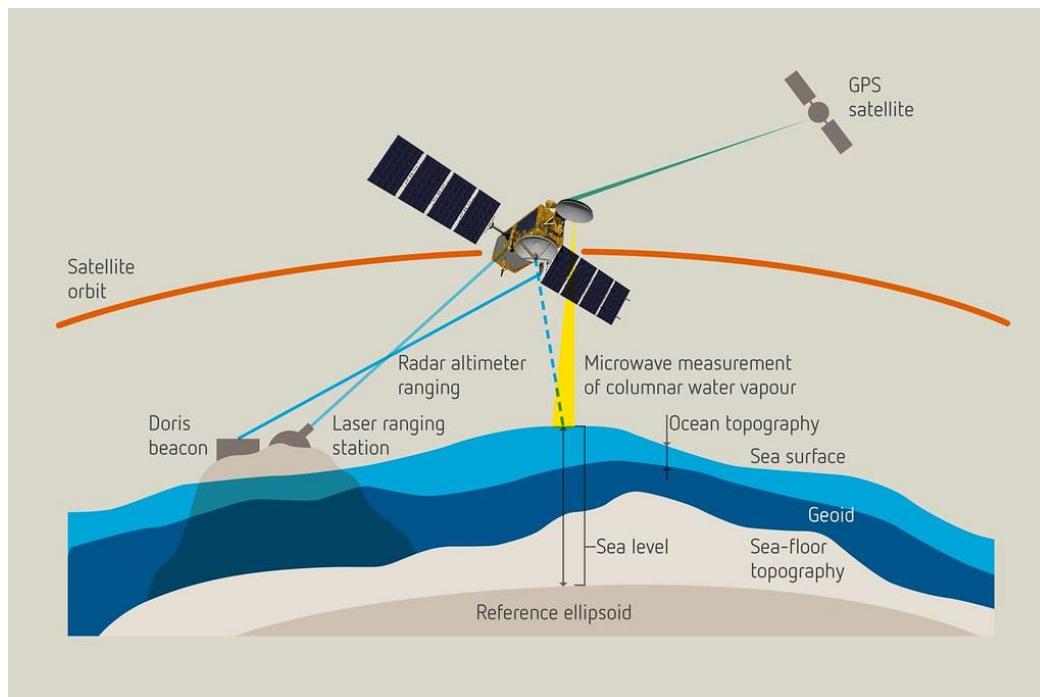




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Διπλωματική Μεταπτυχιακή Εργασία

ΤΙΤΛΟΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΑΛΤΙΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΜΕΣΟΓΕΙΟ



Φοιτητής: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΑΜ: GST2002

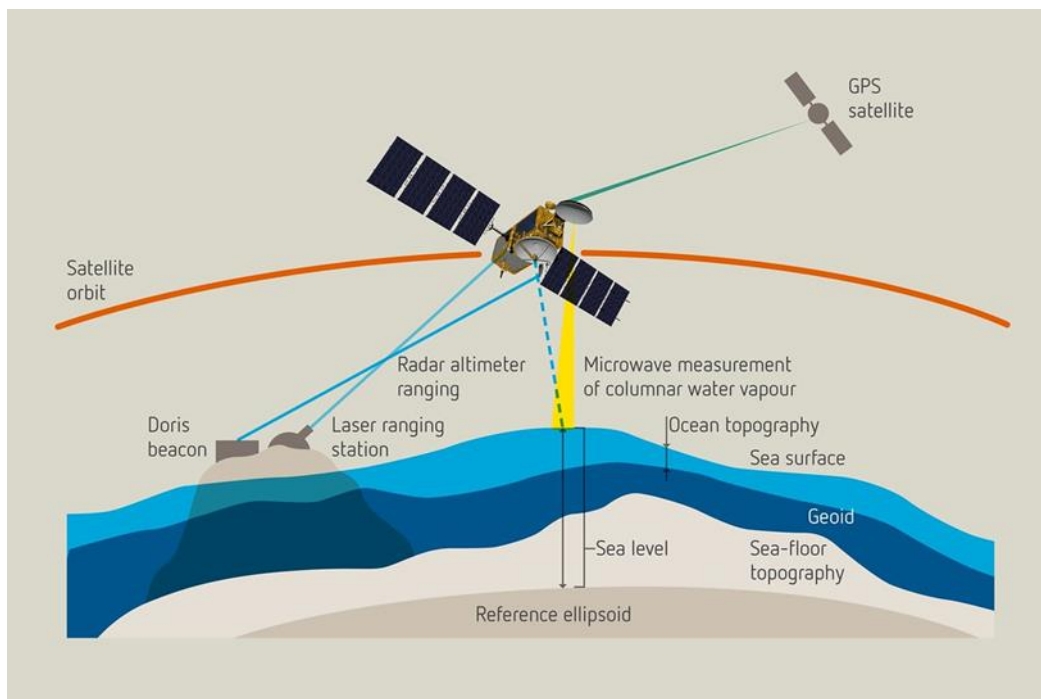
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ Δ. ΑΝΔΡΙΤΣΑΝΟΣ

Αθήνα-Αιγάλεω, Σεπτέμβριος 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF SURVEYING AND
GEOINFORMATICS ENGINEERING

Master of science thesis
**TITLE: APPLICATIONS OF SATELLITE
ALTIMETRY IN THE MEDITERRANEAN SEA**



Student: KONSTANTINIDIS DIMITRIOS

AM: GST2002

SUPERVISOR PROFESSOR: VASILIOS D. ANDRITSANOS PROFESSOR OF UNI.W.A

Athens-Aigaleo, September 2024

Δήλωση Πνευματικών Δικαιωμάτων

Κωνσταντινίδης Δημήτριος, Σεπτέμβριος 2024

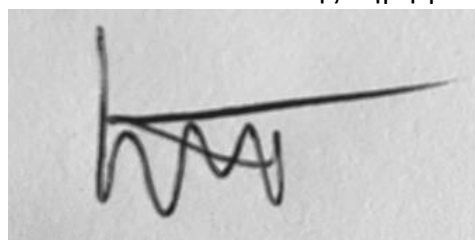
Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα και τον επιβλέπων καθηγητή. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

Δήλωση Συγγραφέα Διπλωματικής εργασίας

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Κωνσταντινίδης Δημήτριος του Παύλου, με αριθμό μητρώου gst2002, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του Διπλώματος μου».

Ο Δηλών

Κωνσταντινίδης Δημήτριος



Επιβλέπων Καθηγητής
Βασίλειος Ανδριτσάνος



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής
ΠΜΣ Γεωχωρικές Τεχνολογίες

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: « Εφαρμογές Δορυφορικής αλτιμετρίας στην μεσόγειο»

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι
Εξεταστική Επιτροπή:

α/α	ΟΝΟΜΑ-ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΑΝΔΡΙΤΣΑΝΟΣ	Καθηγητής	
2	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΠΑΓΟΥΝΗΣ	Καθηγητής	
3	ΗΛΙΟΔΡΟΜΙΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	Ακαδημαϊκός Υπότροφος	

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής, τον κύριο Βασίλειο Ανδριτσάνο για την άμεση ανταπόκριση στην ανάληψη της διπλωματικής, για όλη την βοήθεια του και την μετάδοση γνώσεων στο πεδίο, στην επεξεργασία των δεδομένων αλλά και κατά την διάρκεια της συγγραφής της διπλωματικής μου. Οι συμβουλές του ήταν καθοριστικές και η καθοδήγηση του ήταν καίρια και σίγουρα χωρίς αυτόν η εκπόνηση της διπλωματικής θα ήταν δυσκολότερη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το βασικό αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι, η μελέτη τιμών των υψομέτρων της θαλάσσιας στάθμης, χρησιμοποιώντας τις πλέον σύγχρονες δορυφορικές αποστολές αλτιμετρίας, της δυναμικής θαλάσσιας τοπογραφίας καθώς και των γεωγραφικών ρευμάτων στην περιοχή της δυτικής Μεσόγειου. Η μελέτη χρησιμοποίησε δεδομένα δορυφορικής αλτιμετρίας και μέσω δύο λογισμικών αναλύθηκαν αλτιμετρικών δεδομένων των ετών 2020-2024, τα οποία ανακτήθηκαν από την ιστοσελίδα altimetry.info. Η εργασία έχει αναλυθεί σε τρία κύρια μέρη, πρωτίστως είναι, το θεωρητικό υπόβαθρο το οποίο αφορά την παρουσίαση της θεωρίας που χρησιμοποιήθηκε. Ακολουθεί το δεύτερο μέρος το οποίο αναλύει την πρακτική εφαρμογή των δύο λογισμικών, *brat*(Basic Radar Altimetry Toolbox) και *surfer* καθώς και την επεξήγηση του με βάση την πρακτική εφαρμογή. Τελευταίο και κύριο είναι το τρίτο μέρος όπου αναφέρεται στην μελέτη των αποτελεσμάτων και στην ανάλυση αυτών. Συνοψίζοντας, θα γίνει σύγκριση με αποτελέσματα από αντίστοιχες μελέτες και συμπεράσματα.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is the study of sea level elevations using the most modern satellite altimetry missions, dynamic sea topography, and ocean currents in the Western Mediterranean region. The study utilized satellite altimetry data, and through the use of two software tools, altimetry data from the years 2020-2024, retrieved from the altimetry.info website, were analyzed. The thesis is divided into three main parts. First, the theoretical background, which involves the presentation of the theory used. Next, the second part analyzes the practical application of the two software tools, BRAT (Basic Radar Altimetry Toolbox) and Surfer, along with their explanation based on practical application. Finally, the third and main part focuses on the study and analysis of the results. In conclusion, a comparison will be made with results from similar studies, followed by the presentation of conclusions.

Πίνακας περιεχομένων

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	18
Κεφάλαιο 1: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	19
1.1 : ΔΟΥΦΟΡΙΚΗ ΑΛΤΙΜΕΤΡΙΑ.....	19
1.1.1 : ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΔΟΥΦΟΡΙΚΗΣ ΑΛΤΙΜΕΤΡΙΑΣ:.....	20
1.1.2 : ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ RADAR.....	20
1.1.3 : ΑΛΤΙΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ.....	20
1.2 : ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΩΚΕΑΝΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ (DYNAMIC OCEAN TOPOGRAPHY (DOT))	24
1.2.1 : ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΩΚΕΑΝΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	24
1.2.2 : ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΑΣΙΚΗ ΩΚΕΑΝΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ.....	24
1.3 : ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ.....	26
1.3.1 : ΠΑΛΙΡΡΟΙΟΓΡΑΦΟΣ.....	26
1.4 : ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑ.....	28
1.4.1 : ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗΝ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑ.....	28
1.4.2 : ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΩΚΕΑΝΩΝ.....	29
1.4.3 : ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	29
1.4.4 : ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	29
1.4.5 : ΩΚΕΑΝΙΑ ΡΕΥΜΑΤΑ.....	29
1.4.6 : ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ.....	31
Κεφάλαιο 2 : ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΛΤΙΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	32
2.1: ΙΣΤΟΤΟΠΟΣ ΤΗΣ AVISO.....	32
2.1.1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ AVISO.....	32
2.2 : ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	34
2.3 : ΒΑΣΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΡΑΝΤΑΡ ΑΛΤΙΜΕΤΡΟΥ (BRAT).....	36
2.3.1 : ΔΟΜΗ ΤΟΥ BRAT.....	36
2.3.2 ΑΛΛΑΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕΣΩ BRAT.....	37
2.3.3: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ ASCII.....	41
Κεφάλαιο 3 : ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SURFER.....	43
3.1: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ SURFER ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ https://www.goldensoftware.com/products/surfer/	43
3.1.2 : ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ SURFER.....	44
3.2 : ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ SURFER.....	45

3.2 : ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΩΝ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ	45
3.2.1 : ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ ΑΠΟΧΗΣ ΤΟΥ ΓΕΩΕΙΔΟΥΣ.....	51
3.2.2 : ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΜΕΣΗΣ ΩΚΕΑΝΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ	53
3.2.3 : ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ	56
Κεφάλαιο 4: ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	61
4.1 : ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΜΕΣΑ ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΑ ΥΨΟΜΕΤΡΑ	61
4.2: ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ..	62
4.3: ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.....	66
Κεφάλαιο 5 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	74
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	75
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	76
ΧΑΡΤΕΣ ΜΕΣΩΝ ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΩΝ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ	76
ΧΑΡΤΕΣ ΜΕ ΙΧΝΗ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ.....	92
.....	92
.....	98
ΧΑΡΤΕΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΩΚΕΑΝΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ	108
ΕΛΛΕΙΨΟΕΙΔΕΣ EGM2008 ΓΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΩΚΕΑΝΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ	108
ΕΛΛΕΙΨΟΕΙΔΕΣ SGG_UGM_2 ΓΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΩΚΕΑΝΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ	124
ΕΛΛΕΙΨΟΕΙΔΕΣ 2190_XGM_2019 ΓΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΩΚΕΑΝΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ	140
ΕΛΛΕΙΨΟΕΙΔΕΣ 5540_XGM_2019 ΓΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΩΚΕΑΝΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ	156
ΧΑΡΤΕΣ ΓΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΩΚΕΑΝΙΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ	172
ΧΑΡΤΕΣ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΡΟΗΣ EGM2008	172
ΧΑΡΤΕΣ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΡΟΗΣ EGM2008 SGG_UGM_2.....	188
ΧΑΡΤΕΣ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΡΟΗΣ EGM2008 2190_XGM_2019	204
ΧΑΡΤΕΣ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΡΟΗΣ EGM2008 5540_XGM_2019	220
ΧΑΡΤΕΣ ΑΠΟΧΗΣ ΤΟΥ ΓΕΩΕΙΔΟΥΣ	236

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1 Διαδικασία λειτουργίας αλιμετρίας Παρουσίαση με θέμα: "Γεωδαισία Ενότητα 12 Βασίλης Δ. Ανδριτσάνος"	19
Εικόνα 2 jason 3 https://www.nesdis.noaa.gov/	20
Εικόνα 3 Saral https://www.eoportal.org/satellite-missions/saral#eop-quick-facts-section	21
Εικόνα 4 Cryosat-2 https://earth.esa.int/eogateway/missions/cryosat/description ..	21
Εικόνα 5 HY-2B https://space.skyrocket.de/doc_sdat/hy-2.htm	22
Εικόνα 6 Sentinel-3A https://www.ralspace.stfc.ac.uk/Gallery/Sentinel-3.jpg	22
Εικόνα 7 Sentinel-6 https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-6	23
Εικόνα 8 Τι είναι τα μοντέλα δυναμικής τοπογραφίας των ωκεανών. https://ggos.org/item/ocean-topography-models/#learn-this	25
Εικόνα 9 παλιρροιογράφος του εθνικού προγράμματος HIMIOFoTs. Πήγη https://www.himiofots.gr/el/komvoi-prosvasis/palirroiografoi	26
Εικόνα 10 Διαδικασίας λειτουργίας παραλληλογράφου – Λάμπρου - Πανταζής (2011, σελ. 56)	27
Εικόνα 11 Αρχική site τις Aviso https://www.aviso.altimetry.fr/en/home.html	33
Εικόνα 12 Είσοδος λογαριασμού https://www.aviso.altimetry.fr/	34
Εικόνα 13 Επιλογή συνδέσμου για την συλλογή των δεδομένων https://www.aviso.altimetry.fr/	34
Εικόνα 14 Δεδομένα από FileZilla	35
Εικόνα 15 Περιβάλλον στο Brat	36
Εικόνα 16 Εισαγωγή Δεδομένων	37
Εικόνα 17 Το περιβάλλον του Brat μετά την εισαγωγή των αρχείων τις αποστολής Jason-3 και φαίνονται τα ίχνη της τροχιάς.	38
Εικόνα 18 Η Εισαγωγή των αρχείων της αποστολής Saral όπου παρουσιάζονται τα ίχνη της τροχιάς	38
Εικόνα 19 Μια αδύναμη τροχιά του jason-3 όπου δεν έχει στοιχεία για την περιοχή μελέτης	39
Εικόνα 20 Δημιουργία φίλτρου για την περιοχή όπου επιλέχθηκε	39
Εικόνα 21 φίλτρο μέσα στα ίχνη τις τροχιάς του saral.	40
Εικόνα 22 Εδώ παρουσιάστηκε ο τρόπος εξαγωγής των αρχείων	40
Εικόνα 23 Παράδειγμα αρχείου Ascii μετα την εξαγωγή από το Brat	41
Εικόνα 24 Πως δημιουργηθήκαν τα ενωμένα αρχεία ASCII	42
Εικόνα 25 Περιβάλλον εργασίας surfer	43
Εικόνα 26 Εισαγωγή αρχείων ASCII στο surfer και διαμόρφωση για υλοποίηση των χαρτών	45
Εικόνα 27 χάρτης ισοϋψών καμπυλών που δημιουργήθηκε από τις τιμές του Κανάβου	46
Εικόνα 28 χάρτης με τις προβληματικές τιμές	47
Εικόνα 29 πως εφαρμόστηκε το φίλτρο μέσω του surfer	48
Εικόνα 30 φιλτραρισμένος χάρτης διορθωμένων υψομέτρων	49

Εικόνα 31 χάρτης που δημιουργήθηκε με τα τον τροχιών την εποχή χειμώνας 2023	50
Εικόνα 32 υπολογισμός της αποχής του γεωειδούς https://icgem.gfz-rotsdam.de/calcgird	51
Εικόνα 33 Χάρτης που προέκυψε από την αποχή του γεωειδούς Egm2008	52
Εικόνα 34 Η πράξη τον κάναβων μέσα στο surfer	53
Εικόνα 35 Χάρτης δυναμικής ωκεάνιας τοπογραφίας χειμώνας 2023	54
Εικόνα 36 Δημιουργία συνιστώσας u	56
Εικόνα 37 Δημιουργία συνιστώσας V	57
Εικόνα 38 Υπολογισμός μερικής παραγωγού v	57
Εικόνα 39 Υπολογισμός μερικής παραγωγού u	58
Εικόνα 40 χάρτης ρευμάτων χειμώνας 2023	59
Εικόνα 41 ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΤΙΜΕΣ ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΩΝ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ	61
Εικόνα 42 ΠΙΝΑΚΑΣ 2 δυναμική θαλάσσια τοπογραφία στατιστικά EGM2008	62
Εικόνα 43 ΠΙΝΑΚΑΣ 3 δυναμική θαλάσσια τοπογραφία στατιστικά SGG_UGM_2 ...	63
Εικόνα 44 ΠΙΝΑΚΑΣ 4 δυναμική θαλάσσια τοπογραφία στατιστικά 2190_XGM_2019	64
Εικόνα 45 ΠΙΝΑΚΑΣ 5 δυναμική θαλάσσια τοπογραφία στατιστικά 5540_XGM_2019	65
Εικόνα 46 ΠΙΝΑΚΑΣ 6 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων V EGM2008	66
Εικόνα 47 ΠΙΝΑΚΑΣ 7 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων U EGM2008	67
Εικόνα 48 ΠΙΝΑΚΑΣ 8 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων V SGG_UGM_2	68
Εικόνα 49 ΠΙΝΑΚΑΣ 9 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων U SGG_UGM_2	69
Εικόνα 50 ΠΙΝΑΚΑΣ 10 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων V 2190_XGM_2019....	70
Εικόνα 51 ΠΙΝΑΚΑΣ 11 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων U 2190_XGM_2019 ...	71
Εικόνα 52 ΠΙΝΑΚΑΣ 12 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων V 5540_XGM_2019....	72
Εικόνα 53 ΠΙΝΑΚΑΣ 13 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων U 5540_XGM_2019 ...	73
Εικόνα 54 Χάρτης cssh Χειμώνας 2023	76
Εικόνα 55 Χάρτης cssh Χειμώνας 2022	77
Εικόνα 56 Χάρτης cssh Χειμώνας 2021	78
Εικόνα 57 Χάρτης cssh Χειμώνας 2020	79
Εικόνα 58 Χάρτης cssh Καλοκαίρι 2023	80
Εικόνα 59 Χάρτης cssh Καλοκαίρι 2022	81
Εικόνα 60 Χάρτης cssh Καλοκαίρι 2021	82
Εικόνα 61 Χάρτης cssh Καλοκαίρι 2020	83
Εικόνα 62 Χάρτης cssh Φθινόπωρο 2023	84
Εικόνα 63 Χάρτης cssh Φθινόπωρο 2022	85
Εικόνα 64 Χάρτης cssh Φθινόπωρο 2021	86
Εικόνα 65 Χάρτης cssh Φθινόπωρο 2020	87
Εικόνα 66 Χάρτης Άνοιξη 2020	88
Εικόνα 67 Χάρτης Άνοιξη 2021	89
Εικόνα 68 Χάρτης Άνοιξη 2022	90
Εικόνα 69 Χάρτης Άνοιξη 2023	91

Εικόνα 70 Ίχνη Χειμώνας 2023.....	92
Εικόνα 71 Ίχνη Χειμώνας 2022.....	93
Εικόνα 72 Ίχνη Χειμώνας 2021.....	94
Εικόνα 73 Ίχνη Χειμώνας 2020.....	95
Εικόνα 74 Ίχνη Καλοκαίρι 2023.....	96
Εικόνα 75 Ίχνη Καλοκαίρι 2022.....	97
Εικόνα 76 Ίχνη Καλοκαίρι 2021.....	98
Εικόνα 77 Ίχνη Καλοκαίρι 2020.....	99
Εικόνα 78 Ίχνη Φθινόπωρο 2023.....	100
Εικόνα 79 Ίχνη Φθινόπωρο 2022.....	101
Εικόνα 80 Ίχνη Φθινόπωρο 2021.....	102
Εικόνα 81 Ίχνη Φθινόπωρο 2020.....	103
Εικόνα 82 Ίχνη Άνοιξη 2023.....	104
Εικόνα 83 Ίχνη Άνοιξη 2022.....	105
Εικόνα 84 Ίχνη Άνοιξη 2021.....	106
Εικόνα 85 Ίχνη Άνοιξη 2020.....	107
Εικόνα 86 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2023.....	108
Εικόνα 87 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2022.....	109
Εικόνα 88 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2021.....	110
Εικόνα 89 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2020.....	111
Εικόνα 90 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2023.....	112
Εικόνα 91 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2022.....	113
Εικόνα 92 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2021.....	114
Εικόνα 93 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2020.....	115
Εικόνα 94 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2023.....	116
Εικόνα 95 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2022.....	117
Εικόνα 96 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2021.....	118
Εικόνα 97 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2020.....	119
Εικόνα 98 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2023.....	120
Εικόνα 99 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2022.....	121
Εικόνα 100 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2021.....	122
Εικόνα 101 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2020.....	123
Εικόνα 102 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2023 SGG_UGM_2	124
Εικόνα 103 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2022 SGG_UGM_2	125
Εικόνα 104 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2021 SGG_UGM_2	126
Εικόνα 105 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2020 SGG_UGM_2	127
Εικόνα 106 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2023 SGG_UGM_2	128
Εικόνα 107 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2022 SGG_UGM_2	129
Εικόνα 108 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2021 SGG_UGM_2	130

Εικόνα 109 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2020 SGG_UGM_2	131
Εικόνα 110 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2023 SGG_UGM_2	132
Εικόνα 111 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2022 SGG_UGM_2	133
Εικόνα 112 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2021 SGG_UGM_2	134
Εικόνα 113 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2020 SGG_UGM_2	135
Εικόνα 114 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2023 SGG_UGM_2.....	136
Εικόνα 115 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2022 SGG_UGM_2.....	137
Εικόνα 116 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2021 SGG_UGM_2.....	138
Εικόνα 117 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2020 SGG_UGM_2.....	139
Εικόνα 118 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2023 2190_XGM_2190	140
Εικόνα 119 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2022 2190_XGM_2190	141
Εικόνα 120 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2021 2190_XGM_2190	142
Εικόνα 121 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2020 2190_XGM_2190	143
Εικόνα 122 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2023 2190_XGM_2190	144
Εικόνα 123 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2022 2190_XGM_2190	145
Εικόνα 124 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2021 2190_XGM_2190	146
Εικόνα 125 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2020 2190_XGM_2190	147
Εικόνα 126 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2023 2190_XGM_2190	148
Εικόνα 127 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2022 2190_XGM_2190	149
Εικόνα 128 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2021 2190_XGM_2190	150
Εικόνα 129 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2020 2190_XGM_2190	151
Εικόνα 130 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2023 2190_XGM_2190	152
Εικόνα 131 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2022 2190_XGM_2190	153
Εικόνα 132 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2021 2190_XGM_2190	154
Εικόνα 133 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2020 2190_XGM_2190	155

Εικόνα 134 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2023 5540_XGM_2019	156
Εικόνα 135 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2022 5540_XGM_2019	157
Εικόνα 136 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2021 5540_XGM_2019	158
Εικόνα 137 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2020 5540_XGM_2019	159
Εικόνα 138 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2023 5540_XGM_2019	160
Εικόνα 139 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2022 5540_XGM_2019	161
Εικόνα 140 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2021 5540_XGM_2019	162
Εικόνα 141 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2020 5540_XGM_2019	163
Εικόνα 142 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2023 5540_XGM_2019	164
Εικόνα 143 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2022 5540_XGM_2019	165
Εικόνα 144 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2021 5540_XGM_2019	166
Εικόνα 145 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2020 5540_XGM_2019	167
Εικόνα 146 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2023 5540_XGM_2019	168
Εικόνα 147 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2022 5540_XGM_2019	169
Εικόνα 148 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2021 5540_XGM_2019	170
Εικόνα 149 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2020 5540_XGM_2019	171
Εικόνα 150 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2023 EGM2008	172
Εικόνα 151 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2022 EGM2008	173
Εικόνα 152 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2021 EGM2008	174
Εικόνα 153 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2020 EGM2008 ...	175
Εικόνα 154 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2023 EGM2008.	176
Εικόνα 155 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2022 EGM2008.	177
Εικόνα 156 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2021 EGM2008.	178
Εικόνα 157 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2020 EGM2008.	179
Εικόνα 158 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2023 EGM2008 ...	180
Εικόνα 159 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2022 EGM2008 ...	181
Εικόνα 160 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2021 EGM2008 ...	182

Εικόνα 161 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2020 EGM2008 ...	183
Εικόνα 162 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2023 EGM2008.....	184
Εικόνα 163 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2022 EGM2008.....	185
Εικόνα 164 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2021 EGM2008.....	186
Εικόνα 165 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2020 EGM2008.....	187
Εικόνα 166 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2023 SGG_UGM_2	188
Εικόνα 167 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2022 SGG_UGM_2	189
Εικόνα 168 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2021 SGG_UGM_2	190
Εικόνα 169 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2020 SGG_UGM_2	191
Εικόνα 170 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2023 SGG_UGM_2	192
Εικόνα 171 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2022 SGG_UGM_2	193
Εικόνα 172 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2021 SGG_UGM_2	194
Εικόνα 173 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2020 SGG_UGM_2	195
Εικόνα 174 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2023 SGG_UGM_2	196
Εικόνα 175 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2022 SGG_UGM_2	197
Εικόνα 176 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2021 SGG_UGM_2	198
Εικόνα 177 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2020 SGG_UGM_2	199
Εικόνα 178 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2023 SGG_UGM_2 ..	200
Εικόνα 179 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2022 SGG_UGM_2 ..	201
Εικόνα 180 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2021 SGG_UGM_2 ..	202
Εικόνα 181 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2020 SGG_UGM_2 ..	203
Εικόνα 182 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2023 2190_XGM_2019	204
Εικόνα 183 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2022 2190_XGM_2019	205
Εικόνα 184 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2021 2190_XGM_2019	206
Εικόνα 185 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2020 2190_XGM_2019	207
Εικόνα 186 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2023 2190_XGM_2019	208

Εικόνα 187 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο2022 2190_XGM_2019	209
Εικόνα 188 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο2021 2190_XGM_2019	210
Εικόνα 189 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο2020 2190_XGM_2019	211
Εικόνα 190 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2023 2190_XGM_2019	212
Εικόνα 191 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2022 2190_XGM_2019	213
Εικόνα 192 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2021 2190_XGM_2019	214
Εικόνα 193 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2020 2190_XGM_2019	215
Εικόνα 194 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2023 2190_XGM_2019	216
Εικόνα 195 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2022 2190_XGM_2019	217
Εικόνα 196 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2021 2190_XGM_2019	218
Εικόνα 197 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2020 2190_XGM_2019	219
Εικόνα 198 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2023 5540_XGM_2019	220
Εικόνα 199 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2022 5540_XGM_2019	221
Εικόνα 200 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2021 5540_XGM_2019	222
Εικόνα 201 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2020 5540_XGM_2019	223
Εικόνα 202 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2023 5540_XGM_2019	224
Εικόνα 203 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2022 5540_XGM_2019	225
Εικόνα 204 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2021 5540_XGM_2019	226
Εικόνα 205 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2020 5540_XGM_2019	227
Εικόνα 206 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2023 5540_XGM_2019	228
Εικόνα 207 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2022 5540_XGM_2019	229

Εικόνα 208 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2021 5540_XGM_2019	230
Εικόνα 209 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2020 5540_XGM_2019	231
Εικόνα 210 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2023 5540_XGM_2019	232
Εικόνα 211 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2022 5540_XGM_2019	233
Εικόνα 212 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2021 5540_XGM_2019	234
Εικόνα 213 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2020 5540_XGM_2019	235
Εικόνα 214 Χάρτης αποχής γεωειδούς EGM2008	236
Εικόνα 215 Χάρτης αποχής γεωειδούς SGG-UGM-2	237
Εικόνα 216 Χάρτης αποχής γεωειδούς 2190_XGM_2019	238
Εικόνα 217 Χάρτης αποχής γεωειδούς 5540_XGM_2019	239

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας Διπλωματικής Μεταπτυχιακής εργασίας είναι η λήψη και επεξεργασία αλτιμετρικών δεδομένων από αισθητήρες ραντάρ, με απώτερο στόχο να μελετηθεί η ποιότητα των δεδομένων αυτών καθώς και η μέθοδος επεξεργασίας τους, για τον υπολογισμό της μέσης θαλάσσιας στάθμης, της δυναμικής θαλάσσιας τοπογραφίας και των γεωστροφικών ρευμάτων.

