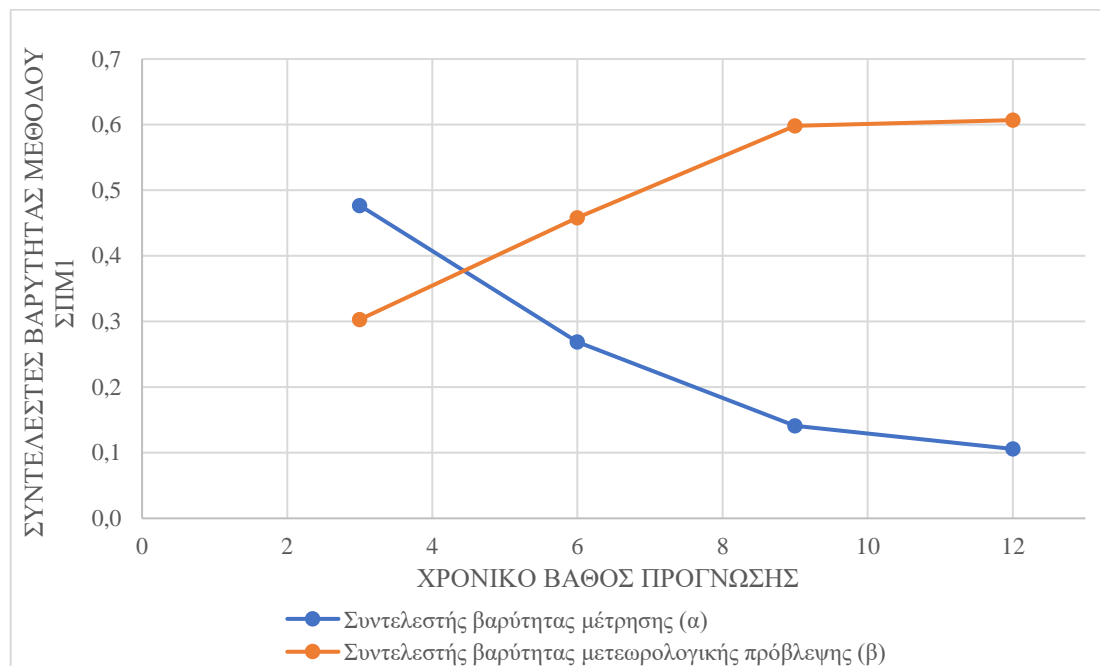
Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,543	0,392	0,316	0,270	0,228	0,198	0,202	0,218
α1	0,098	0,102	0,097	0,081	0,073	0,093	0,107	0,061
α2	0,049	0,059	0,049	0,047	0,070	0,087	0,040	0,027
α3	0,032	0,030	0,031	0,056	0,075	0,029	0,016	0,012
α4	0,012	0,017	0,045	0,064	0,018	0,004	0	0
α5	0,010	0,038	0,057	0,008	0	0	0	0
α6	0,032	0,044	0	0	0	0	0	0
α7	0,020	0	0	0	0	0	0	0
α8	0	0	0	0	0	0	0	0
α9	0	0	0	0	0	0	0	0
α10	0	0	0	0	0	0	0	0
α11	0	0	0	0	0	0	0	0
α12	0	0	0	0	0	0	0	0
α13	0	0	0	0	0	0	0	0
α14	0	0	0	0	0	0	0	0,003
α15	0	0	0	0	0	0	0,001	0,003
α16	0	0	0	0	0	0	0,001	0,005
α17	0	0	0	0	0	0,000	0,005	0,005
α18	0	0	0	0	0,001	0,007	0,007	0
α19	0	0	0	0,002	0,007	0,008	0,001	0
α20	0	0,001	0,004	0,008	0,008	0,002	0	0
α21	0,003	0,004	0,007	0,006	0	0	0	0
α22	0,001	0,005	0,002	0	0	0	0	0
α23	0,003	0	0	0	0	0	0,003	0,008



Διάγραμμα Β.17. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

Πίνακας Β.18. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1– σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

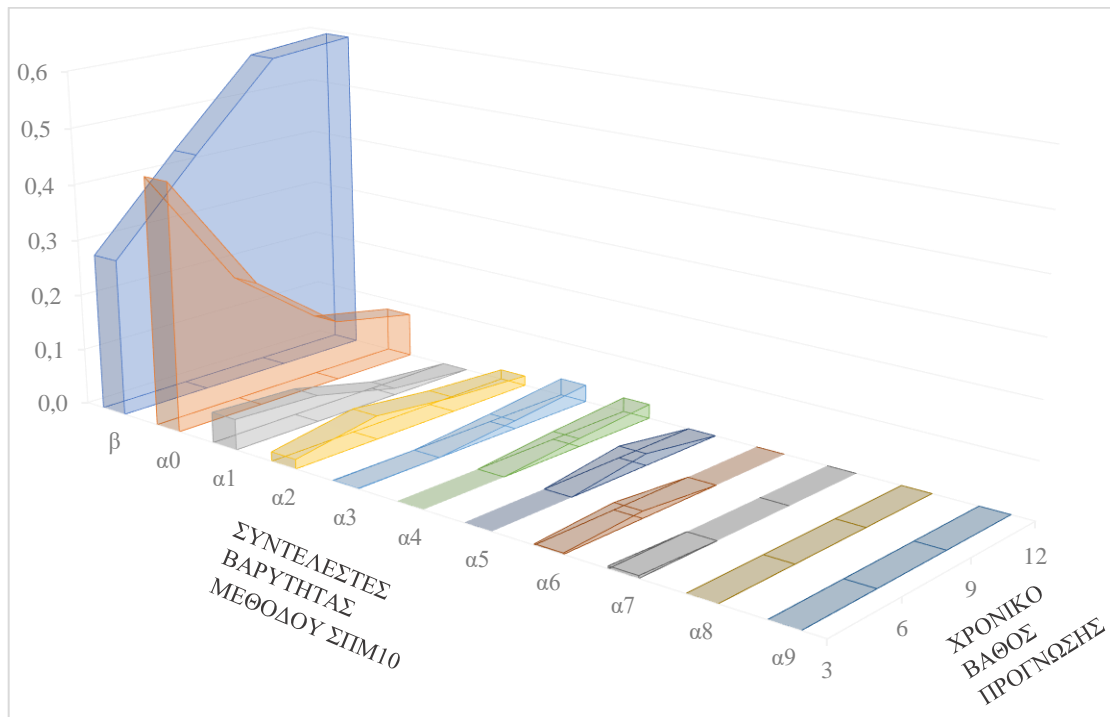
Συντελεστές	α	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Μέτρησης	α	0,477	0,269	0,141	0,106
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,303	0,458	0,598	0,607



Διάγραμμα Β.18. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

Πίνακας Β.19. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

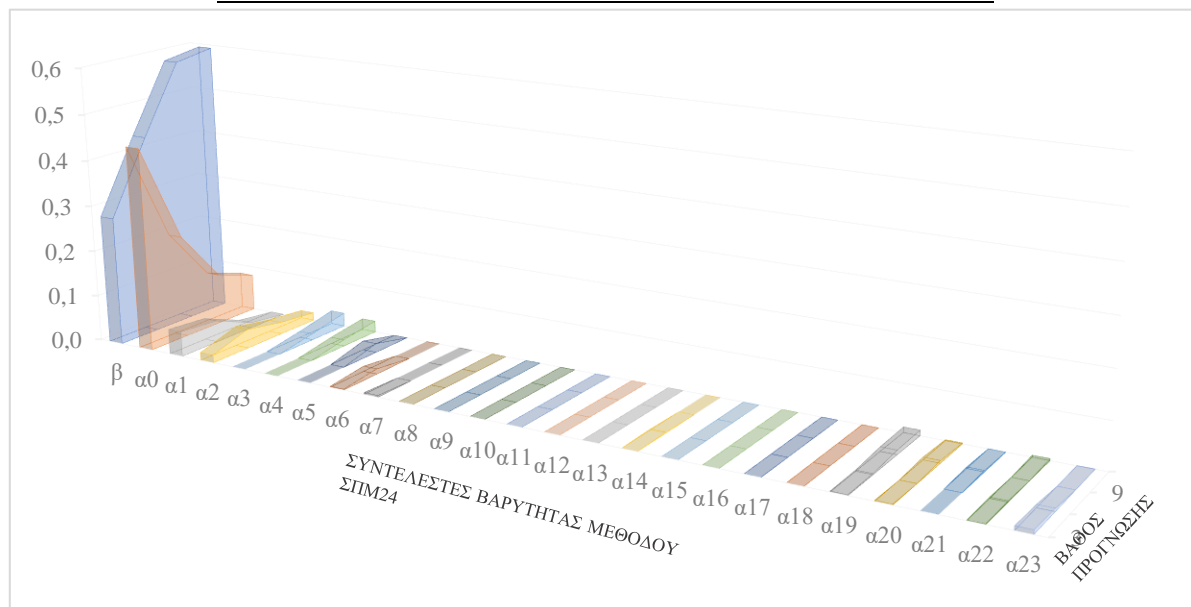
Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
α0	0,443	0,224	0,110	0,080	
α1	0,054	0,048	0,012	0	
α2	0,017	0,042	0,026	0,018	
α3	0,001	0	0,014	0,030	
Μετρήσεων (προς τα πίσω)					
α4	0	0	0,014	0,025	
α5	0	0	0,021	0	
α6	0,002	0,012	0	0	
α7	0,005	0	0	0	
α8	0	0	0	0	
α9	0	0	0	0	
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,280	0,434	0,580	0,593



Διάγραμμα Β.19. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

Πίνακας Β.20. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24 – σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

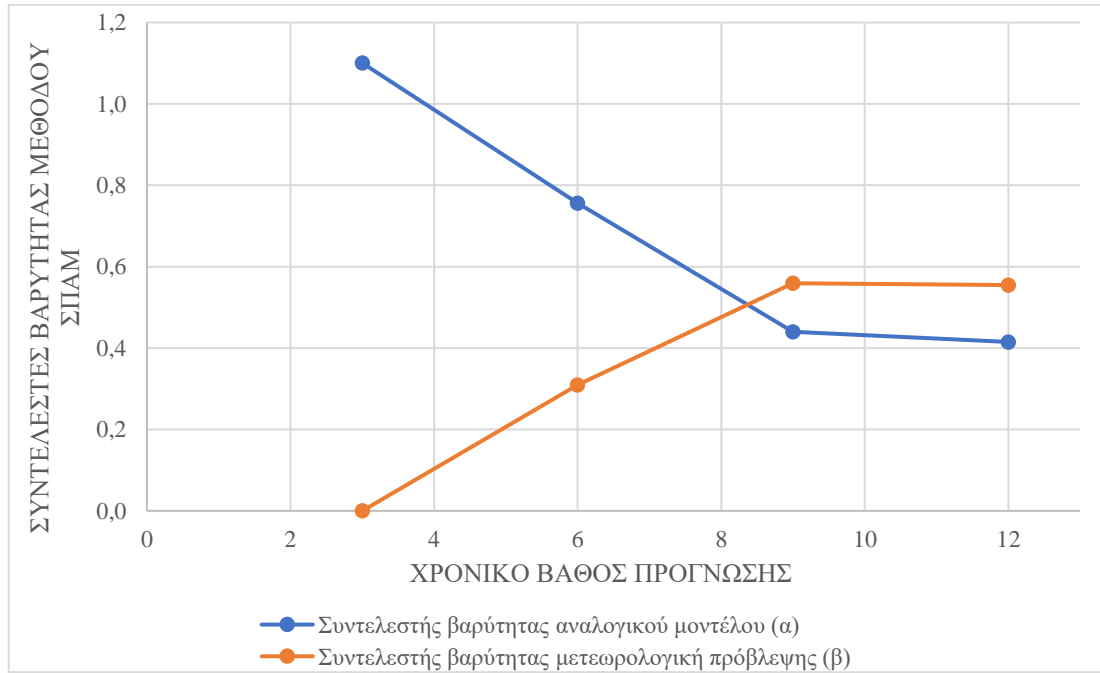
Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
α0	0,443	0,224	0,109	0,080	
α1	0,055	0,047	0,012	0	
α2	0,017	0,042	0,026	0,017	
α3	0	0	0,014	0,029	
α4	0	0	0,014	0,025	
α5	0	0	0,020	0	
α6	0,002	0,011	0	0	
α7	0,004	0	0	0	
α8	0	0	0	0	
α9	0	0	0	0	
α10	0	0	0	0	
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α11	0	0	0	
	α12	0	0	0	
	α13	0	0	0	
	α14	0	0,002	0	
	α15	0	0	0	
	α16	0	0	0	
	α17	0	0	0	
	α18	0	0	0	
	α19	0,002	0,002	0,009	0,012
	α20	0,002	0	0,005	0,002
	α21	0	0	0,003	0
	α22	0,001	0,002	0	0,004
	α23	0,009	0,007	0	0,001
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,280	0,434	0,580	0,593



Διάγραμμα Β.20. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

Πίνακας Β.21. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές	α	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Αναλογικού μοντέλου	α	1,083	1,066	1,022	0,709
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,177	0,264	0,362	0,436

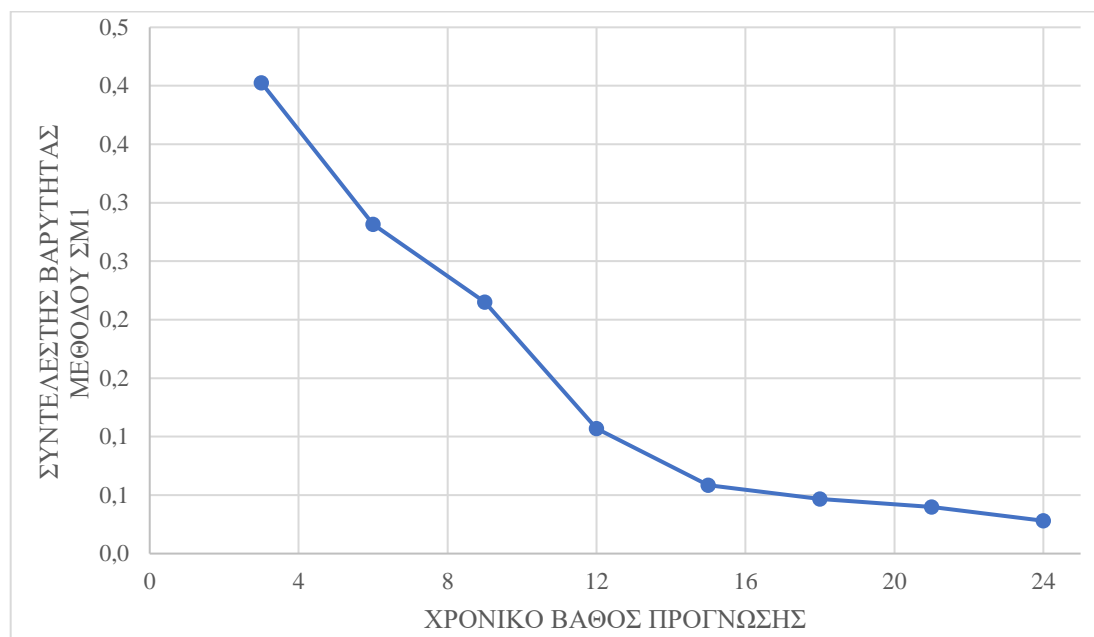


Διάγραμμα Β.21. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου

4. Για τη μεταβλητή της **συνολικής κατακρήμνισης**:

Πίνακας Β.22. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

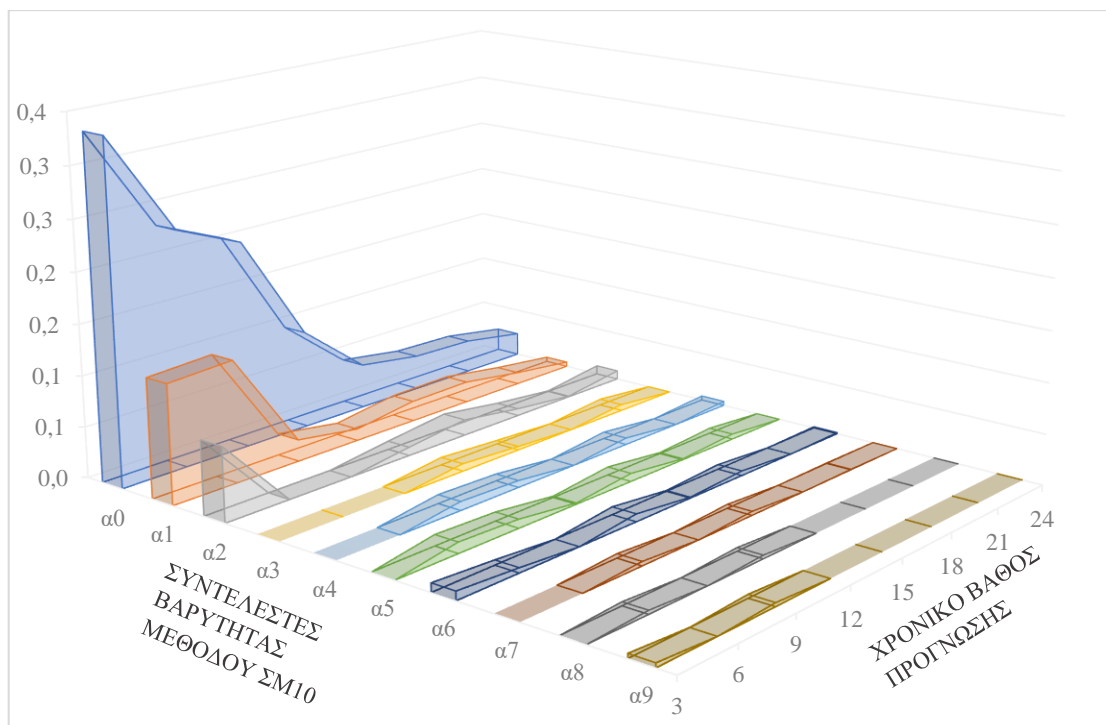
Συντελεστής μέτρησης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α	0,403	0,281	0,215	0,107	0,058	0,047	0,040	0,028



Διάγραμμα Β.22. Διάγραμμα συντελεστή βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

Πίνακας Β.23. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,403	0,281	0,215	0,107	0,058	0,047	0,040	0,028
α1	0	0	0	0,006	0,047	0,112	0,196	0,056
α2	0	0	0,013	0,062	0,126	0,210	0,073	0,026
α3	0	0,020	0,072	0,134	0,219	0,074	0,033	0,031
α4	0,017	0,063	0,129	0,200	0,032	0	0	0,017
α5	0,044	0,117	0,141	0	0	0	0	0
α6	0,079	0,066	0	0	0	0	0	0
α7	0	0	0	0	0	0	0	0
α8	0	0	0	0	0	0	0	0
α9	0	0	0	0	0	0	0	0

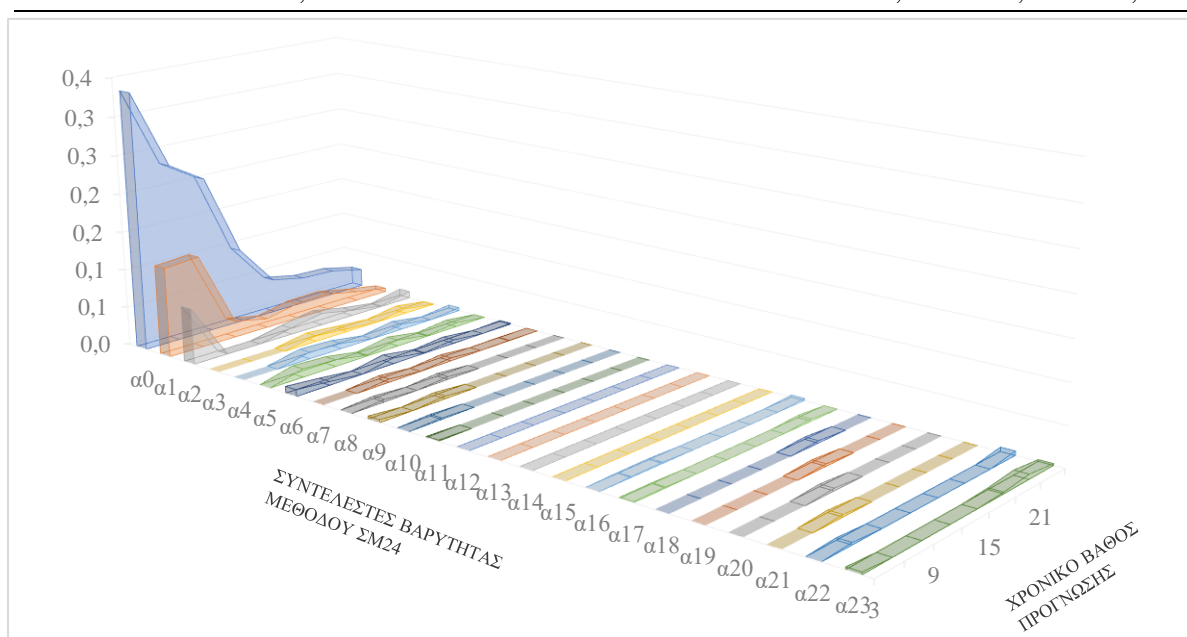


Διάγραμμα Β.23. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

Πίνακας Β.24. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,335	0,232	0,205	0,097	0,044	0,035	0,033	0,023
α1	0,117	0,120	0,021	0,012	0,020	0,021	0,012	0,005
α2	0,073	0	0	0,008	0,016	0,007	0,001	0,009
α3	0	0	0	0,007	0,004	0	0,006	0
α4	0	0	0,009	0,007	0	0,007	0	0,004
α5	0	0,011	0,009	0,001	0,008	0,001	0,005	0
α6	0,009	0,005	0	0,008	0,001	0,005	0	0,001
α7	0	0	0,004	0	0,004	0	0,001	0
α8	0	0,003	0	0,003	0	0	0	0
α9	0,004	0	0,004	0	0	0	0	0
α10	0	0,002	0	0	0	0	0	0
α11	0,001	0	0	0	0	0	0	0
α12	0	0	0	0	0	0	0	0
α13	0	0	0	0	0	0	0	0
α14	0	0	0	0	0	0	0	0
α15	0	0	0	0	0	0	0	0
α16	0	0,001	0,002	0	0	0	0	0,003
α17	0,001	0,001	0	0	0	0	0,003	0
α18	0	0	0	0	0	0,003	0	0
α19	0	0	0	0	0,003	0	0	0
α20	0	0	0	0,003	0	0	0	0
α21	0	0	0,003	0	0	0	0	0
α22	0	0,003	0	0	0	0	0	0,005
α23	0,003	0	0	0	0	0,002	0,006	0,002

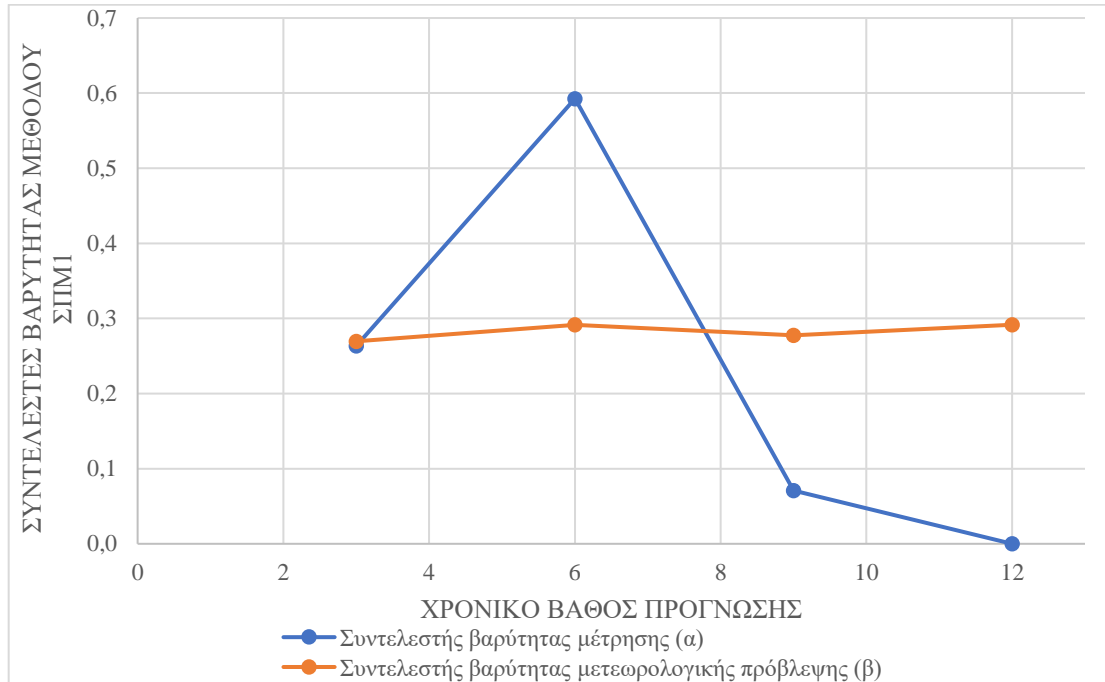
(προς τα πίσω)



Διάγραμμα Β.24. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

Πίνακας Β.25. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜΙ – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