Η Διπλωματική αποτελείται από πέντε κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή της εργασίας, όπου αναλύεται η δομή της. Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στη θεωρητική τεκμηρίωση των μεθόδων και των δεδομένων που θα αναλυθούν. Παρουσιάζεται το απαιτούμενο θεωρητικό υπόβαθρο το οποίο αφορά τις επιστήμες της Ωκεανογραφίας και της Γεωδαισίας καθώς και στη μεταξύ τους σύνδεση. Επίσης, αναλύονται οι ιδιότητες των ωκεάνιων ρευμάτων καθώς και των φαινομένων των ωκεανών (παλίρροια, κύματα κλπ.). Επιπλέον, αναλύεται η δομή της βασικού διαδικτυακού τόπου απ' όπου ανακτήθηκαν τα δεδομένα της ιστοσελίδας AVISO (<https://www.aviso.altimetry.fr/en/home.html>). Τέλος, όσον αφορά στο θεωρητικό μέρος της εργασίας, παρουσιάζεται μια ανάλυση της δορυφορικής αλτιμετρίας και ο ρόλος που έχει στην ωκεανογραφία και τη γεωδαισία.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη μεθοδολογία που εφαρμόστηκε στη συγκεκριμένη εργασία, όπως επίσης παρουσιάζεται το λογισμικό και οι ιστοσελίδες που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία των αλτιμετρικών δεδομένων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παραπάνω μεθοδολογίας και επεξεργασίας των αλτιμετρικών δεδομένων, καθώς επίσης σχολιάζονται τα εξαγόμενα από τις αναλύσεις αυτές

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην ποιότητα των αποτελεσμάτων και συγκρίνονται με αποτελέσματα αντίστοιχων μελετών που αφορούν το συγκεκριμένο θέμα.

Στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα από την ενασχόληση με το θέμα, όπως επίσης και προτάσεις για περαιτέρω ανάλυση και έρευνα.

Κεφάλαιο 1: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθεί συνοπτικά η θεωρία που χρησιμοποιήθηκε για να υλοποιηθεί η Διπλωματική εργασία, καθώς και μια αρχική αναφορά στο site - της AVISO- που παρέιχε τις απαραίτητες πληροφορίες για την πραγματοποίηση αυτής.

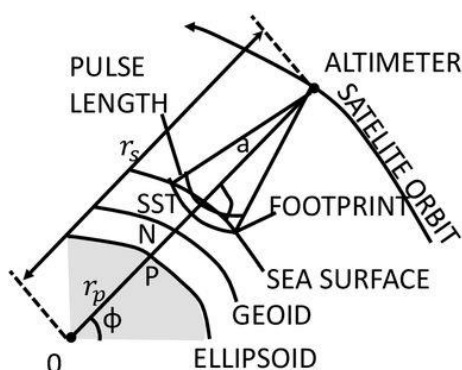
1.1 : ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΑΛΤΙΜΕΤΡΙΑ

Λόγω της εξέλιξης της τεχνολογίας αυξήθηκαν οι δυνατότητες αλτιμετρικών αποστολών και αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να επηρεάσει πολλές επιστήμες, όπως: Γεωδαισία, Φυσική, Ωκεανογραφία και συνείσφερε βοήθεια στην μελέτη περί κλιματικής αλλαγής.

Σύμφωνα με το βιβλίο του Λιβιεράτους «Θεωρία της Γεωδαισίας» (Λιβιεράτος 1999) καθίσταται ικανό με την δορυφορική αλτιμετρία να προσεγγίζουμε την μέση στάθμη της θάλασσάς κοντά στα 10 εκατοστά και να την θεωρούμε μια ισοδυναμική επιφάνεια για να μπορεί να ταυτιστεί με το γεωειδές. Αυτό το καινούργιο μοντέλο λέγεται αλτιμετρικό γεωειδές.

Δορυφορική Αλτιμετρία (Satellite Altimetry) (2 από 4)

- Ο παλμός laser εκπέμπεται από το αλτιμετρο-ραντάρ πάνω στο δορυφόρο με κατεύθυνση τη γήινη επιφάνεια της θάλασσας,
- Η επιφάνεια των ωκεανών αντανακλά τον παλμό και μετράται ο χρόνος της διαδρομής του σήματος από την εκπομπή ως τη λήψη.



$$\alpha = \frac{c}{2} \Delta T$$

$$a = r_s - r_p - (N + SST)$$

19

Εικόνα 1 Διαδικασία λειτουργίας αλτιμετρίας Παρουσίαση με θέμα: "Γεωδαισία Ενότητα 12 Βασίλης Δ. Ανδριτσάνος"

1.1.1 : ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΑΛΤΙΜΕΤΡΙΑΣ:

Η δορυφορική αλτιμετρία είναι ιδιαίτερα σημαντική για την παρακολούθηση της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, την παρακολούθηση της δυναμικής των πάγων στους πόλους, και τη μελέτη γεωφυσικών φαινομένων όπως τα βαρυτικά ανωμαλίες. Σημαντικές αποστολές όπως οι TOPEX/Poseidon, Jason, και CryoSat έχουν παίξει καθοριστικό ρόλο στην παροχή δεδομένων υψηλής ακρίβειας για τις παραπάνω εφαρμογές.

- Παρακολούθηση της στάθμης της θάλασσας
- Μελέτη ωκεάνιων ρευμάτων
- Κλιματολογικές μελέτες
- Γεωφυσικές εφαρμογές

1.1.2 : ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ RADAR

Οι δορυφόροι που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη γη λαμβάνουν δεδομένα μέσω των αισθητήρων τους και χωρίζονται σε ενεργητικούς και παθητικούς αισθητήρες. Παθητικοί είναι αυτοί που λαμβάνουν το σήμα (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία), ενώ οι ενεργητικοί αισθητήρες εκπέμπουν δικό τους σήμα και λαμβάνουν την αντανάκλασή του. Σε αυτό το είδος αισθητήρων ανήκουν τα αλτιμέτρα τα οποία εκπέμπουν μικροκύματα.

Σύμφωνα με τον Οικονόμου (2015, σελ. 11), τα radar χρησιμοποιούν τα μικροκύματα ως εξής: Εκπέμπουν από μια κεραία μεταφερόμενη με σκοπό να ανακλάται το ηλεκτρομαγνητικό κύμα επιφάνεια της γης ώστε να υπολογίζουν το ποσό της επιστρεφόμενης ακτινοβολίας η οποία επηρεάζεται απ' το φαινόμενο της σκέδασης. Η λειτουργία βασίζεται στην εκπομπή ενός ηλεκτρομαγνητικού σήματος παλμού με δέσμη ακτινών και τη λήψη της ανάκλασής της από τα διάφορα αντικείμενα που φωτίζονται.

1.1.3 : ΑΛΤΙΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται τα βασικότερα στοιχεία των αλτιμετρικών αποστολών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα πτυχιακή σύμφωνα με την ιστοσελίδα <https://www.aviso.altimetry.fr/>.



Εικόνα 2 Jason 3 <https://www.nesdis.noaa.gov/>

Ο Jason-3 είναι το αποτέλεσμα μιας κοινής συνεργασίας μεταξύ των CNES, NASA, EUMETSAT και NOAA, συνεχίζοντας μια κληρονομιά άνω των 20 ετών παρακολούθησης των ωκεανών. Όπως και ο προκάτοχός του, Jason-2, οι λειτουργικοί φορείς NOAA και EUMETSAT έχουν την ηγεσία της αποστολής, ενώ η CNES λειτουργεί ως συντονιστής του συστήματος και όλοι οι συνεργάτες, συμπεριλαμβανομένης της NASA, υποστηρίζουν τις επιστημονικές δραστηριότητες της ομάδας.



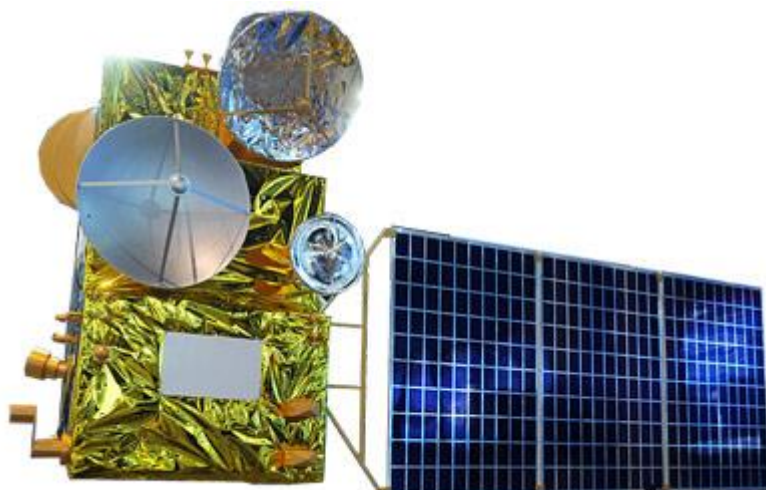
Εικόνα 3 Saral <https://www.eoportal.org/satellite-missions/saral#eop-quick-facts-section>

Η αποστολή Saral αποτελεί ουσιαστικό μέρος του αστερισμού αλτιμετρίας από το 2013 και μετά, επανακαλύπτοντας τη μακροπρόθεσμη τροχιά του ERS και του Envisat. Το Saral/AltiKa παρέχει επίσης την πρώτη επίδειξη δυνατοτήτων αλτιμέτρησης σε ζώνη Ka για εφαρμογές με λεπτή ανάλυση κατά μήκος της διαδρομής, συμπεριλαμβανομένων εφαρμογών για τις παράκτιες περιοχές και τα εσωτερικά ύδατα, οι οποίες θα αναπτυχθούν περαιτέρω για την μελλοντική αποστολή Swot.



Εικόνα 4 Cryosat-2 <https://earth.esa.int/eogateway/missions/cryosat/description>

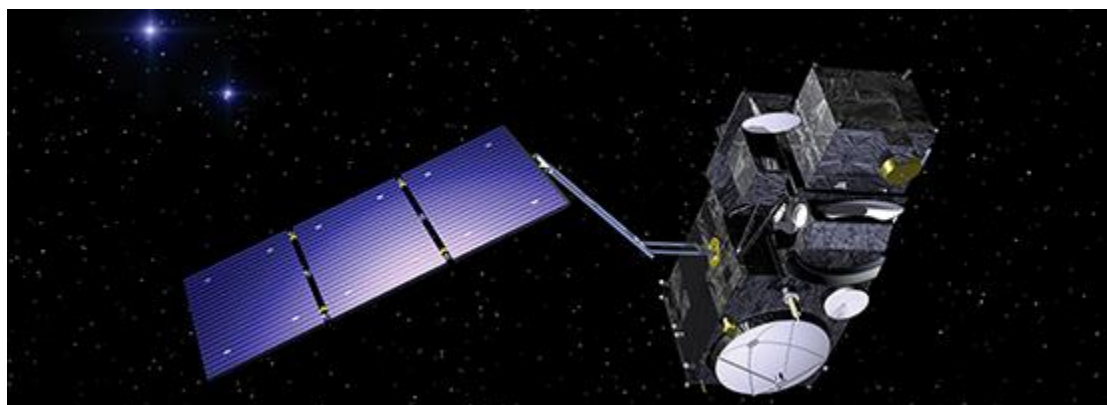
Ο δορυφόρος Cryosat-2 μελετά την παγοκάλυψη της στεριάς και της θάλασσας. Η τροχιά του -με κλίση περίπου 92 μοιρών και σε ύψος 717 χιλιομέτρων- καλύπτει σχεδόν όλες τις πολικές περιοχές. Ο Cryosat-2 είναι εξοπλισμένος με έναν αλτιμετρητή/διαφορικό ραντάρ που ονομάζεται Sival και ένα όργανο Doris, αλλά δεν διαθέτει ραδιόμετρο.



Εικόνα 5 HY-2B https://space.skyrocket.de/doc_sdat/hy-2.htm

Το HY-2 (HaiYang σημαίνει "ωκεανός" στα Κινέζικα) είναι μια σειρά δορυφόρων θαλάσσιας τηλεπισκόπησης που έχει σχεδιαστεί από την Κίνα (HY-2A έως HY-2G).

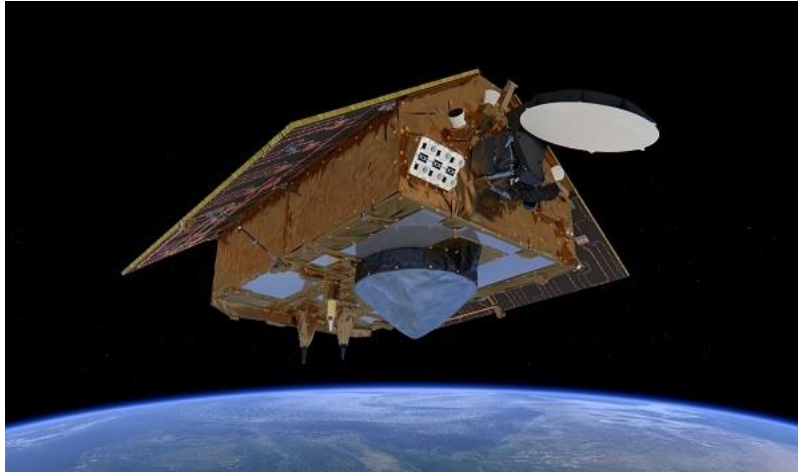
Ο στόχος των HY-2A και HY-2B είναι η παρακολούθηση του δυναμικού ωκεάνιου περιβάλλοντος μέσω μικροκομματικών αισθητήρων για την ανίχνευση του πεδίου ανέμου στην επιφάνεια της θάλασσας, του ύψους της επιφάνειας της θάλασσας και της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας. Οι δορυφόροι περιλαμβάνουν έναν υψομετρητή διπλής συχνότητας στις ζώνες Ku και C, ένα όργανο μέτρησης της σκέδασης και έναν μικροκομματικό απεικονιστή.



Εικόνα 6 Sentinel-3A <https://www.ralspace.stfc.ac.uk/Gallery/Sentinel-3.jpg>

Ο δορυφόρος Sentinel-3 εντάσσεται στο πρόγραμμα Copernicus, μια κοινή πρωτοβουλία της ESA και της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Θα είναι αφιερωμένος στην παρακολούθηση της Γης και στην επιχειρησιακή ωκεανογραφία. Αυτό το έργο αποτελεί την ευρωπαϊκή απάντηση στις αυξανόμενες ανάγκες που σχετίζονται με το παγκόσμιο περιβάλλον.

Ο Sentinel-3 ανήκει σε μια σειρά δορυφόρων, καθένας από τους οποίους καλύπτει μια διαφορετική πτυχή της παρατήρησης και παρακολούθησης της Γης. Ο Sentinel-1 είναι αφιερωμένος στο SAR (ραντάρ συνθετικού διαφράγματος), ενώ ο Sentinel-2 είναι οπτικός δορυφόρος κ.λπ. όπως και Sentinel-3B



Εικόνα 7 Sentinel-6 <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-6>

Ο Jason-CS / Sentinel-6 B αποτελεί τη συνέχεια του Jason-CS / Sentinel-6 Michael Freilich (ή 'Α'). Ο Jason-CS θα εξασφαλίσει τη συνέχιση των αποστολών αναφοράς για την επιφάνεια των ωκεανών που λειτουργούν από το 1992 με τροχιά υψηλής κλίσης στα 1336 χλμ.

Ο Jason-CS / Sentinel-6 είναι μέρος του προγράμματος Copernicus και αποτελεί αποτέλεσμα διεθνούς συνεργασίας μεταξύ ESA, EUMETSAT, Ευρωπαϊκής Ένωσης, NOAA, CNES και NASA/JPL.

1.2 : ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΩΚΕΑΝΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ (DYNAMIC OCEAN TOPOGRAPHY (DOT))

Σύμφωνα με τον Ανδριτσάνο (2000, σελ. 140) : Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία είναι η απόκλιση της επιφάνειας του γεωειδούς από τη μέση στάθμη της θάλασσας. Η απόκλιση αυτή διαχωρίζεται σε ένα στάσιμο τμήμα και σε ένα χρονικά μεταβαλλόμενο, μελετάται σε ένα μικρό χρονικό εύρος και σε εποχές. Επηρεάζεται από τα ωκεάνια ρεύματα, την αλατότητα και στη θερμοκρασία σύγχρονων γεωδαιτικών τεχνικών (δορυφορική αλτιμετρία) μπορεί να υπολογιστεί η δυναμική ωκεάνια τοπογραφία.

Εξίσωση υπολογισμού Δυναμικής ωκεάνιας τοπογραφίας :

$$SST = SSH - N \quad (2.1)$$

1.2.1 : ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΩΚΕΑΝΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

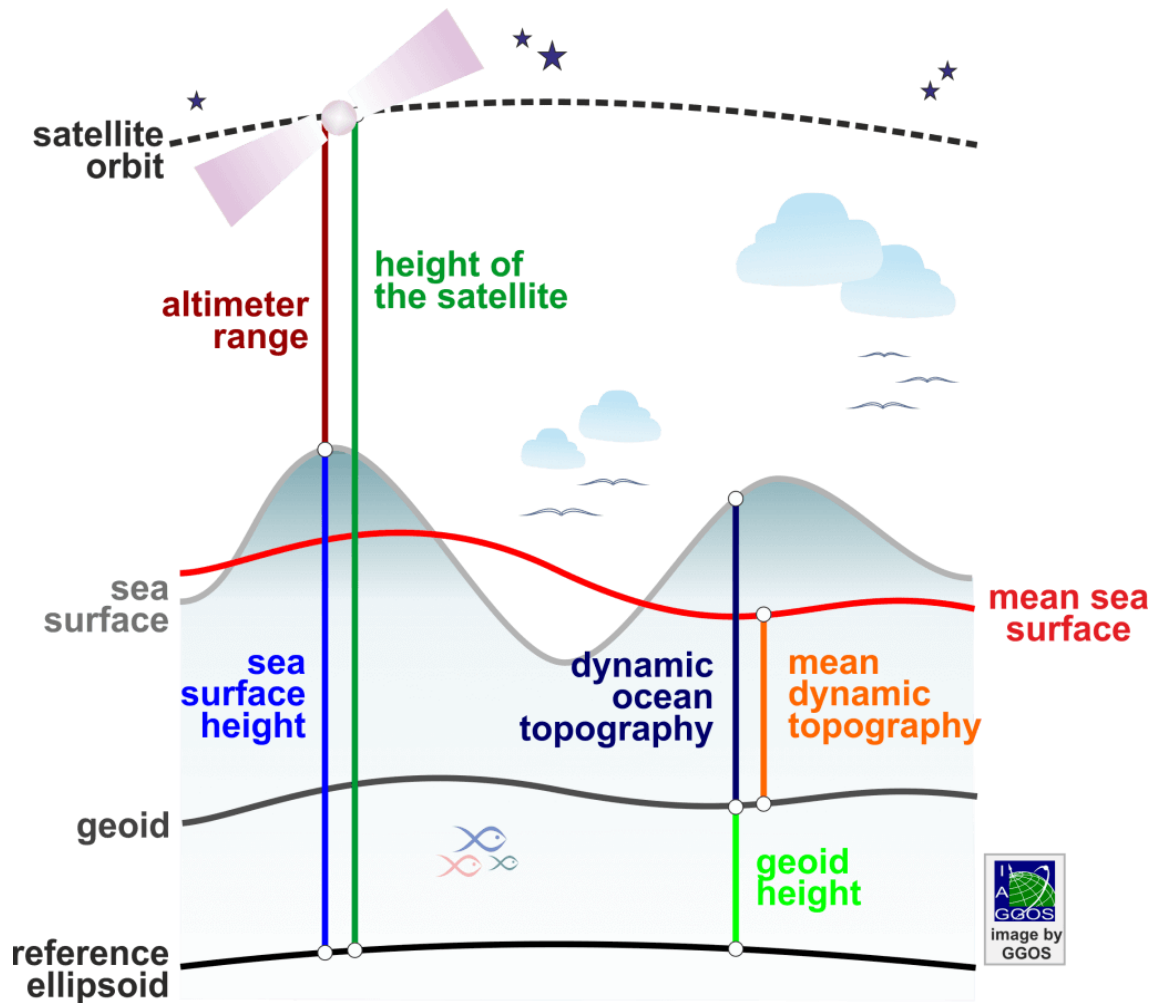
Η δυναμική ωκεάνια τοπογραφία είναι κρίσιμη για την κατανόηση της ωκεάνιας κυκλοφορίας, των κλιματικών αλλαγών και της διάδοσης των θαλάσσιων κυμάτων. Επιπλέον, οι διακυμάνσεις στην επιφάνεια των ωκεανών, όπως καταγράφονται από δορυφορικά συστήματα, συμβάλλουν στη χαρτογράφηση της γεωδυναμικής και της μελέτης των παγκόσμιων αλλαγών στην ωκεάνια στάθμη.

Χρησιμεύει στις εξής επιστήμες :

- Ωκεανογραφία
- Κλιματολογία
- Γεωφυσική
- Μετεωρολογία
- Περιβαλλοντική Επιστήμη
- Γεωδαισία
- Μηχανική Ωκεανών
- Ναυτιλία και Εμπορική Ναυτιλία

1.2.2 : ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΑΣΙΚΗ ΩΚΕΑΝΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ

Σε αντίθεση με την δυναμική ωκεάνια τοπογραφία (Dynamic Ocean Topography) που περιγράφει την επιφάνεια της μέσης στάθμης της θάλασσας, η ωκεάνια τοπογραφία εστιάζει στα στατικά γεωλογικά χαρακτηριστικά του βυθού.



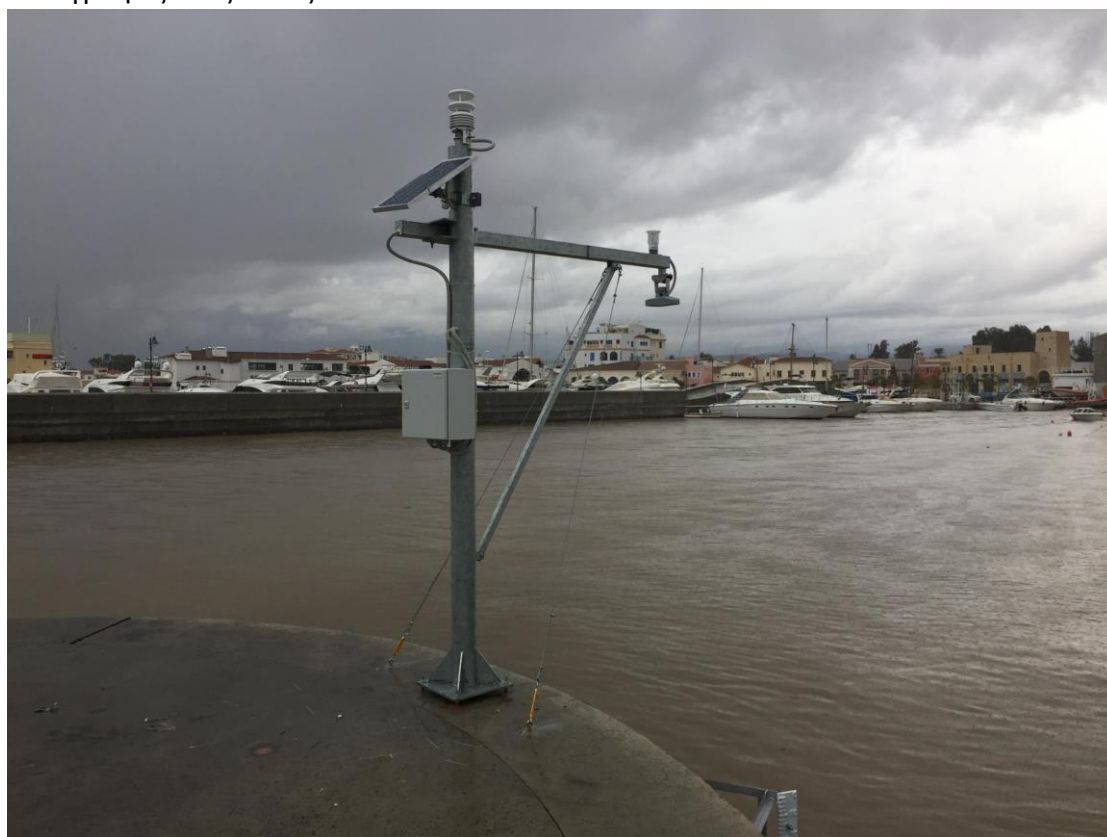
Εικόνα 8 Τι είναι τα μοντέλα δυναμικής τοπογραφίας των ωκεανών. <https://ggos.org/item/ocean-topography-models/#learn-this>

1.3 : ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

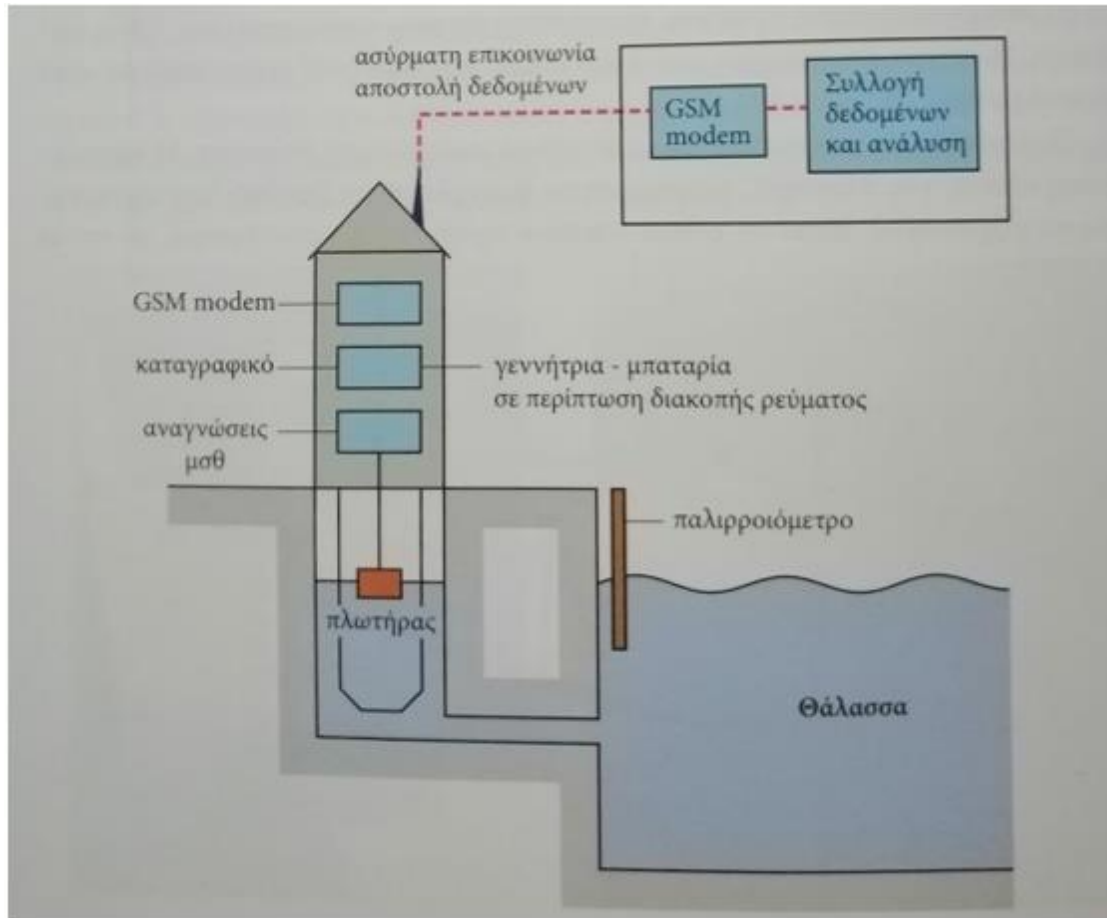
Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούν οι τεχνικές προσδιορισμού Μ.Σ.Θ. σύμφωνα με τους Λάμπρου - Πανταζή (2011, σελ. 54). Όπως γνωρίζουμε, στην επιστήμη της Τοπογραφίας – Γεωδαισίας χρησιμοποιείται η Μ.Σ.Θ. για να επιτευχθεί η αφετηρία ή αρχή των ορθομετρικών υψομετρικών (το σημείο Ο). Αυτό επιτυγχάνεται σε κρατική κλίμακα με το παλιρροιόμετρο (είναι ένας διηρημένος μετρητικός πήχης, δηλαδή μία σταδία) και τον παλιρροιογράφο. Η διαδικασία είναι απλή, μετράει την στάθμη της θάλασσας ο παλιρροιογράφος από τις ενδείξεις της στάθμης. Δημιουργούνται έτσι τα παλιρροιογραφήματα, τα οποία μπορεί να είναι ημερήσια, μηνιαία ή ετήσια. Το αποτέλεσμα είναι να επιτυγχάνεται ακρίβεια μερικών cm. Προσοχή: χρειάζονται καταγραφές ενός έτους.

1.3.1 : ΠΑΛΙΡΡΟΙΟΓΡΑΦΟΣ

Σύμφωνα με την ιστοσελίδα <https://www.himiofots.gr/> Ο παλιρροιογράφος είναι ένα ωκεανογραφικό όργανο, το οποίο σχετίζεται με τη μέτρηση των μεταβολών της στάθμης της θάλασσας. Η διαδικασία είναι απλή, ο παλιρροιογράφος μετράει την στάθμη της θάλασσας από τις ενδείξεις της στάθμης. Δημιουργούνται έτσι τα παλιρροιογραφήματα, τα οποία μπορεί να είναι ημερήσια, μηνιαία ή ετήσια. Το αποτέλεσμα είναι να επιτυγχάνεται ακρίβεια μερικών cm. Προσοχή: χρειάζονται καταγραφές ενός έτους.



Εικόνα 9 παλιρροιογράφος του εθνικού προγράμματος ΗΙΜΙΟFoTs. Πήγη <https://www.himiofots.gr/el/komvoi-prosvasis/palirroiografoi>



Εικόνα 10 Διαδικασία λειτουργίας παραλληλογράφου – Λάμπρου - Πανταζής (2011, σελ. 56)

1.4 :ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑ

Σε αυτό το κεφαλαίο θα παρουσιαστούν στοιχεία από την θεωρία της ωκεανογραφίας που είναι απαραίτητα για την κατανόηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας όπως τα θαλάσσια ρεύματα, κύματα, παλίρροιες, πυκνότητα θαλάσσιου νερού κλπ.

1.4.1 : ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗΝ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑ

Η γνώση της θάλασσας και της ναυτικής ήταν γνωστή από τους αρχαίους λαούς όπως ήταν οι Φοίνικες και οι Μινωίτες, σύμφωνα με τον Κωνσταντίνο Αλμπανάκη (1999). Εξέλιξη της ωκεανογραφίας έγινε σταδιακά μέσα στα χρόνια και σήμερα αναγνωρίζεται ως ξεχωριστή επιστήμη αρχίζοντας από τους Έλληνες φιλοσόφους :

- Ο Ηρόδοτος μας έδωσε τον πρώτο χάρτη με κέντρο την μεσόγειο και περιφερειακά τις τότε γνωστές θάλασσες.
- Ο Αριστοτέλης τον υδρολογικό κύκλο, ανέφερε ότι η αλατότητα προκύπτει από την διάλυση των στοιχείων της γης. Ανακάλυψε την σχέση της σελήνης με τις παλίρροιες και ότι στους ωκεανούς είναι τα βαθύτερα σημεία της γης.
- Οι πρώτες καταδύσεις έγιναν από τον Μέγα Αλέξανδρο κατά την διάρκεια της πολιορκίας της Τυρού.
- Ο Ερατοσθένης 265-194 π.χ. προσδιόρισε ότι η γη είναι σφαίρα αλλά υπολόγισε και την διάμετρο της.
- Ο Πτολεμαίος 127-151μ.χ. κατασκεύασε έναν παγκόσμιο χάρτη με πληροφορία για τον κόσμο ώστε να δώσουν το έναυσμά στον Κολόμβο να κάνει το ταξίδι για την ανακάλυψη της Αμερικής.
- Η πρώτη όμως προσπάθεια που έθεσε τις βάσεις για την ωκεανογραφία όπως την ξέρουμε σήμερα έγινε τον 19^ο αιώνα με το πλοίο Τσάλεντζερ που είχε ως αντικείμενο την μελέτη των ωκεανών.
- Στην αρχή του 20^{ου} αιώνα η ωκεανογραφία χρησιμοποιήθηκε μόνο για στρατιωτική χρήση. Από το έτος 1956-57 καθιερώθηκε από τον ΟΗΕ ως παγκόσμιο γεωφυσικό έτος με σκοπό την ερευνά των ωκεανών. Προς το τέλος του 20^{ου} αιώνα ξεκίνησε η ερευνά με την συλλογή δεδομένων από δορυφόρους και παρατήρηση των ωκεανών σε 24ωρη βάση.

1.4.2 : ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΩΚΕΑΝΩΝ

Η αλατότητα προέρχεται από δύο βασικούς λόγους: α) τους ποταμούς διότι περιέχουν τα διαλυμένα συστατικά πετρωμάτων και β) την ηφαιστειακή δραστηριότητα είτε είναι υποθαλάσσια είτε επιφανειακή. Αναλυτικότερα, το νερό των ποταμών δεν έχει την ίδια αναλογία χημικών στοιχείων με τη θάλασσα, έχει πολύ μεγαλύτερη ποσότητα αλλά συνολικά είναι πολύ μικρότερη απ' το θαλάσσιο νερό. Τα ηφαιστεια όμως ευθύνονται περισσότερο για την εισαγωγή χημικών στοιχείων στον ωκεανό, είναι υπεύθυνα για τον σχηματισμό υδροχλωρίου και θειϊκού οξέος μέσα σε λίμνες που δημιουργούνται σε ηφαιστειακούς κρατήρες, επίσης κατά τις εκρήξεις απελευθερώνονται μεγάλες ποσότητες χλωρίων και θειϊκών οξέων. Η αλατότητα επηρεάζει την πυκνότητα του θαλάσσιου νερού και αυτό έχει ως αλυσίδα κάποια φαινόμενα (πήξη, τήξη κλπ.), καθώς και τη θερμοκρασία του νερού (π.χ. στη θερμική διαστολή το καθαρό νερό αρχικά διαστέλλεται και μετά συστέλλεται, όμως λόγω της αλατότητας το πιο ψυχρό νερό είναι πιο πυκνό και έτσι έχουμε τα παγόβουνα). Όταν το θαλασσινό νερό γίνεται πάγος συμπεριφέρεται σαν καθαρό διότι αποβάλλονται τα άλατα. Η αλατότητα ορίζεται ως εξής: «Αλατότητα είναι το συνολικό ποσό σε γραμμάρια των διαλυμένων στερεών ουσιών που περιέχονται σε 1 Kg θαλασσινού νερού, όταν όλα τα ανθρακικά έχουν μετατραπεί σε οξείδια, το βρώμιο και το ιώδιο έχουν αντικατασταθεί από χλώριο και όλα τα οργανικά έχουν οξειδωθεί τελείως». Ο ορισμός είναι σύμφωνα με τον Αλμπανάκη (1999, σελ. 51). Ο υπολογισμός της αλατότητας γίνεται για να χρησιμοποιείται σαν εργαλείο στον υπολογισμό της πυκνότητας του θαλάσσιου νερού.

1.4.3 : ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

Σύμφωνα με τον Αλμπανάκη (1999) , η πυκνότητα του νερού αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την κίνηση των θαλάσσιων μαζών και την ισορροπία του νερού.

1.4.4 : ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

Σύμφωνα με τον Αλμπανάκη (1999), οι μεταβολές στην θερμοκρασία και την αλατότητα, οδηγούν σε μεταβολές στην πυκνότητα του νερού που έχει στην επιφάνεια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κατακόρυφη μετακίνηση του νερού στα βαθύτερα στρώματα. Αυτό οφείλεται στην ηλιακή ακτινοβολία και τις βροχοπτώσεις στην επιφάνεια των ωκεανών. Η σχέση της θερμοκρασίας με την αλατότητα βοηθάει τους ωκεανογράφους στο να προσδιορίσουν την προέλευση των ωκεάνιων ρευμάτων και την κατανόηση της δυναμικής τους.

1.4.5 : ΩΚΕΑΝΙΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

Η Ωκεάνια κυκλοφορία χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- Στην επιφανειακή κυκλοφορία όπου προκύπτει κυρίως από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες.
- Από την κυκλοφορία που αφορά τα βάθη του πυθμένα των ωκεανών, τη θερμοπλαστική κυκλοφορία που όπως λέει και το όνομά της επηρεάζεται από τις διαφορές αλατότητας και θερμοκρασίας.

Ανάλυση των επιφανειακών ρευμάτων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: Ρεύματα που έχουν τριβή και σε αυτά που δεν έχουν :

Ρεύματα με τριβή - Ανεμογενή ρεύματα όταν ασκεί ο άνεμος δύναμη στη θάλασσα δεν επηρεάζει μόνο με τη δημιουργία κυμάτων αλλά μετακινεί και το επιφανειακό νερό με την τριβή. Η διεύθυνση της κίνησης του νερού δεν ταυτίζεται με τη διεύθυνση του ανέμου. Η τριβή που προκαλεί ο άνεμος, σε συνδυασμό με τη δύναμη Coriolis -που αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου-, εκτρέπει τα νερά προς τα δεξιά στο βόρειο ημισφαίριο, αριστερά στο νότιο και αυτή η μετακίνηση παρασύρει σε βάθος το κάθε στρώμα με την τριβή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη συνεχή εκτροπή των βαθύτερων στρωμάτων προς την αριστερή ή δεξιά κατεύθυνση ανάλογα σε ποιο ημισφαίριο είμαστε και ταυτόχρονα η ταχύτητά τους μειώνεται.

Ρεύματα χωρίς τριβή: Στη συνέχεια θα περιγραφούν τα ωκεάνια ρεύματα χωρίς τριβή, που χωρίζονται, σύμφωνα με τον Αλμπανάκη (1999, σελ. 107, 111), σε δύο είδη: τα γεωστροφικά ρεύματα και τα ρεύματα αδρανείας :

- Γεωστροφικά ρεύματα: Ορισμός: Γεωστροφικά ονομάζονται τα ρεύματα που έχουν τέλεια εξισορρόπηση μεταξύ της δύναμης Coriolis και της βαροβαθμίδας (δηλ. της δύναμης που αναπτύσσεται από οριζόντιες διαφορές πίεσης). Πηγή: Αλμπανάκης, (1999, σελ. 109).

Αναλυτικότερα περιγράφει τον παραπάνω ορισμό: Τα γεωστροφικά ρεύματα είναι αυτά που δημιουργούνται από οριζόντιες διαφορές πίεσης σε συνδυασμό με τη δύναμη Coriolis. Ο άνεμος, η εξάτμιση και άλλοι παράγοντες προξενούν αποκλίσεις στη στάθμη της θάλασσας με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η επιφάνεια του γεωειδούς. Οι αποκλίσεις αυτές είναι μικρές, με αποτέλεσμα όταν μελετιούνται οι οριζόντιες διαφορές να θεωρούνται επίπεδες. Στην πραγματικότητα γίνεται αναφορά σε γεωδυναμικές επιφάνειες, δηλ. μια γεωδυναμική επιφάνεια είναι μια επιφάνεια επάνω στην οποία η ύλη δεν δείχνει διαφορά δυναμικής ενέργειας. Τέλος, οι αποκλίσεις, σύμφωνα με τον Αλμπανάκη (1999, σελ. 107) είναι μερικές δεκάδες εκατοστά ανά 1.000 Km και είναι μικρές, παρόλ' αυτά, παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των ρευμάτων.

- Ρεύματα αδρανείας: Η δεύτερη κατηγορία των ρευμάτων χωρίς τριβή είναι τα ρεύματα αδρανείας, τα οποία προκαλούνται ως εξής: Όταν οι δυνάμεις που ασκούνται σε μια κινούμενη μάζα νερού, π.χ. ανεμογενής ρεύμα ή μέρος μάζας του νερού από το πεδίο που ενεργούν οι δυνάμεις που προξενούν το κυρίως θαλάσσιο ρεύμα, τότε η μάζα κινείται εξαιτίας της αδράνειάς της.

1.4.6 : ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ

1. **Κύματα:** Σύμφωνα με τον Αλμπανάκη (1999, σελ. 123), τα κύματα είναι περιοδικές μηχανικές των μορίων του νερού στην επιφάνεια και στο βάθος οποιασδήποτε περιόδου γίνεται μεταφορά ενέργειας. Τα ανεμογενή κύματα διαδίδονται από το ένα άκρο μιας λεκάνης μέχρι το άλλο, μέχρι να γίνει εκτόνωση της ενέργειάς τους πάνω στη στεριά. Τα κύματα προκύπτουν από τις διαφορές στις ατμοσφαιρικές πιέσεις και από την αλληλεπίδραση των δυνάμεων που περιστρέφουν τη γη

Τα κύματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, σύμφωνα με τον Αλμπανάκη (1999, σελ. 124):

- Τα κύματα που διεισδύουν μέσα στη μάζα της ύλης και αναλύονται σε επιμήκη και εγκάρσια.
 - Τα κύματα που διαδίδονται στο όριο δύο μέσων διαφορετικής πυκνότητας και ονομάζονται τροχιακά.
2. **Παλίρροιες :** Οι παλίρροιες προκύπτουν από την άνοδο και την κάθοδο που έχει διαδοχικά και εναλλασσόμενα η επιφάνεια της θάλασσας σε σχέση με την επιφάνεια της ξηράς και αυτό το φαινόμενο των παλίρροιών οφείλεται στη βαρυτική έλξη που ασκούν η σελήνη και ο ήλιος στη γη. Οι παράγοντες που επηρεάζουν είναι οι βαρυτικές δυνάμεις και επιπρόσθετα αστρονομικοί παράγοντες, όπως η μορφολογία των άβαθων παράκτιων περιοχών, το τοπικό βάθος του νερού σε μια ωκεάνια λεκάνη και άλλες μετεωρολογικές και ωκεανογραφικές επιδράσεις. Για να γίνει αντιληπτό π.χ. σε μια παράκτια περιοχή παρατηρείται η αποκάλυψη μιας παράκτιας ζώνης από το θαλασσινό νερό και το φαινόμενο ονομάζεται ως έξω πλημμυρίδα και άμπωτη. Τέλος, επισημαίνεται πως οι παλίρροιες ανάλογα με το εύρος των παραγόντων που τις προκαλούν έχουν και ανάλογο μέγεθος, π.χ. στην Ελλάδα λόγω των μετεωρολογικών συνθηκών οι διακυμάνσεις δεν ξεπερνάνε τα 0,3 m ενώ οι ανατολίτικες ακτές της Αγγλίας έχουν διακυμάνσεις 7 m.

Κεφάλαιο 2 : ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΛΤΙΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στο παρόν κεφαλαίο θα γίνει η παρουσίαση του τρόπου που πραγματοποιήθηκε η συλλογή , επεξεργασία και η ανάλυση των δεδομένων. Θα αναλυθούν επίσης τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν Brat και surfer. Επιπλέον, θα αναλυθεί η δομή και τα περιεχόμενα της ιστοσελίδας παροχής αλτιμετρικών δεδομένων Aviso(<https://www.aviso.altimetry.fr/en/home.html>).

2 .1: ΙΣΤΟΤΟΠΟΣ ΤΗΣ AVISO

Για τις ανάγκες της διπλωματικής κρίθηκε απαραίτητη η χρησιμοποίηση αλτιμετρικών δεδομένων, τα οποία και ανακτήθηκαν από τον ιστότοπο της AVISO. Η AVISO είναι η εταιρεία παροχής δεδομένων αλτιμετρίας του Εθνικού Κέντρου Διαστημικών Μελετών (CNES) της Γαλλίας. Το Εθνικό Κέντρο Διαστημικών Μελετών ιδρύθηκε το 1961, ως κυβερνητική υπηρεσία της Γαλλίας και είναι υπεύθυνη για τη συμμετοχή της Γαλλίας σε διαστημικές αποστολές, τόσο στο στάδιο του σχεδιασμού, όσο και στην εφαρμογή και αξιοποίηση των πληροφοριών των αποστολών αυτών. Από τον ιστότοπο της AVISO πραγματοποιήθηκε η πρόσβαση στα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση των χαρτών. Στην ενότητα που ακολουθεί θα γίνει μια παρουσίαση στα εργαλεία του.

2 .1.1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ AVISO

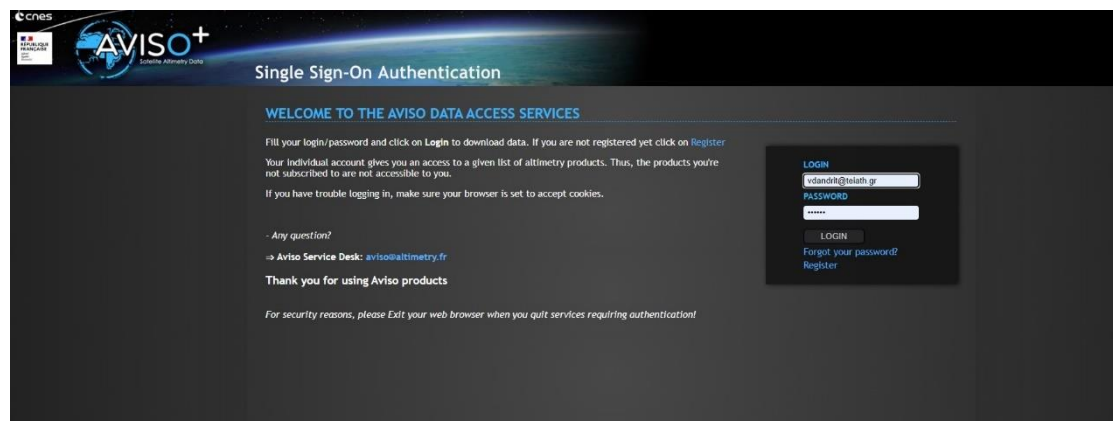
Σύμφωνα με <https://www.aviso.altimetry.fr/en/home.html>. Είναι μια πλήρης πλατφόρμα για την πρόσβαση σε δορυφορικά δεδομένα υψομετρίας που σχετίζονται με την παρακολούθηση των ωκεανών. Λειτουργεί από το 1992 και αποτελεί κεντρική πηγή για τη διανομή αλτιμετρικών δεδομένων παγκοσμίως, συμβάλλοντας στη μελέτη του ύψους της θαλάσσιας επιφάνειας, των ωκεάνιων ρευμάτων και άλλων ωκεανογραφικών παραμέτρων. Η ιστοσελίδα προσφέρει εργαλεία τόσο για γενικούς χρήστες όσο και για ειδικούς, όπως διεπαφές οπτικοποίησης δεδομένων, καθώς και δεδομένα πολλαπλών αποστολών που συνδυάζουν αποτελέσματα από πολλές δορυφορικές αποστολές για μεγαλύτερη ακρίβεια. Χρήστες μπορούν να βρουν πόρους που υποστηρίζουν μελέτες για το κλίμα και την παρατήρηση των ωκεανών.



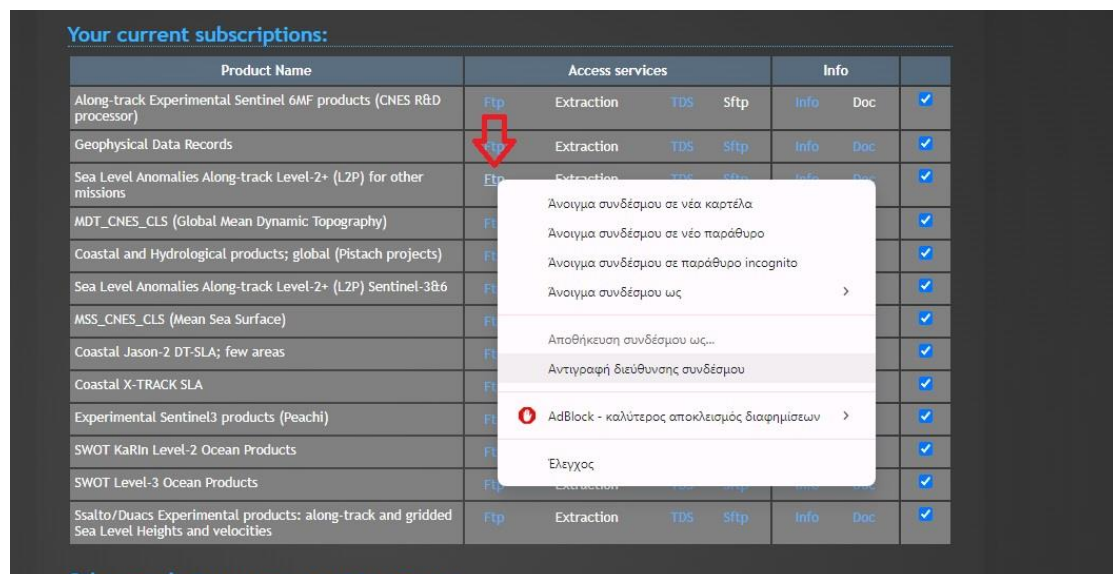
Εικόνα 11 Αρχική site τις Aviso <https://www.aviso.altimetry.fr/en/home.html>

2.2 : ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για τις ανάγκες της διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό FileZila για την συλλογή δεδομένων που παρείχε το site . Για την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε κατάλληλος λογαριασμός πιστοποίησης χρήστη της AVISO, από όπου η πρόσβαση σε ftp server είναι δυνατή και είναι ενεργοποιημένη η λήψη πολλαπλών αρχείων.

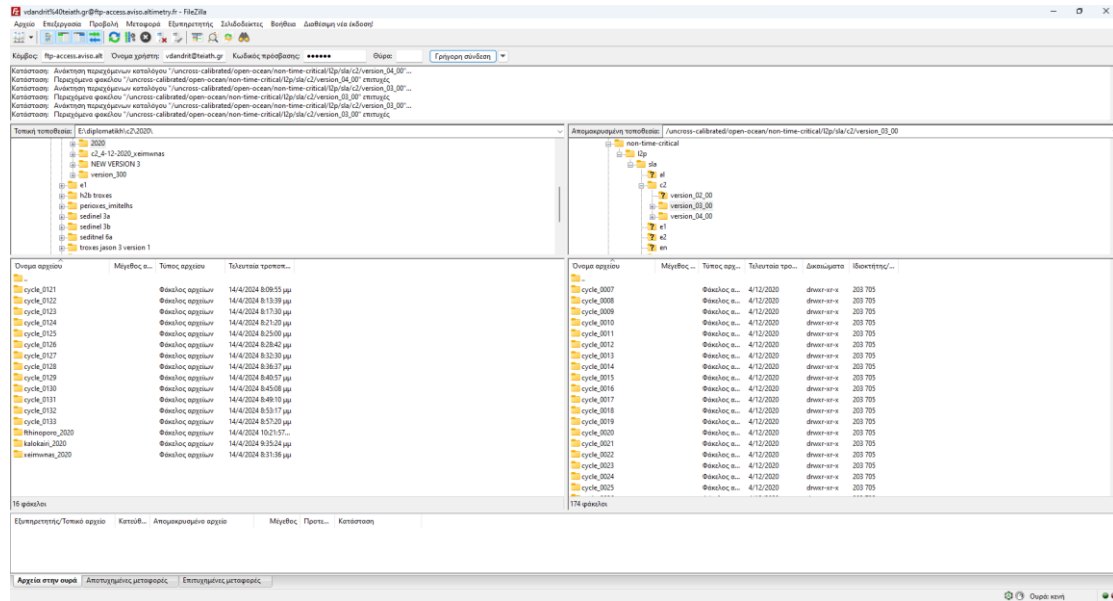


Εικόνα 12 Είσοδος λογαριασμού <https://www.aviso.altimetry.fr/>



Εικόνα 13 Επιλογή συνδέσμου για την συλλογή των δεδομένων <https://www.aviso.altimetry.fr/>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ ΤΜΗΜΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



Εικόνα 14 Δεδομένα από FileZilla

Στην εικόνα 14 εμφανίζεται το περιβάλλον του λογισμικού FileZilla από όπου κατέβηκαν τα δεδομένα για να εισαχθούν στο Brat. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν στην περίοδο 1/1/2020 μέχρι 1/12/2023 και οι δορυφόροι είναι αυτοί που αναφέρονται στο κεφάλαιο Αλτίμετρικές αποστολές.

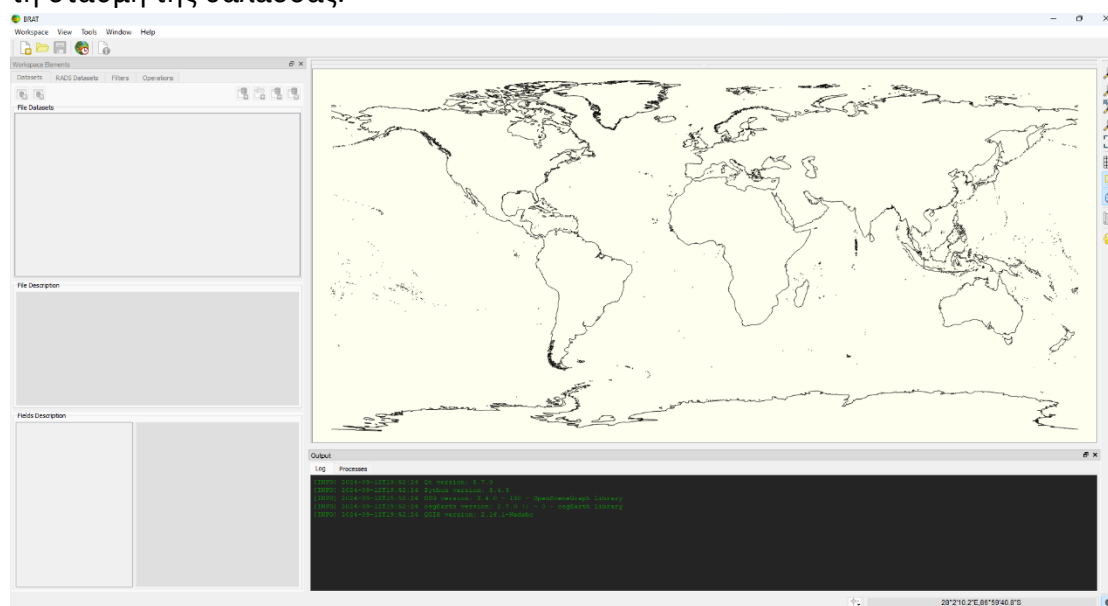
2.3 : ΒΑΣΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΡΑΝΤΑΡ ΑΛΤΙΜΕΤΡΟΥ (BRAT)

Το **BRAT** είναι ένα εργαλείο που σχεδιάστηκε για την επεξεργασία, απεικόνιση και ανάλυση δεδομένων δορυφορικής αλτιμετρίας. Απευθύνεται σε ερευνητές και επιστήμονες που ασχολούνται με την παρακολούθηση των ωκεανών, της ατμόσφαιρας και των υδάτινων επιφανειών μέσω δορυφορικών δεδομένων.