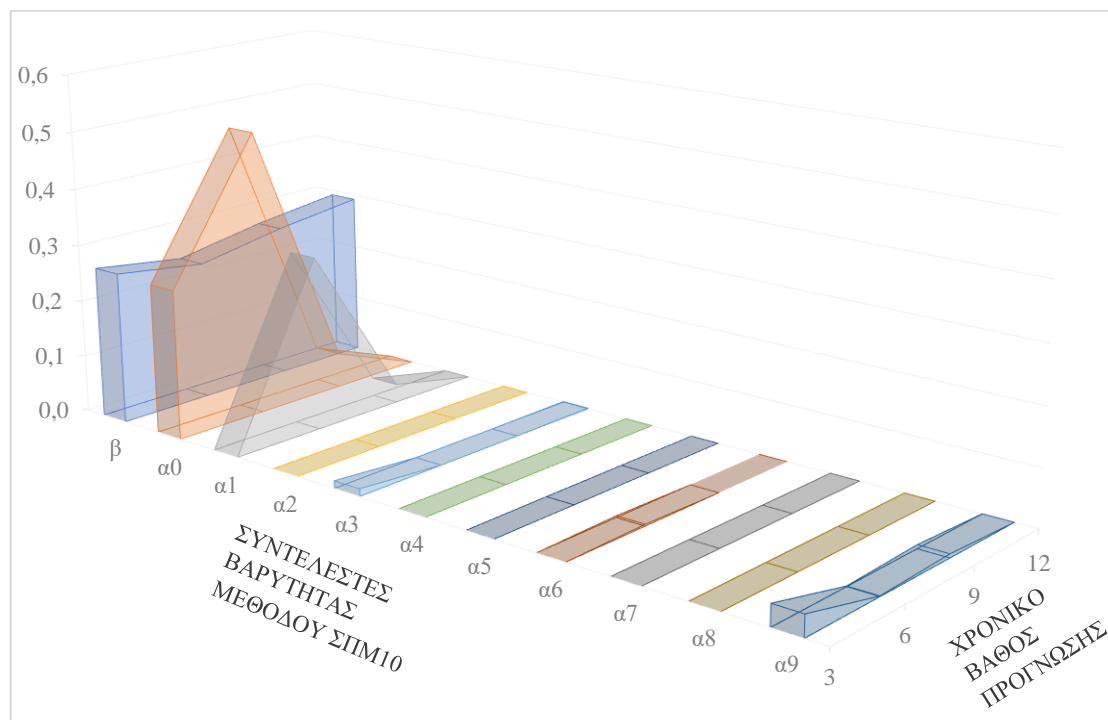
Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Μέτρησης	α	0,263	0,593	0,071	0
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,270	0,292	0,277	0,291



Διάγραμμα Β.25. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜΙ με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

Πίνακας Β.26. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

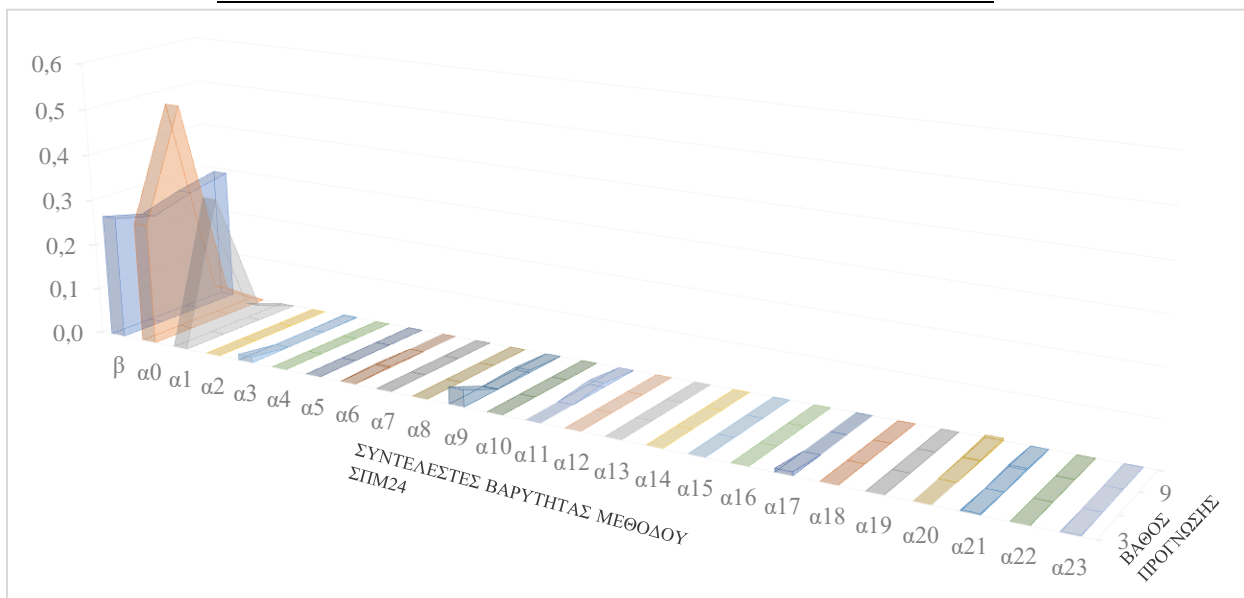
Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
α0	0,263	0,502	0,061	0	
α1	0	0,306	0,033	0	
α2	0	0	0	0	
α3	0,013	0	0	0,001	
Μετρήσεων (προς τα πίσω)					
α4	0	0	0	0	
α5	0	0	0	0	
α6	0	0,003	0	0	
α7	0	0	0	0	
α8	0	0	0	0	
α9	0,037	0,001	0,007	0	
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,267	0,245	0,272	0,291



Διάγραμμα Β.26. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

Πίνακας Β.27. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24 – σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

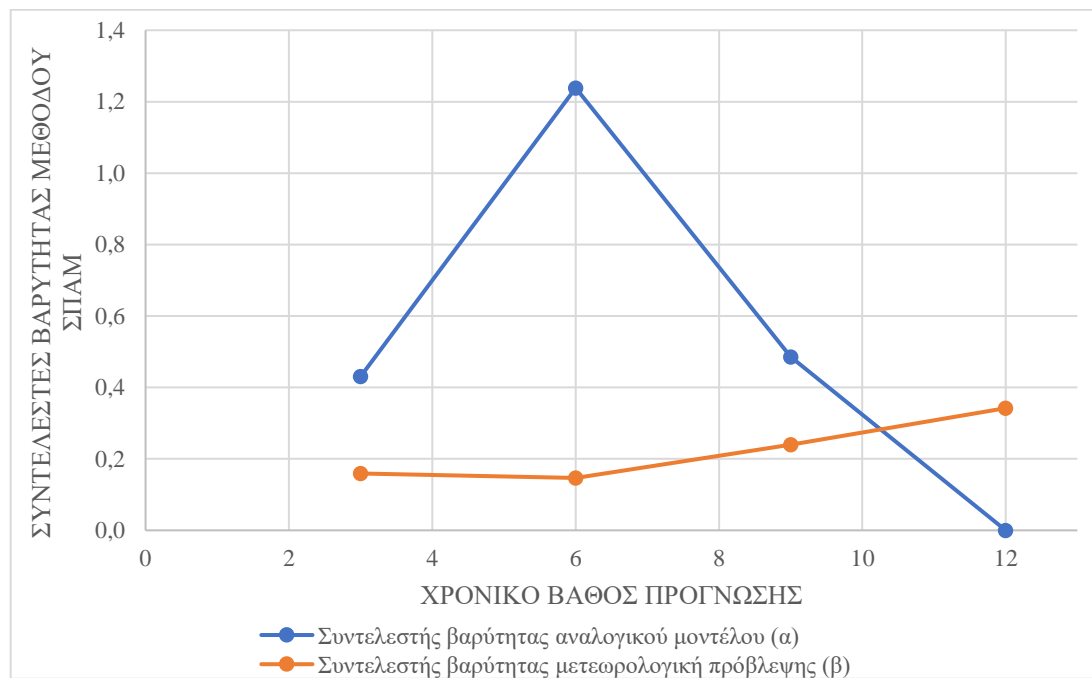
Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
α0	0,263	0,502	0,061	0	
α1	0	0,306	0,033	0	
α2	0	0	0	0	
α3	0,013	0	0	0,001	
α4	0	0	0	0	
α5	0	0	0	0	
α6	0	0,003	0	0	
α7	0	0	0	0	
α8	0	0	0	0	
α9	0,036	0,001	0,005	0	
α10	0	0	0	0	
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α11	0	0	0,009	0
α12	0	0	0	0	
α13	0	0	0	0	
α14	0	0	0	0	
α15	0	0	0	0	
α16	0	0	0	0	
α17	0,008	0	0	0	
α18	0	0	0	0	
α19	0	0	0	0	
α20	0	0	0,001	0,005	
α21	0,003	0	0,004	0	
α22	0	0	0	0	
α23	0,002	0	0	0,001	
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,267	0,245	0,272	0,291



Διάγραμμα Β.27. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣπΜ24 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

Πίνακας Β.28. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

Συντελεστές	α	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Αναλογικού μοντέλου	α	0,431	1,238	0,485	0
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,160	0,147	0,240	0,342

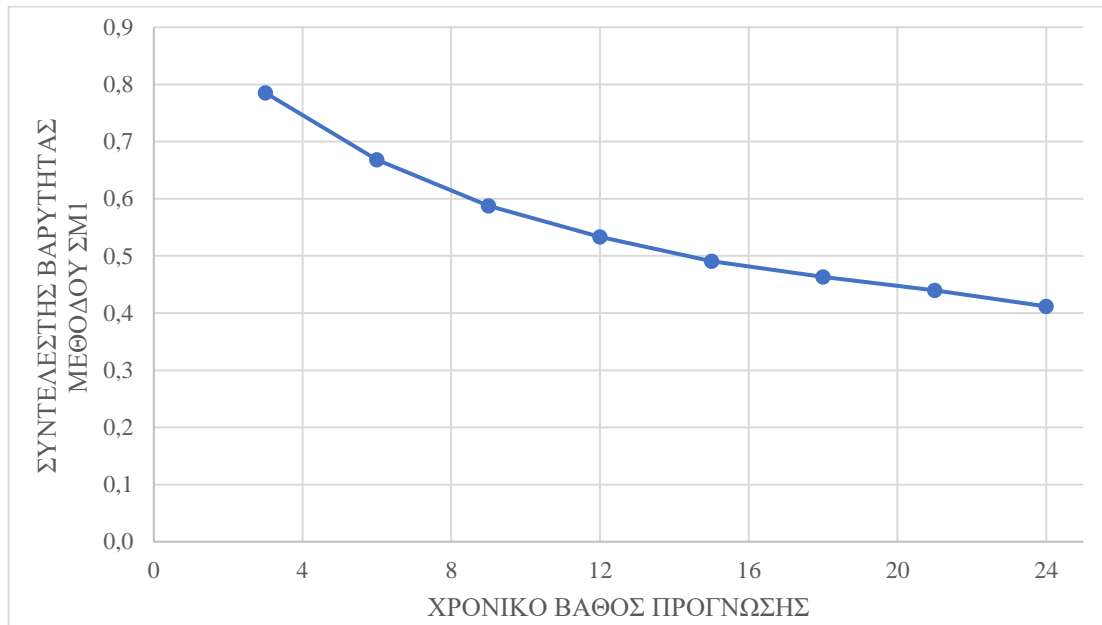


Διάγραμμα Β.28. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση

6. Για τη μεταβλητή της **σχετικής υγρασίας**:

Πίνακας Β.29. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ – σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία

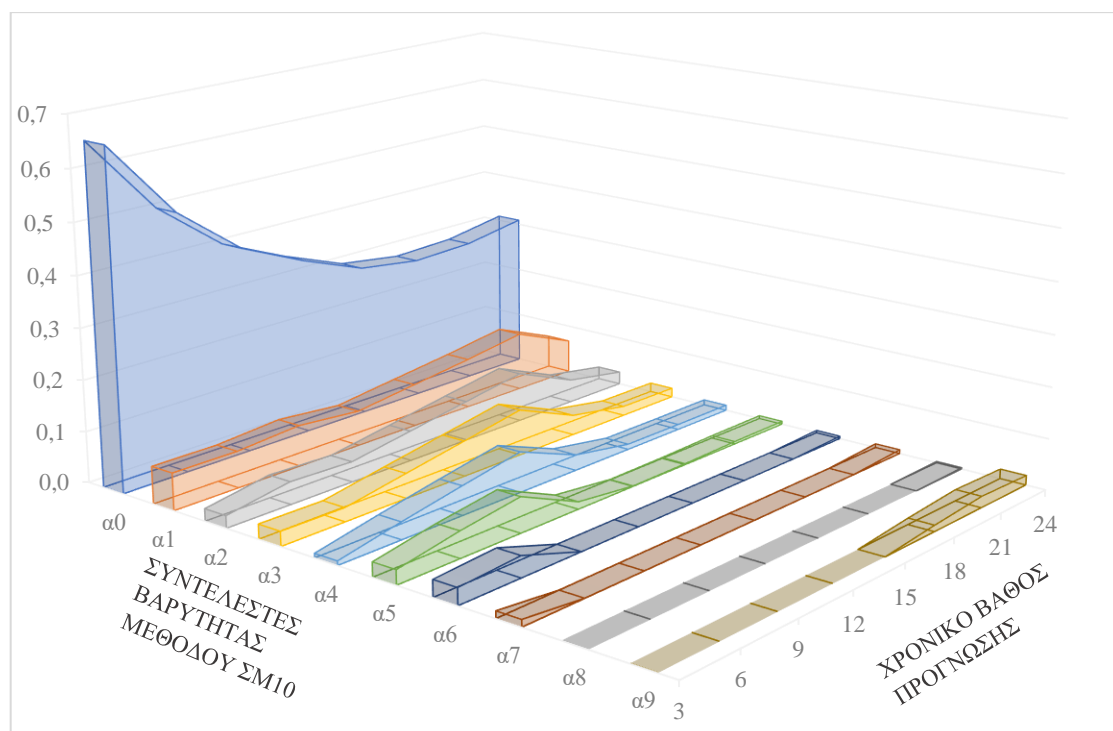
Συντελεστής μέτρησης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α	0,785	0,668	0,588	0,533	0,491	0,463	0,440	0,412



Διάγραμμα Β.29. Διάγραμμα συντελεστή βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία

Πίνακας Β.30. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,657	0,504	0,404	0,348	0,301	0,284	0,289	0,309
α1	0,073	0,072	0,081	0,070	0,085	0,100	0,118	0,067
α2	0,024	0,044	0,040	0,059	0,079	0,098	0,046	0,026
α3	0,028	0,027	0,049	0,070	0,091	0,040	0,019	0,018
α4	0,008	0,034	0,057	0,079	0,031	0,011	0,010	0,011
α5	0,028	0,051	0,069	0,014	0,001	0,002	0,005	0,006
α6	0,032	0,041	0	0	0	0	0	0,005
α7	0,014	0	0	0	0	0	0	0,008
α8	0	0	0	0	0	0	0	0,003
α9	0	0	0	0	0	0,012	0,022	0,019

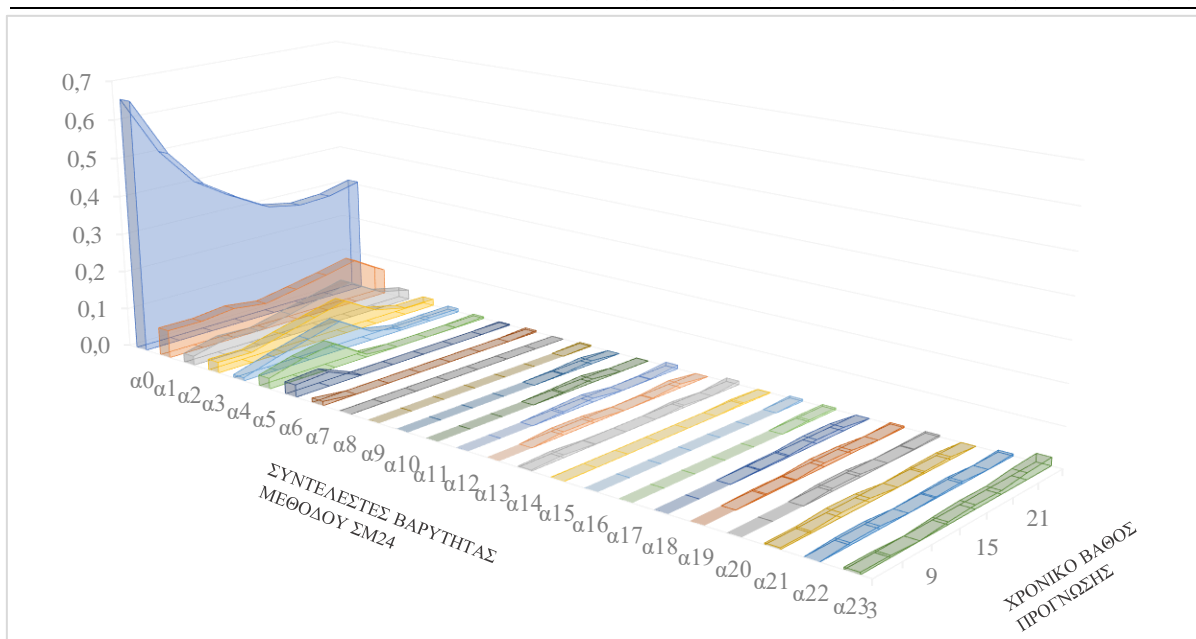


Διάγραμμα Β.30. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία

Πίνακας Β.31. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,656	0,504	0,403	0,347	0,299	0,283	0,288	0,308
α1	0,072	0,072	0,081	0,069	0,084	0,100	0,118	0,067
α2	0,024	0,044	0,039	0,058	0,078	0,097	0,046	0,026
α3	0,028	0,027	0,048	0,069	0,089	0,038	0,018	0,018
α4	0,008	0,033	0,056	0,077	0,023	0,006	0,009	0,009
α5	0,028	0,050	0,063	0,007	0	0	0,001	0,005
α6	0,031	0,037	0	0	0	0	0	0,002
α7	0,011	0	0	0	0	0	0	0,004
α8	0	0	0	0	0	0	0	0
α9		0	0	0	0	0	0	0,003
α10	0	0	0	0	0	0,002	0,008	0
α11	0	0	0	0	0,004	0,009	0	0,001
α12	0	0	0	0,005	0,010	0	0,002	0,009
α13	0	0	0,008	0,007	0	0,002	0,010	0
α14	0,003	0,007	0,001	0	0	0,006	0	0,009
α15	0,001	0	0	0	0	0	0,004	0,001
α16	0	0	0	0	0	0	0	0,005
α17	0	0	0	0	0	0	0,005	0,005
α18	0	0	0	0,002	0,003	0,010	0,009	0
α19	0	0	0,003	0,002	0,009	0,007	0	0,004
α20	0	0	0	0,007	0,007	0	0,002	0,004
α21	0,004	0,004	0,010	0,009	0	0,004	0,006	0
α22	0	0,005	0,006	0	0,003	0,005	0	0,005
α23	0,005	0,005	0	0,006	0,010	0,009	0,017	0,020

(προς τα πίσω)



Διάγραμμα Β.31. Διάγραμμα συντελεστών βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 με το χρονικό βάθος πρόγνωσης– σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Τιμές και διαγράμματα του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεταβλητές των σταθμών Αττικής, Λονδίνου, Μελβούρνης και Νέας Υόρκης

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας Γ.1. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Αττικής, θερμοκρασία.....	Γ-1
Πίνακας Γ.2. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Αττικής, θερμοκρασία	Γ-1
Πίνακας Γ.3. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου	Γ-2
Πίνακας Γ.4. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου	Γ-2
Πίνακας Γ.5. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία	Γ-3
Πίνακας Γ.6. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία	Γ-3
Πίνακας Γ.7. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου.....	Γ-4
Πίνακας Γ.8. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου	Γ-4
Πίνακας Γ.9. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία.....	Γ-5
Πίνακας Γ.10. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία	Γ-5
Πίνακας Γ.11. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου.....	Γ-6
Πίνακας Γ.12. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου	Γ-6
Πίνακας Γ.13. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία.....	Γ-7
Πίνακας Γ.14. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία	Γ-7
Πίνακας Γ.15. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου.....	Γ-8
Πίνακας Γ.16. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου	Γ-8

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

- Διάγραμμα Γ.1. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Αττικής, θερμοκρασία Γ-9
- Διάγραμμα Γ.2. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου Γ-10
- Διάγραμμα Γ.3. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία..... Γ-11
- Διάγραμμα Γ.4. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου Γ-12
- Διάγραμμα Γ.5. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία Γ-13
- Διάγραμμα Γ.6. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου Γ-14
- Διάγραμμα Γ.7. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία Γ-15
- Διάγραμμα Γ.8. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου Γ-16

Στο παράρτημα Γ παρουσιάζονται οι τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe σε μορφή πινάκων για όλες τις μεθόδους για τους σταθμούς των περιοχών Αττική, Λονδίνο, Μελβούρνη και Νέα Υόρκη. Στη συνέχεια οι ίδιες τιμές παρουσιάζονται σε διαγράμματα συγκεντρωτικά για κάθε μεταβλητή σε κάθε σταθμό.

1. Για το σταθμό Αττικής:

i. Για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας:

Πίνακας Γ.1. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Αττικής, θερμοκρασία

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
B1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0,607	0,360	0,170	0,068	0,051	0,072	0,112	0,130
ΣΜ1	0,646	0,462	0,342	0,285	0,276	0,287	0,309	0,319
ΣΜ10	0,656	0,488	0,404	0,384	0,389	0,385	0,373	0,339
ΣΜ24	0,676	0,533	0,452	0,414	0,396	0,387	0,373	0,340
ΑΜ	0,606	0,440	0,351	0,310	0,296	0,299	0,293	0,270

Πίνακας Γ.2. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Αττικής, θερμοκρασία

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
ΜΠ	0,595	0,714	0,677	0,624
ΣΠΜ1	0,866	0,803	0,726	0,683
ΣΠΜ10	0,867	0,818	0,755	0,712
ΣΠΜ24	0,867	0,818	0,756	0,714
ΣΠΑΜ ^{Γ1}	0,690	0,600	0,540	0,544

^{Γ1} Αξίζει να σημειωθεί ότι το αναλογικό μοντέλο για τις μεταβλητές για τους σταθμούς Αττικής, Λονδίνου, Μελβούρνης, Νέας Υόρκης εφαρμόστηκε στα τελευταία 3 έτη της συνολικής χρονοσειράς, δηλαδή για τα έτη 2012-2014. Αυτό έγινε διότι λόγω του μεγάλου όγκου της συνολικής χρονοσειράς δεν ήταν δυνατή η ολοκλήρωση του αναλογικού μοντέλου εντός λογικών χρονικών ορίων.

ii. Για τη μεταβλητή της ταχύτητας ανέμου:

Πίνακας Γ.3. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
B1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0,530	0,301	0,144	0,027	-0,035	-0,116	-0,184	-0,279
ΣΜ1	0,585	0,423	0,327	0,263	0,232	0,195	0,166	0,129
ΣΜ10	0,601	0,445	0,351	0,287	0,240	0,213	0,178	0,133
ΣΜ24	0,602	0,447	0,353	0,288	0,240	0,213	0,178	0,133
ΑΜ	0,578	0,386	0,277	0,214	0,171	0,144	0,125	0,110

Πίνακας Γ.4. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
ΜΠ	0,527	0,502	0,539	0,524
ΣΠΜ1	0,693	0,584	0,605	0,590
ΣΠΜ10	0,693	0,585	0,608	0,592
ΣΠΜ24	0,692	0,587	0,610	0,592
ΣΠΑΜ	0,651	0,528	0,534	0,488

2. Για το σταθμό Λονδίνου:

i. Για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας:

Πίνακας Γ.5. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
B1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0,859	0,698	0,583	0,516	0,477	0,444	0,418	0,373
ΣΜ1	0,865	0,726	0,633	0,573	0,537	0,513	0,497	0,471
ΣΜ10	0,866	0,731	0,644	0,591	0,519	0,496	0,478	0,457
ΣΜ24	0,869	0,740	0,657	0,598	0,535	0,511	0,476	0,440
ΑΜ	0,835	0,708	0,622	0,572	0,540	0,518	0,498	0,469

Πίνακας Γ.6. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
ΜΠ	0,148	0,056	0,067	0,164
ΣΠΜ1	0,901	0,762	0,731	0,688
ΣΠΜ10	0,912	0,674	0,658	0,637
ΣΠΜ24	0,913	0,732	0,701	0,666
ΣΠΑΜ	0,876	0,799	0,742	0,684

ii. Για τη μεταβλητή της ταχύτητας ανέμου:

Πίνακας Γ.7. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
B1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0,554	0,289	0,079	-0,069	-0,170	-0,246	-0,306	-0,368
ΣΜ1	0,605	0,417	0,293	0,215	0,168	0,139	0,118	0,099
ΣΜ10	0,610	0,422	0,298	0,222	0,153	0,132	0,115	0,096
ΣΜ24	0,612	0,426	0,303	0,226	0,170	0,143	0,120	0,098
ΑΜ	0,529	0,357	0,248	0,178	0,131	0,105	0,091	0,082

Πίνακας Γ.8. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
ΜΠ	-0,319	-0,460	-0,424	-0,321
ΣΠΜ1	0,646	0,380	0,314	0,275
ΣΠΜ10	0,651	0,283	0,262	0,253
ΣΠΜ24	0,663	0,370	0,273	0,263
ΣΠΑΜ	0,584	0,430	0,281	0,243

3. Για το σταθμό Μελβούρνης:

i. Για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας:

Πίνακας Γ.9. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
B1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0,712	0,443	0,235	0,102	0,027	-0,001	-0,071	-0,134
ΣΜ1	0,733	0,523	0,385	0,309	0,270	0,255	0,224	0,196
ΣΜ10	0,733	0,530	0,405	0,333	0,283	0,260	0,223	0,194
ΣΜ24	0,737	0,537	0,409	0,336	0,289	0,260	0,225	0,193
ΑΜ	0,700	0,507	0,373	0,300	0,263	0,231	0,193	0,153

Πίνακας Γ.10. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
ΜΠ	-0,158	-0,927	-0,235	-1,066
ΣΠΜ1	0,727	0,465	0,426	0,452
ΣΠΜ10	0,737	0,407	0,382	0,405
ΣΠΜ24	0,744	0,418	0,393	0,417
ΣΠΑΜ	0,674	0,577	0,486	0,459

ii. Για τη μεταβλητή της **ταχύτητας ανέμου**:

Πίνακας Γ.11. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
B1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0,397	0,059	-0,180	-0,349	-0,461	-0,541	-0,602	-0,671
ΣΜ1	0,488	0,281	0,169	0,107	0,073	0,053	0,040	0,028
ΣΜ10	0,493	0,286	0,175	0,113	0,076	0,056	0,041	0,027
ΣΜ24	0,494	0,287	0,176	0,114	0,076	0,055	0,040	0,027
ΑΜ	0,472	0,278	0,164	0,105	0,072	0,049	0,030	0,013

Πίνακας Γ.12. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
ΜΠ	-0,500	-0,768	-0,736	-0,651
ΣΠΜ1	0,510	0,209	0,128	0,122
ΣΠΜ10	0,512	0,171	0,107	0,114
ΣΠΜ24	0,533	0,202	0,126	0,136
ΣΠΑΜ	0,491	0,237	0,146	0,154

4. Για το σταθμό Νέας Υόρκης:

i. Για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας:

Πίνακας Γ.13. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
B1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0,898	0,761	0,627	0,507	0,403	0,314	0,229	0,143
ΣΜ1	0,900	0,775	0,662	0,568	0,492	0,431	0,377	0,326
ΣΜ10	0,895	0,769	0,654	0,561	0,486	0,426	0,373	0,322
ΣΜ24	0,894	0,767	0,652	0,558	0,484	0,424	0,372	0,322
ΑΜ	0,868	0,755	0,648	0,554	0,476	0,410	0,351	0,298

Πίνακας Γ.14. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία

Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
ΜΠ	0,285	0,284	0,227	0,259
ΣΠΜ1	0,907	0,783	0,686	0,625
ΣΠΜ10	0,906	0,782	0,684	0,623
ΣΠΜ24	0,905	0,780	0,685	0,624
ΣΠΑΜ	0,882	0,750	0,654	0,590

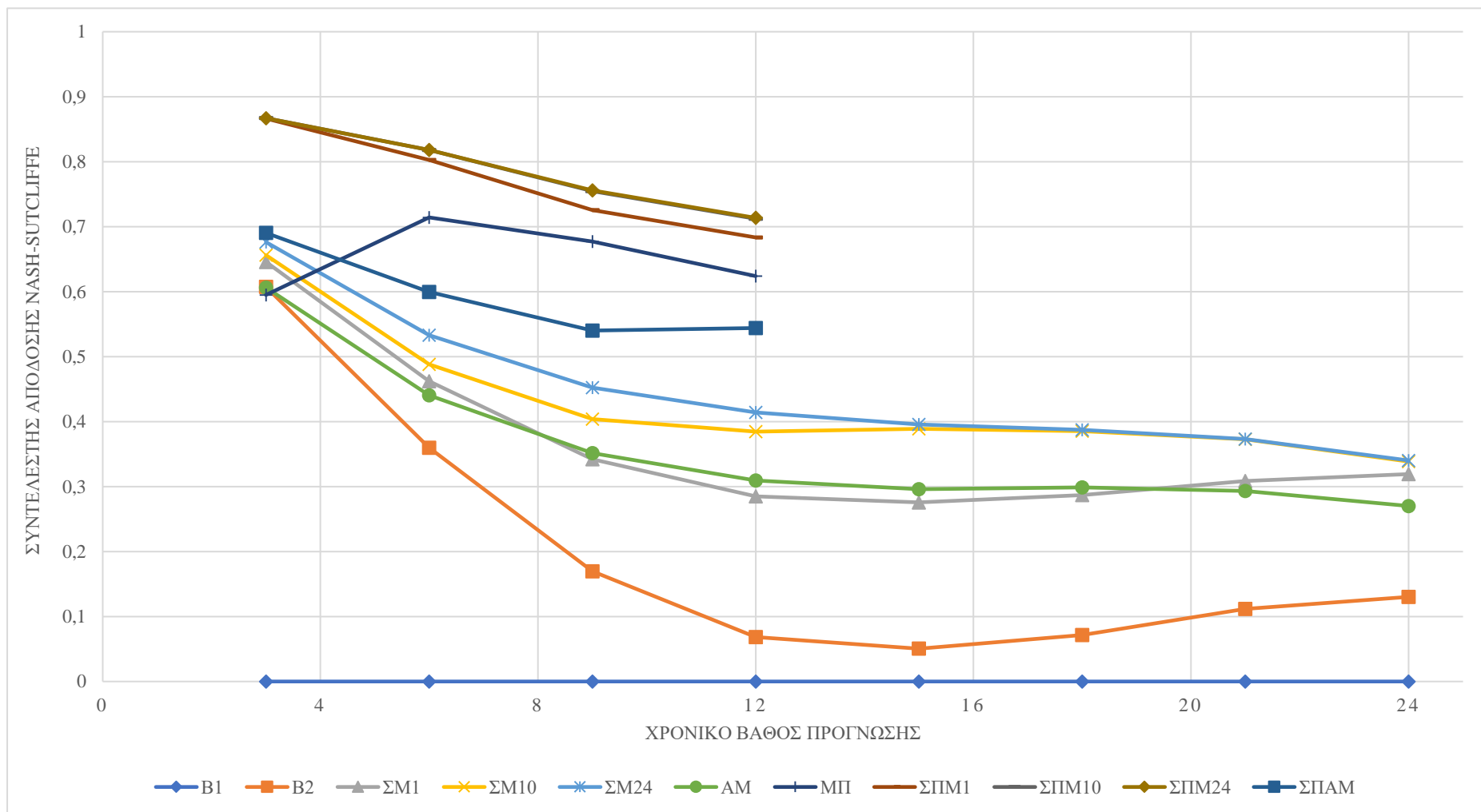
ii. Για τη μεταβλητή της **ταχύτητας ανέμου**:

Πίνακας Γ.15. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους που χρησιμοποιούν μόνο μετρήσεις – σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου

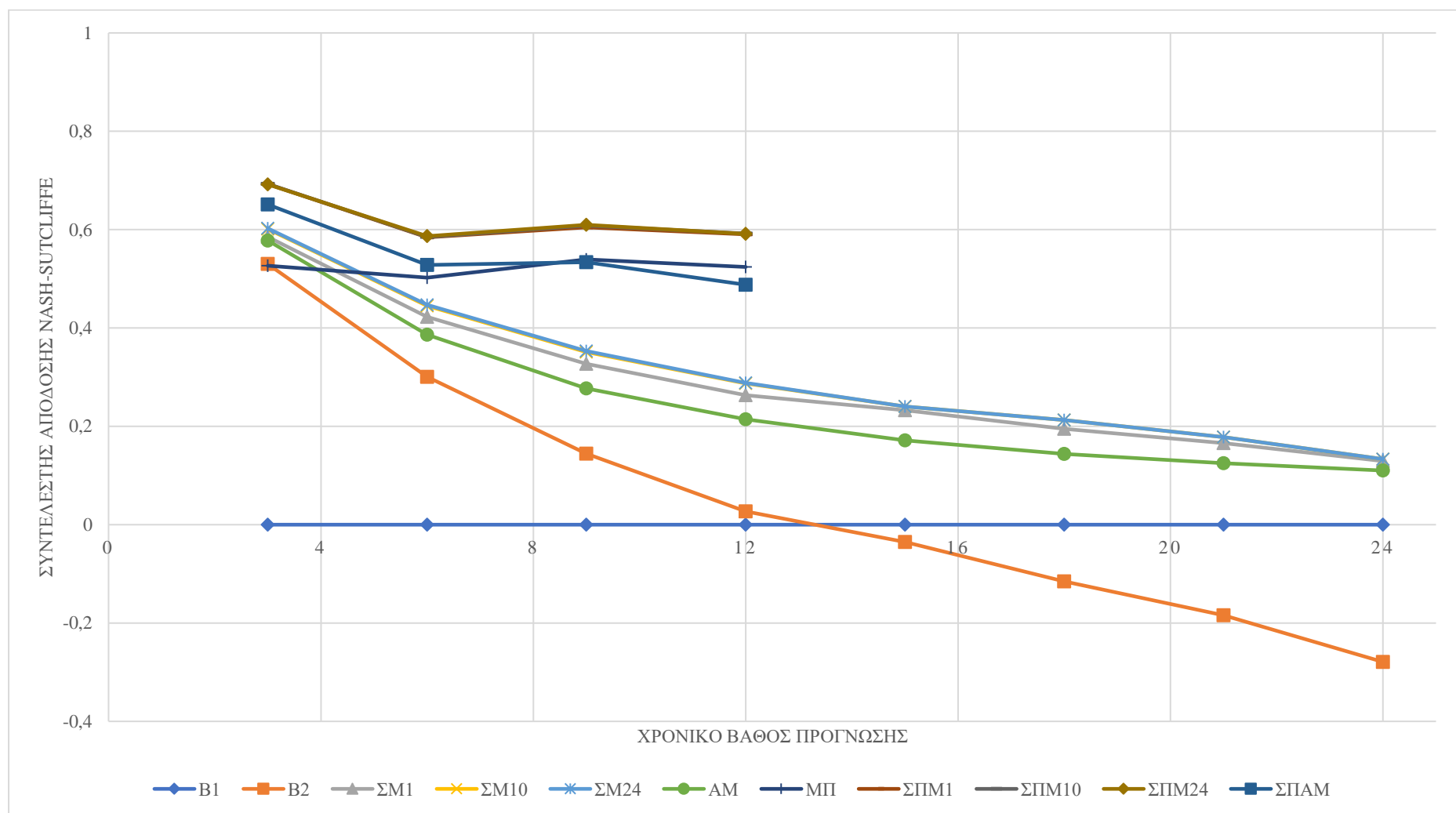
Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
B1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0,283	-0,061	-0,300	-0,471	-0,581	-0,656	-0,704	-0,761
ΣΜ1	0,411	0,219	0,121	0,069	0,042	0,028	0,020	0,013
ΣΜ10	0,422	0,228	0,129	0,075	0,048	0,032	0,022	0,013
ΣΜ24	0,420	0,227	0,128	0,074	0,047	0,031	0,022	0,013
ΑΜ	0,361	0,181	0,093	0,050	0,030	0,020	0,013	0,005

Πίνακας Γ.16. Τιμές του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe για τις μεθόδους συνδυασμού μετρήσεων και μετεωρολογικής πρόβλεψης – σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου

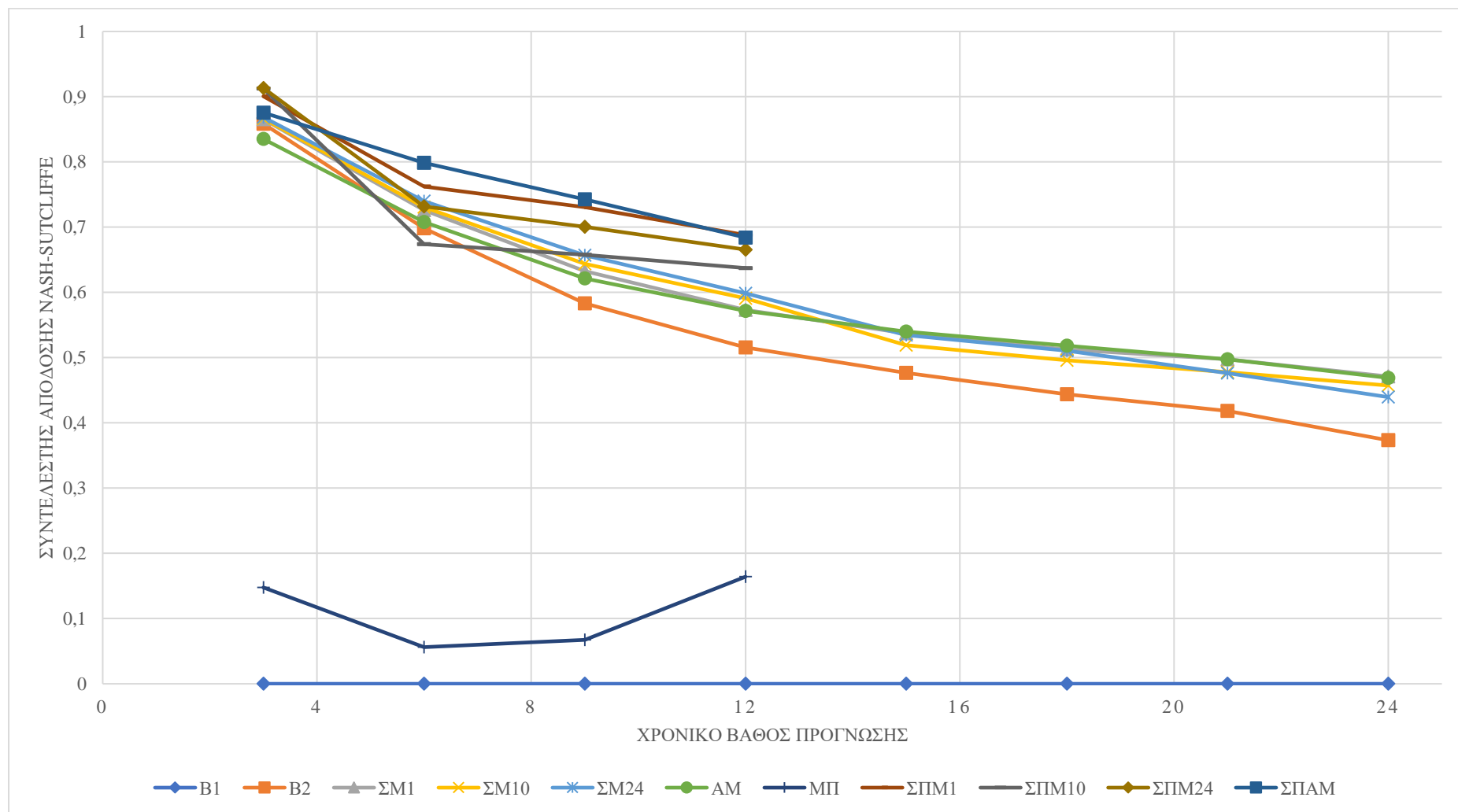
Μέθοδος πρόγνωσης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
ΜΠ	-0,299	-0,308	-0,396	-0,430
ΣΠΜ1	0,455	0,291	0,202	0,178
ΣΠΜ10	0,473	0,314	0,212	0,186
ΣΠΜ24	0,479	0,315	0,215	0,184
ΣΠΑΜ	0,363	0,208	0,133	0,109



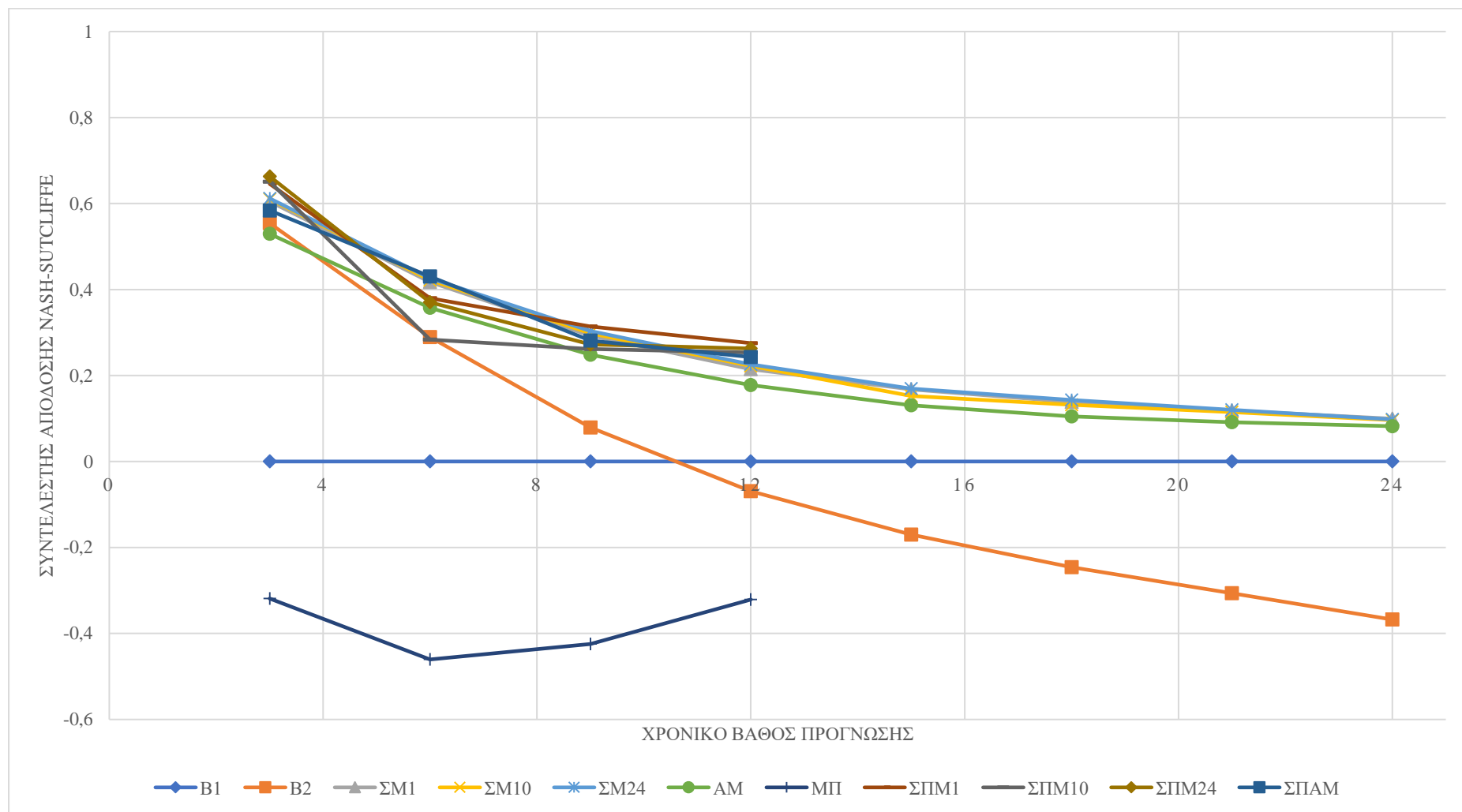
Διάγραμμα Γ.1. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Αττικής, θερμοκρασία



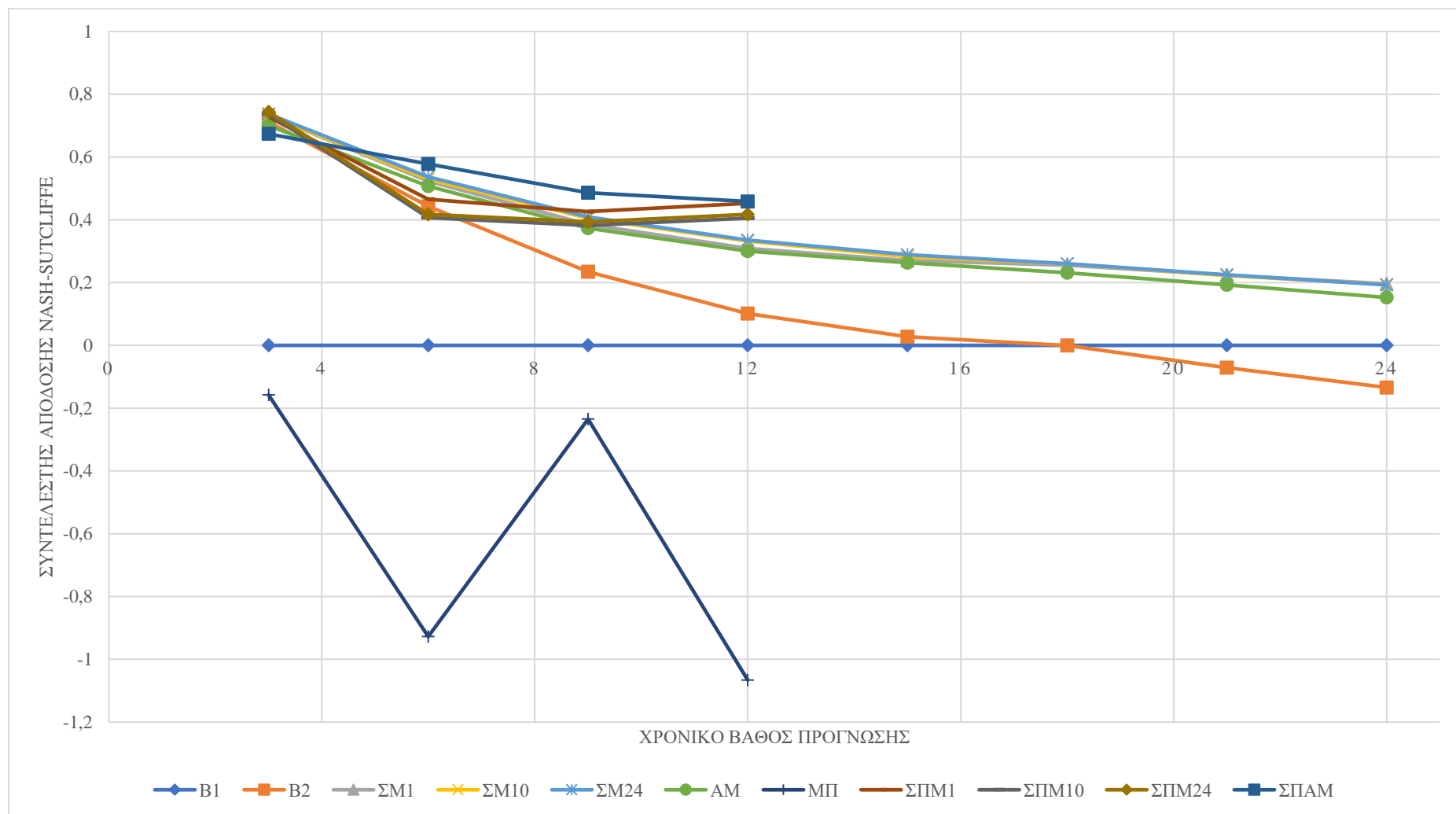
Διάγραμμα Γ.2. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου



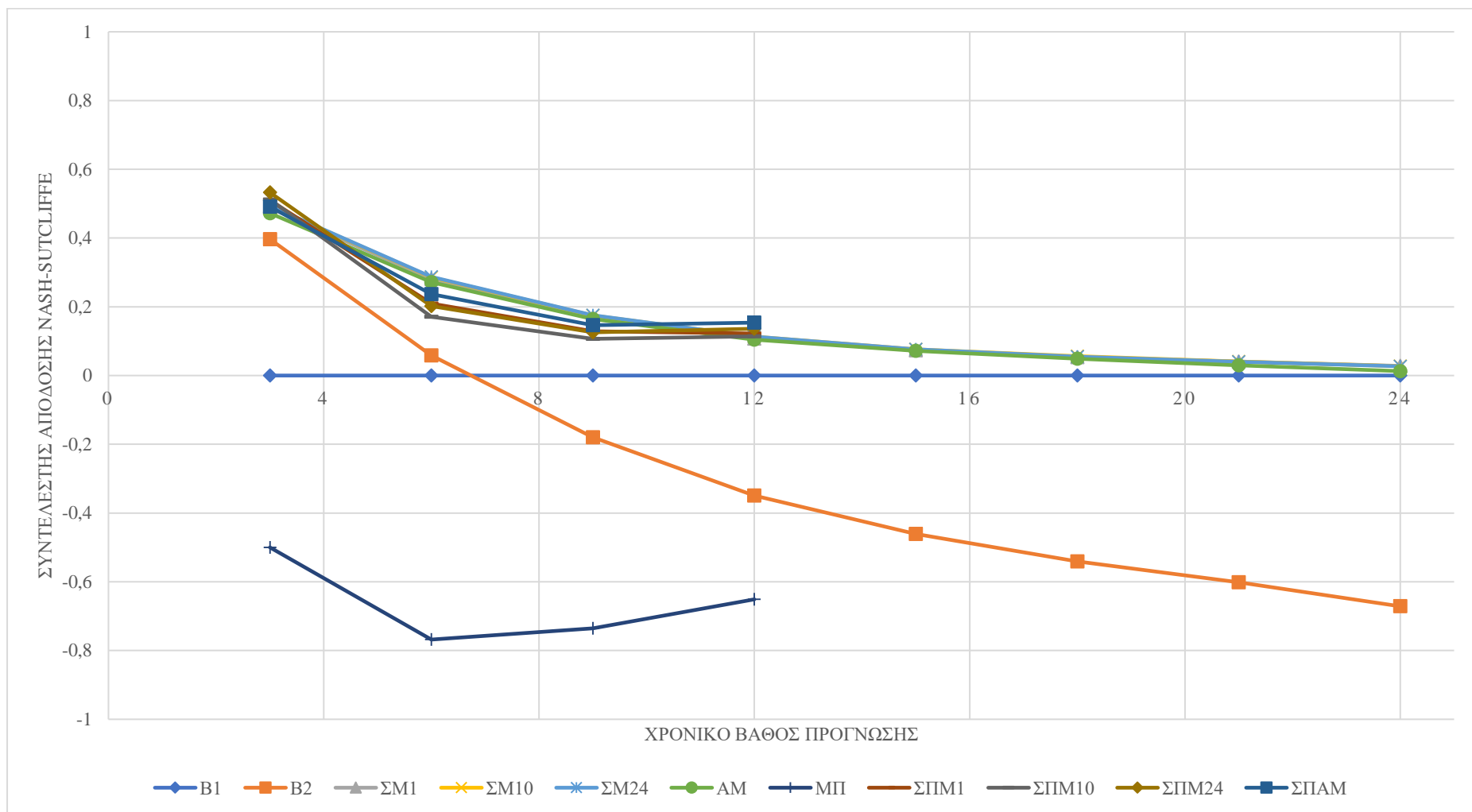
Διάγραμμα Γ.3. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους- σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία



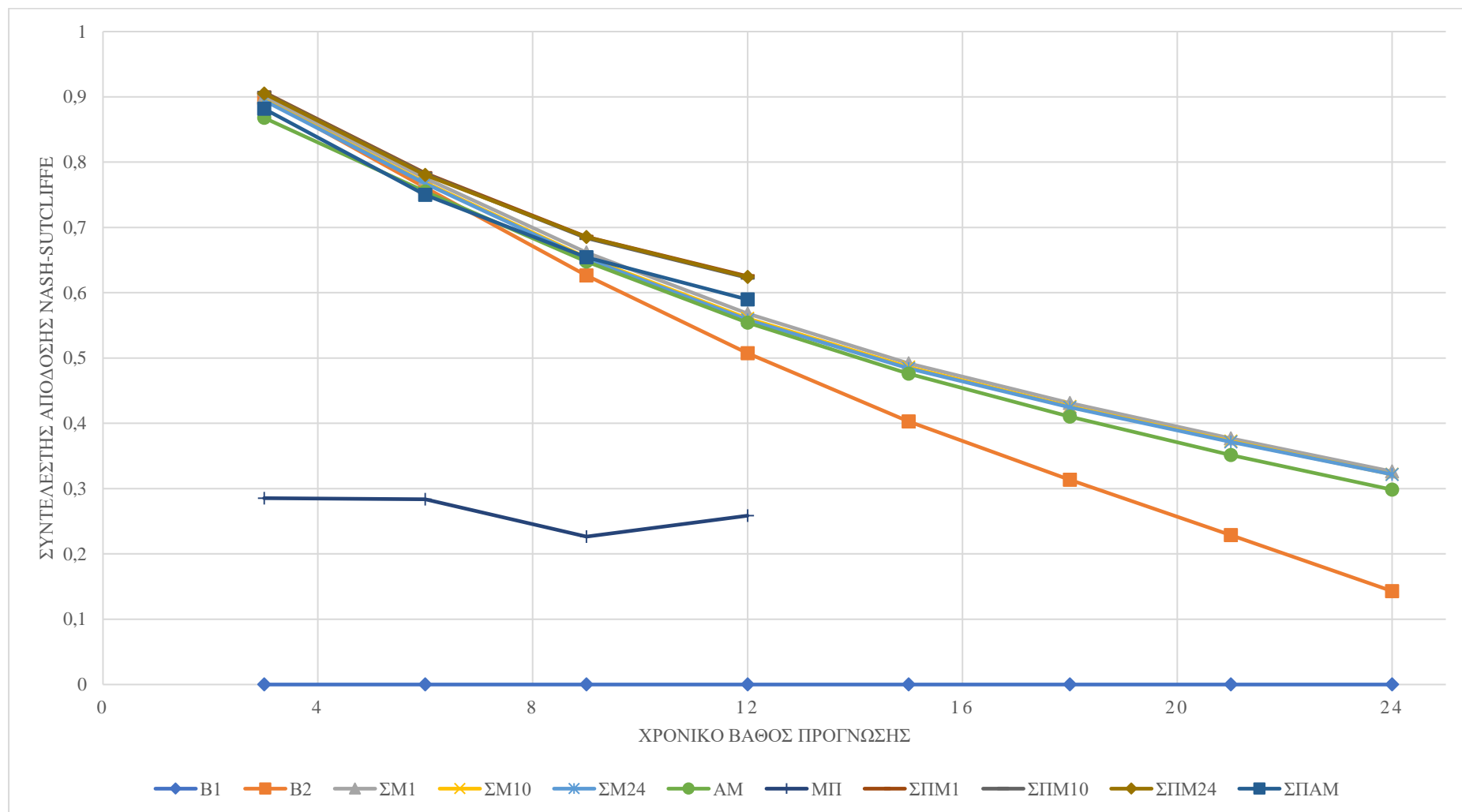
Διάγραμμα Γ.4. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου



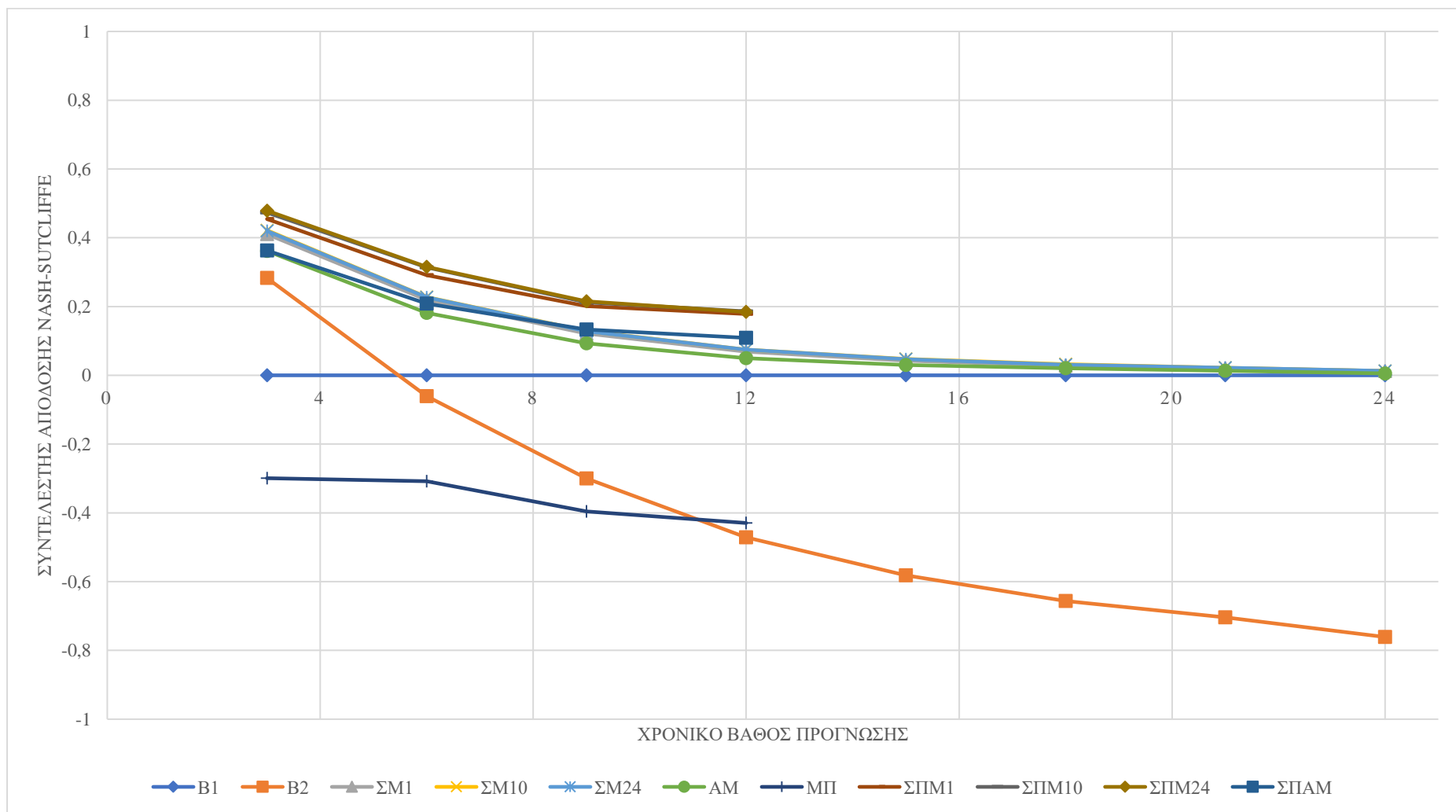
Διάγραμμα Γ.5. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία



Διάγραμμα Γ.6. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου



Διάγραμμα Γ.7. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία



Διάγραμμα Γ.8. Διάγραμμα «συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe – χρονικό βάθος πρόγνωσης» για όλες τις μεθόδους– σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Τιμές των συντελεστών βαρύτητας των μεθόδων για τις
μεταβλητές των σταθμών Αττικής, Λονδίνου, Μελβούρνης και
Νέας Υόρκης

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας Δ.1. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1– σταθμός Αττικής, θερμοκρασία	Δ-1
Πίνακας Δ.2. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Αττικής, θερμοκρασία	Δ-1
Πίνακας Δ.3. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Αττικής, θερμοκρασία	Δ-2
Πίνακας Δ.4. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Αττικής, θερμοκρασία	Δ-2
Πίνακας Δ.5. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Αττικής, θερμοκρασία	Δ-3
Πίνακας Δ.6. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Αττικής, θερμοκρασία	Δ-3
Πίνακας Δ.7. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Αττικής, θερμοκρασία	Δ-4
Πίνακας Δ.8. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1– σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου	Δ-4
Πίνακας Δ.9. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου	Δ-4
Πίνακας Δ.10. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου	Δ-5
Πίνακας Δ.11. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου	Δ-5
Πίνακας Δ.12. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου	Δ-6
Πίνακας Δ.13. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου	Δ-6
Πίνακας Δ.14. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου	Δ-7
Πίνακας Δ.15. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1– σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία	Δ-8
Πίνακας Δ.16. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία	Δ-8
Πίνακας Δ.17. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία	Δ-9
Πίνακας Δ.18. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία	Δ-9
Πίνακας Δ.19. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία	Δ-10
Πίνακας Δ.20. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία	Δ-10
Πίνακας Δ.21. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία	Δ-11
Πίνακας Δ.22. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1– σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου	Δ-11
Πίνακας Δ.23. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου	Δ-11
Πίνακας Δ.24. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου	Δ-12

Πίνακας Δ.25. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου	Δ-12
Πίνακας Δ.26. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου	Δ-13
Πίνακας Δ.27. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου	Δ-13
Πίνακας Δ.28. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου	Δ-14
Πίνακας Δ.29. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1– σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία	Δ-15
Πίνακας Δ.30. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία	Δ-15
Πίνακας Δ.31. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία	Δ-16
Πίνακας Δ.32. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία	Δ-16
Πίνακας Δ.33. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία	Δ-17
Πίνακας Δ.34. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία	Δ-17
Πίνακας Δ.35. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία	Δ-18
Πίνακας Δ.36. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1– σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου	Δ-18
Πίνακας Δ.37. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου	Δ-18
Πίνακας Δ.38. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου	Δ-19
Πίνακας Δ.39. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου	Δ-19
Πίνακας Δ.40. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου	Δ-20
Πίνακας Δ.41. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου	Δ-20
Πίνακας Δ.42. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου	Δ-21
Πίνακας Δ.43. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1– σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία	Δ-22
Πίνακας Δ.44. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία	Δ-22
Πίνακας Δ.45. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία	Δ-23
Πίνακας Δ.46. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία	Δ-23
Πίνακας Δ.47. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία	Δ-24
Πίνακας Δ.48. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία	Δ-24
Πίνακας Δ.49. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία	Δ-25

Πίνακας Δ.50. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1– σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου	Δ-25
Πίνακας Δ.51. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου	Δ-25
Πίνακας Δ.52. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου	Δ-26
Πίνακας Δ.53. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου	Δ-26
Πίνακας Δ.54. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου	Δ-27
Πίνακας Δ.55. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου	Δ-27
Πίνακας Δ.56. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου	Δ-28

Στο παράρτημα Δ παρουσιάζονται οι συντελεστές των μεθόδων που έχουν εφαρμοσθεί στους σταθμούς Αττικής, Λονδίνου, Μελβούρνης και Νέας Υόρκης. Υπενθυμίζεται ότι οι συντελεστές των μεθόδων υπολογίζονται μέσω βελτιστοποίησης για τη μεγιστοποίηση του συντελεστή απόδοσης Nash-Sutcliffe.

1. Συντελεστές των μεθόδων πρόβλεψης για το **σταθμό Αττικής**:

i. Για τη μεταβλητή της **θερμοκρασίας**:

Πίνακας Δ.1. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1– σταθμός Αττικής, θερμοκρασία

Συντελεστής μέτρησης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α	0,804	0,680	0,585	0,534	0,526	0,536	0,556	0,565

Πίνακας Δ.2. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Αττικής, θερμοκρασία

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,617	0,496	0,360	0,240	0,175	0,166	0,182	0,316
α1	0,134	0,084	0,047	0,046	0,036	0,049	0,077	0,117
α2	0,027	0	0	0,007	0,031	0,038	0,058	0,049
α3	0	0	0	0	0,015	0,023	0,065	0,039
α4	0	0	0	0	0,028	0,039	0,081	0,018
α5	0	0	0	0,011	0,021	0,047	0,061	0,013
α6	0	0	0	0,014	0,041	0,065	0,034	0,005
α7	0	0	0	0,044	0,057	0,087	0,041	0,005
α8	0	0,010	0,066	0,077	0,095	0,081	0,028	0,013
α9	0,074	0,175	0,244	0,263	0,209	0,107	0,054	0,059

(προς τα πίσω)

Πίνακας Δ.3. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Αττικής, θερμοκρασία

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,567	0,428	0,302	0,202	0,159	0,158	0,176	0,302
α1	0,119	0,071	0,046	0,042	0,034	0,048	0,076	0,116
α2	0,017	0	0	0,015	0,032	0,039	0,059	0,052
α3	0	0	0	0,001	0,018	0,025	0,066	0,037
α4	0	0	0	0	0,031	0,041	0,083	0,019
α5	0	0	0	0,019	0,022	0,047	0,061	0,015
α6	0	0	0	0,016	0,040	0,064	0,034	0,004
α7	0	0	0	0,032	0,049	0,082	0,038	0,004
α8	0	0	0,019	0,026	0,067	0,066	0,020	0,004
α9	0	0	0,020	0,045	0,085	0,038	0,021	0,012
α10	0	0	0,037	0,054	0,068	0,043	0,012	0,010
α11	0	0,023	0,031	0,070	0,040	0,024	0,009	0,012
α12	0	0,023	0,048	0,087	0,043	0,023	0,007	0,014
α13	0,002	0,037	0,054	0,068	0,022	0,011	0,013	0,009
α14	0,024	0,026	0,066	0,036	0,018	0,005	0,008	0,004
α15	0,018	0,043	0,083	0,037	0,000	0,000	0,005	0,012
α16	0,034	0,051	0,064	0,008	0	0	0	0,014
α17	0,013	0,055	0,022	0	0	0	0	0,006
α18	0,030	0,068	0,003	0	0	0	0	0,003
α19	0,028	0,025	0	0	0	0	0	0
α20	0,040	0	0	0	0	0	0	0
α21	0,025	0	0	0	0	0	0	0
α22	0	0	0	0	0	0	0	0
α23	0	0	0	0	0	0	0	0

(προς τα πίσω)

Πίνακας Δ.4. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Αττικής, θερμοκρασία

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Μέτρησης	α	0,802	0,319	0,067	0,011
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,142	0,577	0,758	0,767

Πίνακας Δ.5. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Αττικής,
θερμοκρασία

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
	α0	0,756	0,268	0,025	0
	α1	0,045	0,002	0	0
	α2	0,010	0,022	0	0
	α3	0	0	0	0
Μετρήσεων	α4	0	0	0	0
(προς τα πίσω)	α5	0	0,005	0	0
	α6	0	0	0	0
	α7	0	0,084	0,049	0
	α8	0	0,079	0,027	0,021
	α9	0	0	0,152	0,185
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,136	0,494	0,651	0,661

Πίνακας Δ.6. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24 – σταθμός Αττικής,
θερμοκρασία

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
	α0	0,757	0,270	0,021	0
	α1	0,038	0	0	0
	α2	0	0,013	0	0
	α3	0	0	0	0
	α4	0	0	0	0
	α5	0	0	0	0
	α6	0	0	0	0
	α7	0	0,075	0,052	0
	α8	0	0,073	0,023	0,017
	α9	0	0	0,116	0,161
	α10	0	0	0,003	0,025
Μετρήσεων	α11	0	0	0,033	0,006
(προς τα πίσω)	α12	0	0	0	0
	α13	0	0	0	0
	α14	0	0	0	0
	α15	0	0	0,010	0
	α16	0	0	0	0
	α17	0	0	0	0
	α18	0	0,036	0	0
	α19	0	0	0	0
	α20	0	0	0	0
	α21	0,027	0	0	0
	α22	0	0	0	0
	α23	0	0	0	0
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,134	0,491	0,649	0,661

Πίνακας Δ.7. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Αττικής, θερμοκρασία

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Αναλογικού μοντέλου	α	1,032	0,769	0,538	0,435
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,107	0,371	0,521	0,559

ii. Για τη μεταβλητή της ταχύτητας του ανέμου:

Πίνακας Δ.8. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1– σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστής μέτρησης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α	0,765	0,650	0,572	0,514	0,482	0,442	0,408	0,360

Πίνακας Δ.9. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)								
	3	6	9	12	15	18	21	24	
(προς τα πίσω)	α0	0,568	0,434	0,352	0,301	0,268	0,253	0,240	0,248
	α1	0,066	0,064	0,061	0,051	0,051	0,044	0,043	0,051
	α2	0,053	0,043	0,045	0,043	0,040	0,039	0,046	0,043
	α3	0,029	0,034	0,030	0,033	0,025	0,035	0,042	0,016
	α4	0,022	0,029	0,023	0,029	0,025	0,023	0,036	0,016
	α5	0,009	0,019	0,022	0,022	0,029	0,029	0,026	0,007
	α6	0,016	0,017	0,023	0,017	0,016	0,033	0,022	0,006
	α7	0,017	0,015	0,022	0,019	0,025	0,028	0,002	0
	α8	0,015	0,020	0,022	0,029	0,032	0,021	0	0
	α9	0,037	0,058	0,058	0,056	0,036	0,007	0	0

Πίνακας Δ.10. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,565	0,429	0,349	0,299	0,268	0,253	0,240	0,248
α1	0,065	0,064	0,060	0,050	0,051	0,045	0,043	0,051
α2	0,052	0,040	0,043	0,042	0,040	0,039	0,046	0,043
α3	0,028	0,034	0,030	0,033	0,025	0,035	0,042	0,016
α4	0,021	0,026	0,021	0,028	0,025	0,023	0,036	0,015
α5	0,007	0,016	0,020	0,021	0,029	0,029	0,026	0,007
α6	0,014	0,015	0,021	0,015	0,016	0,033	0,022	0,006
α7	0,013	0,011	0,018	0,016	0,024	0,028	0,002	0
α8	0,011	0,015	0,016	0,024	0,031	0,021	0	0
α9	0,007	0,015	0,009	0,011	0,025	0,007	0	0
α10	0,003	0,011	0,012	0,020	0,015	0	0	0
α11	0,007	0,011	0,019	0,027	0	0	0	0
α12	0,010	0,005	0,008	0,020	0	0	0	0
α13	0,009	0,010	0,017	0,003	0	0	0	0
α14	0,006	0,015	0,023	0	0	0	0	0
α15	0,000	0,003	0,008	0	0	0	0	0
α16	0,003	0,013	0	0	0	0	0	0
α17	0,011	0,018	0	0	0	0	0	0
α18	0,003	0	0	0	0	0	0	0
α19	0,009	0	0	0	0	0	0	0
α20	0,005	0	0	0	0	0	0	0
α21	0	0	0	0	0	0	0	0
α22	0	0	0	0	0	0	0	0
α23	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας Δ.11. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Μέτρησης	α	0,504	0,198	0,139	0,108
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,380	0,613	0,679	0,696

Πίνακας Δ.12. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
	α0	0,439	0,155	0,090	0,067
	α1	0,043	0,029	0,022	0,010
	α2	0,032	0	0,005	0,018
	α3	0,004	0	0	0
Μετρήσεων	α4	0,002	0	0	0
(προς τα πίσω)	α5	0	0	0	0
	α6	0,001	0	0	0
	α7	0	0	0	0
	α8	0,005	0,030	0,029	0,012
	α9	0	0,015	0,042	0,028
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,366	0,599	0,658	0,687

Πίνακας Δ.13. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
	α0	0,438	0,151	0,087	0,069
	α1	0,041	0,032	0,019	0,004
	α2	0,032	0	0,001	0,019
	α3	0,007	0	0	0
	α4	0,001	0	0	0
	α5		0	0	0
	α6	0,003	0	0	0
	α7	0	0	0	0
	α8	0,002	0,027	0,023	0,009
	α9	0	0,008	0,004	0,018
	α10	0	0	0,010	0,006
Μετρήσεων	α11	0	0	0,012	0,012
(προς τα πίσω)	α12	0	0,011	0,017	0
	α13	0	0	0,024	0
	α14	0	0	0,002	0
	α15	0	0	0	0
	α16	0	0,002	0	0
	α17	0	0	0	0
	α18	0	0	0	0
	α19	0	0	0	0
	α20	0	0	0	0
	α21	0	0	0	0
	α22	0	0	0	0
	α23	0	0	0	0
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,367	0,601	0,657	0,686

Πίνακας Δ.14. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Αττικής, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Αναλογικού μοντέλου	α	0,932	0,545	0,392	0,389
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,266	0,494	0,613	0,586

2. Συντελεστές των μεθόδων πρόβλεψης για το **σταθμό του Λονδίνου**:

i. Για τη μεταβλητή της **θερμοκρασίας**:

Πίνακας Δ.75. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1– σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία

Συντελεστής μέτρησης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α	0,918	0,836	0,781	0,759	0,749	0,732	0,715	0,687

Πίνακας Δ.16. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,892	0,774	0,686	0,614	0,260	0,237	0,212	0,427
α1	0	0	0	0	0,055	0,039	0,061	0,135
α2	0	0	0	0	0,004	0	0,067	0,006
α3	0	0	0	0	0,011	0,017	0,142	0
α4	0	0	0	0	0,018	0,043	0,103	0,002
α5	0	0	0	0	0,016	0,085	0,040	0
α6	0	0,016	0	0	0,026	0,143	0,003	0
α7	0	0,019	0	0	0,022	0,067	0	0
α8	0,014	0	0	0,023	0,011	0	0	0
α9	0,036	0,080	0,166	0,195	0,423	0,179	0,142	0,160

Πίνακας Δ.17. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,862	0,710	0,613	0,570	0,437	0,373	0,351	0,438
α1	0	0	0	0	0,053	0,093	0,101	0,105
α2	0	0	0	0	0	0	0,042	0,007
α3	0	0	0	0	0	0	0,073	0
α4	0	0	0	0	0	0,007	0,046	0,006
α5	0	0	0	0	0	0,065	0,019	0,002
α6	0	0,005	0	0	0	0,116	0,013	0,014
α7	0	0,033	0,001	0,016	0	0,063	0,023	0,015
α8	0,008	0	0,018	0,034	0,078	0,025	0,010	0,005
α9	0,014	0	0,023	0,010	0,155	0	0	0,003
α10	0	0	0,004	0,020	0,062	0	0	0,007
α11	0	0	0	0,044	0,006	0	0	0,010
α12	0	0	0	0,098	0	0	0	0
α13	0	0	0,019	0,049	0	0	0	0
α14	0	0,003	0,060	0,006	0	0	0	0
α15	0	0,015	0,102	0	0	0	0	0
α16	0	0,025	0,031	0	0	0	0	0
α17	0	0,050	0	0	0	0	0	0
α18	0,021	0,070	0	0	0	0	0	0
α19	0,029	0	0	0	0,004	0	0	0,005
α20	0,024	0	0	0	0	0	0	0,000
α21	0,001	0	0	0	0	0	0	0
α22	0	0	0	0	0	0	0	0
α23	0	0	0	0	0,030	0,053	0,105	0,146

(προς τα πίσω)

Πίνακας Δ.18. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Μέτρησης	α	0,856	0,652	0,546	0,503
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,068	0,195	0,226	0,316

Πίνακας Δ.19. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
α0	0,903	0,517	0,454	0,349	
α1	0	0	0	0	
α2	0	0	0	0,049	
α3	0	0	0	0	
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α4	0	0	0	
	α5	0	0	0	
	α6	0	0	0	
	α7	0	0	0,015	
	α8	0	0	0	
	α9	0	0	0,008	
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,062	0,280	0,270	0,323

Πίνακας Δ.20. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
α0	0,907	0,617	0,528	0,493	
α1	0	0	0	0	
α2	0	0	0	0	
α3	0	0	0	0	
α4	0	0	0	0	
α5	0	0	0	0	
α6	0	0	0	0	
α7	0	0	0	0	
α8	0	0	0	0	
α9	0	0	0	0,017	
α10	0	0	0	0,003	
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α11	0	0	0	
	α12	0	0	0	
	α13	0	0	0	
	α14	0	0	0	
	α15	0	0	0	
	α16	0	0	0	
	α17	0	0	0	
	α18	0	0	0,007	
	α19	0	0	0	
	α20	0	0	0	
	α21	0	0	0	
	α22	0	0	0	
	α23	0	0	0	
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,061	0,249	0,242	0,315

Πίνακας Δ.21. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Λονδίνου, θερμοκρασία

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Αναλογικού μοντέλου	α	1,036	0,903	0,772	0,754
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,083	0,147	0,173	0,272

ii. Για τη μεταβλητή της ταχύτητας του ανέμου:

Πίνακας Δ.22. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1– σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστής μέτρησης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α	0,775	0,643	0,539	0,465	0,413	0,375	0,345	0,316

Πίνακας Δ.23. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)								
	3	6	9	12	15	18	21	24	
(προς τα πίσω)	α0	0,661	0,543	0,443	0,366	0,189	0,152	0,141	0,179
	α1	0,087	0,078	0,063	0,051	0,058	0,052	0,057	0,071
	α2	0,039	0,019	0,026	0,021	0,027	0,031	0,052	0,037
	α3	0,014	0,014	0,011	0,007	0,022	0,024	0,047	0,009
	α4	0,005	0,009	0,002	0,001	0,019	0,033	0,039	0,011
	α5	0	0,001	0	0	0,018	0,038	0,024	0,002
	α6	0	0	0	0,005	0,026	0,047	0,015	0,004
	α7	0	0	0	0,000	0,028	0,035	0,009	0
	α8	0,008	0,003	0,001	0,021	0,034	0,020	0,005	0,006
	α9	0,014	0,034	0,058	0,064	0,122	0,055	0,041	0,055