Το BRAT είναι συμβατό με μια ευρεία γκάμα δεδομένων από διαφορετικές δορυφορικές αποστολές, όπως **Topex/Poseidon, Jason-1, Jason-2, Envisat** και πολλές άλλες. Ενσωματώνει εργαλεία για τον υπολογισμό σημαντικών παραμέτρων, όπως η ανωμαλία της στάθμης της θάλασσας, η ταχύτητα των ωκεάνιων ρευμάτων και άλλες γεωφυσικές μετρήσεις.

Επιπλέον, το BRAT προσφέρει διάφορα εργαλεία απεικόνισης που επιτρέπουν την οπτικοποίηση των δεδομένων σε μορφή χαρτών και γραφημάτων, καθώς και την εφαρμογή στατιστικών αναλύσεων. Πρόκειται για ένα ισχυρό εργαλείο που υποστηρίζει την προετοιμασία δεδομένων για περαιτέρω επιστημονική έρευνα και μοντελοποίηση.

Η πλατφόρμα είναι διαθέσιμη δωρεάν και χρησιμοποιείται ευρέως για την κατανόηση και ανάλυση των ωκεάνιων και ατμοσφαιρικών μεταβολών σε σχέση με το κλίμα και τη στάθμη της θάλασσας.



Εικόνα 15 Περιβάλλον στο Brat

2.3.1 : ΔΟΜΗ ΤΟΥ BRAT

Σε αυτήν την ενότητα θα αναφερθούν βασικές λειτουργίες που εκτελεί το Brat σύμφωνα με το εγχειρίδιο χρήσης.

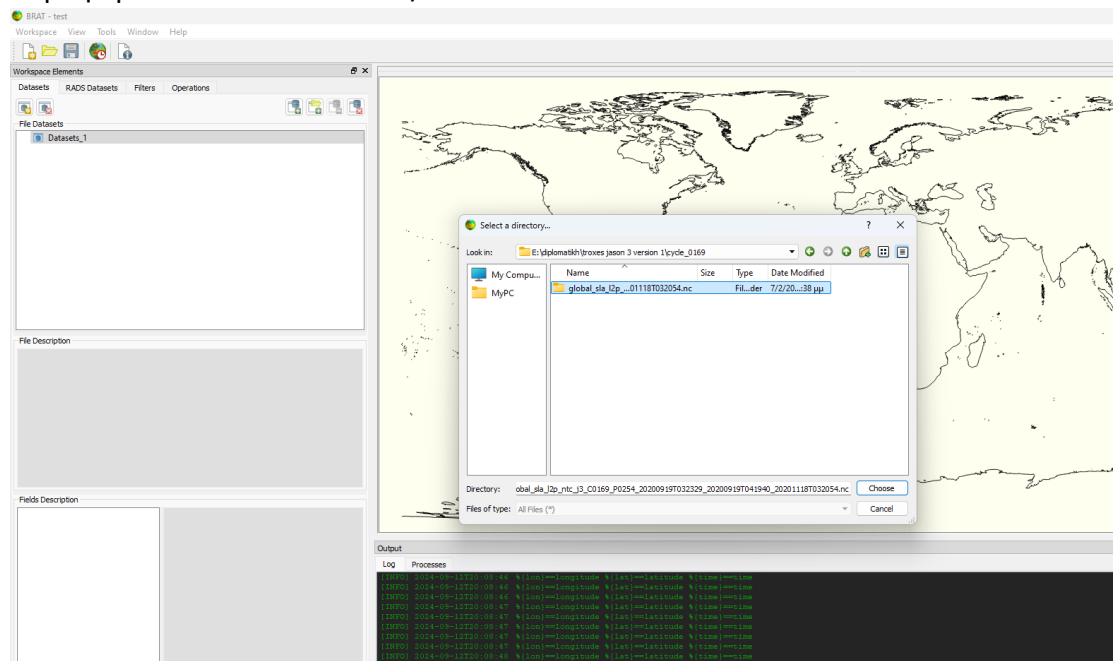
- Εισαγωγή δεδομένων: Το Brat εισάγει αλτιμετρικά δεδομένα σε μορφή αρχείου netcdf και έχει τη δυνατότητα προεπισκόπησης και οπτικοποίησης των ιχνών των τροχιών.
- Εξαγωγή δεδομένων: Όταν πραγματοποιείται εξαγωγή δεδομένων από το Brat, δίνεται η δυνατότητα να επιλεγεί από τον ίδιο τον χρήστη μια μορφή

δεδομένων, π.χ. ASCII, GEOTIFF και υπάρχει η δυνατότητα τροποποίησης, αναλόγως της τελικής χρήσης.

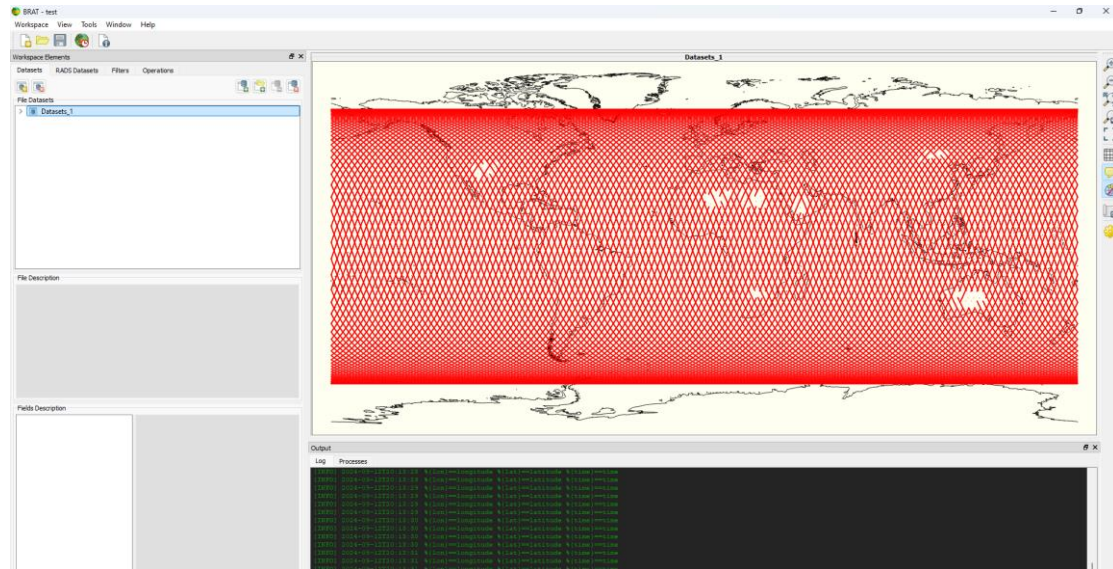
- Στατιστική ανάλυση δεδομένων: Μπορεί να πραγματοποιηθούν υπολογισμοί στατιστικών δεδομένων και να οπτικοποιηθούν.
- Κριτήρια για την επιλογή δεδομένων: Παρέχεται η δυνατότητα επιλογής από ένα αρχείο κάποιων δεδομένων, δηλαδή με ένα φίλτρο (εντολή Filter) ώστε να μπορούν να αποφευχθούν σφάλματα.
- Επεξεργασία δεδομένων: Διαθέτει εργαλεία με τα οποία μπορούν να επιλεγούν με κάποια κριτήρια τα οποία ορίζονται από τον χρήστη, τα δεδομένα που απαιτούνται για τις εφαρμογές, π.χ., βάθος, μήκος, πλάτος, κ.α
- Οπτικοποίηση δεδομένων: Το Brat παρέχει τη δυνατότητα να μπορεί να οπτικοποιήσει τα αποτελέσματά του, είτε σε χάρτες ή και σε διαγράμματα.

2.3.2 ΑΛΛΑΞΗ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕΣΩ BRAT

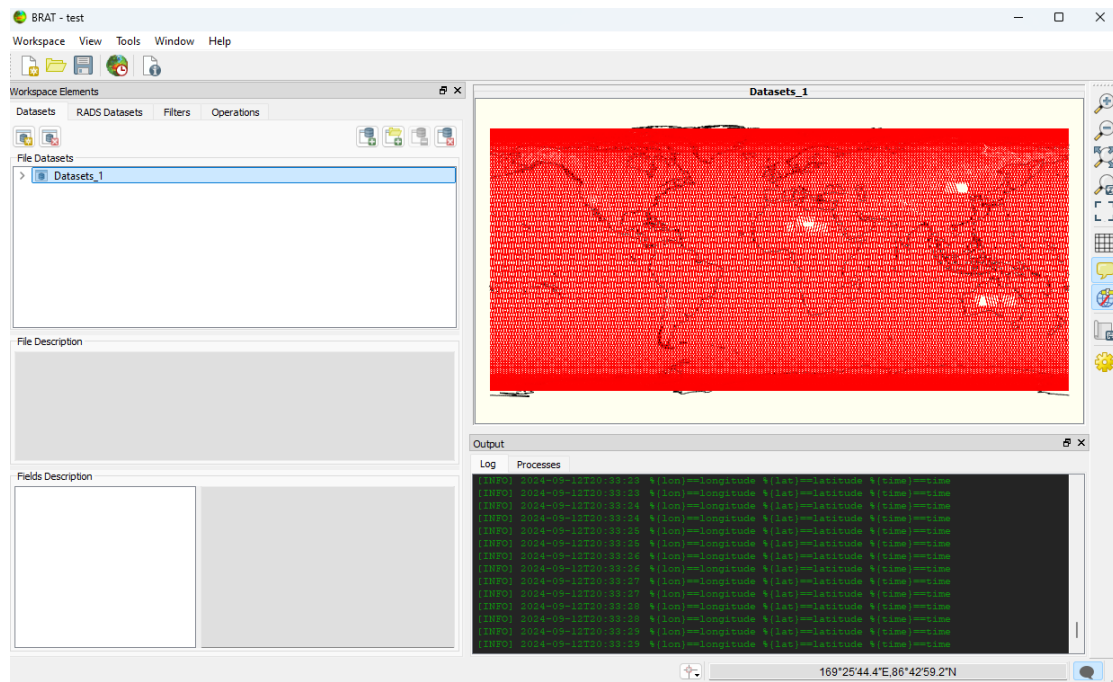
Περιγράφεται η διαδικασία με την οποία πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία των αλτιμετρικών δεδομένων για να ληφθούν οι διορθωμένες τιμές των υψομέτρων της θάλασσας (Corrected seas surface heights). Αρχικά εκκινείται το γραφικό περιβάλλον του brat: Εμφανίζεται το κεντρικό μενού, που αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα και δημιουργείται μια βάση με τα δεδομένα που θέλουμε να εισαχθούν για επεξεργασία. Στο παράδειγμα που ακολουθεί θα αναλυθεί ένας κύκλος των δορυφόρων Jason-3 και SARAL/AltiKa.



Εικόνα 16 Εισαγωγή Δεδομένων



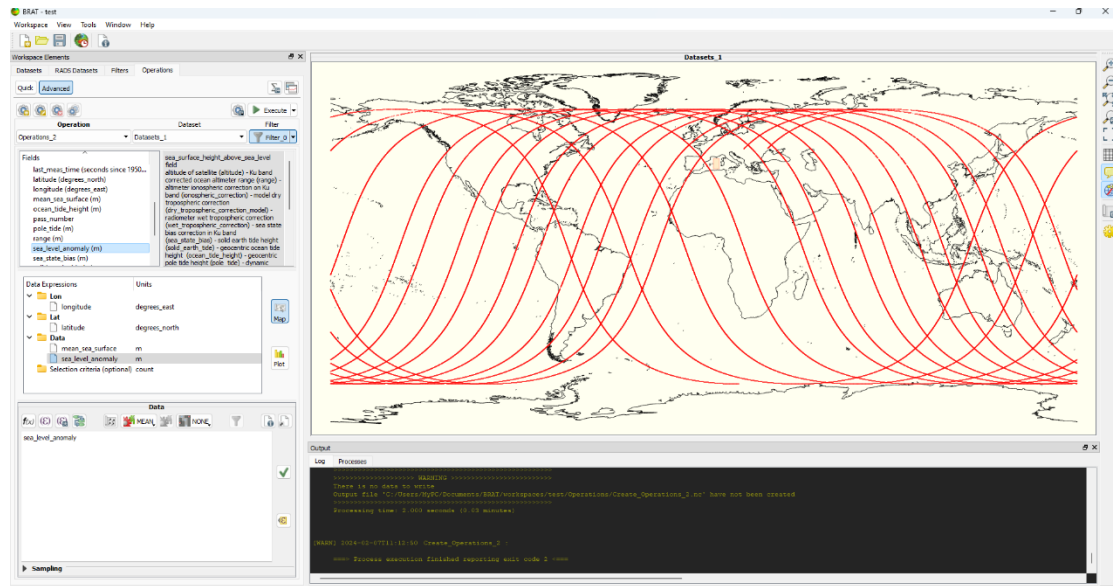
Εικόνα 17 Το περιβάλλον του Brat μετά την εισαγωγή των αρχείων της αποστολής Jason-3 και φαίνονται τα ίχνη της τροχιάς.



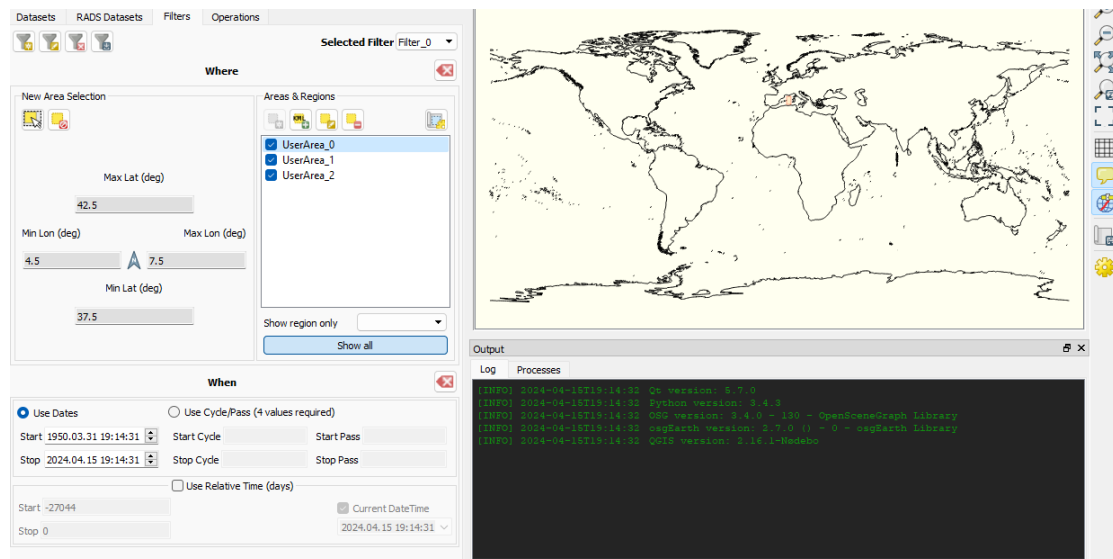
Εικόνα 18 Η Εισαγωγή των αρχείων της αποστολής Saral όπου παρουσιάζονται τα ίχνη της τροχιάς

Παρατηρήθηκε ότι μεταξύ των δορυφόρων υπάρχει διαφορά, τόσο στα τροχιακά ίχνη αναλόγως των στοιχείων της τροχιάς κάθε δορυφόρου, όπως και στην πυκνότητα των δεδομένων. Η πυκνότητα των δεδομένων εξαρτάται από τα στοιχεία σχεδιασμού κάθε αποστολής και αφορά στους στόχους κάθε αλτιμετρικού δορυφόρου. Η περίοδος περιφοράς του Jason-3 είναι περίπου 10 ημέρες, σε αντίθεση με την SARAL/AltiKa που η περίοδος του είναι περίπου 35 ημέρες. Οι παραπάνω διαφορές παρουσιάζονται αναλυτικά στις εικόνες 17 έως 19.

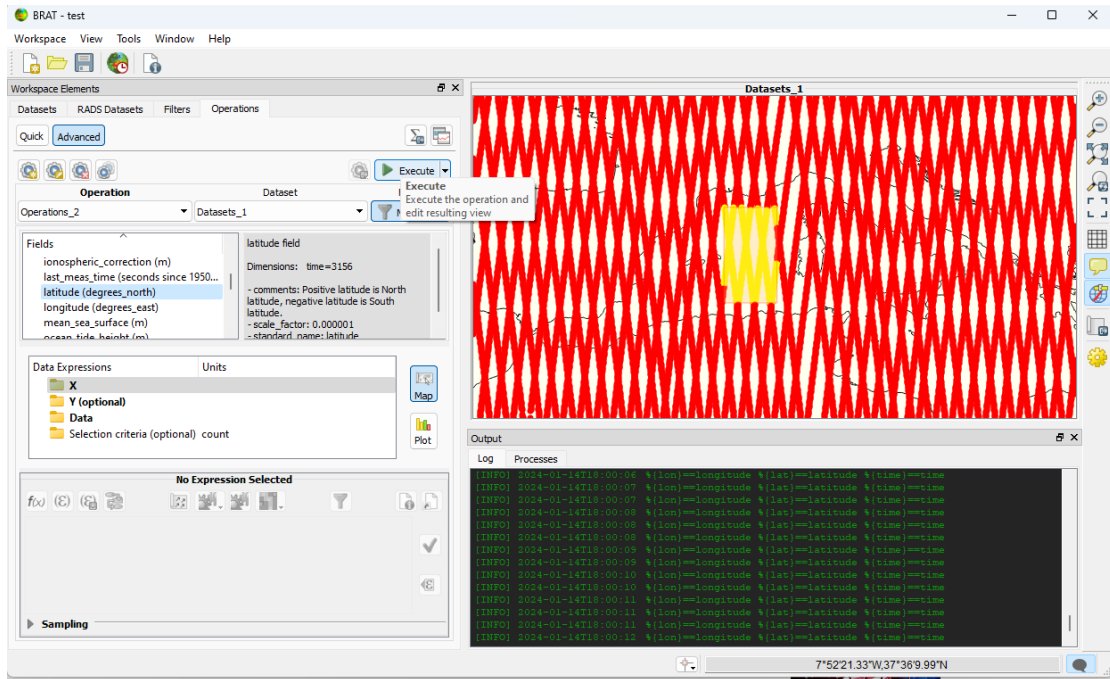
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ ΤΜΗΜΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



Εικόνα 19 Μια αδύναμη τροχιά του jason-3 που δεν έχει στοιχεία για την περιοχή μελέτης.

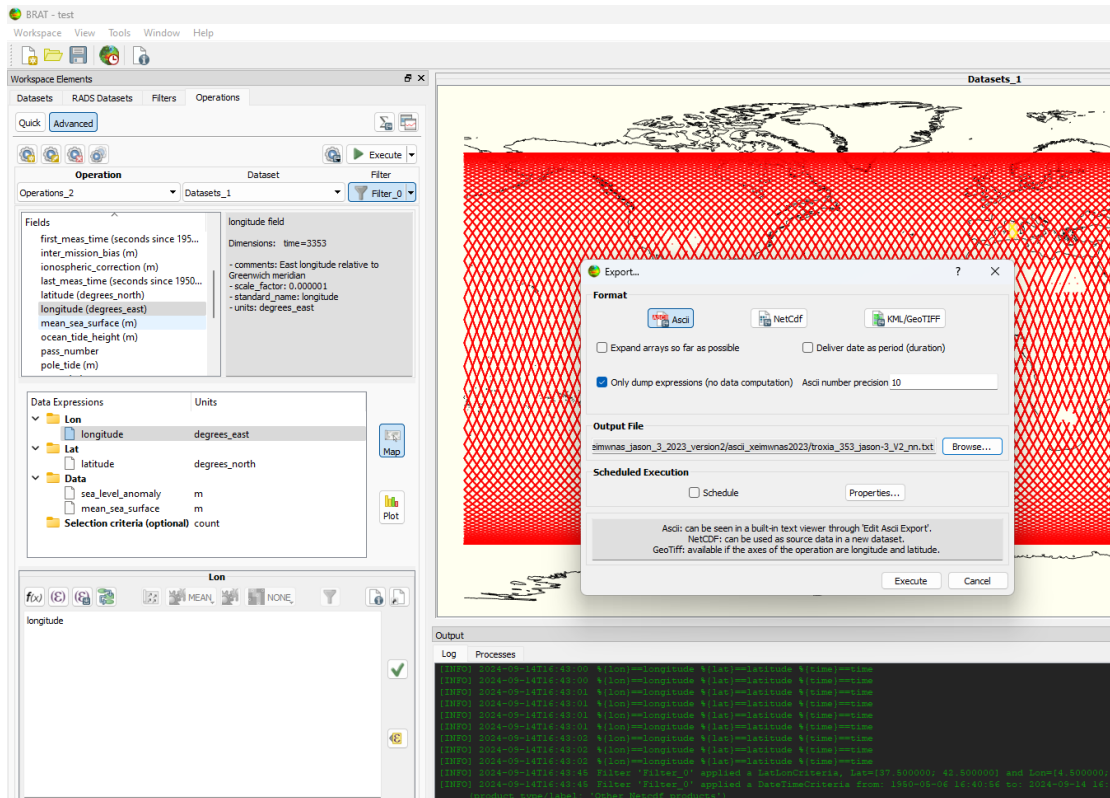


Εικόνα 20 Δημιουργία φίλτρου για την περιοχή που επιλέχθηκε



Εικόνα 21 φίλτρο μέσα στα ίχνη τις τροχιές του saral.

Τα αρχικά δεδομένα από τον ftp server της AVISO αφορούν το σύνολο της επιφάνειας του πλανήτη. Για να περιοριστούν οι πληροφορίες στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκε μέσω του BRAT κατάλληλο φίλτρο γεωγραφικού περιορισμού. Με τον τρόπο αυτόν οριοθετήθηκε η περιοχή μελέτης της Δυτικής Μεσογείου.



Εικόνα 22 Εδώ παρουσιάστηκε ο τρόπος εξαγωγής των αρχείων

Η παραπάνω διαδικασία εφαρμόστηκε σε όλα τα αρχεία των δορυφορικών αποστολών. Αφού περιορίστηκαν τα δεδομένα στην περιοχή μελέτης, ακολούθησε η μετατροπή του αρχείου σε δυαδική μορφή netcdf σε κατάλληλη μορφή ASCII για την εισαγωγή τους σε λογισμικά απεικόνισης. Ανάλογος με το πλήθος των μετρήσεων ήταν και χρόνος εξαγωγής των αρχείων σε μορφή κειμένου Txt κάθε αποστολής. Η αποστολή Saral ήταν η πιο χρονοβόρα από όλες ενώ για τον Jason-3 η επεξεργασία πραγματοποιήθηκε ταχύτατα, παρόλο τον παραπάνω αριθμό κύκλων του δορυφόρου. Τα ASCII αρχεία που δημιουργήθηκαν περιέχουν την γεωδαιτική πληροφορία εντοπισμού κάθε μέτρησης (φ και λ στο WGS84) τη μέση θαλάσσια στάθμη από μια εικοσαετή επεξεργασία της AVISO (Mean Sea Level - MSL) και την ανωμαλία θαλάσσιας επιφάνειας (Sea Level Anomaly – SLA), δηλ. τη διαφορά κάθε μέτρησης από τη μέση θαλάσσια στάθμη. Παράδειγμα ενός αρχείου ASCII που θα χρησιμοποιηθεί στην συνέχεια της επεξεργασίας παρουσιάζεται στην εικόνα 23.