Πίνακας Δ.24. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,654	0,532	0,430	0,354	0,239	0,198	0,177	0,182
α1	0,085	0,075	0,058	0,049	0,082	0,066	0,070	0,072
α2	0,038	0,017	0,023	0,021	0,025	0,033	0,042	0,029
α3	0,013	0,012	0,009	0,009	0,015	0,021	0,030	0,020
α4	0,002	0,004	0	0,004	0,002	0,015	0,023	0,017
α5	0	0	0	0	0,008	0,020	0,013	0,002
α6	0	0	0	0,001	0,005	0,032	0,015	0,003
α7	0	0	0	0	0	0,014	0,008	0
α8	0	0	0	0,004	0,029	0,017	0,009	0,000
α9	0	0	0	0,007	0,036	0,013	0	0,008
α10	0	0	0	0,010	0,024	0,005	0	0
α11	0	0	0,004	0,024	0,015	0,001	0	0
α12	0,007	0,000	0,017	0,032	0,010	0	0	0
α13	0,000	0,010	0,017	0,027	0,008	0	0	0,013
α14	0,006	0,012	0,029	0,012	0	0	0	0,008
α15	0,000	0,012	0,024	0,004	0	0	0	0
α16	0,004	0,012	0,019	0	0	0	0,007	0
α17	0,007	0,019	0,009	0	0	0	0,006	0,001
α18	0,006	0,018	0	0	0	0	0,002	0,002
α19	0,011	0,013	0	0	0	0,012	0,002	0
α20	0,012	0	0	0	0	0,000	0,001	0,012
α21	0,011	0	0	0,001	0	0,001	0,002	0,004
α22	0	0	0	0,006	0,012	0,004	0,004	0,008
α23	0	0	0	0	0,028	0,034	0,044	0,046

(προς τα πίσω)

Πίνακας Δ.25. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Μέτρησης	α	0,748	0,472	0,346	0,301
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,085	0,174	0,222	0,281

Πίνακας Δ.26. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
	α0	0,664	0,304	0,261	0,196
	α1	0,116	0,082	0,047	0,056
	α2	0,024	0	0,005	0,016
	α3	0	0	0	0
Μετρήσεων	α4	0,011	0	0	0
(προς τα πίσω)	α5	0	0	0	0
	α6	0	0	0	0
	α7	0	0	0	0
	α8	0	0	0	0
	α9	0	0	0	0
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,063	0,201	0,217	0,285

Πίνακας Δ.27. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
	α0	0,641	0,419	0,255	0,264
	α1	0,160	0,055	0,102	0,043
	α2	0,007	0	0	0
	α3	0	0	0	0
	α4	0,001	0	0	0
	α5	0	0	0	0
	α6	0	0	0	0
	α7	0	0	0	0
	α8	0	0	0	0
	α9	0	0	0	0
	α10	0	0	0	0
Μετρήσεων	α11	0	0	0	0
(προς τα πίσω)	α12	0	0	0	0
	α13	0	0	0	0
	α14	0	0	0	0
	α15	0	0	0	0
	α16	0,003	0	0	0
	α17	0	0	0	0
	α18	0	0	0	0
	α19	0	0	0	0
	α20	0	0	0	0
	α21	0	0	0	0
	α22	0	0	0	0
	α23	0	0	0	0
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,063	0,184	0,191	0,284

Πίνακας Δ.28. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Λονδίνου, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Αναλογικού μοντέλου	α	1,175	0,960	0,780	0,911
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,076	0,138	0,167	0,222

3. Συντελεστές των μεθόδων πρόβλεψης για το **σταθμό της Μελβούρνης**:i. Για τη μεταβλητή της **θερμοκρασίας**:

Πίνακας Δ.29. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ– σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία

Συντελεστής μέτρησης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α	0,852	0,713	0,607	0,538	0,500	0,486	0,449	0,418

Πίνακας Δ.30. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,822	0,653	0,501	0,392	0,264	0,310	0,281	0,393
α1	0,012	0	0	0,009	0,041	0,053	0,043	0,028
α2	0	0	0	0	0	0,010	0	0
α3	0	0	0	0	0,118	0,029	0,157	0
α4	0	0	0	0	0	0	0	0
α5	0	0	0	0	0	0	0	0
α6	0	0	0	0,059	0	0,135	0	0
α7	0	0	0	0,014	0	0	0	0
α8	0	0	0	0,024	0	0	0	0
α9	0,033	0,105	0,180	0,125	0,167	0	0	0,003

Πίνακας Δ.31. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,809	0,639	0,491	0,385	0,267	0,301	0,281	0,382
α1	0,008	0	0	0,013	0,062	0,057	0,064	0,036
α2	0	0	0	0	0,006	0,020	0,007	0
α3	0	0	0	0	0,073	0,022	0,126	0
α4	0	0	0	0	0,003	0,006	0	0
α5	0	0	0	0	0,015	0,001	0	0
α6	0	0	0	0,061	0,017	0,127	0	0
α7	0	0	0	0,013	0,011	0	0	0
α8	0	0	0	0,011	0,003	0	0	0
α9	0	0	0,090	0,051	0,129	0	0	0
α10	0	0	0,012	0,005	0	0	0	0
α11	0	0	0,011	0	0	0	0	0,006
α12	0	0,096	0,042	0,100	0	0	0	0
α13	0	0,008	0,001	0	0	0	0	0
α14	0	0,006	0	0	0	0	0	0
α15	0,076	0,034	0,060	0	0	0	0	0
α16	0	0	0	0	0	0	0	0
α17	0	0	0	0	0	0	0	0
α18	0	0,007	0	0	0	0	0	0
α19	0	0	0	0	0	0	0	0
α20	0	0	0	0	0	0	0	0
α21	0	0	0	0	0	0	0	0
α22	0	0	0	0	0	0	0	0
α23	0	0	0	0	0	0	0	0

(προς τα πίσω)

Πίνακας Δ.32. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Μέτρησης	α	0,985	0,422	0,520	0,308
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,107	0,211	0,241	0,223

Πίνακας Δ.33. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
α0	1,005	0,073	0,032	0,121
α1	0	0	0	0
α2	0	0	0	0
α3	0	0	0	0
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α4	0	0,147	0,233
	α5	0	0	0
	α6	0	0	0
	α7	0	0	0
	α8	0	0	0
	α9	0	0	0
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,101	0,271	0,313
		0,297		

Πίνακας Δ.34. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
α0	1,019	0,075	0	0,142
α1	0	0,076	0,169	0
α2	0	0	0	0
α3	0	0	0	0
α4	0	0	0	0
α5	0	0	0	0
α6	0	0,101	0,165	0
α7	0	0	0	0
α8	0	0	0	0
α9	0	0	0	0
α10	0	0	0	0
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α11	0	0	0
	α12	0	0	0
	α13	0	0	0
	α14	0	0	0
	α15	0	0	0
	α16	0	0	0
	α17	0	0	0
	α18	0	0	0
	α19	0	0	0
	α20	0	0	0
	α21	0	0	0
	α22	0	0	0
	α23	0	0	0
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,097	0,264	0,305
		0,275		

Πίνακας Δ.35. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Μελβούρνης, θερμοκρασία

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Αναλογικού μοντέλου	α	1,144	0,933	1,117	0,742
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,114	0,117	0,159	0,177

ii. Για τη μεταβλητή της ταχύτητας του ανέμου:

Πίνακας Δ.36. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ– σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστής μέτρησης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α	0,698	0,529	0,410	0,326	0,269	0,229	0,199	0,165

Πίνακας Δ.37. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,598	0,442	0,332	0,246	0,172	0,140	0,129	0,127
α1	0,064	0,050	0,036	0,030	0,037	0,039	0,038	0,029
α2	0,035	0,022	0,016	0,015	0,017	0,016	0,020	0,012
α3	0,019	0,018	0,012	0,017	0,030	0,030	0,035	0,013
α4	0,001	0	0,002	0	0,009	0,015	0,003	0
α5	0	0	0,002	0,004	0	0,009	0	0
α6	0,009	0,004	0,016	0,017	0,024	0,026	0,007	0
α7	0	0,006	0,003	0,012	0,013	0,005	0	0
α8	0,002	0,007	0,008	0,005	0,004	0	0	0
α9	0,018	0,033	0,041	0,042	0,033	0,002	0	0

Πίνακας Δ.38. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,596	0,441	0,331	0,246	0,165	0,134	0,123	0,123
α1	0,063	0,049	0,035	0,030	0,046	0,046	0,044	0,036
α2	0,035	0,022	0,016	0,014	0,024	0,022	0,030	0,017
α3	0,019	0,018	0,012	0,018	0,013	0,018	0,018	0,004
α4	0	0	0,002	0	0,015	0,019	0,010	0
α5	0	0	0,002	0,004	0,011	0,017	0,004	0
α6	0,007	0,003	0,015	0,017	0,012	0,015	0	0
α7	0	0,003	0	0,009	0,014	0,004	0	0
α8	0	0,001	0,001	0,000	0,016	0,003	0	0
α9	0	0,011	0,015	0,022	0,015	0	0	0
α10	0,002	0	0,007	0,010	0,004	0	0	0
α11	0,003	0,001	0,003	0,012	0	0	0	0
α12	0,009	0,014	0,020	0,015	0	0	0	0
α13	0	0,009	0,010	0	0	0	0	0
α14	0,001	0,001	0,009	0	0	0	0	0
α15	0,008	0,015	0,007	0	0	0	0	0
α16	0,005	0,008	0	0	0	0	0	0
α17	0,001	0,005	0	0	0	0	0	0
α18	0,010	0,003	0	0	0	0	0	0
α19	0,005	0	0	0	0	0	0	0
α20	0	0	0	0	0	0	0	0
α21	0	0	0	0	0	0	0	0
α22	0	0	0	0	0	0	0	0
α23	0	0	0	0	0	0	0	0

(προς τα πίσω)

Πίνακας Δ.39. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Μέτρησης	α	0,682	0,342	0,236	0,179
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,113	0,171	0,183	0,210

Πίνακας Δ.40. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
α0	0,596	0,186	0,143	0,135	
α1	0,062	0,048	0,043	0	
α2	0	0,048	0	0	
α3	0,028	0	0	0	
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α4	0	0	0	
	α5	0	0,032	0	
	α6	0,023	0	0	
	α7	0	0,013	0,031	
	α8	0,007	0	0	
	α9	0,002	0	0	
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,102	0,154	0,168	0,222

Πίνακας Δ.41. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
α0	0,624	0,224	0,194	0,176	
α1	0,056	0,007	0	0	
α2	0	0,006	0	0	
α3	0,007	0,038	0,013	0	
α4	0	0,038	0	0	
α5	0	0	0	0	
α6	0,014	0	0	0	
α7	0	0,028	0	0	
α8	0	0,001	0	0	
α9	0	0,009	0,028	0	
α10	0,024	0,016	0,018	0	
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α11	0	0	0	
	α12	0,001	0	0	
	α13	0	0	0	
	α14	0	0	0	
	α15	0	0	0	
	α16	0	0	0	
	α17	0	0	0	
	α18	0	0	0	
	α19	0	0	0	
	α20	0	0	0	
	α21	0	0	0	
	α22	0	0	0	
	α23	0	0	0	
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,099	0,163	0,171	0,224

Πίνακας Δ.42. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Μελβούρνης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Αναλογικού μοντέλου	α	1,151	0,888	0,850	0,892
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,103	0,123	0,140	0,175

4. Συντελεστές των μεθόδων πρόβλεψης για το **σταθμό της Νέας Υόρκης**:

i. Για τη μεταβλητή της **θερμοκρασίας**:

Πίνακας Δ.43. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ1 – σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία

Συντελεστής μέτρησης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α	0,949	0,881	0,813	0,754	0,702	0,657	0,615	0,572

Πίνακας Δ.44. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ10 – σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,949	0,880	0,806	0,731	0,682	0,657	0,616	0,573
α1	0	0	0	0	0	0	0	0
α2	0	0	0	0	0	0	0	0
α3	0	0	0	0	0	0	0	0
α4	0	0	0	0	0	0	0	0
α5	0	0	0	0	0	0	0	0
α6	0	0	0	0	0	0	0	0
α7	0	0	0	0	0	0	0	0
α8	0	0	0	0	0	0	0	0
α9	0	0	0,008	0,027	0,024	0	0	0

Πίνακας Δ.45. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,949	0,876	0,797	0,731	0,683	0,660	0,619	0,576
α1	0	0	0	0	0	0	0	0
α2	0	0	0	0	0	0	0	0
α3	0	0	0	0	0	0	0	0
α4	0	0	0	0	0	0	0	0
α5	0	0	0	0	0	0	0	0
α6	0	0	0	0	0	0	0	0
α7	0	0	0	0	0	0	0	0
α8	0	0	0	0	0	0	0	0
α9	0	0	0	0	0,025	0	0	0
α10	0	0	0	0,009	0	0	0	0
α11	0	0	0	0,020	0	0	0	0
α12	0	0	0	0,002	0	0	0	0
α13	0	0	0,023	0	0	0	0	0
α14	0	0	0	0	0	0	0	0
α15	0	0,007	0	0	0	0	0	0
α16	0	0	0	0	0	0	0	0
α17	0	0	0	0	0	0	0	0
α18	0	0	0	0	0	0	0	0
α19	0	0	0	0	0	0	0	0
α20	0	0	0	0	0	0	0	0
α21	0	0	0	0	0	0	0	0
α22	0	0	0	0	0	0	0	0
α23	0	0	0	0	0	0	0	0

(προς τα πίσω)

Πίνακας Δ.46. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Μέτρησης	α	0,861	0,719	0,575	0,476
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,102	0,234	0,300	0,362

Πίνακας Δ.47. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
α0	0,843	0,683	0,532	0,430
α1	0	0	0	0
α2	0	0	0	0
α3	0	0	0	0
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α4	0	0	0
	α5	0	0	0
	α6	0	0	0
	α7	0	0	0
	α8	0	0,009	0,017
	α9	0,021	0,038	0,038
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,101	0,230	0,295

Πίνακας Δ.48. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
	3	6	9	12
α0	0,839	0,677	0,528	0,426
α1	0	0	0	0
α2	0	0	0	0
α3	0	0	0	0
α4	0	0	0	0
α5	0	0	0	0
α6	0	0	0	0
α7	0	0	0	0
α8	0	0,011	0,019	0
α9	0,014	0,041	0,040	0,063
α10	0,008	0	0	0
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α11	0	0	0
	α12	0	0	0
	α13	0	0	0
	α14	0	0	0
	α15	0	0	0
	α16	0	0	0
	α17	0	0	0
	α18	0	0	0
	α19	0	0	0
	α20	0	0	0
	α21	0	0	0
	α22	0	0	0
	α23	0	0	0
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,103	0,231	0,296

Πίνακας Δ.49. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Νέας Υόρκης, θερμοκρασία

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Αναλογικού μοντέλου	α	1,006	0,916	0,790	0,680
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,043	0,162	0,236	0,310

ii. Για τη μεταβλητή της ταχύτητας του ανέμου:

Πίνακας Δ.50. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ– σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστής μέτρησης	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α	0,643	0,471	0,352	0,267	0,211	0,175	0,151	0,123

Πίνακας Δ.51. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜΙ0 – σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)								
	3	6	9	12	15	18	21	24	
α0	0,479	0,344	0,247	0,183	0,133	0,104	0,097	0,102	
α1	0,131	0,096	0,076	0,046	0,040	0,035	0,038	0,026	
α2	0,052	0,034	0,032	0,021	0,016	0,014	0,014	0	
α3	0,019	0,016	0,007	0,011	0,011	0,021	0,024	0	
α4	0,007	0,012	0	0,006	0,007	0,016	0	0	
α5	0	0,005	0,001	0,003	0,004	0,006	0	0	
α6	0,002	0	0,004	0,006	0,016	0,020	0	0	
α7	0,005	0	0,005	0,004	0,014	0	0	0	
α8	0,014	0,004	0,008	0,010	0,008	0	0	0	
α9	0,001	0,022	0,031	0,037	0,018	0	0	0	

Πίνακας Δ.52. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΜ24 – σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές μετρήσεων	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
α0	0,477	0,342	0,246	0,182	0,132	0,103	0,096	0,103
α1	0,131	0,094	0,075	0,045	0,040	0,032	0,037	0,026
α2	0,051	0,033	0,031	0,022	0,017	0,013	0,013	0
α3	0,020	0,016	0,007	0,010	0,011	0,023	0,026	0
α4	0,006	0,012	0	0,006	0,006	0,015	0	0
α5	0	0,006	0,002	0,005	0,005	0,006	0	0
α6	0,002	0	0,004	0,004	0,017	0,020	0	0
α7	0,005	0	0,002	0,003	0,014	0	0	0
α8	0,003	0,001	0,003	0,006	0,006	0	0	0
α9	0	0,002	0,007	0,017	0,018	0	0	0
α10	0	0	0,004	0,013	0	0	0	0
α11	0	0,001	0,002	0,005	0	0	0	0
α12	0	0,006	0,017	0,017	0	0	0	0
α13	0,005	0,007	0,016	0	0	0	0	0
α14	0,002	0,003	0,004	0	0	0	0	0
α15	0,003	0,016	0,010	0	0	0	0	0
α16	0,004	0,014	0	0	0	0	0	0
α17	0,002	0	0	0	0	0	0	0
α18	0,011	0,004	0	0	0	0	0	0
α19	0,007	0	0	0	0	0	0	0
α20	0	0	0	0	0	0	0	0
α21	0	0	0	0	0	0	0	0
α22	0	0	0	0	0	0	0	0
α23	0	0	0	0	0	0	0	0

(προς τα πίσω)

Πίνακας Δ.53. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ1 – σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Μέτρησης	α	0,560	0,342	0,236	0,179
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,113	0,171	0,183	0,210

Πίνακας Δ.54. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ10 – σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
	α0	0,392	0,252	0,157	0,131
	α1	0,135	0,068	0,042	0,045
	α2	0,029	0,026	0,018	0,012
	α3	0,003	0	0	0
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α4	0,025	0	0	0
	α5	0,010	0	0	0
	α6	0,006	0,004	0	0
	α7	0	0	0	0
	α8	0,033	0,006	0	0,000
	α9	0,012	0,056	0,013	0,019
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,205	0,303	0,316	0,314

Πίνακας Δ.55. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΜ24– σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές	Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)				
	3	6	9	12	
	α0	0,376	0,253	0,165	0,134
	α1	0,132	0,067	0,045	0,033
	α2	0,039	0,027	0,017	0,021
	α3	0	0	0	0
	α4	0,035	0	0	0
	α5	0,011	0	0	0
	α6	0,010	0,019	0	0
	α7	0	0	0	0
	α8	0,024	0	0	0
	α9	0	0,023	0	0,022
	α10	0	0,019	0	0,001
Μετρήσεων (προς τα πίσω)	α11	0,010	0,024	0,006	0
	α12	0,006	0	0,022	0,005
	α13	0	0	0	0
	α14	0	0	0	0
	α15	0	0	0,001	0
	α16	0	0	0	0
	α17	0	0	0	0
	α18	0	0	0	0
	α19	0	0	0	0
	α20	0	0	0	0
	α21	0	0	0	0
	α22	0	0	0	0
	α23	0	0	0	0
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,211	0,289	0,309	0,308

Πίνακας Δ.56. Συντελεστές βαρύτητας της μεθόδου ΣΠΑΜ– σταθμός Νέας Υόρκης, ταχύτητα ανέμου

Συντελεστές		Χρονικό βάθος πρόγνωσης (ώρες)			
		3	6	9	12
Αναλογικού μοντέλου	α	1,008	0,692	0,461	0,579
Πρόβλεψης α.μ.	β	0,123	0,253	0,269	0,245

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

Κώδικας MATLAB για το αναλογικό μοντέλο

Στο παράρτημα Ε παρουσιάζεται ο κώδικας MATLAB που δημιουργήθηκε για το αναλογικό μοντέλο. Ο κώδικας αυτός δημιουργήθηκε επειδή λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων δεν ήταν δυνατή η εφαρμογή του αναλογικού μοντέλου στο excel όπως έγινε με τις υπόλοιπες μεθόδους. Σημειώνεται ότι η άδεια χρήσης για το λογισμικό MATLAB είναι του ΕΜΠ.

Ο κώδικας είναι ο εξής:

```

clc; clear all; format long;
S=load('A.txt'); S=S(1:B);
%p0=floor(0.5* numel(S))
p0=Γ; s=Δ; g=Ε; h=ΣΤ; %h<p0 and s<=numel(S)-p0
V=NaN(numel(S)-p0,s); n=V; DV=V;
for l=1:s
for r=1: numel(S)-p0-l+1
clear D;
p=p0+r-1; for I=1:p-h; D(I,1:h)=abs(S(I:I+h-1)-S(p-
h+1:p)); end
Max=max(D')'; P=find(Max<=g); n(r+1-1,l)=numel(P);
V(r+1-1,l)=nanmean(S(P+h-1+1,1));
DV(r+1-1,l)=V(r+1-1,l)-S(p+1,1);
%[l r min(DV(:,l)) max(DV(:,l))]
end
l
end
xlswrite('Z.xlsx',n,'analogue_n','B2');
xlswrite('Z.xlsx',V,'analogue_V','B2');
xlswrite('Z.xlsx',DV,'analogue_DV','B2');

```

Σημειώνεται ότι **A**, **Z** είναι ονόματα αρχείων που καθορίζονται από τη εκάστοτε μεταβλητή και **B**, **Γ**, **Δ**, **Ε**, **ΣΤ** είναι μη σταθερές τιμές που διαμορφώνονται ανάλογα με τη μεταβλητή, το μήκος της χρονοσειράς και το επιθυμητό χρονικό βάθος πρόγνωσης. Συγκεκριμένα, οι τιμές αυτές προσδιορίζουν:

A: το όνομα του αρχείου txt στο οποίο βρίσκεται η χρονοσειρά

- B** : το μήκος της χρονοσειράς που λαμβάνεται υπόψη συνολικά
- Γ** : το μήκος της χρονοσειράς στο οποίο γίνεται αρχικά η αναζήτηση των ανάλογων καταστάσεων
- Δ** : ο αριθμός των χρονικών βημάτων όπου θα πραγματοποιείται η πρόγνωση (ανάλογα με το χρονικό βήμα της χρονοσειράς και το επιθυμητό χρονικό βάθος της πρόγνωσης)
- E** : το όριο της διαφοράς 2 τιμών που καθορίζει αν αυτές θεωρούνται ή όχι ανάλογες
- ΣΤ** : ο αριθμός των προηγούμενων καταστάσεων που θα λαμβάνονται υπόψη
- Z** : το όνομα του αρχείου excel στο οποίο αποθηκεύεται το αποτέλεσμα της εφαρμογής του κώδικα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ

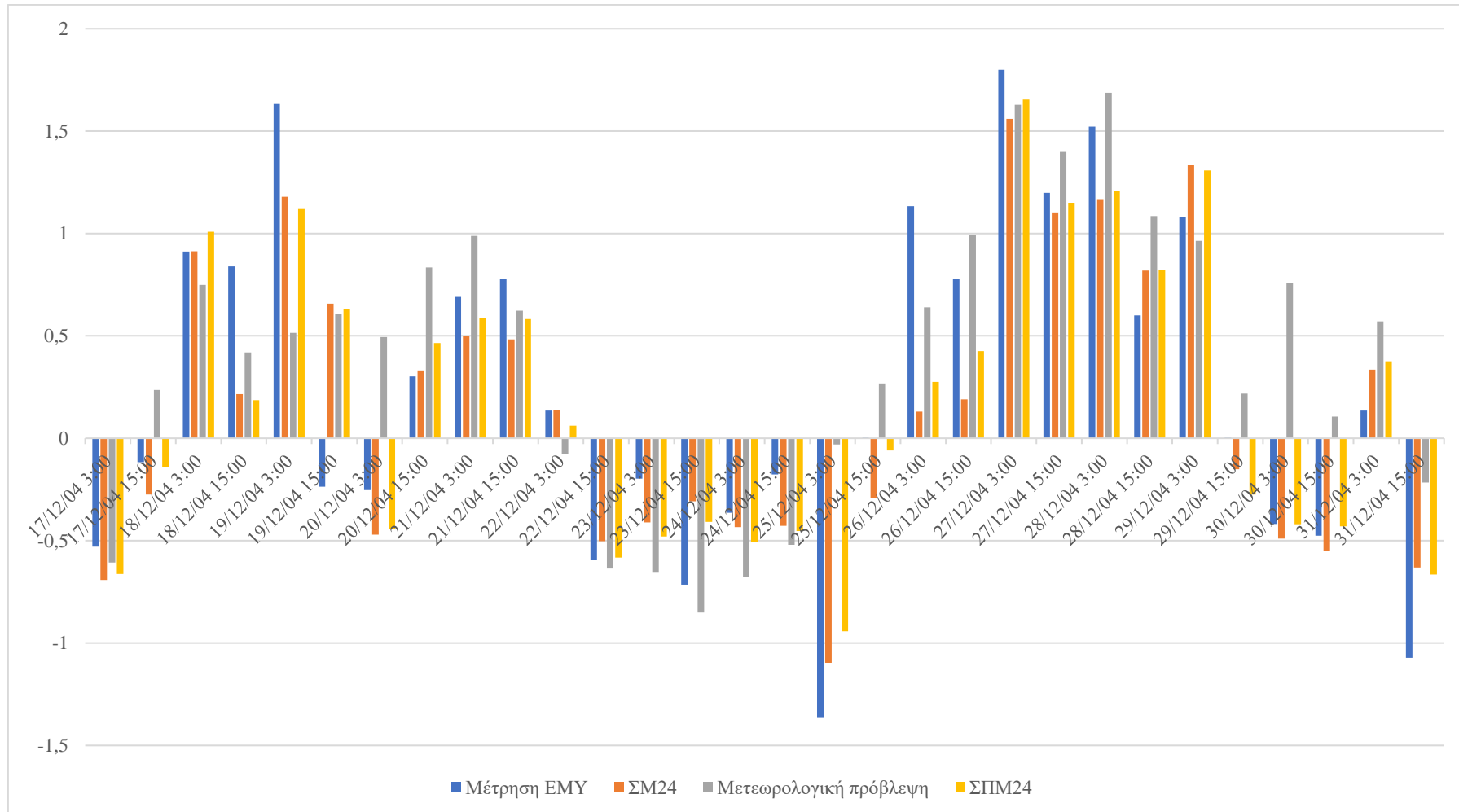
Σύγκριση τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 για το σταθμό της ΕΜΥ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