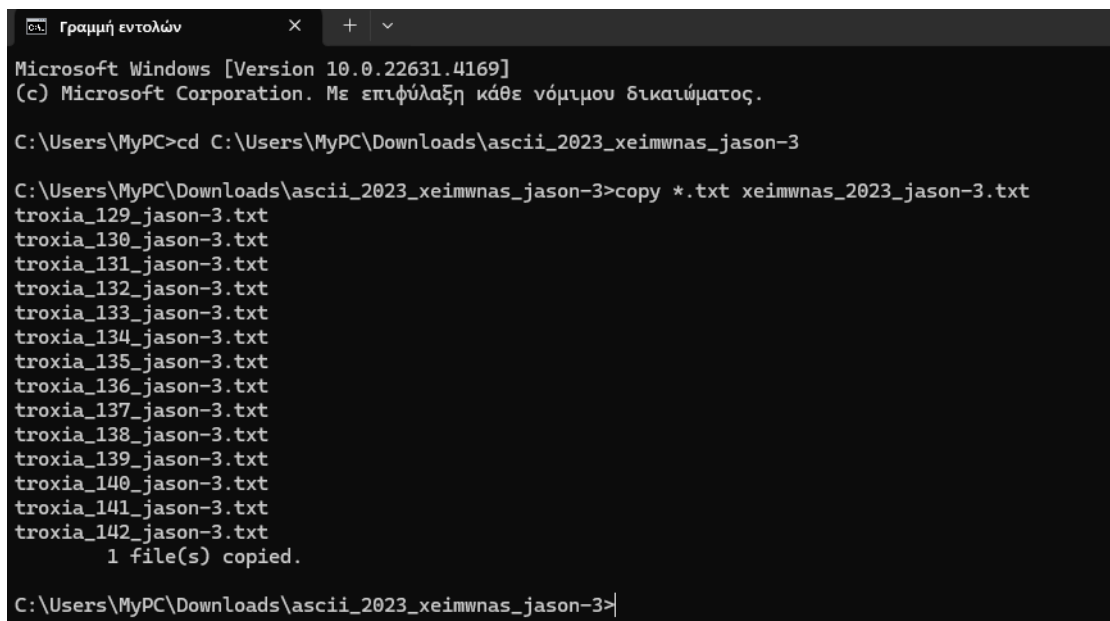
latitude (degrees_north)	longitude (degrees_east)	mean_sea_surface (m)	sea_level_anomaly (m)
41.51367	4.514664	45.5289	0.2043
41.559411	4.549614	45.5474	0.1881
41.605138	4.584619	45.5804	0.1974
41.650851	4.61968	45.6224	0.1885
41.696551	4.654796	45.6763	0.1895
41.742237	4.689967	45.7345	0.1783
41.787908	4.725195	45.7963	0.1482
41.833566	4.760478	45.8601	0.1899
41.87921	4.795818	45.9288	0.1621
41.924839	4.831214	46.0071	0.1469
41.970455	4.866666	46.096	0.169
42.016056	4.902175	46.19	0.1636
42.061644	4.937741	46.2864	0.1792
42.107217	4.973363	46.3949	0.1549
42.152776	5.009043	46.4965	0.171
42.19832	5.04478	46.5811	0.1836
42.24385	5.080574	46.6483	0.1877
42.289366	5.116425	46.7051	0.1703
42.334868	5.152335	46.7525	0.1779
42.380354	5.188302	46.8015	0.1702
42.425827	5.224327	46.85	0.1546
42.471285	5.26041	46.8906	0.1635
37.517612	4.525156	42.193	0.0324
37.564404	4.555865	42.262	0.0321
37.611186	4.586617	42.3367	0.0766
37.657956	4.617412	42.4119	0.0658
37.704716	4.648252	42.5005	0.0281
37.751465	4.679135	42.5924	0.1384
37.798202	4.710063	42.6872	0.1081
37.84493	4.741035	42.7926	0.0952
37.891646	4.772052	42.9028	0.1192
37.938351	4.803113	43.0102	0.1455
37.985045	4.834218	43.1103	0.1558
38.031728	4.865368	43.1997	0.1272
38.0784	4.896564	43.2923	0.1359
38.125061	4.927804	43.3913	0.1563
38.171711	4.959089	43.4933	0.1334
38.218349	4.990419	43.5962	0.151
38.264977	5.021795	43.6879	0.1573
38.311593	5.053216	43.7627	0.1003
38.358198	5.084683	43.8141	0.1349
38.404792	5.116196	43.8596	0.11
38.451374	5.147755	43.8903	0.1153
38.497945	5.179359	43.9187	0.1375
38.544505	5.21101	43.945	0.1795
38.591053	5.242706	43.9782	0.1309
38.63759	5.27445	44.0118	0.1246
38.684115	5.306239	44.0497	0.1415
38.730629	5.338075	44.0844	0.1202
38.777131	5.369958	44.1186	0.144

Εικόνα 23 Παράδειγμα αρχείου Ascii μετα την εξαγωγή από το Brat

2.3.3: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ ASCII

Μέσω του BRAT δημιουργήθηκε ένα αρχείο δεδομένων ανά κύκλο δορυφόρου στα όρια της περιοχής μελέτης. Για τον υπολογισμό μέσης δυναμικής ωκεάνειας τοπογραφίας (mean dynamic ocean topography – MDOT) ανά εποχή ή έτος απαιτείται η ένωση πολλαπλών κύκλων δεδομένων ανά εποχή μελέτης. Πραγματοποιήθηκε η διαδικασία για την ένωση των δεδομένων των αποστολών. Αυτό επιτεύχθηκε με την εντολή merge των αρχείων ascii μέσω της γραμμής εντολών των Windows. Τα αρχεία των δεδομένων ενωθήκαν αφού πρώτα χωρίστηκαν σε έτη και εποχές. Μελετήθηκαν τα έτη 2020 – 2023 ανά εποχή – Άνοιξη (Μάρτιος – Απρίλιος – Μάιος), Καλοκαίρι (Ιούνιος – Ιούλιος – Αύγουστος) Φθινόπωρο (Σεπτέμβριος – Οκτώβρης-

Νοέμβριος), και Χειμώνας (Δεκέμβριος – Ιανουάριος – Φεβρουάριος). Στην εικόνα 24 φαίνεται η διαδικασία ενοποίησης των αρχείων δεδομένων.



```
Γραμμή εντολών
Microsoft Windows [Version 10.0.22631.4169]
(c) Microsoft Corporation. Με επιφύλαξη κάθε νόμιμου δικαιώματος.

C:\Users\MyPC>cd C:\Users\MyPC\Downloads\ascii_2023_xeimwnas_jason-3

C:\Users\MyPC\Downloads\ascii_2023_xeimwnas_jason-3>copy *.txt xeimwnas_2023_jason-3.txt
troxia_129_jason-3.txt
troxia_130_jason-3.txt
troxia_131_jason-3.txt
troxia_132_jason-3.txt
troxia_133_jason-3.txt
troxia_134_jason-3.txt
troxia_135_jason-3.txt
troxia_136_jason-3.txt
troxia_137_jason-3.txt
troxia_138_jason-3.txt
troxia_139_jason-3.txt
troxia_140_jason-3.txt
troxia_141_jason-3.txt
troxia_142_jason-3.txt
        1 file(s) copied.

C:\Users\MyPC\Downloads\ascii_2023_xeimwnas_jason-3>
```

Εικόνα 24 Πως δημιουργηθήκαν τα ενωμένα αρχεία ASCII

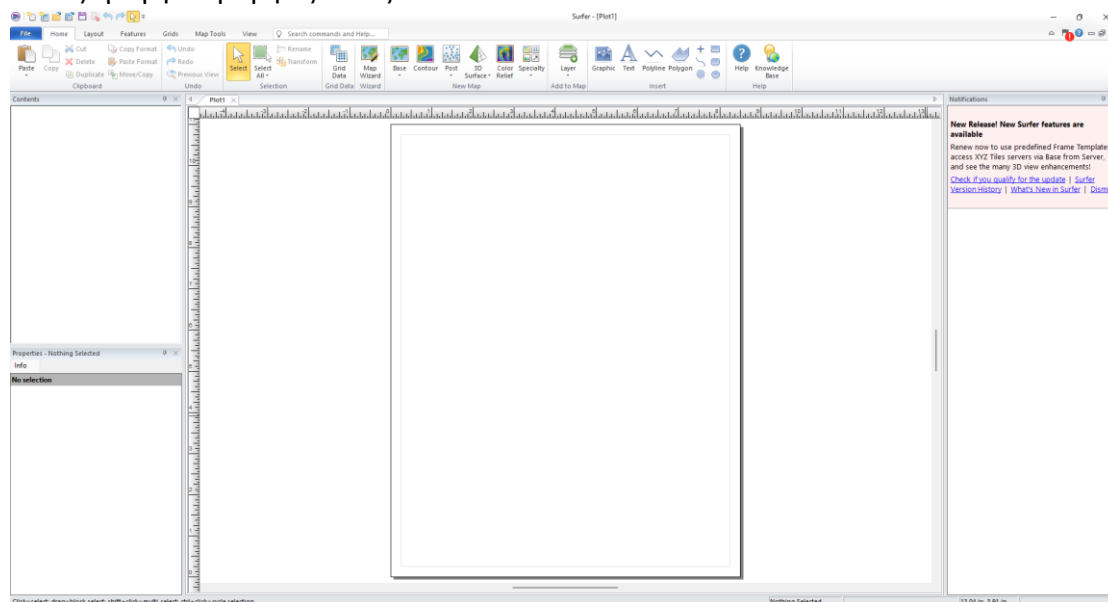
Κεφάλαιο 3 : ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SURFER

Σε αυτήν την ενότητα αναλύεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την επεξεργασία των αλτιμετρικών δεδομένων στο surfer. Επίσης θα γίνει μια ανάλυση του προγράμματος και μια συνοπτική παρουσίαση των λειτουργιών του.

3.1: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ SURFER ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ <https://www.goldensoftware.com/products/surfer/>

Το πρόγραμμα Surfer είναι ένα ισχυρό λογισμικό που αναπτύχθηκε από την Golden Software για χαρτογράφηση, μοντελοποίηση και ανάλυση δεδομένων σε 2D και 3D. Χρησιμοποιείται κυρίως από επιστήμονες, μηχανικούς, και άλλους επαγγελματίες που χρειάζονται να δημιουργήσουν χάρτες και μοντέλα από γεωγραφικά δεδομένα γρήγορα και με ακρίβεια. Είναι ιδιαίτερα δημοφιλές σε τομείς όπως η γεωλογία, η χαρτογράφηση περιβάλλοντος, και η διαχείριση υδάτινων πόρων.

Το *Surfer* προσφέρει εργαλεία για την εύκολη μετατροπή δεδομένων σε χάρτες, με δυνατότητα εισαγωγής και εξαγωγής δεδομένων σε διάφορες μορφές αρχείων (π.χ. SHP, DXF, GeoTIFF). Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν αναγλυφικούς χάρτες, διαγράμματα τομών, και να προσαρμόσουν τους χάρτες τους με προσθήκες όπως λογότυπα και κλίμακες. Επίσης, το πρόγραμμα διαθέτει δυνατότητες για τρισδιάστατη απεικόνιση δεδομένων, προσφέροντας πλήρη έλεγχο της παρουσίασης και εξαγωγή σε μορφές όπως PDF και 3D PDF.



Εικόνα 25 Περιβάλλον εργασίας surfer.

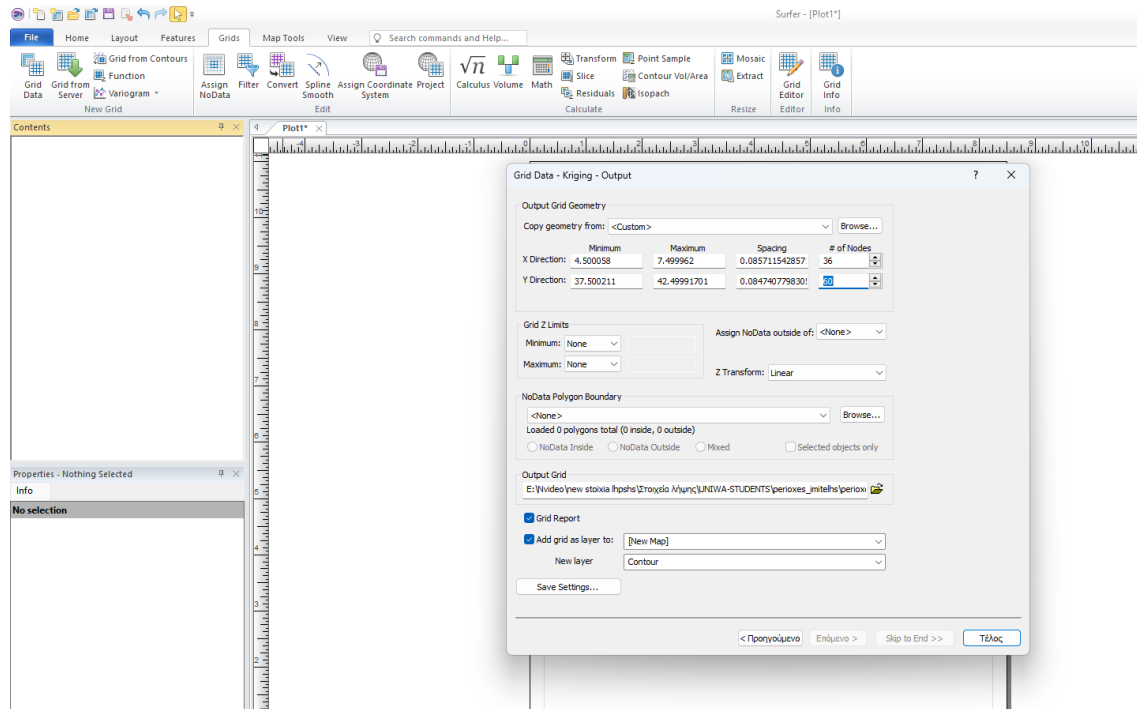
3.1.2 : ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ SURFER

Σε αυτήν την παράγραφο θα αναφερθούν οι βασικές δυνατότητες του Surfer συνοπτικά.

1. Το Surfer μπορεί να επεξεργαστεί, δηλαδή να εισάγει και να εξάγει δεδομένα με μεγάλο εύρος μορφοτύπων (ποικιλία από Formats).
2. Ο χρήστης μπορεί να κάνει καναβοποίηση μέσω της λειτουργίας Greate Files και να τα διαχειριστεί ώστε να πάρει το αποτέλεσμα που θέλει, όπως π.χ. ισούψείς καμπύλες. Παρέχει ακόμα και Functions και πίνακα ελέγχου για τη δημιουργία μαθηματικών πράξεων με τα αρχεία κανάβου (Grid – File).
3. Το Surfer παρέχει tutorial, ακόμα και online videos στο κανάλι της εταιρείας Golden Software, δωρεάν, με αποτέλεσμα να μπορεί ο χρήστης να δει τις λειτουργίες και να μπορεί εύκολα να χρησιμοποιήσει τις δυνατότητες τις οποίες προσφέρει.
4. Το map tools και το views, τα οποία επιτρέπουν τη διαμόρφωση χάρτη και την προβολή του ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη.
5. Διαθέτει βάση με τα συστήματα συντεταγμένων και αυτό δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να μπορεί να εντάξει τον παραγόμενο χάρτη σε ένα επιθυμητό γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς, π.χ. το παγκόσμιο WGS 84.
6. Είδη χαρτών αναφορικά που παράγει το Surfer:
 - Base map
 - Contour map
 - Post map
 - 3D Surface map
 - 3D Wire Frame
 - Color Relief map
 - Grid valve map
 - Water shop map
 - Vector map
 - Point cloud map
 - Map layers

3.2 : ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ SURFER

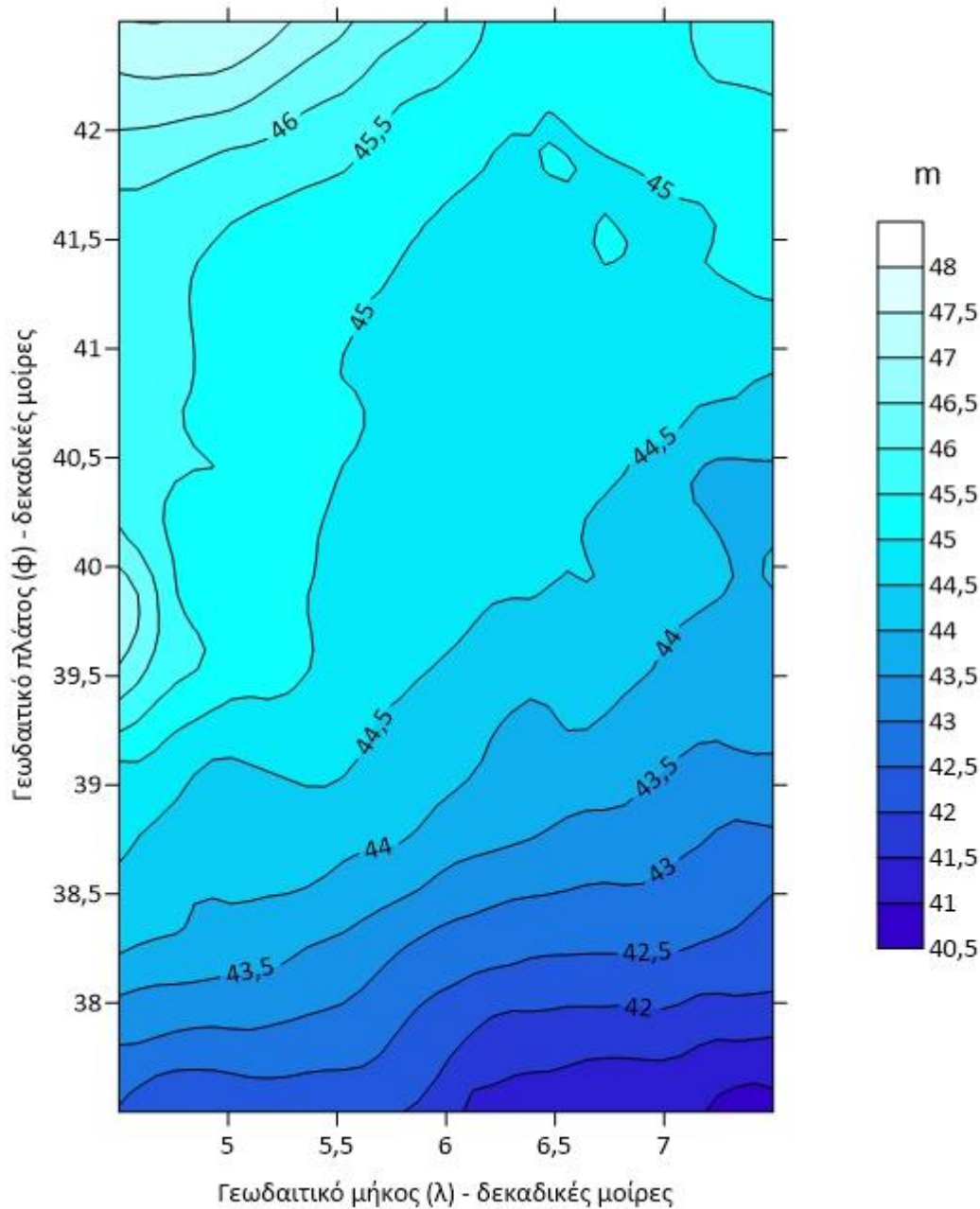
3.2 : ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΩΝ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ



Εικόνα 26 Εισαγωγή αρχείων ASCII στο surfer και διαμόρφωση για υλοποίηση των χαρτών

Οι αρχικές αλτιμετρικές εγγραφές αναφέρονται κατά μήκος της τροχιάς του κάθε δορυφόρου (along track data). Τα δεδομένα αυτά πρέπει να μετατραπούν σε μορφή κανάβου κατάλληλης ισοδιάστασης, ώστε να προκύψουν οι τελικοί χάρτες. Καταρχάς, εισήχθησαν οι διαστάσεις με τις οποίες δημιουργήθηκε ο κανάβος καθώς και η ισοδιάσταση του κανάβου με τελικό προϊόν τον χάρτη με τα διορθωμένα υψόμετρα της θάλασσας (CSSH – Corrected Sea Surface Height). Ως ισοδιάσταση επιλέχθηκαν τα 5 arcmin, ισοδιάσταση κατάλληλη για την απεικόνιση των μεταβολών της Μέσης Δυναμικής Ωκεάνιας Τοπογραφίας.

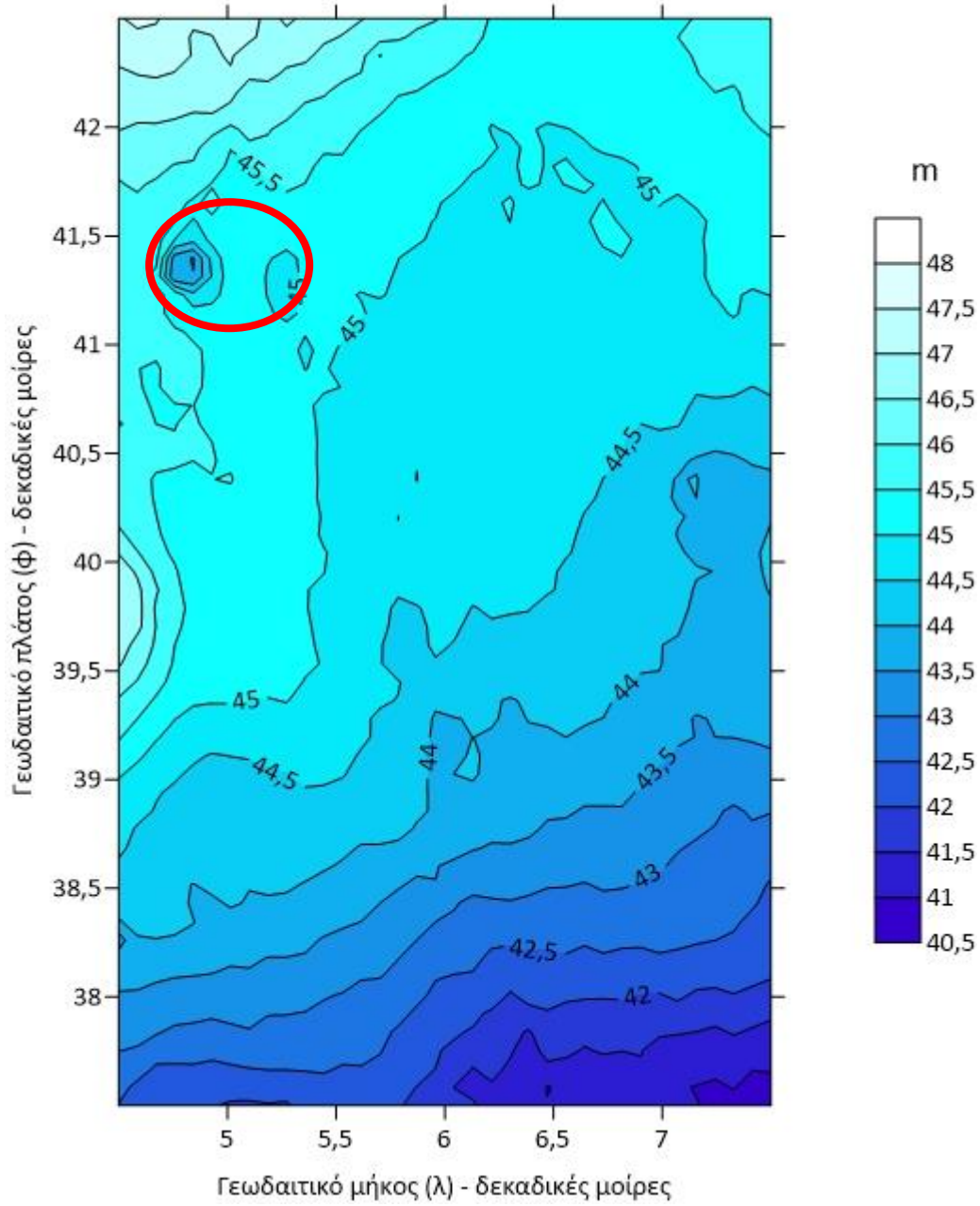
Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας - Χειμώνας 2023



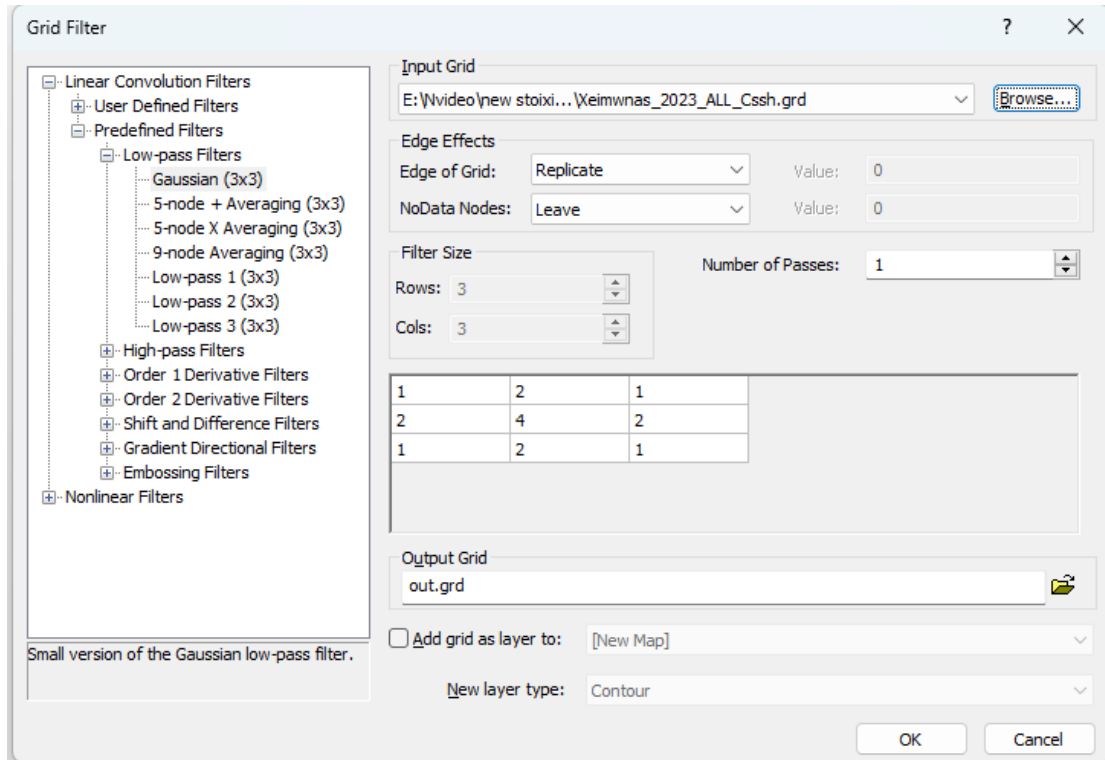
Εικόνα 27 χάρτης ισοΐψών καμπυλών που δημιουργήθηκε από τις τιμές του Κανάβου

Παρατηρήθηκε κατά την διάρκεια παραγωγής των χαρτών κάποιες προβληματικές τροχιές, με δεδομένα επηρεασμένα από σφάλματα, τα οποία οδηγούν σε ακραίες τιμές των μέσων υψόμετρων της θάλασσας στάθμης. Ένα παράδειγμα προβληματικών δεδομένων παρουσιάζεται στην εικόνα 28, όπου επισημαίνεται το προβληματικό τμήμα από τα δεδομένα του δορυφόρου Saral. Η παραπάνω διαδικασία έγινε για όλες τις εποχές στις αντίστοιχες χρονιές. Έπειτα εφαρμόστηκε ένα φίλτρο μέσου ορού για εξομάλυνση του θορύβου για όλες τις εποχές στις αντίστοιχες χρονιές.

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας - Χειμώνας 2023

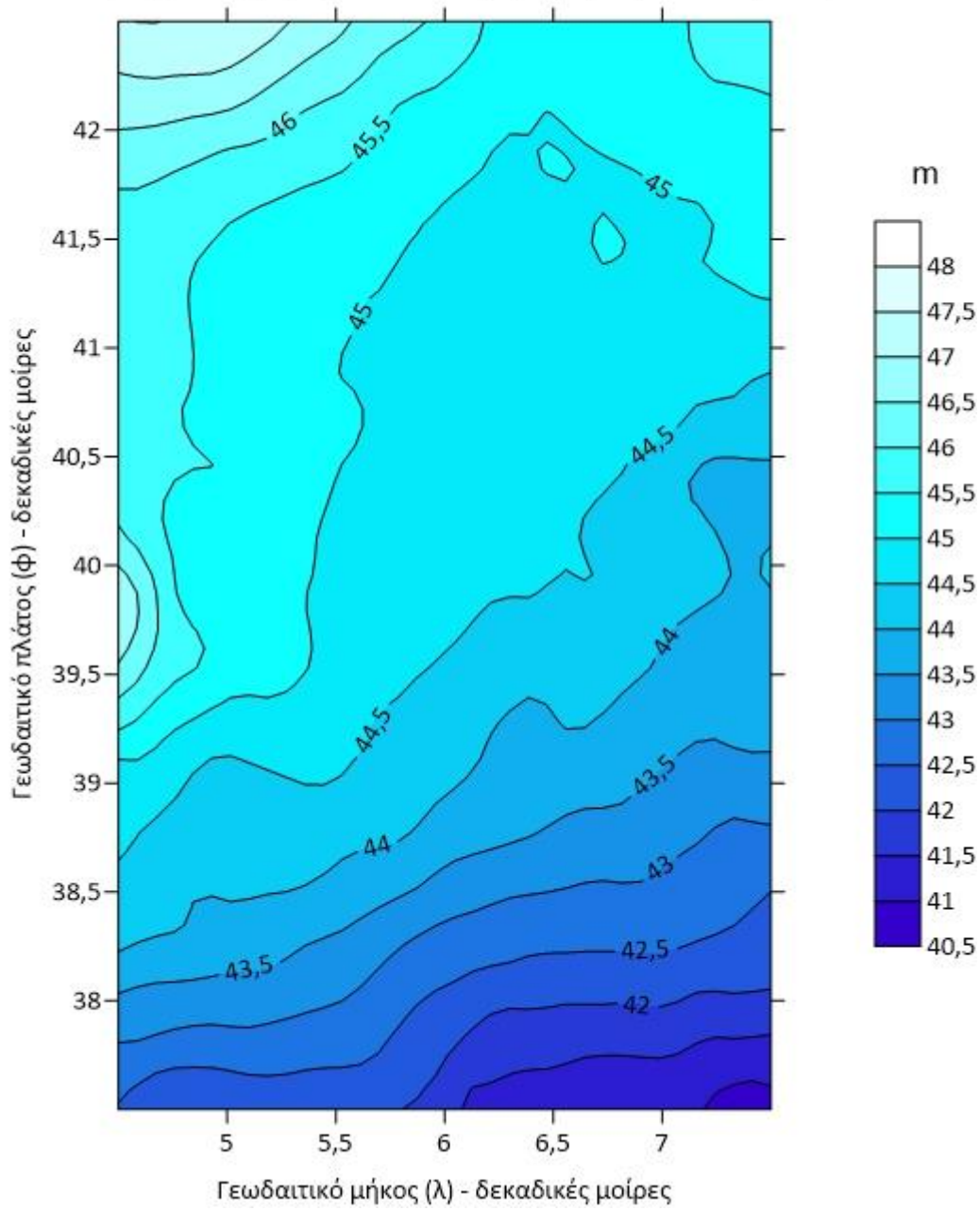


Εικόνα 28 χάρτης με τις προβληματικές τιμές



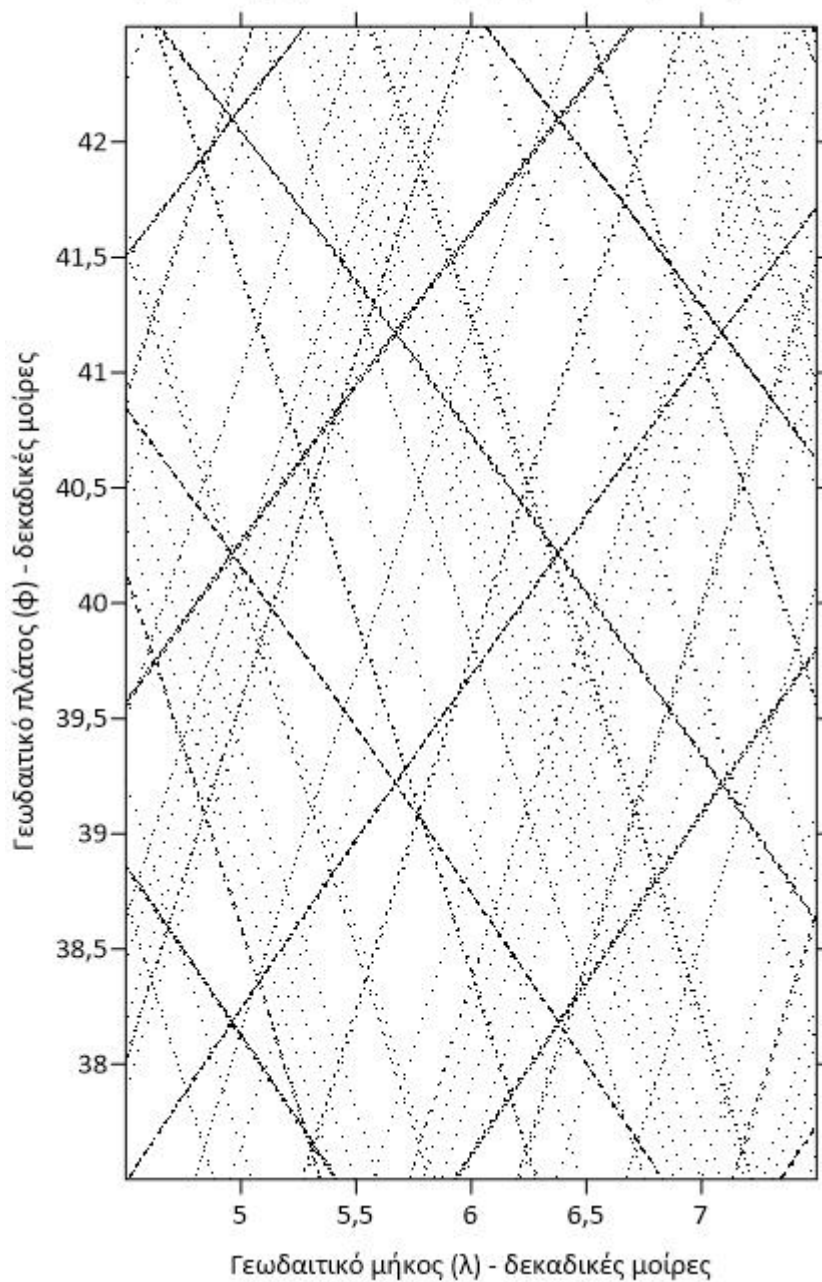
Εικόνα 29 πως εφαρμόστηκε το φίλτρο μέσω του surfer

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Χειμώνας 2023



Εικόνα 30 φιλτραρισμένος χάρτης διορθωμένων υψομέτρων

ίχνη των τροχιών των δορυφόρων - Χειμώνας 2023

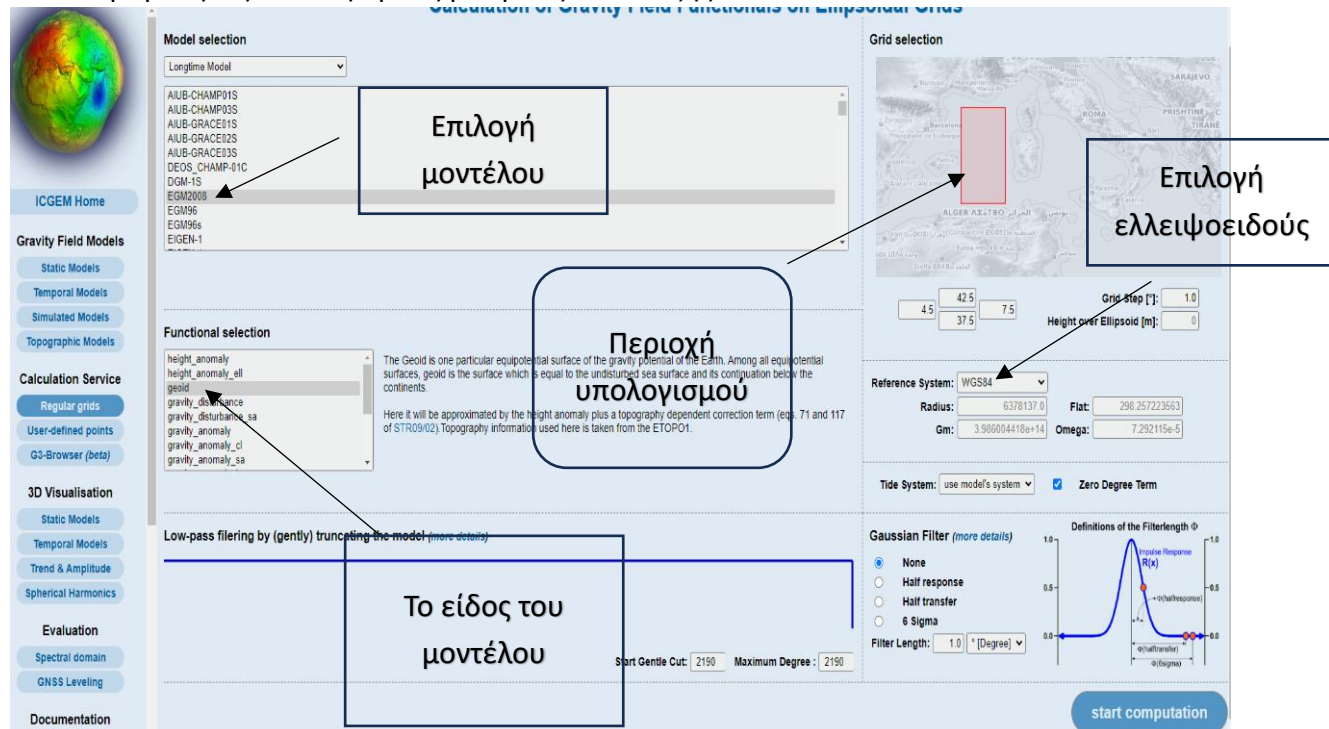


Εικόνα 31 χάρτης που δημιουργήθηκε με τα τον τροχιών την εποχή χειμώνας 2023

Στην εικόνα 31 παρουσιάζονται τα ίχνη των τροχιών των δορυφόρων που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των μέσων υψομέτρων της θαλάσσιας στάθμης το χειμώνα του 2023. Παρατηρείται μια ικανοποιητική πυκνότητα δεδομένων αλτιμετρίας, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε κάποια αρχικά συμπεράσματα σχετικά με την Μέση Δυναμική Ωκεανία Τοπογραφία της Δυτικής Μεσογείου. Τα Μέσα Υψόμετρα της θαλάσσιας στάθμης μπορούν να οδηγήσουν στον υπολογισμό της Μέσης Δυναμικής Ωκεάνιας Τοπογραφίας, εάν ληφθεί υπόψη η αποχή γεωειδούς.

3 .2.1 : ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ ΑΠΟΧΗΣ ΤΟΥ ΓΕΩΕΙΔΟΥΣ

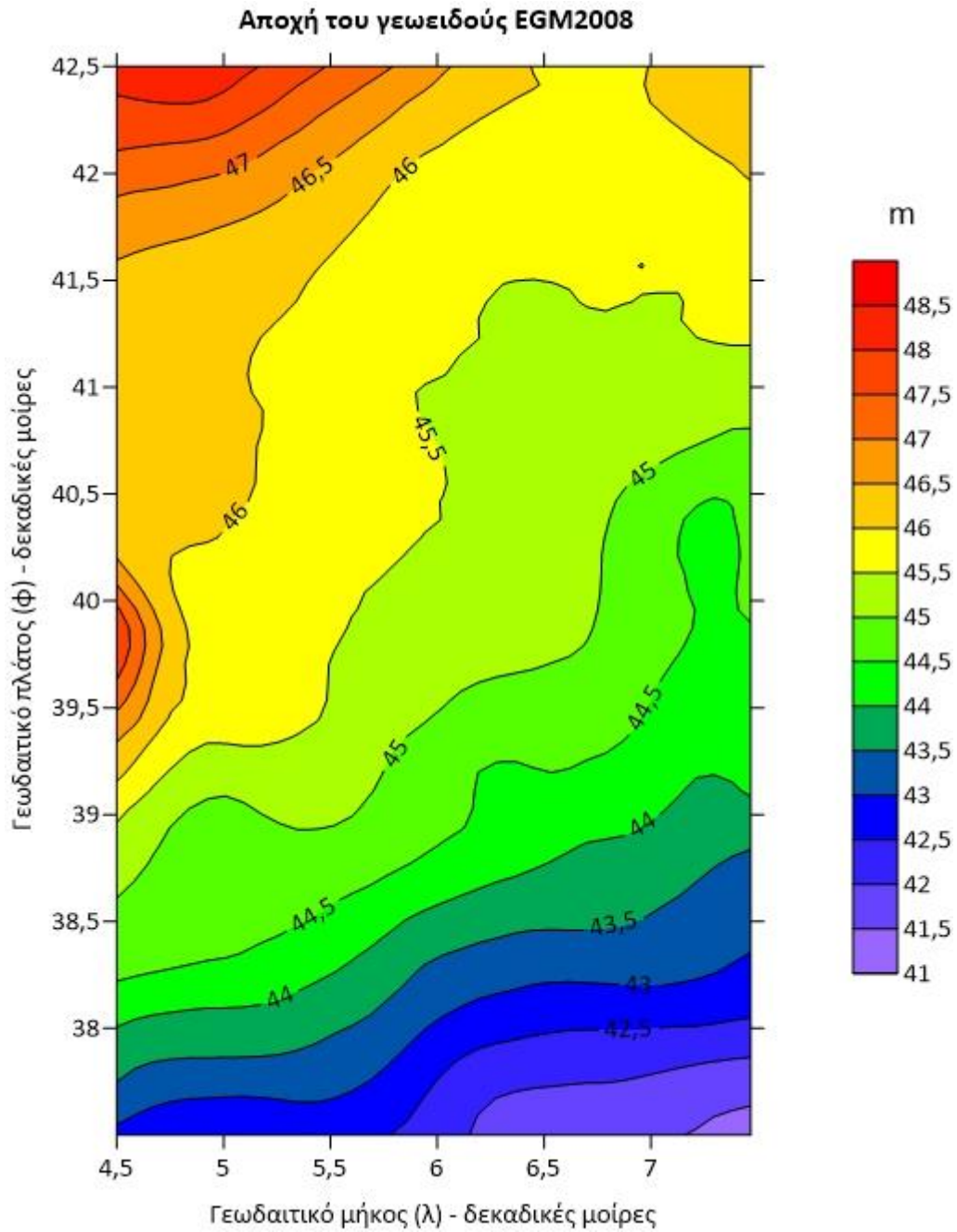
Για να γίνει η δημιουργία χαρτών δυναμικής θαλάσσιας τοπογραφίας(DOT) έπρεπε να υπολογιστεί η αποχή του γεωειδούς αυτό έγινε μέσω του site <https://icgem.gfz-potsdam.de/home> Διεθνές Κέντρο Παγκοσμίων Μοντέλων Γης (ICGEM). Η ιστοσελίδα αυτή αποτελεί υπηρεσία του Διεθνούς Γραφείου για το Γεωειδές και δίνει τη δυνατότητα υπολογισμού σε κάναβο ή σε ανεξάρτητα σημεία συναρτησιακών του πεδίου βαρύτητας σε διάφορους βαθμούς ανάπτυξης.



Εικόνα 32 υπολογισμός της αποχής του γεωειδούς <https://icgem.gfz-potsdam.de/calcgird>

Με την παραπάνω διαδικασία έγινε υπολογισμός για 4 διαφορετικά γεωδυναμικά μοντέλα :

- Egm2008 (Pavlis, N.K. et al, 2012)
- Sgg-ugm-2 (Liang, W. et al, 2020)
- 2190_Xgm2019 (Zingerle, P. et al, 2019)
- 5540_Xgm2019 (Zingerle, P. et al, 2019)



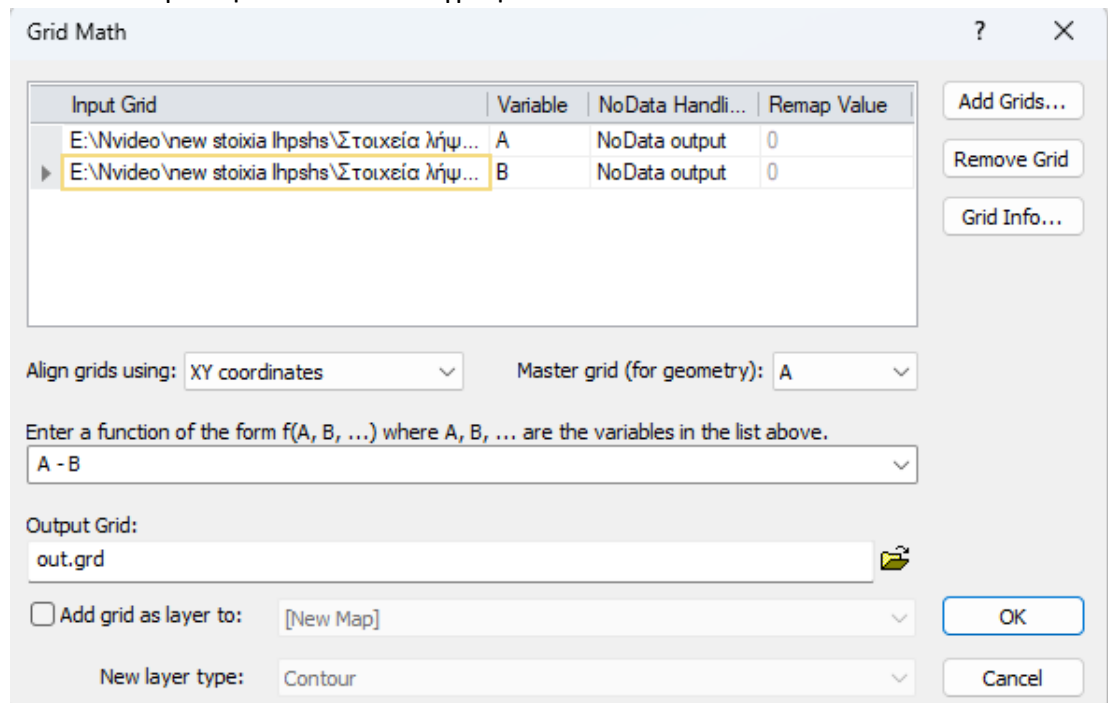
Εικόνα 33 Χάρτης που προέκυψε από την αποχή του γεωειδούς Egm2008

3.2.2 : ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΜΕΣΗΣ ΩΚΕΑΝΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

Επόμενο βήμα της επεξεργασίας αποτέλεσε ο υπολογισμός για τη μέση δυναμική θαλάσσια τοπογραφία (MDOT), με σκοπό την εκτίμηση του στάσιμου μέρους της και εν συνεχεία τον υπολογισμό των θαλάσσιων γεωστροφικών ρευμάτων. Η εύρεση του στάσιμου μέρους της δυναμικής θαλάσσιας τοπογραφίας υπολογίζεται από την αφαίρεση των μέσων διορθωμένων υψομέτρων της θαλάσσιας στάθμης για το χρονικό διάστημα της μελέτης και της αποχής του γεωειδούς. Από το menu του grids στο surfer και την εφαρμογή gridmath δίνεται η δυνατότητα διενέργειας πράξεων απευθείας στα αρχεία των κανάβων που έχουν δημιουργηθεί στο προηγούμενο βήμα, μέσω της εξίσωσης:

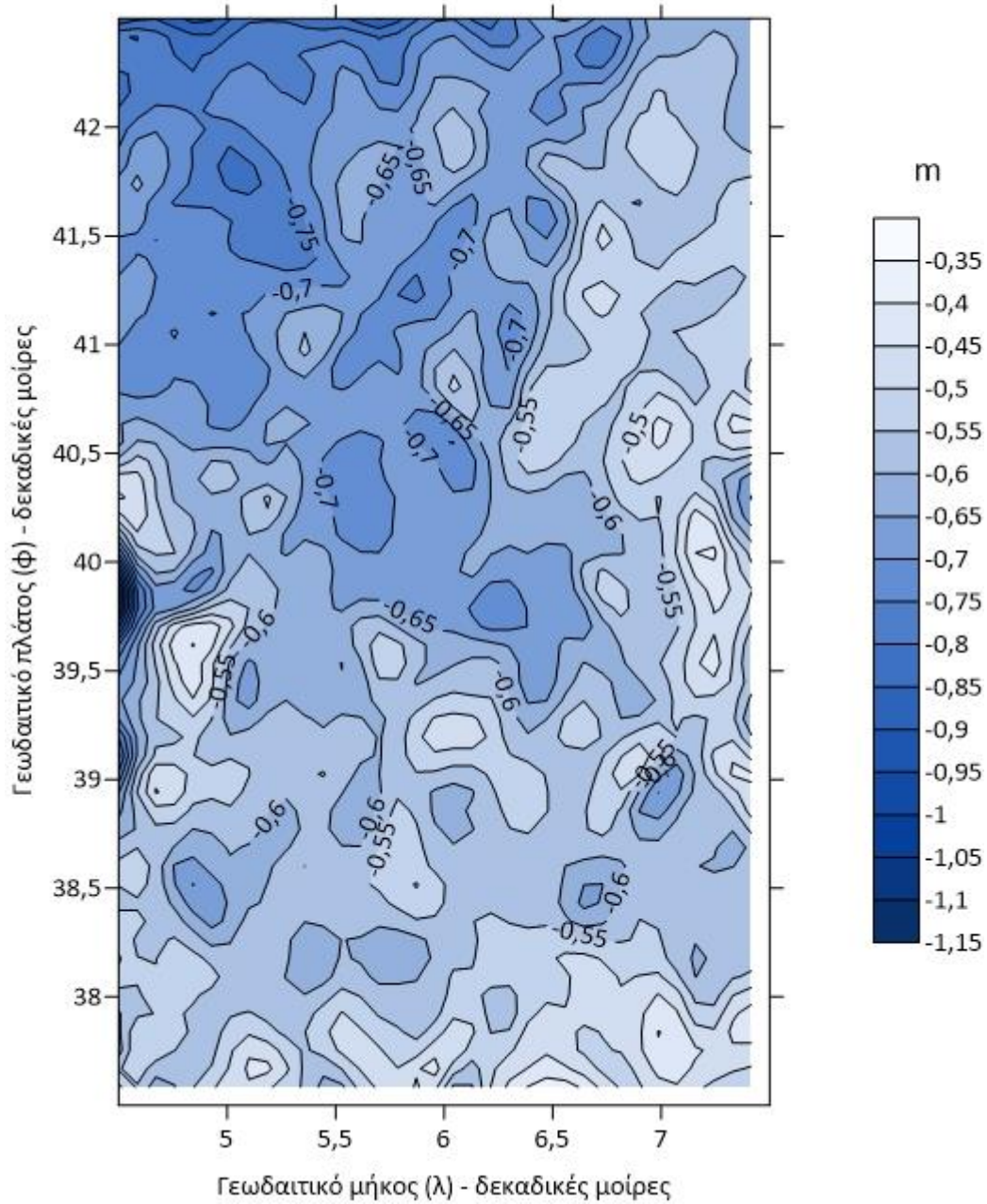
$$DOT = CSSH - N$$

Η υπολογισμοί έγιναν μέσω του surfer με την εφαρμογή Math παρουσιάζεται η διαδικασία για την ωκεάνια τοπογραφία.



Εικόνα 34 Η πράξη των κανάβων μέσα στο surfer

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2023

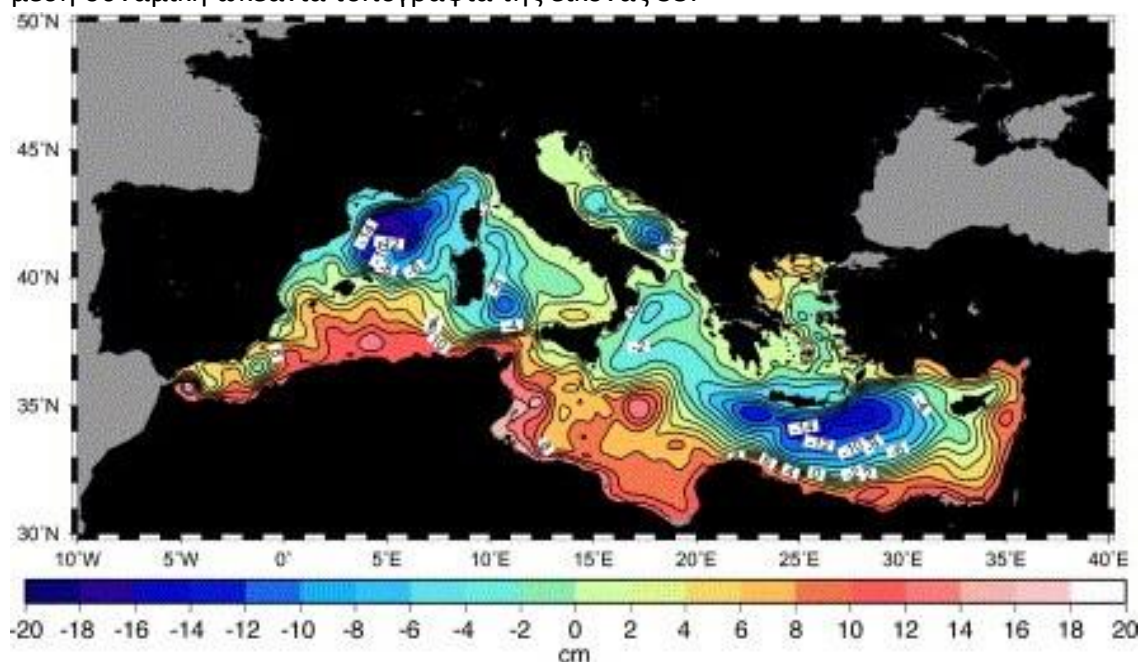


Εικόνα 35 Χάρτης δυναμικής ωκεάνιας τοπογραφίας χειμώνας 2023

Στην εικόνα 35 παρατηρούνται έντονες τιμές κοντά στην στεριά, κάτι αναμενόμενο. Επιπλέον, η μέση τιμή εμφανίζεται ελαφρώς μεγαλύτερη από το αναμενόμενο, λόγω πιθανών ασυμβατοτήτων των συστημάτων αναφοράς των αλιμετρικών δεδομένων και των δεδομένων της αποχής του γεωειδούς. Επιπλέον, πρέπει να σημειωθεί ότι δεν λήφθηκε υπόψη πιθανό διαφορετικό σύστημα παλίρροιας των δεδομένων (mean, zero or mean-tide). Η ασυμβατότητα στα συστήματα αναφοράς και στο σύστημα της παλίρροιας μεταξύ των ετερογενών δεδομένων που χρησιμοποιούνται αποτελούν την κυριότερη παράμετρο εισαγωγής συστηματικών σφαλμάτων. Επιπλέον, σε μια μελέτη με θαλάσσια δεδομένα βαρύτητας, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η ασυμβατότητα των βαρυτημετρικών παρατηρήσεων στη θάλασσα, κάτι δύσκολο, δίχως αναλυτική τεκμηρίωση των μετρήσεων αυτών.

Αποδεικνύεται ότι η χρήση ετερογενών δεδομένων απαιτεί πολύ προσεκτική προεπεξεργασία. Η αγνόηση τέτοιων διαφορών σε παλαιότερες μελέτες δεν θα πρέπει πλέον να θεωρείται σωστή, από την στιγμή που η ακρίβεια των αλιμετρικών δεδομένων και των γεωδυναμικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται είναι υψηλότερη από αυτές τις διαφορές.

Μία σύγκριση από τη μέση δυναμική ωκεάνια από τη μελέτη των Rio et al. (2007), η οποία στηρίχθηκε σε αλιμετρικές, επιτόπιες υδρογραφικές παρατηρήσεις και μοντέλα γενικής κυκλοφορίας παρουσιάζει την ΒΔ-ΝΑ κλίση που διακρίνεται στη μέση δυναμική ωκεάνια τοπογραφία της εικόνας 35.



Εικόνα 35^α Η μέση δυναμική ωκεάνια κυκλοφορία σύμφωνα με τη μελέτη των Rio et al. (2007)

3.2.3 : ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

Για τον υπολογισμό των ρευμάτων της γεωστροφικής κυκλοφορίας πραγματοποιήθηκε υπολογισμός για τις συνιστώσες u και v είναι οι γεωστροφικές ταχύτητες προς την ανατολή και το βορρά αντίστοιχα. Σε σφαιρική προσέγγιση οι συνιστώσες της ταχύτητας της γεωστροφικής ροής υπολογίζονται από (Ανδριτσάνος, 2000):

$$u_s = -\frac{g}{fR} \frac{\partial H}{\partial \phi}$$

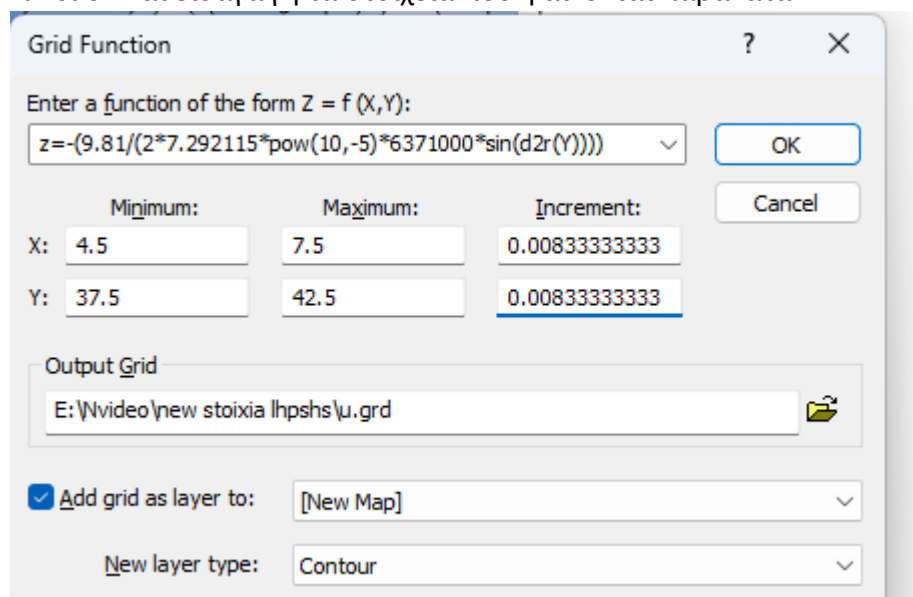
$$v_s = \frac{g}{fR \cos \phi} \frac{\partial H}{\partial \lambda},$$

Όπου ο παράγοντας της δύναμης Coriolis δίνεται από (Ανδριτσάνος, 2000):

$$f = 2\Omega \sin \phi$$

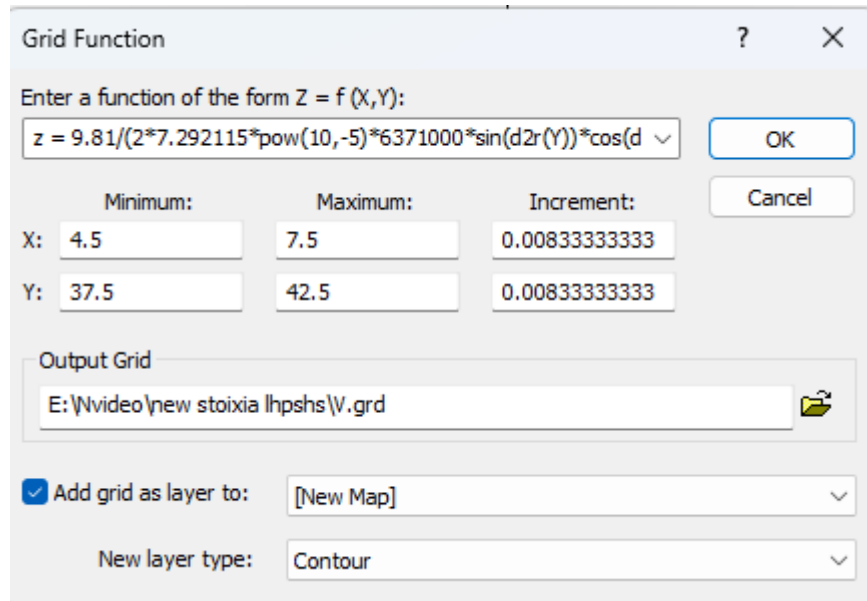
Και g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας, R μία μέση ακτίνα της Γης, Ω η μέση γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της Γης και H η τιμή του διορθωμένου μέσου υψομέτρου της θαλάσσιας στάθμης στο σημείο με γεωδαιτικές συντεταγμένες ϕ και λ .