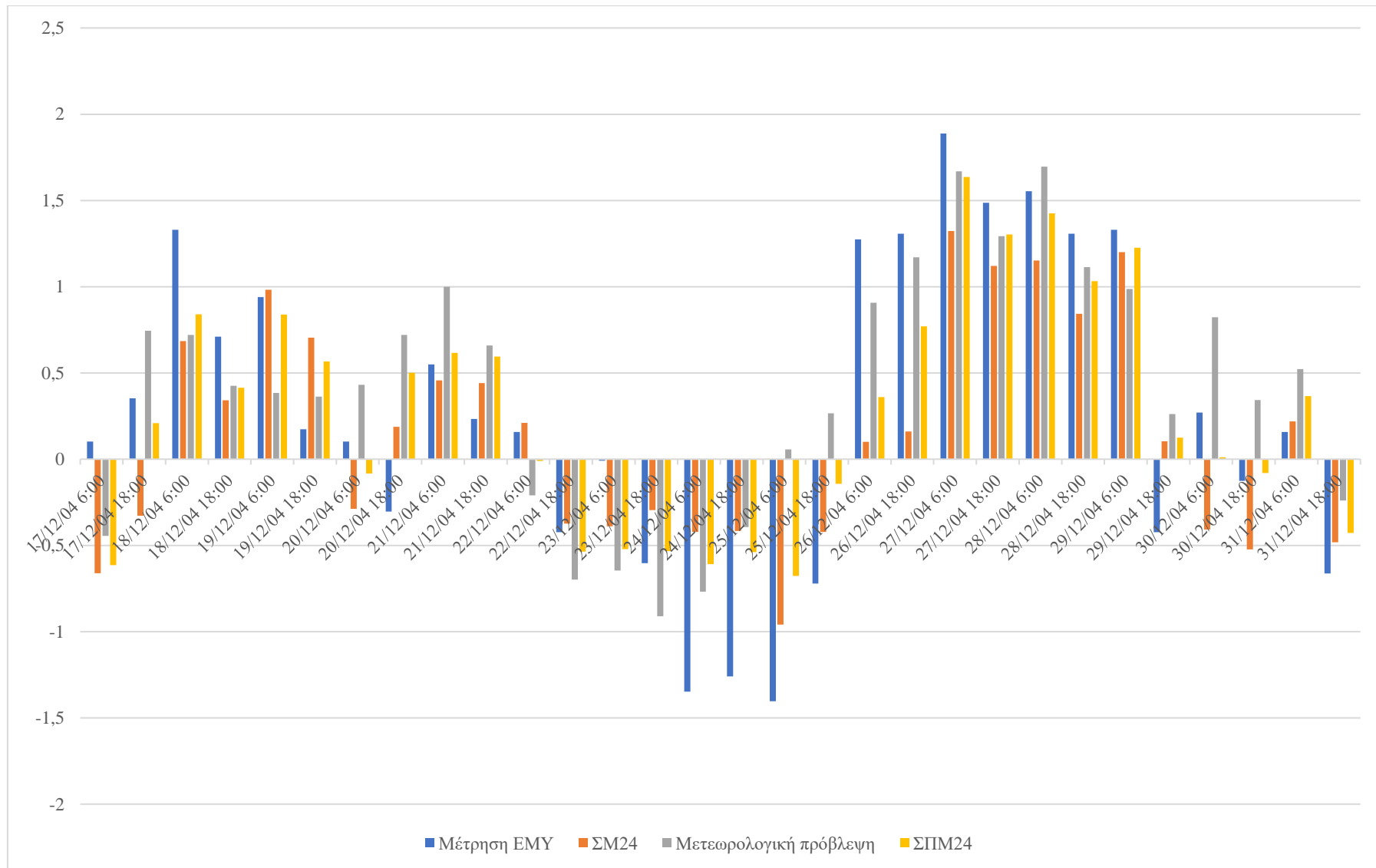
Διάγραμμα ΣΤ.1. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία, 3ωρη πρόγνωση	ΣΤ-1
Διάγραμμα ΣΤ.2. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία, 6ωρη πρόγνωση	ΣΤ-2
Διάγραμμα ΣΤ.3. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία, 9ωρη πρόγνωση	ΣΤ-3
Διάγραμμα ΣΤ.4. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία, 12ωρη πρόγνωση	ΣΤ-4
Διάγραμμα ΣΤ.5. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση, 3ωρη πρόγνωση.....	ΣΤ-5
Διάγραμμα ΣΤ.6. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση, 6ωρη πρόγνωση.....	ΣΤ-6
Διάγραμμα ΣΤ.7. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση, 9ωρη πρόγνωση.....	ΣΤ-7
Διάγραμμα ΣΤ.8. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση, 12ωρη πρόγνωση.....	ΣΤ-8
Διάγραμμα ΣΤ.9. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου, 3ωρη πρόγνωση.....	ΣΤ-9
Διάγραμμα ΣΤ.10. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου, 6ωρη πρόγνωση.....	ΣΤ-10
Διάγραμμα ΣΤ.11. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου, 9ωρη πρόγνωση.....	ΣΤ-11
Διάγραμμα ΣΤ.12. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, ταχύτητα ανέμου, 12ωρη πρόγνωση.....	ΣΤ-12
Διάγραμμα ΣΤ.13. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση, 3ωρη πρόγνωση	ΣΤ-13
Διάγραμμα ΣΤ.14. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση, 6ωρη πρόγνωση	ΣΤ-14
Διάγραμμα ΣΤ.15. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση, 9ωρη πρόγνωση	ΣΤ-15

- Διάγραμμα ΣΤ.16. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, συνολική κατακρήμνιση, 12ωρη πρόγνωση ΣΤ-16
- Διάγραμμα ΣΤ.17. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία, 3ωρη πρόγνωση ΣΤ-17
- Διάγραμμα ΣΤ.18. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία, 6ωρη πρόγνωση ΣΤ-18
- Διάγραμμα ΣΤ.19. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία, 9ωρη πρόγνωση ΣΤ-19
- Διάγραμμα ΣΤ.20. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, σχετική υγρασία, 12ωρη πρόγνωση ΣΤ-20

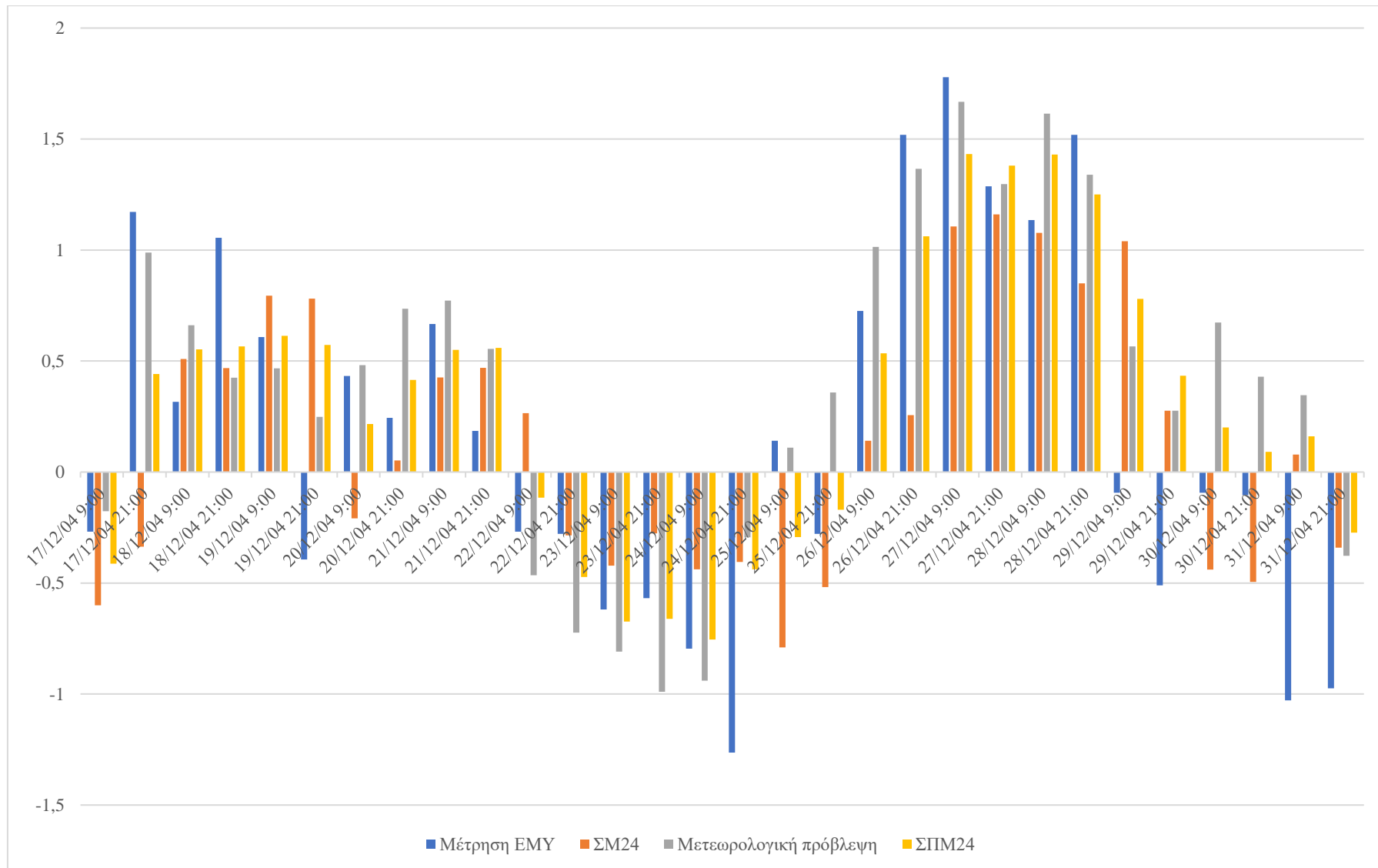
Στο παράρτημα ΣΤ παρουσιάζεται οι τυποποιημένες τιμές μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 για το σταθμό της ΕΜΥ για 15 ημέρες του Δεκεμβρίου 2004, ώστε να πραγματοποιηθεί σύγκριση μεταξύ αυτών.



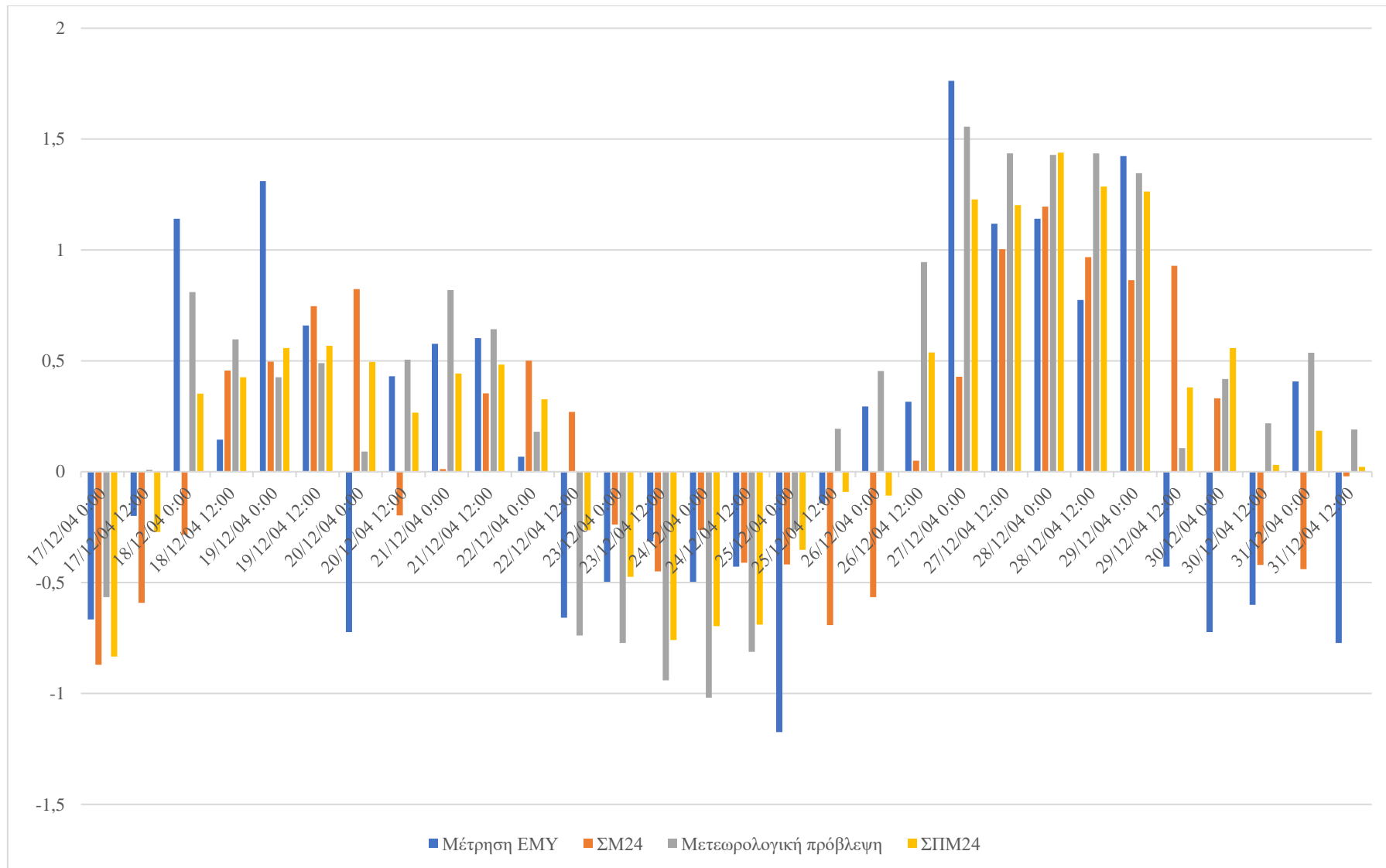
Διάγραμμα ΣΤ.1. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, θερμοκρασία, ζωρη πρόγνωση



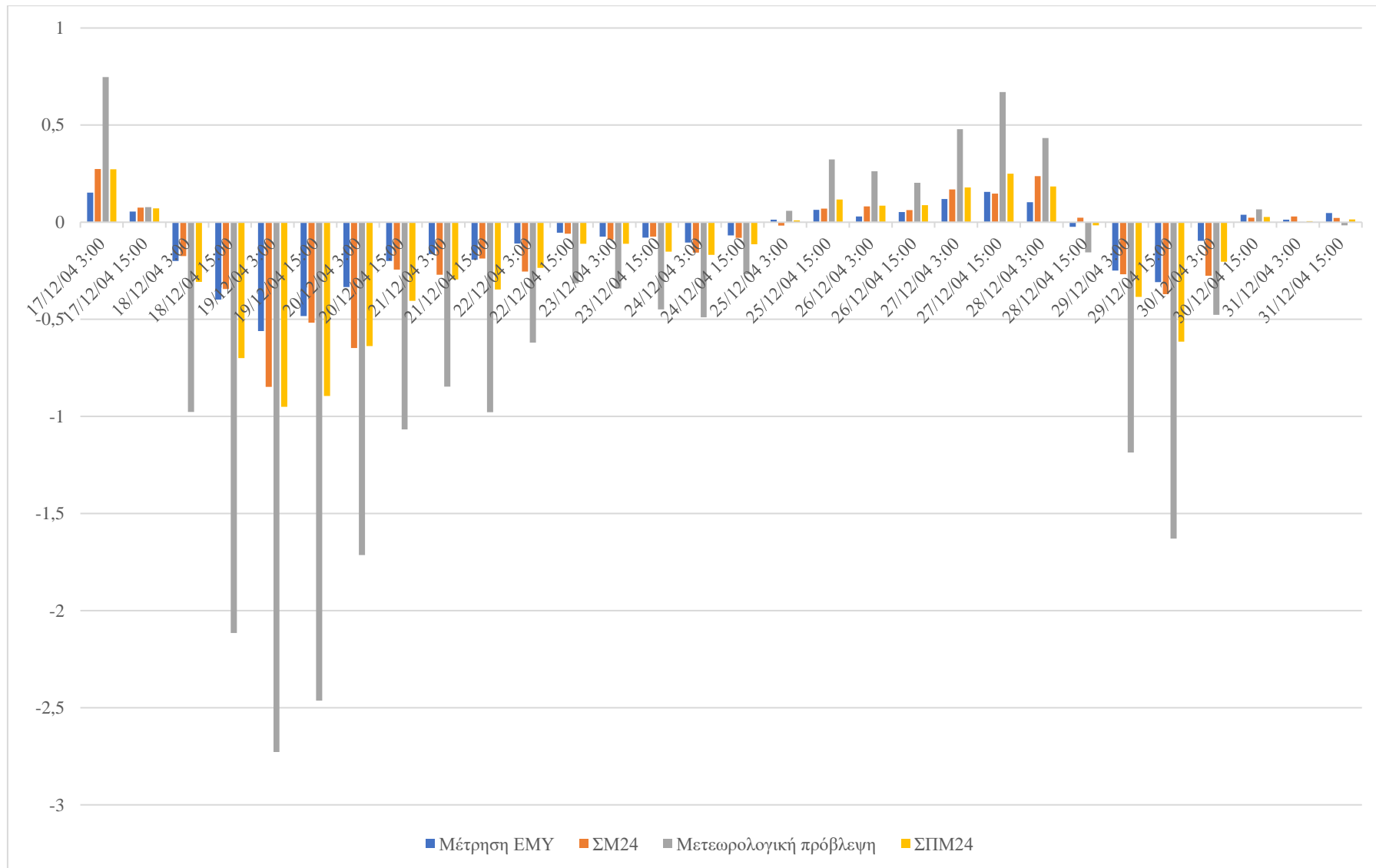
Διάγραμμα ΣΤ.2. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, θερμοκρασία, δωρη πρόγνωση



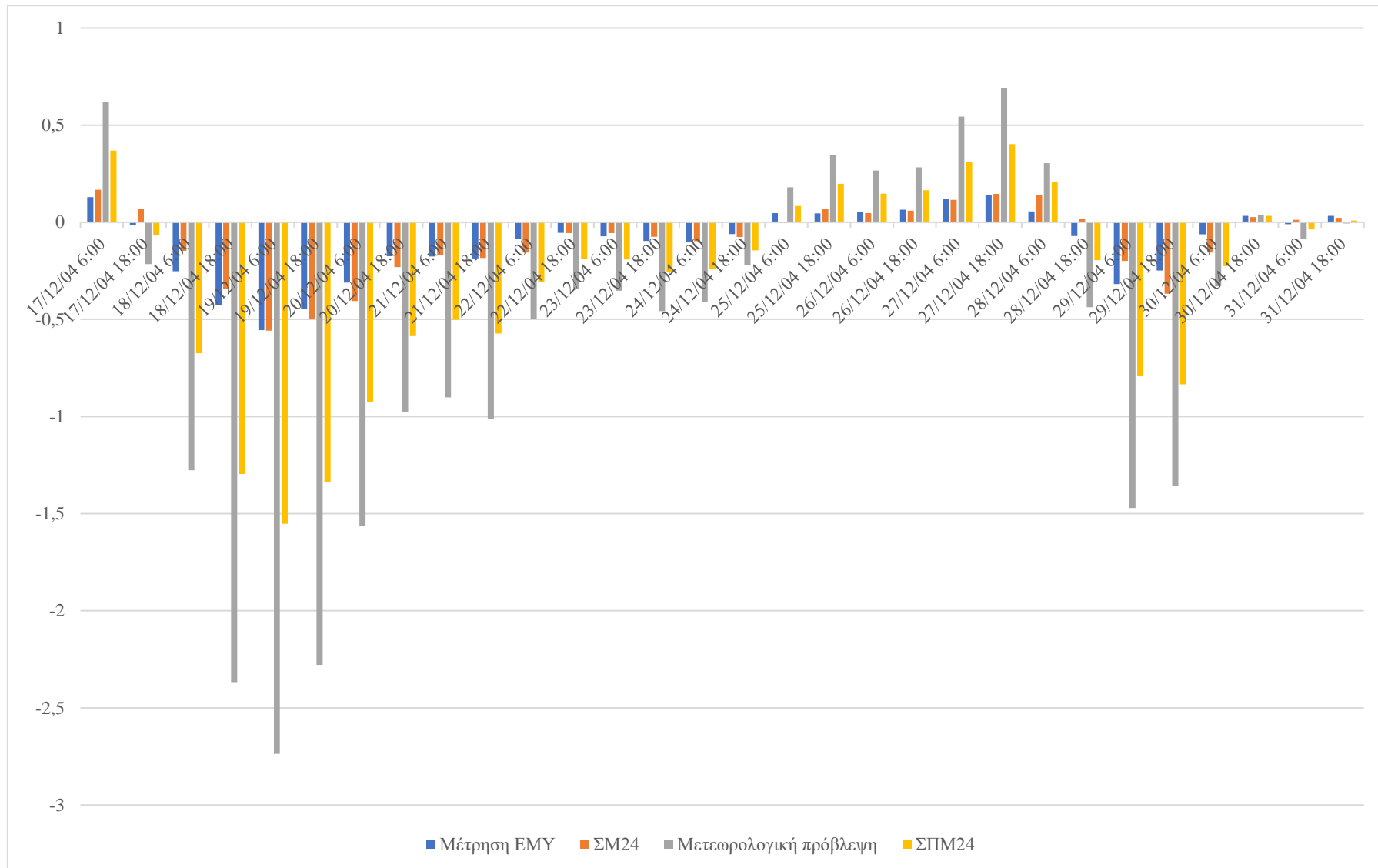
Διάγραμμα ΣΤ.3. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, θερμοκρασία, 9ωρη πρόγνωση



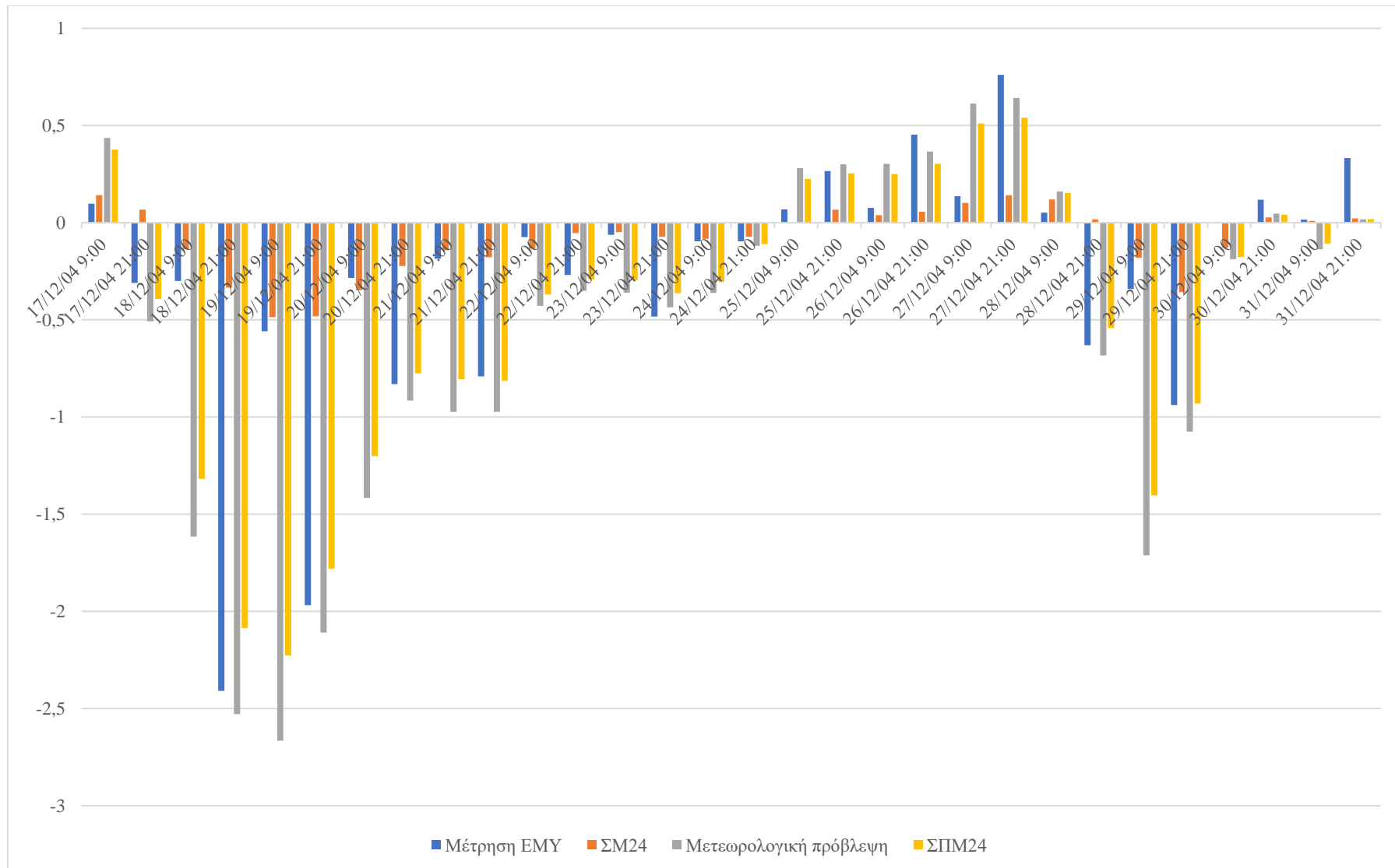
Διάγραμμα ΣΤ.4. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, θερμοκρασία, 12ωρη πρόγνωση