Ξεκινάμε τον υπολογισμό για το u , Για να γίνει αυτό πρέπει να φτιάχτηκε ένας κάρναβος που να περιέχει τον υπολογισμό $-(g/(f*R))$. Αυτό γίνεται με την εντολή function και εισαγωγή τα στοιχεία που φαίνονται παρακάτω:



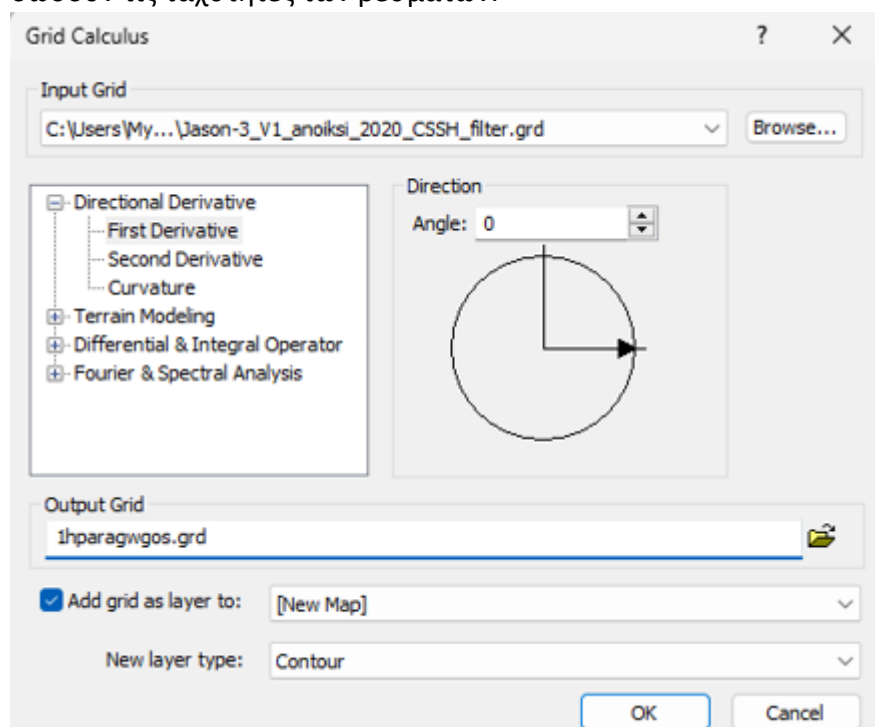
Εικόνα 36 Δημιουργία συνιστώσας u

Αντίστοιχος και για την συνιστώσα v

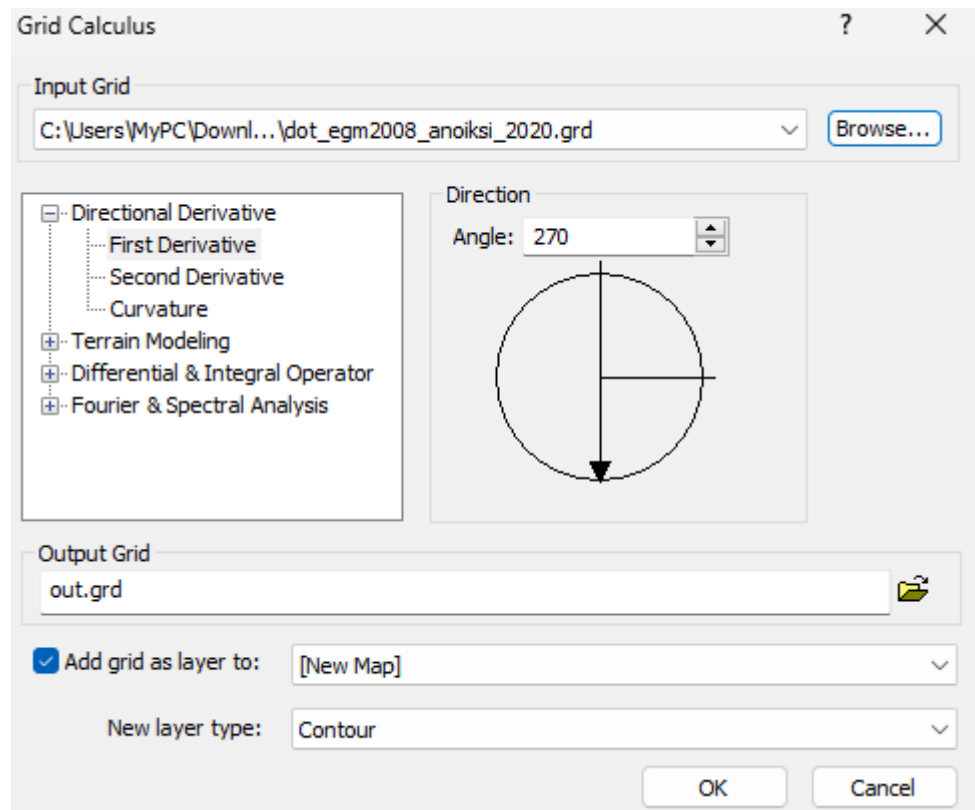


Εικόνα 37 Δημιουργία συνιστώσας V

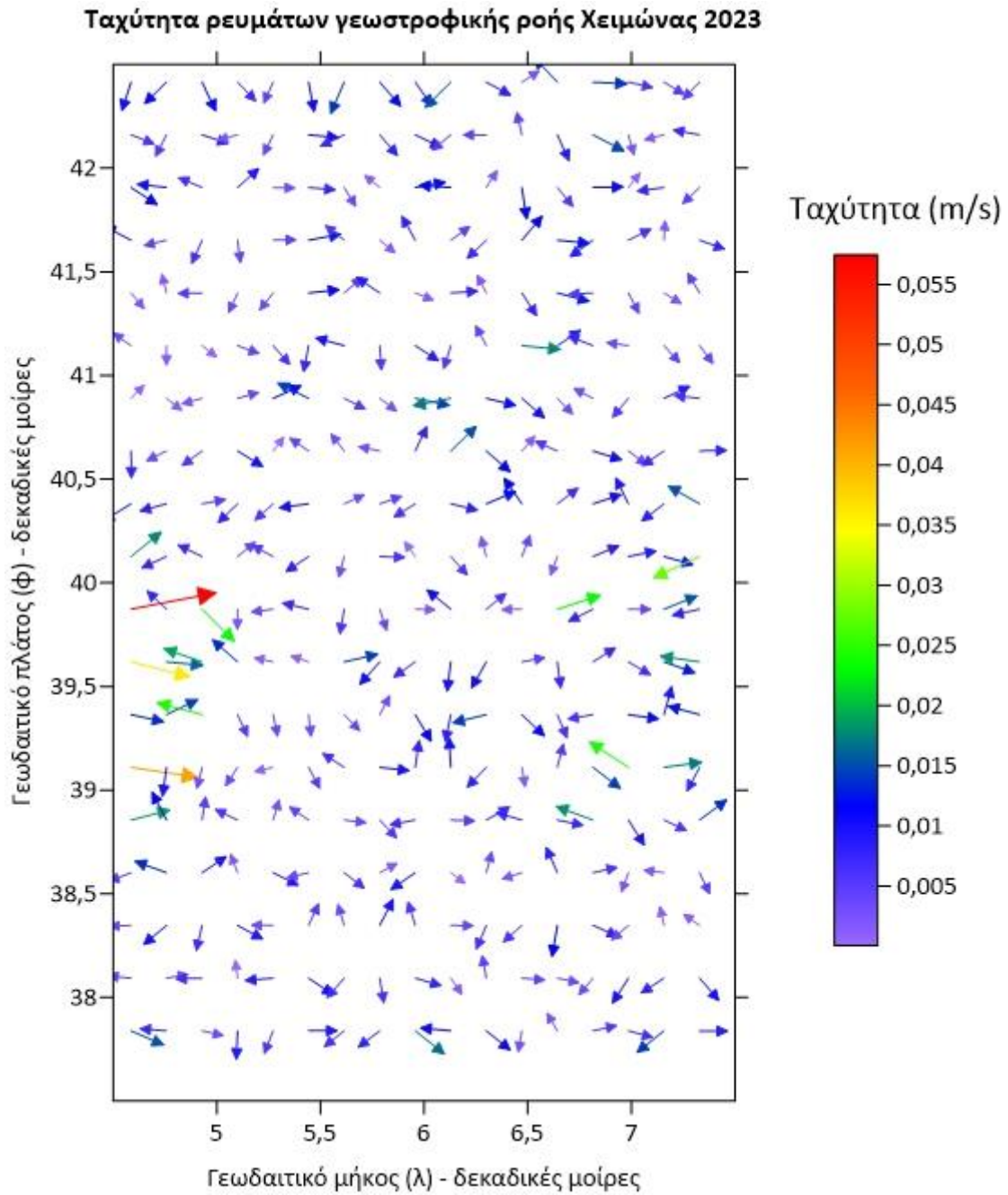
Εφόσον έχουμε τώρα τις συνιστώσες μπορούμε με την εντολή calculus του surfer να υπολογίσουμε τις μερικές παράγωγους του υψομέτρου της θαλάσσιας στάθμης ως προς ϕ και λ και να πολλαπλασιαστούν με την σταθερά αντίστοιχως για να μας δώσουν τις ταχύτητες των ρευμάτων.



Εικόνα 38 Υπολογισμός μερικής παραγωγού v

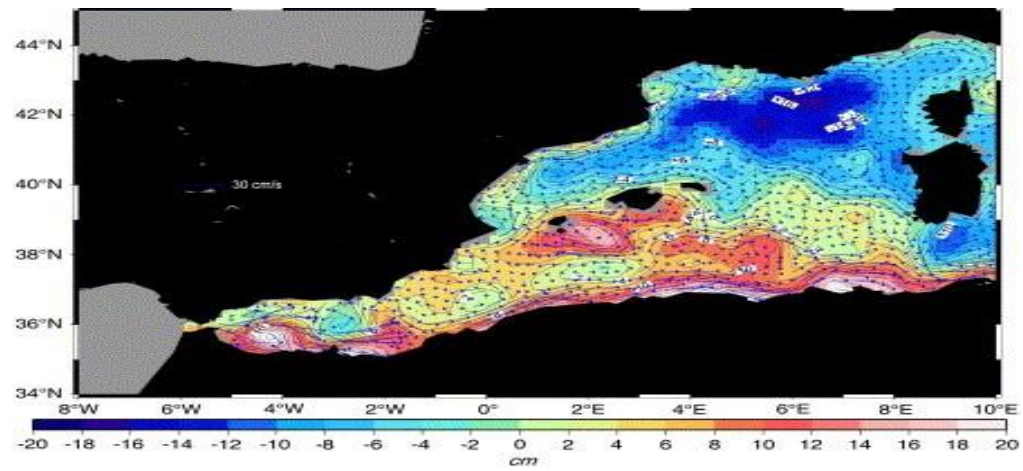


Εικόνα 39 Υπολογισμός μερικής παραγωγού u



Εικόνα 40 χάρτης ρευμάτων χειμώνας 2023

Όπως βλέπουμε στο σχήμα 40, οι ταχύτητες των γεωστροφικών ρευμάτων είναι της τάξης των λίγων εκατοστών το δευτερόλεπτο, κάτι το οποίο φαίνεται και στη μελέτη των Rio et al, (2007) (βλ. εικόνα 38^α).



Εικόνα 38^α Μέση δυναμική ωκεάνια κυκλοφορία στην περιοχή μελέτης από Rio et al. (2007)

Κεφάλαιο 4: ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

4.1 : ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΜΕΣΑ ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΑ ΥΨΩΜΕΤΡΑ

Cssh m	min (m)	max (m)	Mean (m)	Sd (m)
Άνοιξη 2020	42.143	48.204	45.029	1.191
Καλοκαίρι 2020	41.433	48.214	44.976	1.256
Φθινόπωρο 2020	41.439	48.283	45.052	1.256
Χειμώνας 2020	40.681	47.716	44.277	1.248
Άνοιξη 2021	40.601	47.556	44.285	1.226
Καλοκαίρι 2021	40.859	47.433	44.278	1.222
Φθινόπωρο 2021	40.854	47.551	44.325	1.247
Χειμώνας 2021	40.983	47.487	44.374	1.258
Άνοιξη 2022	40.552	47.480	44.209	1.250
Καλοκαίρι 2022	40.796	47.428	44.235	1.252
Φθινόπωρο 2022	40.629	47.522	44.310	1.261
Χειμώνας 2022	40.514	47.563	44.354	1.270
Άνοιξη 2023	40.686	47.465	44.206	1.265
Καλοκαίρι 2023	40.783	47.503	44.321	1.267
Φθινόπωρο 2023	40.485	47.602	44.306	1.310
Χειμώνας 2023	40.755	47.565	44.380	1.258

Εικόνα 41 ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΤΙΜΕΣ ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΩΝ ΥΨΩΜΕΤΡΩΝ

Η σταθερότητα των τιμών παρατηρείται και στις εποχικές διαφορές. Μελετώντας τους χάρτες και τα στατιστικά των διορθωμένων υψομέτρων της θαλάσσιας στάθμης στις εποχικές μεταβολές παρατηρούνται μικρές διαφορές της τάξης των εκατοστών στη μέση τιμή. Οι μεταβολές αυτές είναι αναμενόμενες σε κλειστές θάλασσες, όπως η Μεσόγειος. Τα στατιστικά στοιχεία των εποχικών μεταβολών παρουσιάζονται σταθερά, με εξαίρεση το φθινόπωρο του 2023, λόγω πιθανόν της έλλειψης ολοκληρωμένων δεδομένων στο εν λόγω χρονικό διάστημα.

4.2: ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ

Στοιχεία Dot	Min (m)	Max (m)	Mean (m)	Sd (m)
Άνοιξη 2020	-1.211	1.360	0.040	0.282
Καλοκαίρι 2020	-0.295	0.209	-0.012	0.083
Φθινόπωρο 2020	-0.245	0.347	0.064	0.092
Χειμώνας 2020	-0.999	-0.481	-0.713	0.087
Άνοιξη 2021	-1.198	0.140	-0.700	0.169
Καλοκαίρι 2021	-1.304	0.109	-0.710	0.158
Φθινόπωρο 2021	-1.035	-0.376	-0.662	0.101
Χειμώνας 2021	-1.363	0.018	-0.611	0.151
Άνοιξη 2022	-1.251	-0.319	-0.782	0.108
Καλοκαίρι 2022	-1.234	-0.373	-0.753	0.103
Φθινόπωρο 2022	-1.335	-0.421	-0.680	0.089
Χειμώνας 2022	-1.249	-0.394	-0.634	0.097
Άνοιξη 2023	-1.206	-0.546	-0.783	0.095
Καλοκαίρι 2023	-1.176	-0.389	-0.666	0.089
Φθινόπωρο 2023	-1.092	-0.357	-0.595	0.094
Χειμώνας 2023	-1.120	-0.370	-0.609	0.089
Στατιστικά EGM2008 m				

Εικόνα 42 ΠΙΝΑΚΑΣ 2 δυναμική θαλάσσια τοπογραφία στατιστικά EGM2008

Στοιχεία Dot	Min (m)	Max (m)	Mean (m)	Sd (m)
Άνοιξη 2020	-1.217	1.362	0.030	0.279
Καλοκαίρι 2020	-0.300	0.251	-0.021	0.082
Φθινόπωρο 2020	-0.250	0.348	0.055	0.090
Χειμώνας 2020	-1.005	-0.528	-0.722	0.082
Άνοιξη 2021	-1.258	0.153	-0.709	0.165
Καλοκαίρι 2021	-1.310	0.125	-0.719	0.155
Φθινόπωρο 2021	-1.038	-0.427	-0.671	0.093
Χειμώνας 2021	-1.366	0.066	-0.621	0.150
Άνοιξη 2022	-1.256	-0.312	-0.791	0.096
Καλοκαίρι 2022	-1.192	-0.357	-0.762	0.094
Φθινόπωρο 2022	-1.341	-0.422	-0.689	0.087
Χειμώνας 2022	-1.255	-0.354	-0.643	0.098
Άνοιξη 2023	-1.265	-0.539	-0.792	0.094
Καλοκαίρι 2023	-1.181	-0.391	-0.676	0.091
Φθινόπωρο 2023	-1.098	-0.294	-0.605	0.100
Χειμώνας 2023	-1.126	-0.366	-0.618	0.088
Στατιστικά SGG_UGM_2 m				

Εικόνα 43 ΠΙΝΑΚΑΣ 3 δυναμική θαλάσσια τοπογραφία στατιστικά SGG_UGM_2

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ ΤΜΗΜΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Στοιχεία Dot	Min (m)	Max (m)	Mean (m)	Sd (m)
Άνοιξη 2020	-1.192	1.377	0.035	0.285
Καλοκαίρι 2020	-0.275	0.237	-0.016	0.079
Φθινόπωρο 2020	-0.225	0.342	0.060	0.089
Χειμώνας 2020	-0.980	-0.520	-0.717	0.081
Άνοιξη 2021	-1.254	0.146	-0.704	0.166
Καλοκαίρι 2021	-1.278	0.112	-0.714	0.155
Φθινόπωρο 2021	-1.012	-0.410	-0.666	0.093
Χειμώνας 2021	-1.339	0.075	-0.615	0.150
Άνοιξη 2022	-1.232	-0.321	-0.786	0.097
Καλοκαίρι 2022	-1.160	-0.371	-0.757	0.091
Φθινόπωρο 2022	-1.309	-0.405	-0.684	0.086
Χειμώνας 2022	-1.230	-0.354	-0.638	0.097
Άνοιξη 2023	-1.245	-0.539	-0.787	0.093
Καλοκαίρι 2023	-1.157	-0.407	-0.670	0.088
Φθινόπωρο 2023	-0.599	-0.587	-0.599	0.097
Χειμώνας 2023	-1.101	-0.345	-0.6137	0.088
Στατιστικά 2190_XGM_2019 m				

Εικόνα 44 ΠΙΝΑΚΑΣ 4 δυναμική θαλάσσια τοπογραφία στατιστικά 2190_XGM_2019

Στοιχεία Dot	Min (m)	Max (m)	Mean (m)	Sd (m)
Άνοιξη 2020	-1.201	1.375	0.035	0.285
Καλοκαίρι 2020	-0.284	0.241	-0.016	0.079
Φθινόπωρο 2020	-0.234	0.339	0.060	0.089
Χειμώνας 2020	-0.989	-0.518	-0.717	0.081
Άνοιξη 2021	-1.253	0.146	-0.704	0.166
Καλοκαίρι 2021	-1.277	0.112	-0.714	0.155
Φθινόπωρο 2021	-1.006	-0.408	-0.666	0.093
Χειμώνας 2021	-1.334	0.075	-0.615	0.150
Άνοιξη 2022	-1.240	-0.319	-0.786	0.097
Καλοκαίρι 2022	-1.169	-0.370	-0.757	0.091
Φθινόπωρο 2022	-1.308	-0.410	-0.684	0.086
Χειμώνας 2022	-1.239	-0.352	-0.638	0.097
Άνοιξη 2023	-1.243	-0.534	-0.787	0.093
Καλοκαίρι 2023	-1.166	-0.408	-0.670	0.088
Φθινόπωρο 2023	-1.082	-0.294	-0.599	0.097
Χειμώνας 2023	-1.110	-0.346	-0.613	0.088
Στατιστικά 5540_XGM_2019 m				

Εικόνα 45 ΠΙΝΑΚΑΣ 5 δυναμική θαλάσσια τοπογραφία στατιστικά 5540_XGM_2019

Όσον αφορά στην επίδραση της επιλογής διαφορετικού γεωδυναμικού μοντέλου ως μοντέλου αναφοράς γεωειδούς, όπως φαίνεται από τους παραπάνω πίνακες ελάχιστα επηρεάζει τα τελικά αποτελέσματα της μέσης δυναμικής ωκεάνιας τοπογραφίας για την περιοχή μελέτης. Όπως φάνηκε, η περιοχή αυτή δεν παρουσιάζει πολύ έντονες κλίσης της ωκεάνιας τοπογραφίας, ούτε ανά εποχή μελέτης, ούτε ανά έτος, συγκρίνοντας με παλαιότερες μελέτες.

4.3: ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

Στοιχεία ρευμάτων V	Min(m/s)	Max(m/s)	Mean(m/s)	Sd(m/s)
Άνοιξη 2020	-0.044	0.122	0.0011	0.0150
Καλοκαίρι 2020	-0.028	0.033	0.0009	0.0074
Φθινόπωρο 2020	-0.020	0.046	0.0007	0.0069
Χειμώνας 2020	-0.026	0.035	0.0008	0.0055
Άνοιξη 2021	-0.103	0.063	0.0003	0.0168
Καλοκαίρι 2021	-0.062	0.078	0.0003	0.0136
Φθινόπωρο 2021	-0.021	0.045	0.0011	0.0081
Χειμώνας 2021	-0.056	0.119	0.0007	0.0156
Άνοιξη 2022	-0.034	0.064	0.0010	0.0094
Καλοκαίρι 2022	-0.043	0.050	0.0010	0.0086
Φθινόπωρο 2022	-0.031	0.087	0.0013	0.0090
Χειμώνας 2022	-0.061	0.072	0.0009	0.0113
Άνοιξη 2023	-0.043	0.048	0.0010	0.0103
Καλοκαίρι 2023	-0.030	0.065	0.0007	0.0086
Φθινόπωρο 2023	-0.036	0.062	0.0005	0.0105
Χειμώνας 2023	-0.026	0.056	0.0009	0.0079
Στατιστικά EGM2008 Ρευμάτων m/s				

Εικόνα 46 ΠΙΝΑΚΑΣ 6 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων V EGM2008

Στοιχεία ρευμάτων U	Min(m/s)	Max(m/s)	Mean(m/s)	Sd(m/s)
Άνοιξη 2020	-0.052	0.035	-0.0028	0.0108
Καλοκαίρι 2020	-0.015	0.014	-0.0005	0.0032
Φθινόπωρο 2020	-0.020	0.014	-0.0008	0.0034
Χειμώνας 2020	-0.020	0.019	-0.0006	0.0042
Άνοιξη 2021	-0.038	0.044	-0.0014	0.0081
Καλοκαίρι 2021	-0.039	0.032	-0.0012	0.0074
Φθινόπωρο 2021	-0.017	0.027	-0.0007	0.0038
Χειμώνας 2021	-0.021	0.036	-0.0009	0.0072
Άνοιξη 2022	-0.027	0.017	-0.0008	0.0052
Καλοκαίρι 2022	-0.022	0.016	-0.0006	0.0050
Φθινόπωρο 2022	-0.020	0.019	-0.0005	0.0041
Χειμώνας 2022	-0.029	0.026	-0.0004	0.0049
Άνοιξη 2023	-0.033	0.027	-0.0005	0.0057
Καλοκαίρι 2023	-0.024	0.022	-0.0005	0.0052
Φθινόπωρο 2023	-0.018	0.024	-0.0007	0.0058
Χειμώνας 2023	-0.028	0.021	-0.0008	0.0047
Στατιστικά EGM2008 Ρευμάτων m/s				

Εικόνα 47 ΠΙΝΑΚΑΣ 7 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων U EGM2008

Στοιχεία ρευμάτων V	Min(m/s)	Max(m/s)	Mean(m/s)	Sd(m/s)
Άνοιξη 2020	-0.042	0.128	0.0012	0.0169
Καλοκαίρι 2020	-0.027	0.038	0.0004	0.0075
Φθινόπωρο 2020	-0.020	0.047	0.0002	0.0071
Χειμώνας 2020	-0.026	0.039	0.0003	0.0055
Άνοιξη 2021	-0.105	0.066	-0.0001	0.0169
Καλοκαίρι 2021	-0.059	0.079	-0.0001	0.0137
Φθινόπωρο 2021	-0.021	0.047	0.0006	0.0081
Χειμώνας 2021	-0.057	0.123	0.0002	0.0157
Άνοιξη 2022	-0.033	0.068	0.0005	0.0095
Καλοκαίρι 2022	-0.043	0.051	0.0006	0.0086
Φθινόπωρο 2022	-0.032	0.090	0.0008	0.0090
Χειμώνας 2022	-0.061	0.076	0.0004	0.0113
Άνοιξη 2023	-0.043	0.049	0.0005	0.0104
Καλοκαίρι 2023	-0.028	0.069	0.0003	0.0087
Φθινόπωρο 2023	-0.035	0.066	0.0001	0.0105
Χειμώνας 2023	-0.027	0.060	0.0004	0.0078
Στατιστικά SGG_UGM_2 Ρευμάτων m/s				

Εικόνα 48 ΠΙΝΑΚΑΣ 8 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων V SGG_UGM_2

Στοιχεία ρευμάτων U	Min(m/s)	Max(m/s)	Mean(m/s)	Sd(m/s)
Άνοιξη 2020	-0.053	0.0386	-0.0032	0.0119
Καλοκαίρι 2020	-0.016	0.0158	-0.0005	0.0033
Φθινόπωρο 2020	-0.018	0.0166	-0.0009	0.0035
Χειμώνας 2020	-0.021	0.0179	-0.0006	0.0042
Άνοιξη 2021	-0.036	0.0457	-0.0014	0.0082
Καλοκαίρι 2021	-0.042	0.0320	-0.0013	0.0075
Φθινόπωρο 2021	-0.018	0.0307	-0.0008	0.0038
Χειμώνας 2021	-0.022	0.0388	-0.0009	0.0072
Άνοιξη 2022	-0.027	0.0207	-0.0008	0.0052
Καλοκαίρι 2022	-0.022	0.0178	-0.0006	0.0051
Φθινόπωρο 2022	-0.021	0.0201	-0.0005	0.0041
Χειμώνας 2022	-0.028	0.0276	-0.0005	0.0050
Άνοιξη 2023	-0.035	0.0272	-0.0005	0.0058
Καλοκαίρι 2023	-0.023	0.0246	-0.0005	0.0053
Φθινόπωρο 2023	-0.017	0.0258	-0.0007	0.0058
Χειμώνας 2023	-0.027	0.0239	0.0239	0.0048
Στατιστικά SGG_UGM_2 Ρευμάτων m/s				

Εικόνα 49 ΠΙΝΑΚΑΣ 9 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων U SGG_UGM_2