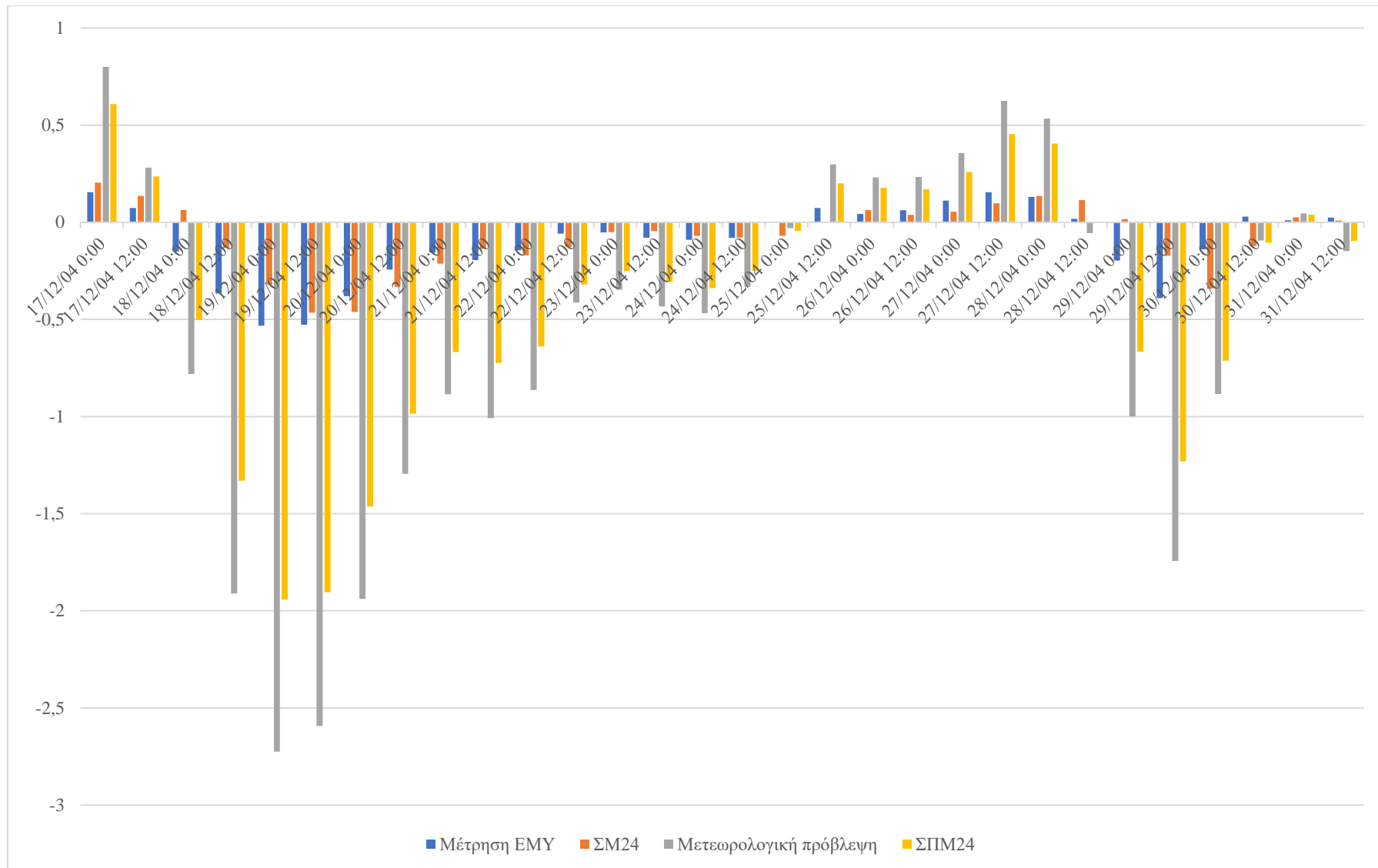
Διάγραμμα ΣΤ.5. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, ατμοσφαιρική πίεση, ζωρη πρόγνωση



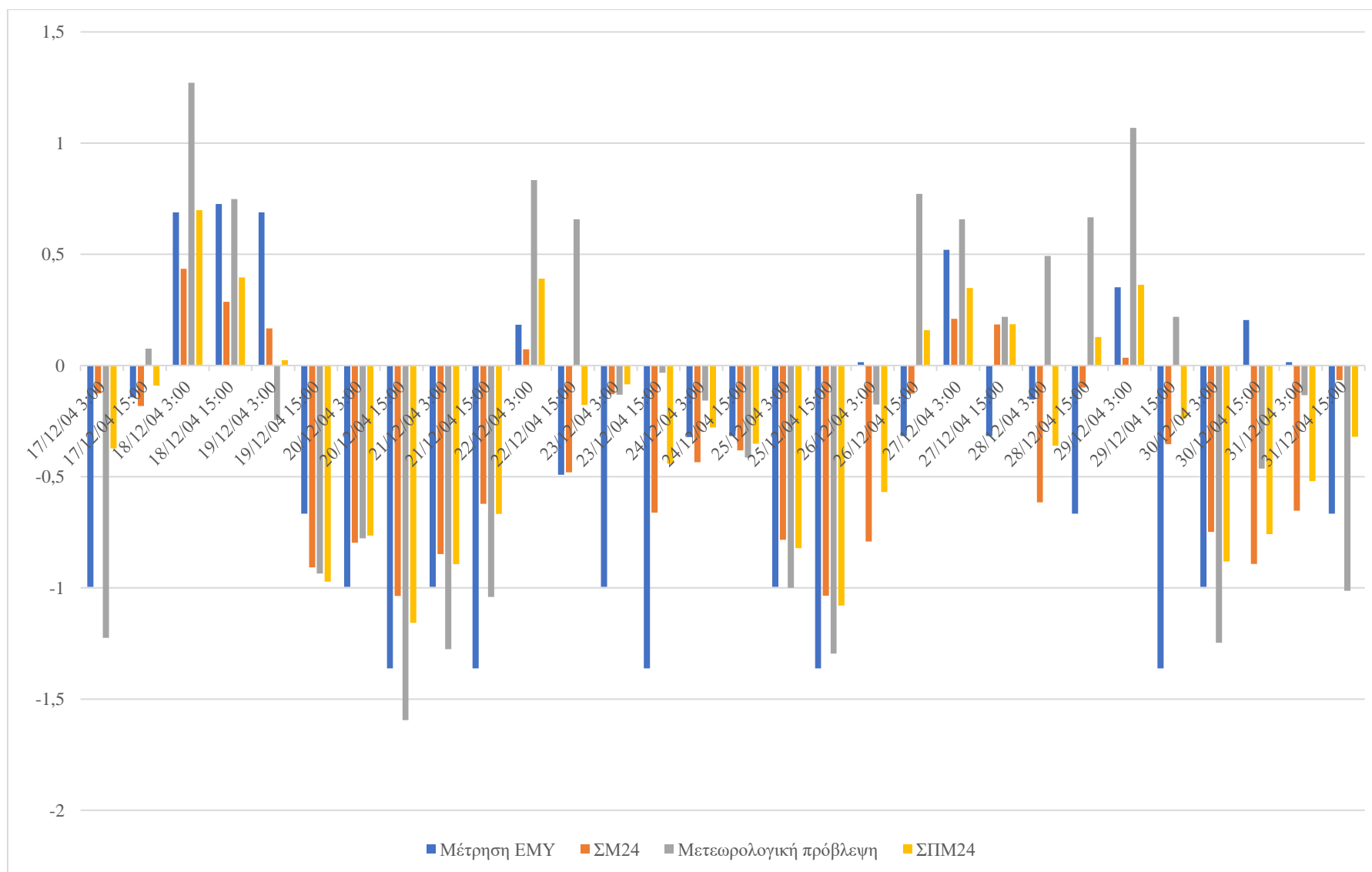
Διάγραμμα ΣΤ.6. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, ατμοσφαιρική πίεση, βωρη πρόγνωση



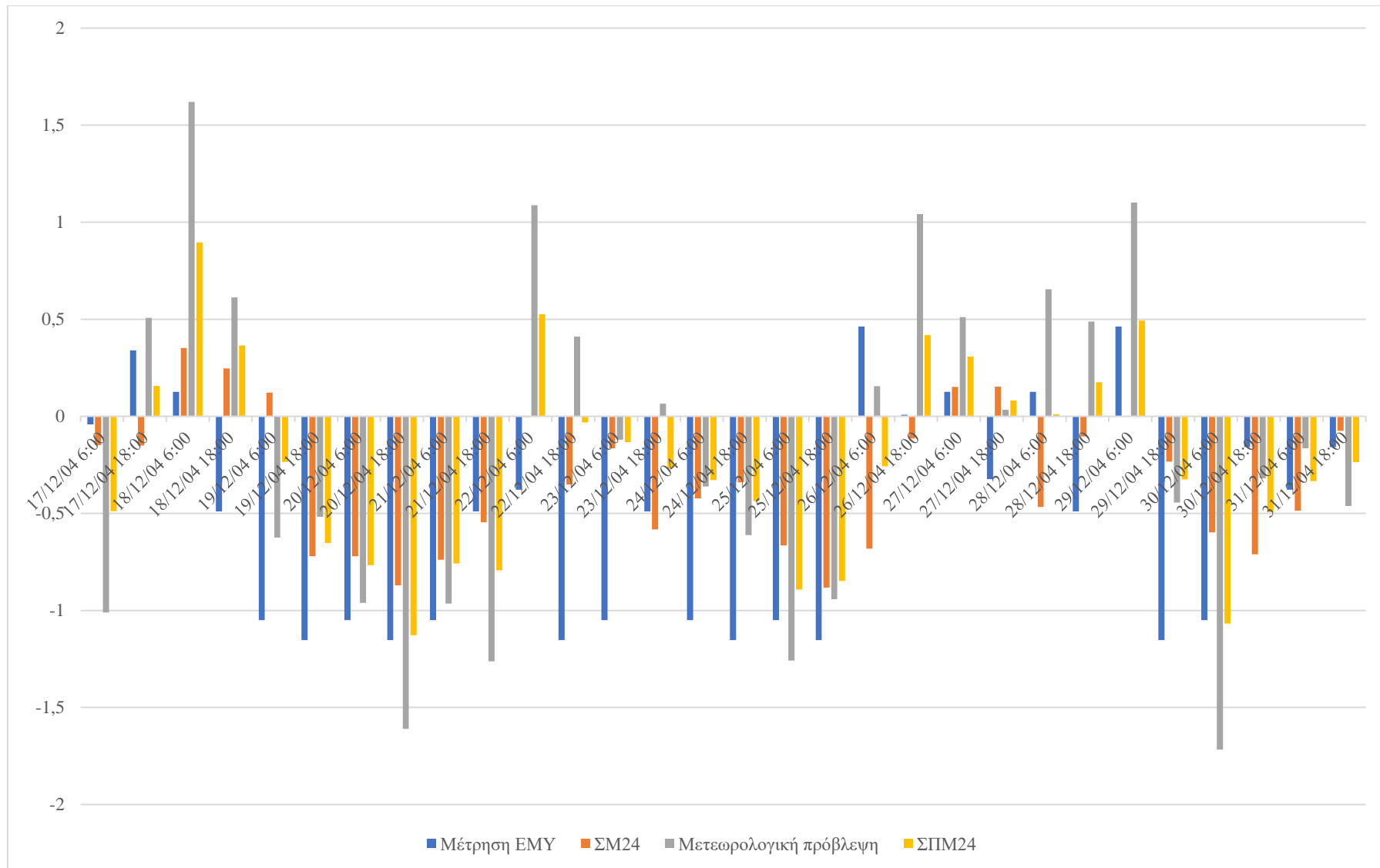
Διάγραμμα ΣΤ.7. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός ΕΜΥ, ατμοσφαιρική πίεση, θωρη πρόγνωση



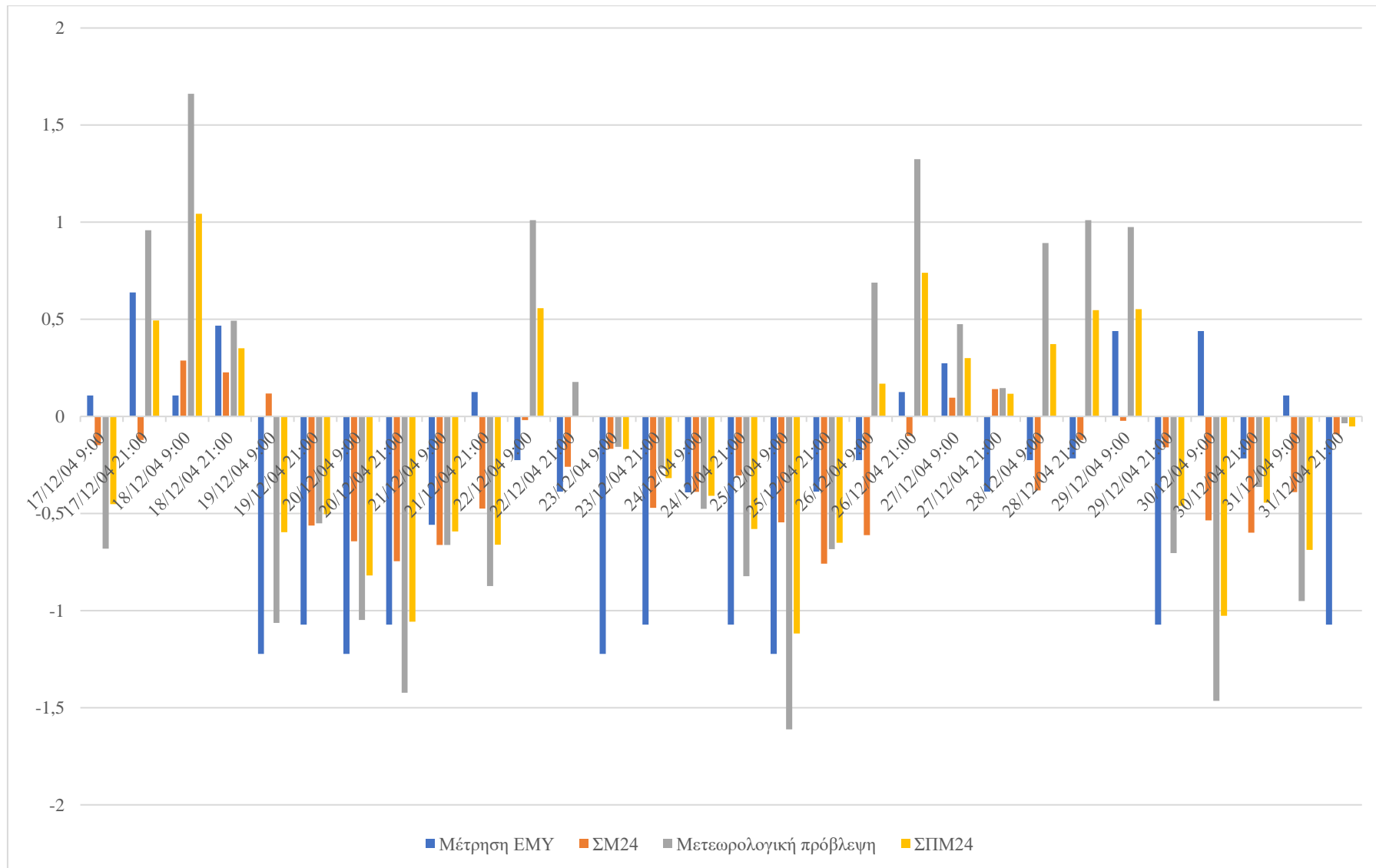
Διάγραμμα ΣΤ.8. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, ατμοσφαιρική πίεση, 12ωρη πρόγνωση



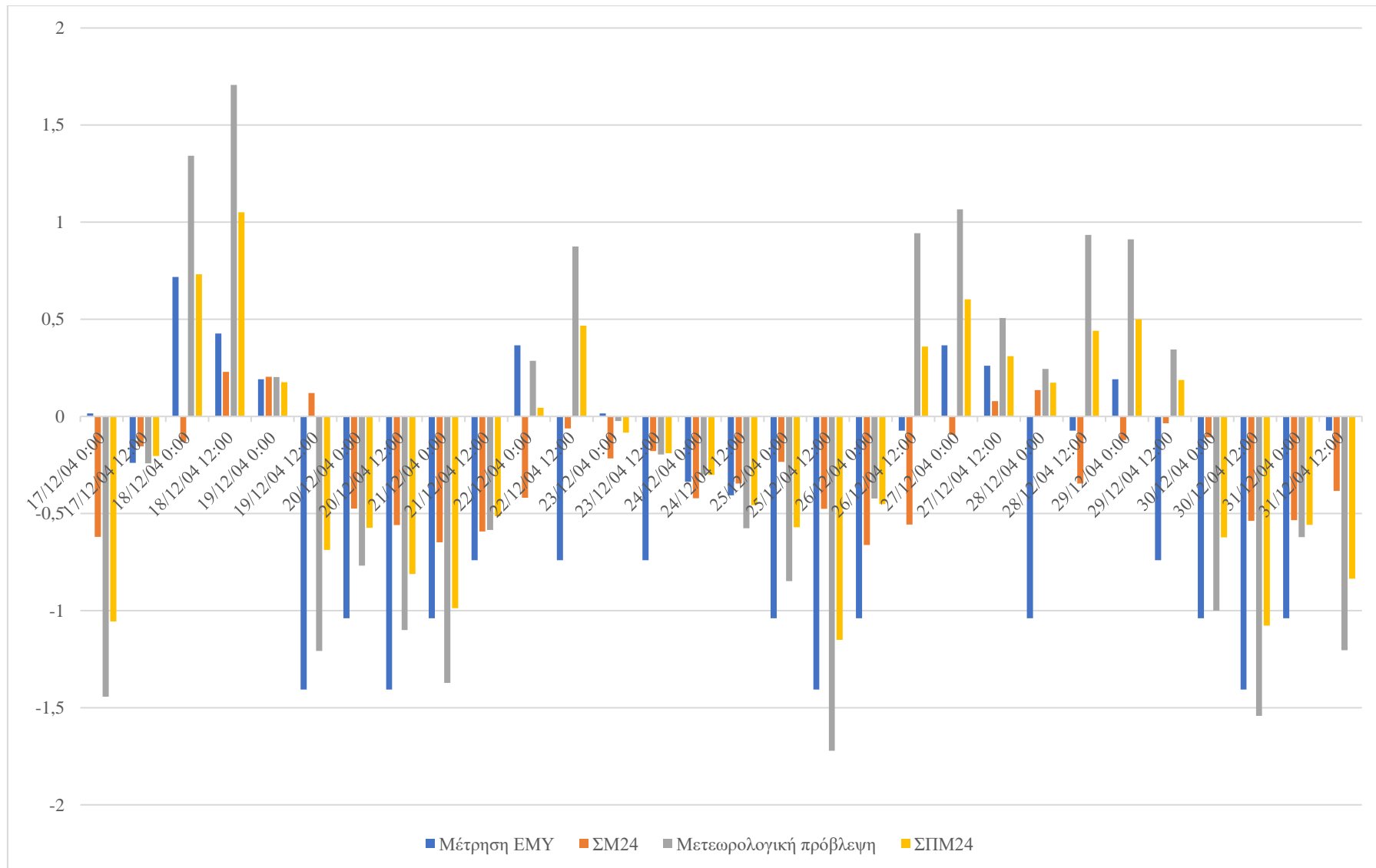
Διάγραμμα ΣΤ.9. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, ταχύτητα ανέμου, 3ωρη πρόγνωση



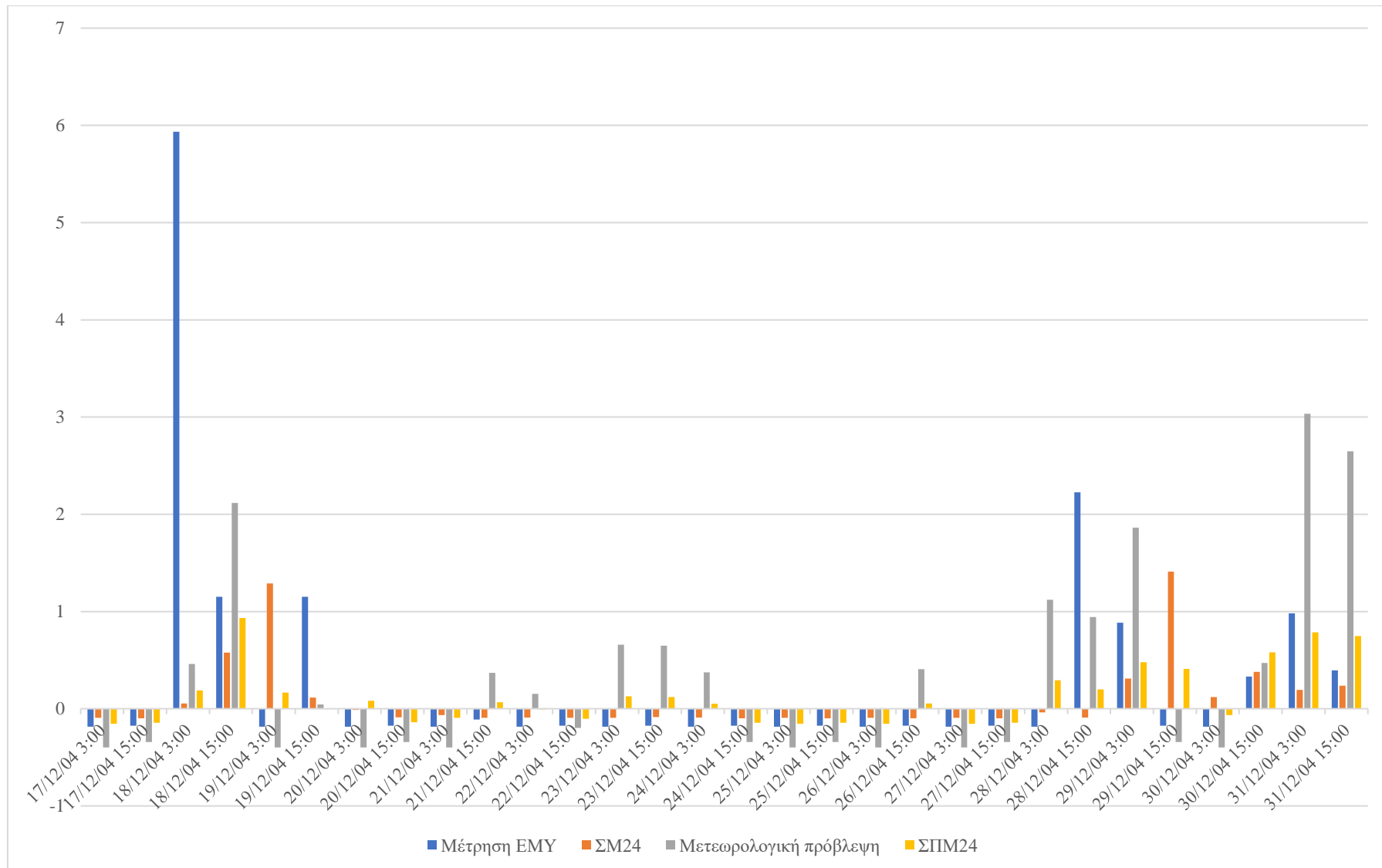
Διάγραμμα ΣΤ.10. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, ταχύτητα ανέμου, βωρη πρόγνωση



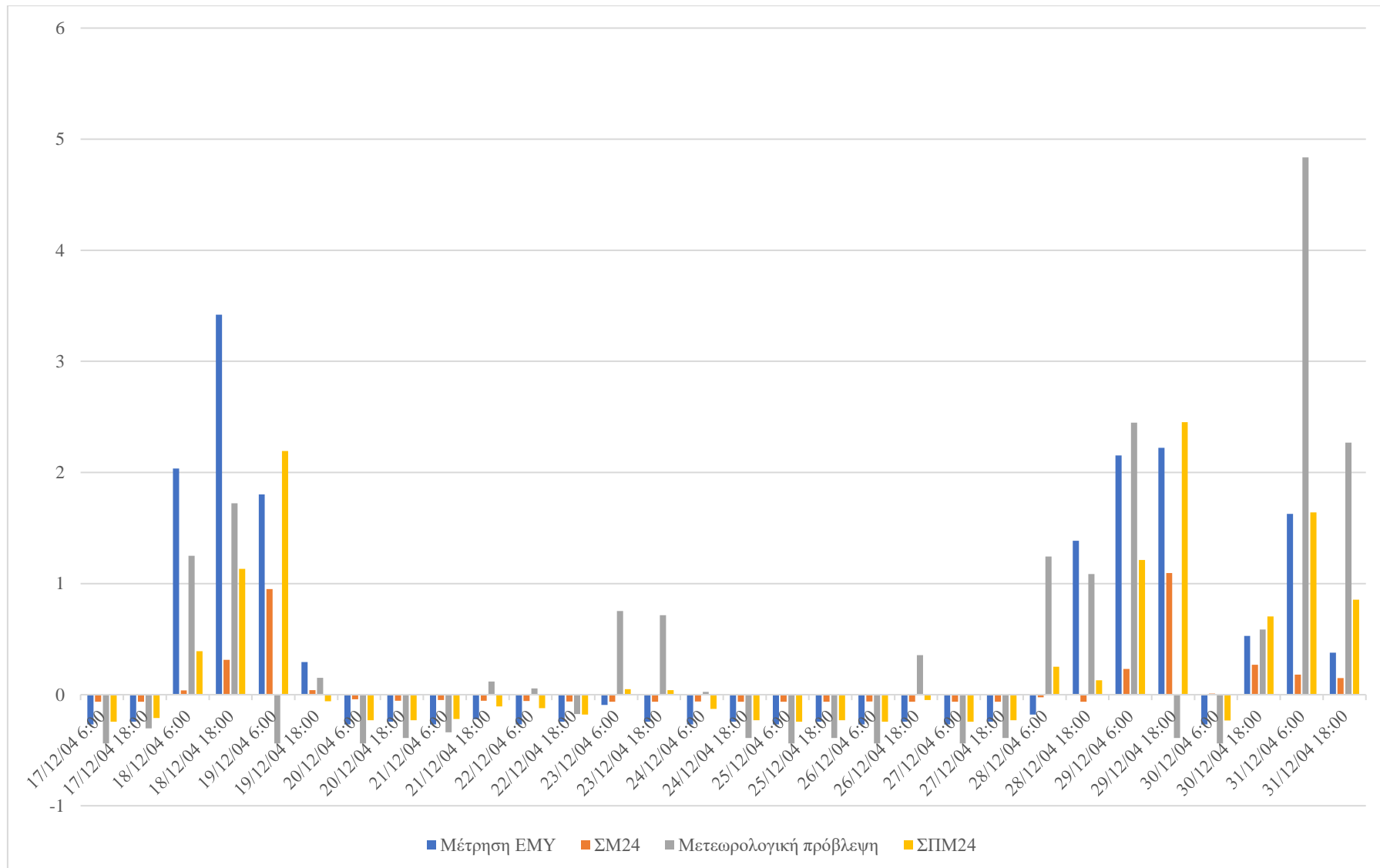
Διάγραμμα ΣΤ.11. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, ταχύτητα ανέμου, 9ωρη πρόγνωση



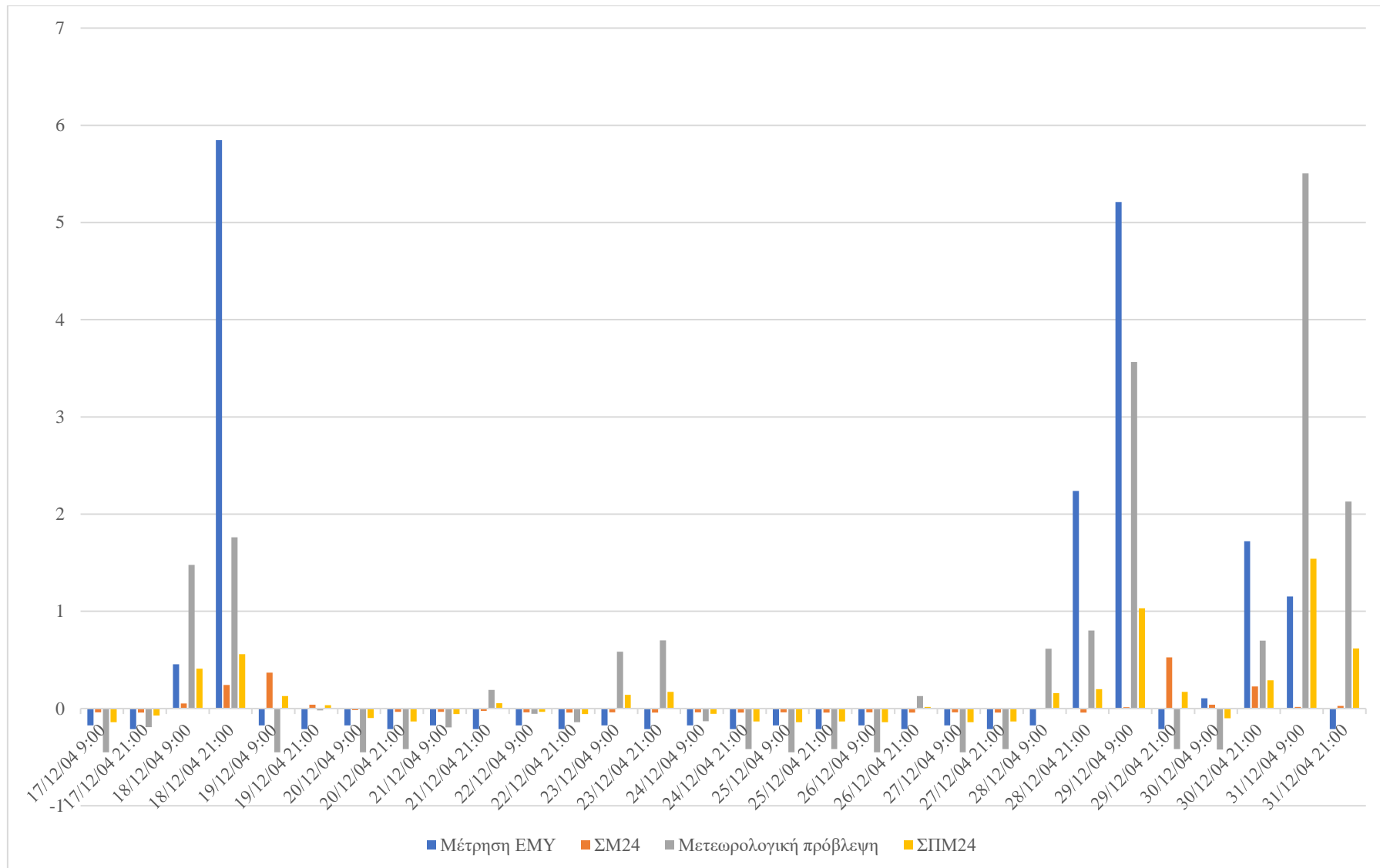
Διάγραμμα ΣΤ.12. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, ταχύτητα ανέμου, 12ωρη πρόγνωση



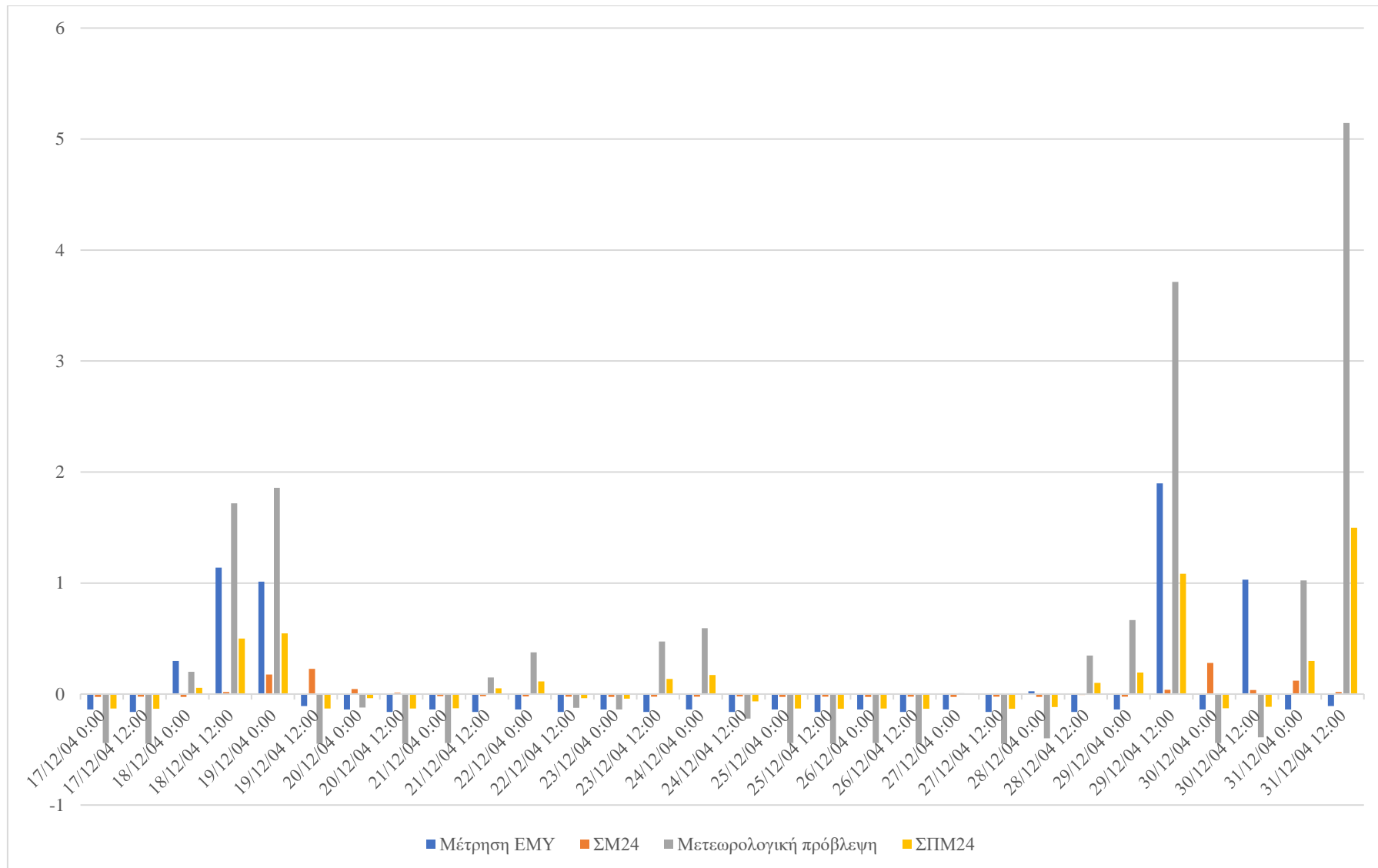
Διάγραμμα ΣΤ.13. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, συνολική κατακρήμνιση, 3ωρη πρόγνωση



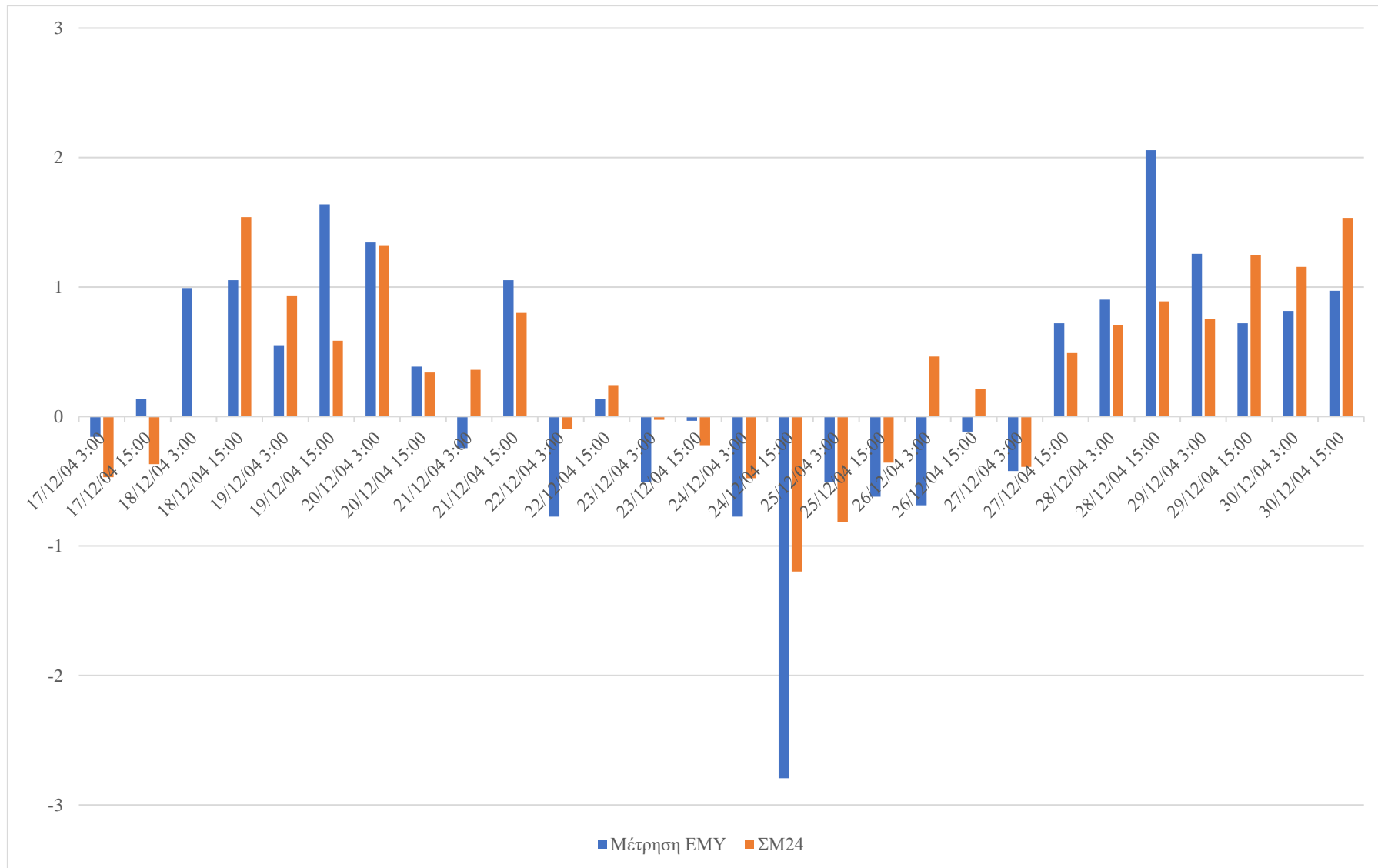
Διάγραμμα ΣΤ.14. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, συνολική κατακρήμνιση, δωρη πρόγνωση



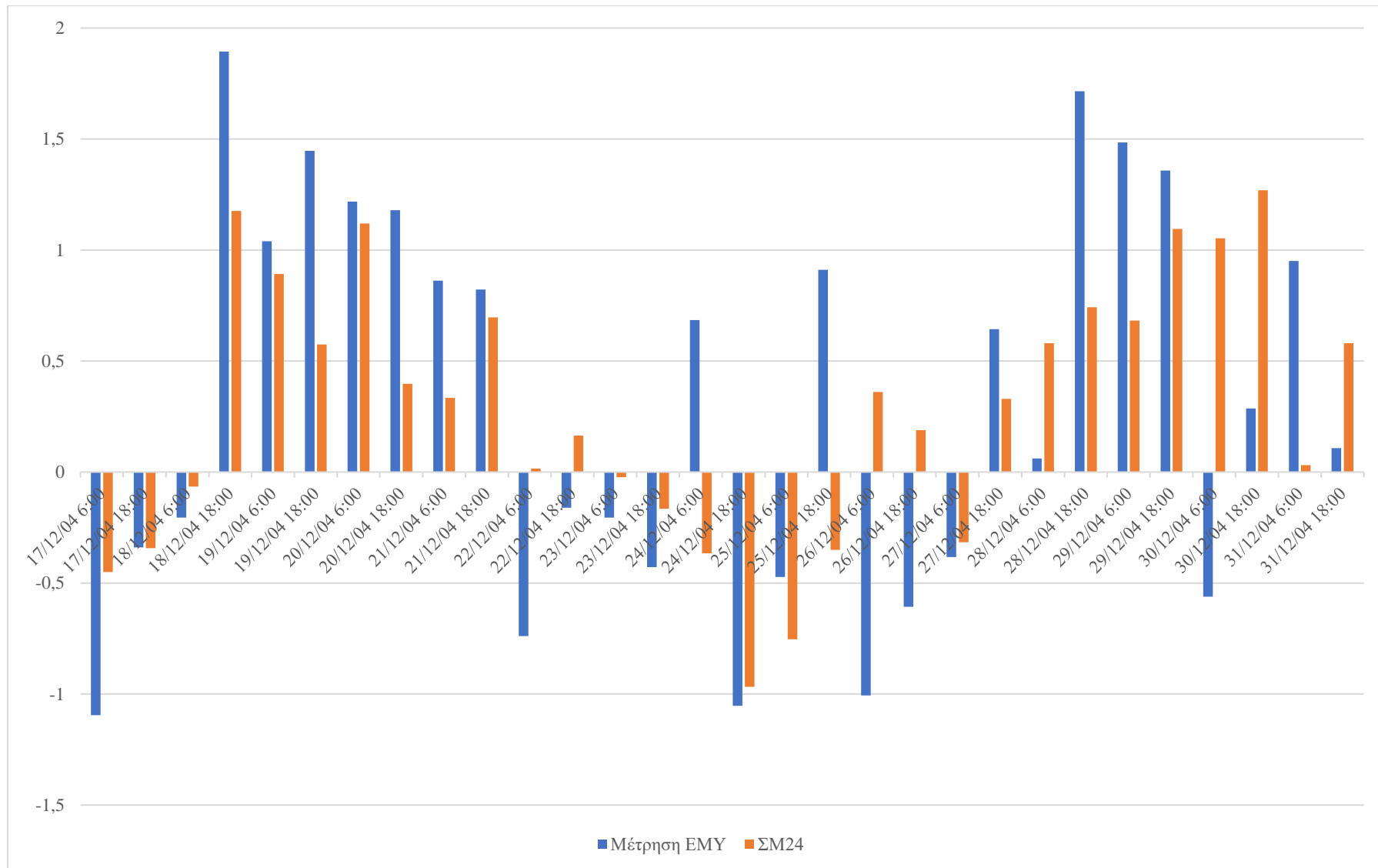
Διάγραμμα ΣΤ.15. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, συνολική κατακρήμνιση, 9ωρη πρόγνωση



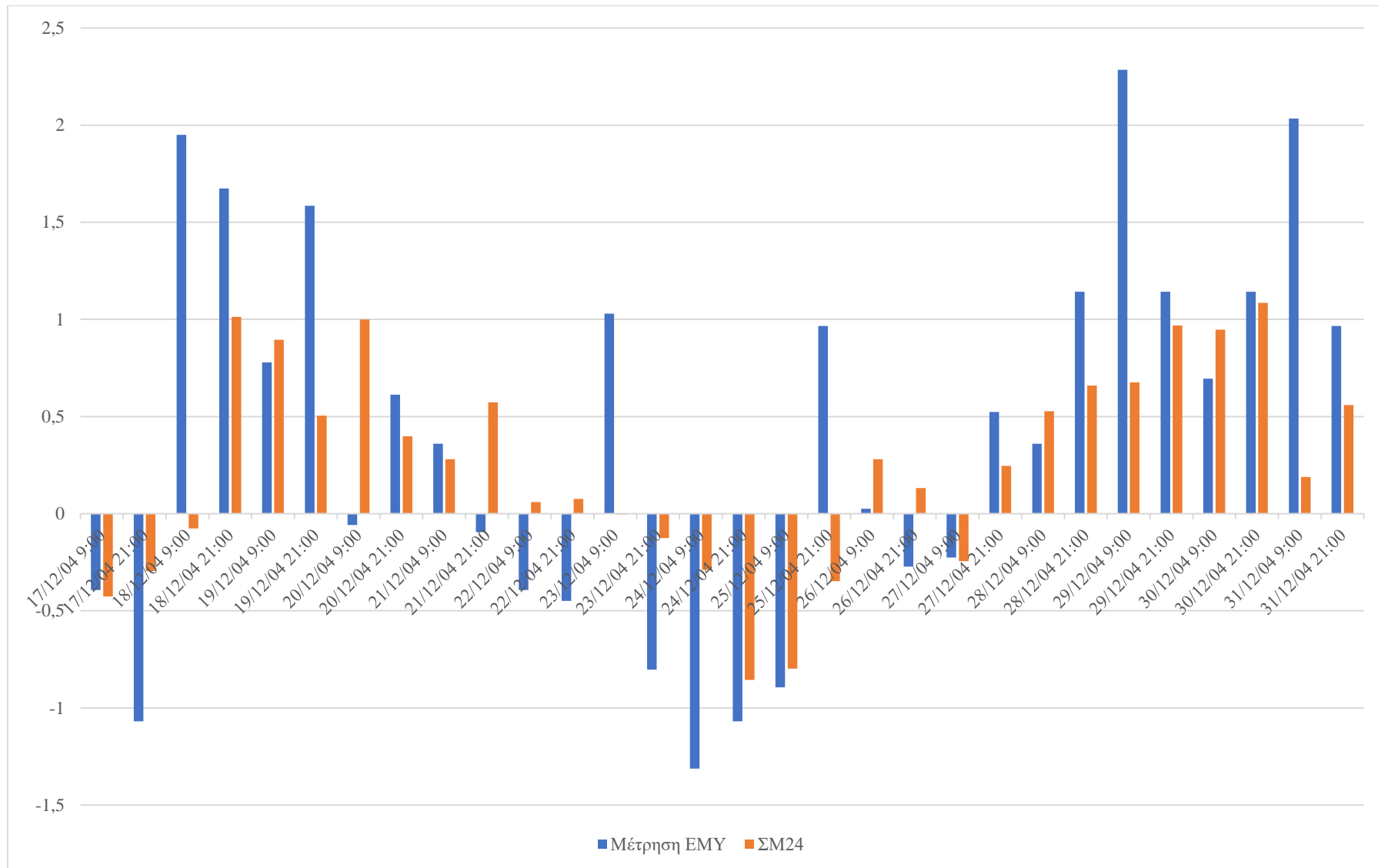
Διάγραμμα ΣΤ.16. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης, μετεωρολογικής πρόβλεψης και πρόγνωσης των μεθόδων ΣΜ24 και ΣΠΜ24 - σταθμός EMY, συνολική κατακρήμνιση, 12ωρη πρόγνωση



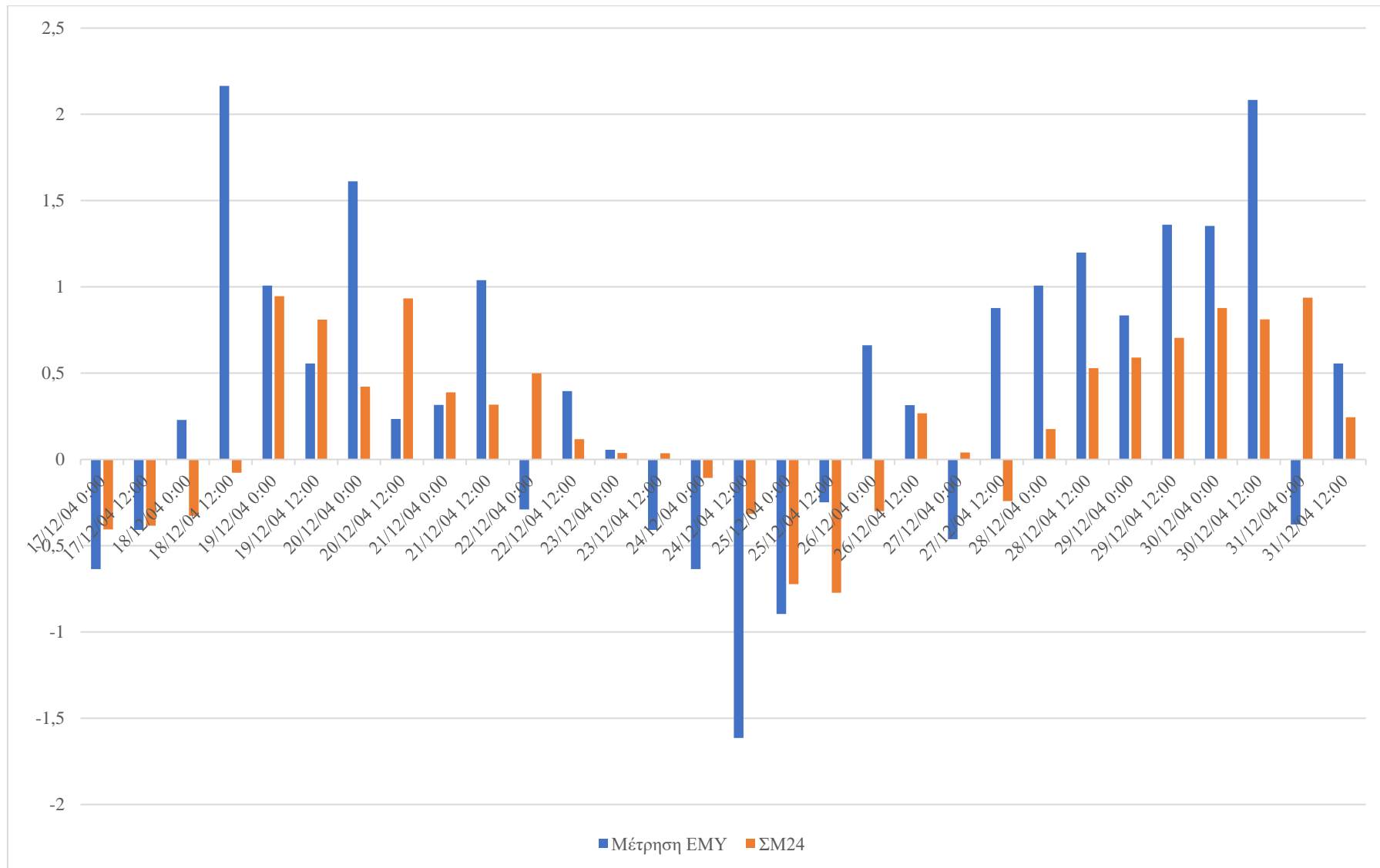
Διάγραμμα ΣΤ.17. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης και πρόγνωσης της μεθόδου ΣΜ24 - σταθμός EMY, σχετική υγρασία, ζωρη πρόγνωση



Διάγραμμα ΣΤ.18. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης και πρόγνωσης της μεθόδου ΣΜ24 - σταθμός EMY, σχετική υγρασία, δωρη πρόγνωση



Διάγραμμα ΣΤ.19. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης και πρόγνωσης της μεθόδου ΣΜ24 - σταθμός EMY, σχετική υγρασία, 9ωρη πρόγνωση



Διάγραμμα ΣΤ.20. Σύγκριση των τυποποιημένων τιμών μέτρησης και πρόγνωσης της μεθόδου ΣΜ24 - σταθμός EMY, σχετική υγρασία, 12ωρη πρόγνωση