Στοιχεία ρευμάτων V	Min(m/s)	Max(m/s)	Mean(m/s)	Sd(m/s)
Άνοιξη 2020	-0.042	0.130	0.0011	0.0170
Καλοκαίρι 2020	-0.028	0.038	0.0003	0.0074
Φθινόπωρο 2020	-0.019	0.049	0.0001	0.0070
Χειμώνας 2020	-0.026	0.041	0.0002	0.0055
Άνοιξη 2021	-0.103	0.068	-0.0002	0.0169
Καλοκαίρι 2021	-0.060	0.081	-0.0001	0.0136
Φθινόπωρο 2021	-0.021	0.048	0.0005	0.0081
Χειμώνας 2021	-0.058	0.124	0.0001	0.0157
Άνοιξη 2022	-0.034	0.070	0.0004	0.0094
Καλοκαίρι 2022	-0.043	0.051	0.0005	0.0085
Φθινόπωρο 2022	-0.029	0.091	0.0007	0.0091
Χειμώνας 2022	-0.061	0.078	0.0003	0.0115
Άνοιξη 2023	-0.0442	0.047	0.0004	0.0104
Καλοκαίρι 2023	-0.029	0.071	0.0002	0.0086
Φθινόπωρο 2023	-0.035	0.068	-0.0002	0.0106
Χειμώνας 2023	-0.027	0.062	0.0003	0.0080
Στατιστικά 2190_XGM_2019 Ρευμάτων m/s				

Εικόνα 50 ΠΙΝΑΚΑΣ 10 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων V 2190_XGM_2019

Στοιχεία ρευμάτων U	Min(m/s)	Max(m/s)	Mean(m/s)	Sd(m/s)
Άνοιξη 2020	-0.053	0.035	-0.0032	0.0118
Καλοκαίρι 2020	-0.014	0.013	-0.0005	0.0032
Φθινόπωρο 2020	-0.018	0.013	-0.0009	0.0034
Χειμώνας 2020	-0.020	0.018	-0.0007	0.0042
Άνοιξη 2021	-0.037	0.044	-0.0014	0.0082
Καλοκαίρι 2021	-0.039	0.031	-0.0012	0.0075
Φθινόπωρο 2021	-0.018	0.030	-0.0008	0.0040
Χειμώνας 2021	-0.021	0.036	-0.0010	0.0072
Άνοιξη 2022	-0.028	0.017	-0.0009	0.0052
Καλοκαίρι 2022	-0.022	0.017	-0.0006	0.0049
Φθινόπωρο 2022	-0.020	0.021	-0.0006	0.0042
Χειμώνας 2022	-0.029	0.025	-0.0005	0.0050
Άνοιξη 2023	-0.035	0.027	-0.0005	0.0058
Καλοκαίρι 2023	-0.024	0.022	-0.0006	0.0054
Φθινόπωρο 2023	-0.018	0.022	-0.0007	0.0058
Χειμώνας 2023	-0.028	0.022	-0.0009	0.0049
Στατιστικά 2190_XGM_2019 Ρευμάτων m/s				

Εικόνα 51 ΠΙΝΑΚΑΣ 11 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων U 2190_XGM_2019

Στοιχεία ρευμάτων V	Min(m/s)	Max(m/s)	Mean(m/s)	Sd(m/s)
Άνοιξη 2020	-0.041	0.131	0.0011	0.0170
Καλοκαίρι 2020	-0.028	0.040	0.0003	0.0074
Φθινόπωρο 2020	-0.020	0.048	0.0001	0.0070
Χειμώνας 2020	-0.026	0.042	0.0002	0.0055
Άνοιξη 2021	-0.103	0.069	-0.0002	0.0169
Καλοκαίρι 2021	-0.060	0.080	-0.0001	0.0136
Φθινόπωρο 2021	-0.021	0.047	0.0005	0.0081
Χειμώνας 2021	-0.058	0.125	0.0001	0.0157
Άνοιξη 2022	-0.035	0.071	0.0004	0.0094
Καλοκαίρι 2022	-0.043	0.052	0.0005	0.0085
Φθινόπωρο 2022	-0.028	0.090	0.0007	0.0091
Χειμώνας 2022	-0.061	0.079	0.0003	0.0115
Άνοιξη 2023	-0.044	0.047	0.0004	0.0104
Καλοκαίρι 2023	-0.030	0.0725	0.0002	0.0086
Φθινόπωρο 2023	-0.035	0.0691	-0.00002	0.0105
Χειμώνας 2023	-1.342	0.00002	-0.0059	0.3736
Στατιστικά 5540_XGM_2019 Ρευμάτων m/s				

Εικόνα 52 ΠΙΝΑΚΑΣ 12 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων V 5540_XGM_2019

Αναμενόμενες μικρές διαφοροποιήσεις παρουσιάζονται και στις ταχύτητες των ρευμάτων της γεωστροφικής κυκλοφορίας από τη χρήση διαφορετικών γεωδυναμικών μοντέλων για την εκτίμηση του γεωειδούς αναφοράς. Οι μικρές ταχύτητες των ρευμάτων της περιοχής δεν επηρεάζονται σημαντικά από την χρήση διαφορετικών γεωδυναμικών μοντέλων. Επιπλέον, ο βαθμός ανάπτυξης των μοντέλων δεν παρουσιάζει αξιόλογη επίδραση στα τελικά αποτελέσματα.

Στοιχεία ρευμάτων U	Min(m/s)	Max(m/s)	Mean(m/s)	Sd(m/s)
Άνοιξη 2020	-0.053	0.036	-0.0032	0.0118
Καλοκαίρι 2020	-0.014	0.013	-0.0005	0.0032
Φθινόπωρο 2020	-0.018	0.014	-0.0009	0.0034
Χειμώνας 2020	-0.020	0.018	-0.0007	0.0042
Άνοιξη 2021	-0.038	0.044	-0.0014	0.0082
Καλοκαίρι 2021	-0.040	0.031	-0.0012	0.0075
Φθινόπωρο 2021	-0.019	0.030	-0.0008	0.0040
Χειμώνας 2021	-0.020	0.036	-0.0010	0.0072
Άνοιξη 2022	-0.028	0.017	-0.0009	0.0052
Καλοκαίρι 2022	-0.022	0.017	-0.0006	0.0049
Φθινόπωρο 2022	-0.020	0.021	-0.0006	0.0042
Χειμώνας 2022	-0.029	0.025	-0.0005	0.0050
Άνοιξη 2023	-0.035	0.027	-0.0005	0.0058
Καλοκαίρι 2023	-0.024	0.022	-0.0006	0.0054
Φθινόπωρο 2023	-0.018	0.022	-0.0007	0.0058
Χειμώνας 2023	-1.302	1.704	0.0720	0.2981
Στατιστικά 5540_XGM_2019 Ρευμάτων m/s				

Εικόνα 53 ΠΙΝΑΚΑΣ 13 Στατιστικά γεωστροφικών ρευμάτων U 5540_XGM_2019

Κεφάλαιο 5 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Δυτική Μεσόγειος θάλασσα αποτελεί ένα ενεργό γεωφυσικό και γεωδυναμικό εργαστήριο. Η σημασία της στο κλίμα όλης της λεκάνης της Μεσογείου είναι μεγάλη. Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα σύγχρονων αλτιμετρικών δορυφόρων για την μελέτη και την εξέλιξη της θαλάσσιας στάθμης και της δυναμικής ωκεάνιας τοπογραφίας της περιοχής, η οποία θεωρείται υπεύθυνη για τη δημιουργία γεωστροφικών ρευμάτων. Η χρονική περίοδος της μελέτης είναι το διάστημα 2020 – 2024, διάστημα το οποίο χωρίστηκε σε εποχές, για την καλύτερη κατανόηση της επίδρασης της στάθμης της θάλασσας στο κλίμα.

Τα πρώτα αποτελέσματα που δημιουργήθηκαν ήταν αυτά των διορθωμένων υψομέτρων της θαλάσσιας στάθμης. Χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα λογισμικά επεξεργασίας των δεδομένων από ένα σύνολο ενεργών δορυφόρων στην συγκεκριμένη περίοδο. Ανά εποχή παρατηρήθηκαν αποκλίσεις μερικών εκατοστών που είναι αναμενόμενες. Η σταθερότητα των τιμών παρατηρείται και στις εποχικές διαφορές. Μελετώντας τους χάρτες και τα στατιστικά των διορθωμένων υψομέτρων της θαλάσσιας στάθμης στις εποχικές μεταβολές παρατηρούνται μικρές διαφορές της τάξης των εκατοστών στη μέση τιμή. Οι μεταβολές αυτές είναι αναμενόμενες σε κλειστές θάλασσες, όπως η Μεσόγειος. Τα στατιστικά στοιχεία των εποχικών μεταβολών παρουσιάζονται σταθερά, με εξαίρεση το φθινόπωρο του 2023, λόγω πιθανόν της έλλειψης ολοκληρωμένων δεδομένων στο εν λόγω χρονικό διάστημα.

Στην συνέχεια υλοποιήθηκαν υπολογισμοί για την δυναμική θαλάσσια τοπογραφία όπου η επιλογή διαφορετικού γεωδυναμικού μοντέλου ως μοντέλου αναφοράς γεωειδούς, τελικά δεν επηρεάζει αποτελέσματα της. Συνεπώς, δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα αλλαγές ούτε ανά εποχή μελέτης, ούτε ανά έτος. Όπως φάνηκε, η περιοχή αυτή δεν παρουσιάζει πολύ έντονες κλίσεις της ωκεάνιας τοπογραφίας, ούτε ανά εποχή μελέτης, ούτε ανά έτος, συγκρίνοντας με παλαιότερες μελέτες.

Τέλος, αναμενόμενες μικρές διαφοροποιήσεις παρουσιάζονται και στις ταχύτητες των ρευμάτων της γεωστροφικής κυκλοφορίας από τη χρήση διαφορετικών γεωδυναμικών μοντέλων για την εκτίμηση του γεωειδούς αναφοράς.

Η σύγκριση με αποτελέσματα από άλλες μελέτες, οι οποίες στηρίχθηκαν σε αλτιμετρικές, επιτόπιες υδρογραφικές παρατηρήσεις και μοντέλα γενικής κυκλοφορίας ανέδειξαν την ΒΔ-ΝΑ κλίση που διακρίνεται στη μέση δυναμική ωκεάνια τοπογραφία. Πολύ σημαντική εξάλλου αποδεικνύεται και η σημασία της ορθής προεπεξεργασίας των ετερογενών δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν σε μία λύση συνδυασμού. Η αγνόηση διαφορών, όπως τα συστήματα γεωαναφοράς, το σύστημα παλίσρροιας των δεδομένων, η οποία ακολουθούσαν σε παλαιότερες μελέτες δεν θα πρέπει πλέον να θεωρείται σωστή, από την στιγμή που η ακρίβεια των αλτιμετρικών δεδομένων και των γεωδυναμικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται είναι υψηλότερη από αυτές τις διαφορές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αλμπανάκης, Κ. (Θεσσαλονίκη, 1999) «Μαθήματα Ωκεανογραφίας», Εκδόσεις
Επιστημονικών Βιβλίων και Περιοδικών

Λιβιεράτος, Ε. (Θεσσαλονίκη, 1992) «Θεωρία της Γεωδαισίας», Εκδόσεις Ζήτη

Λάμπρου, Ευ. - Πανταζής, Γ. (Φεβρουάριος 2013), «Εφαρμοσμένη Γεωδαισία»,
Εκδόσεις Ζήτη

Οικονόμου, Εμ. (Αθήνα, 2015) «Εισαγωγή στις βασικές έννοιες τηλεσκόπησης»,
πανεπιστήμιο δυτικής Αττικής

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ Δ. ΑΝΔΡΙΤΣΑΝΟΣ ΔΙΔΑΚΤΟΤΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2000

Liang W.; Li J.; Xu, X; Zhang, S.; Zhao, Y. 2020: A High-Resolution Earth's Gravity Field
Model SGG-UGM-2 from GOCE, GRACE, Satellite Altimetry, and EGM2008.
Engineering, 860-878. doi: 10.1016/j.eng.2020.05.008.

Pavlis, N.K, Holmes, S.A, Kenyon, S.C, Factor, J.K.;, The development and evaluation of
the Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008);, Journal of Geophysical Research:
Solid Earth (1978-2012) Volume 117, B04406, 2012.
<https://doi.org/10.1029/2011JB008916> , 2012

Rio M.-H., P.-M. Poulain, A. Pascual, E. Mauri, G. Larnicol, R. Santoleri, A Mean Dynamic
Topography of the Mediterranean Sea computed from altimetric data, in-situ
measurements and a general circulation model, Journal of Marine Systems, Volume
65, Issues 1–4, 2007, Pages 484-508, ISSN 0924-7963,
<https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2005.02.006>.

Zingerle, P., Pail, R., Gruber, T. et X. Oikonomidou. The combined global gravity field
model XGM2019e. J Geod 94, 66 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00190-020-01398-0>

<https://www.aviso.altimetry.fr/>

<https://www.himiofots.gr/> Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας Πανεπιστήμιο Αιγαίου

<https://www.copernicus.eu/en>

<https://ggos.org/item/ocean-topography-models/>

<https://icgem.gfz-potsdam.de/home>

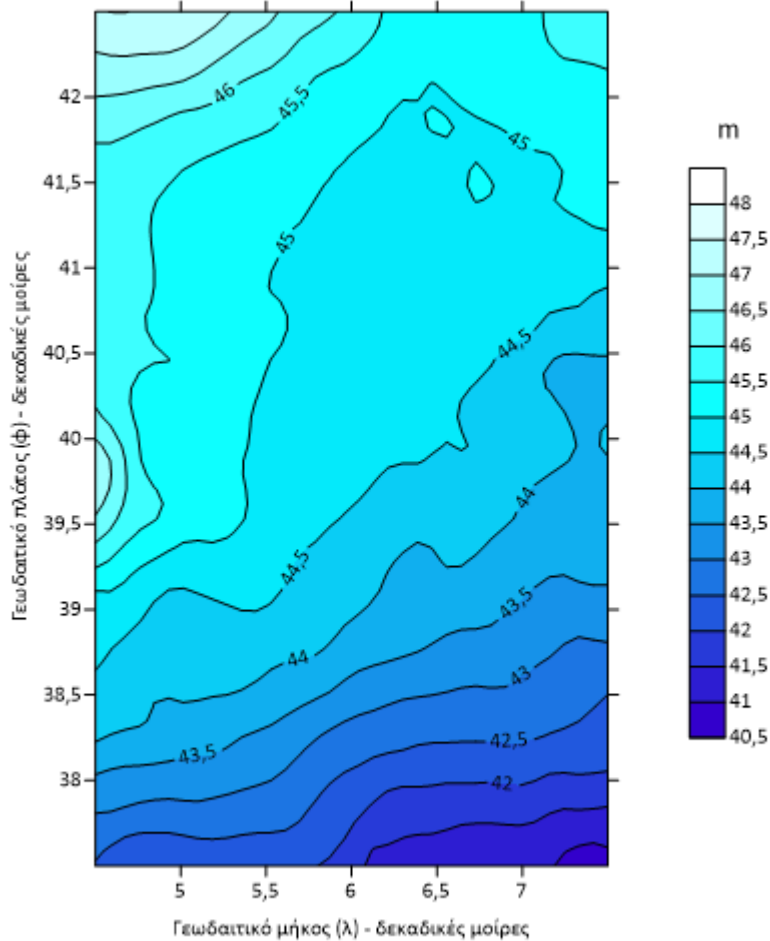
<https://www.goldensoftware.com/products/surfer/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παρουσιάζονται όλοι χάρτες που δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες της διπλωματικής.

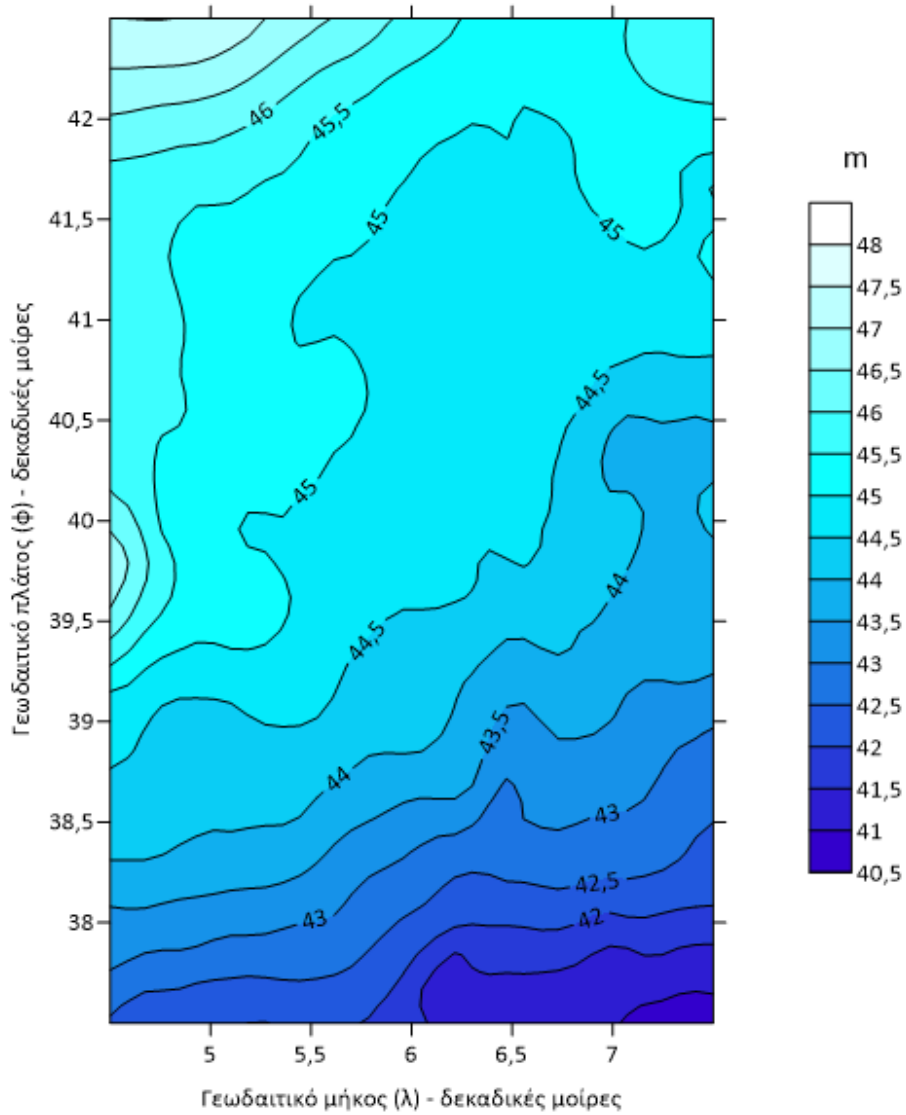
ΧΑΡΤΕΣ ΜΕΣΩΝ ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΩΝ ΥΨΩΜΕΤΡΩΝ

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Χειμώνας 2023



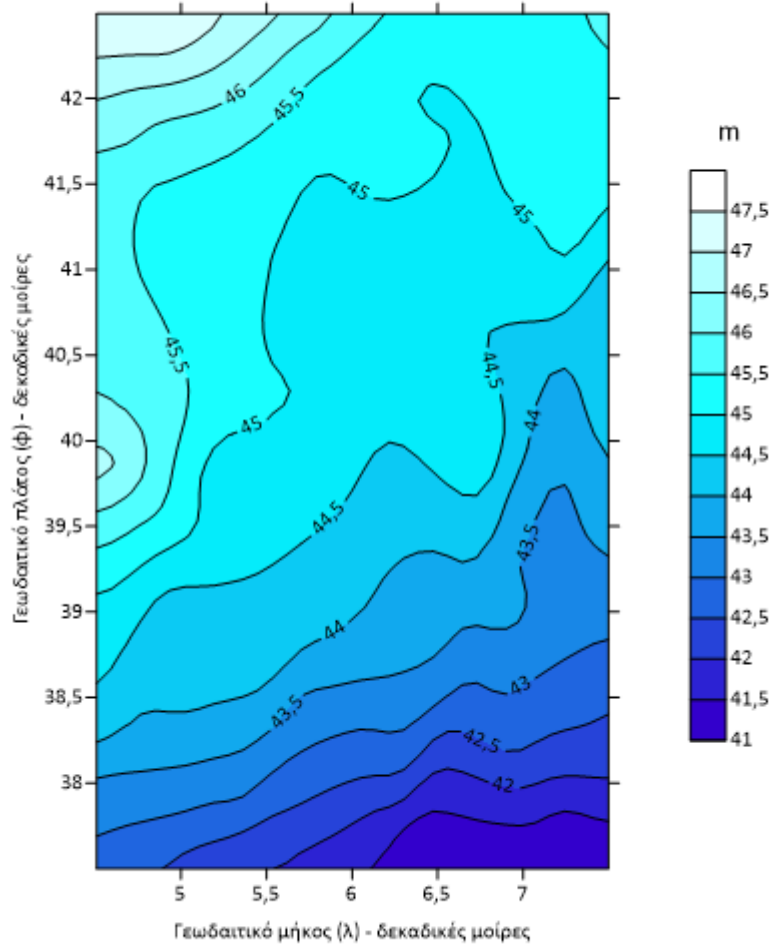
Εικόνα 54 Χάρτης cssh Χειμώνας 2023

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Χειμώνας 2022



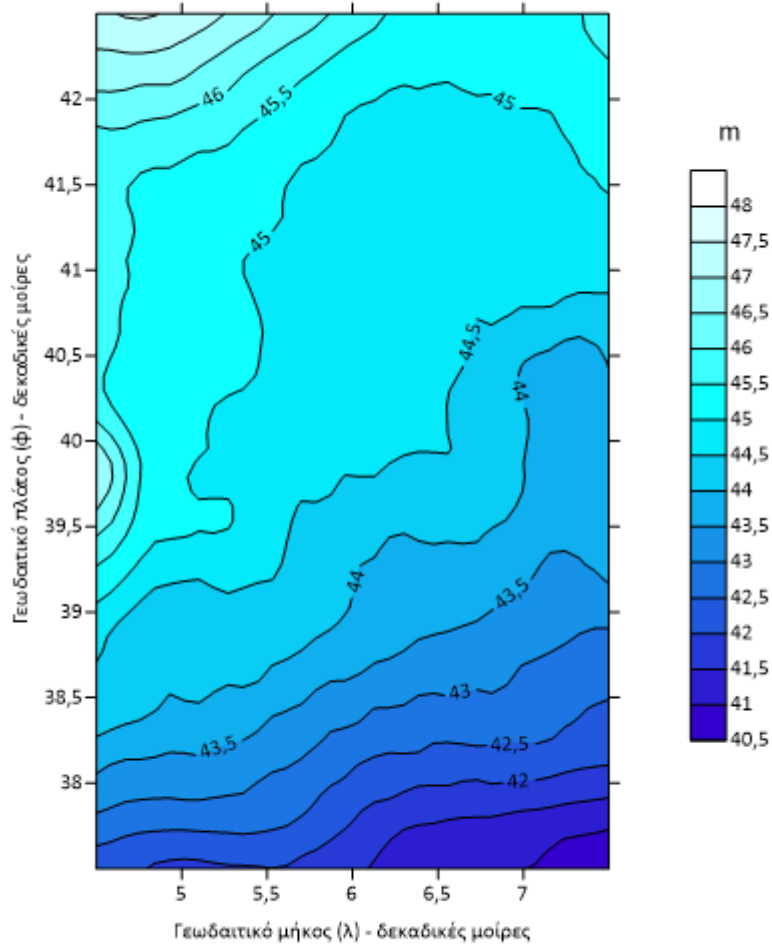
Εικόνα 55 Χάρτης cssh Χειμώνας 2022

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Χειμώνας 2021



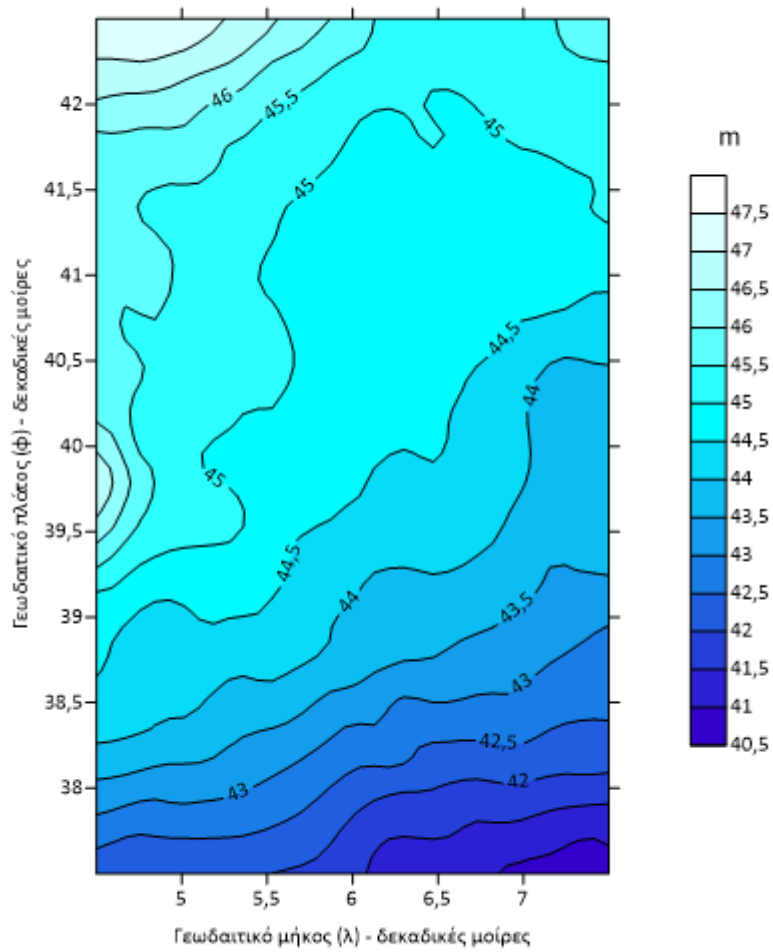
Εικόνα 56 Χάρτης cssh Χειμώνας 2021

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Χειμώνας 2020



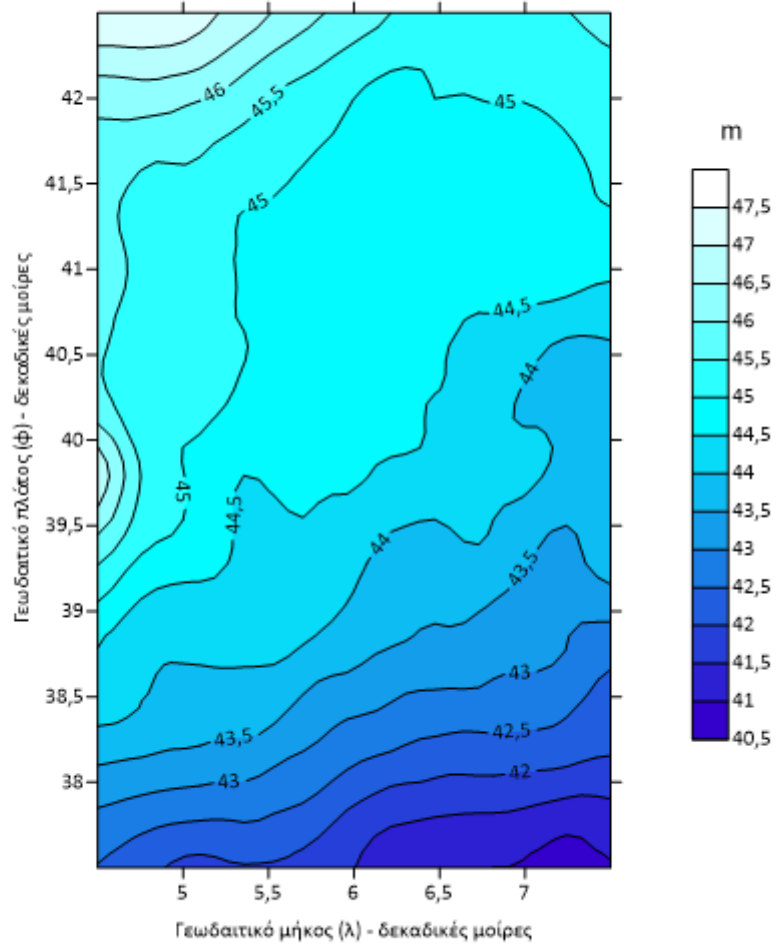
Εικόνα 57 Χάρτης cssh Χειμώνας 2020

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Καλοκαίρι 2023



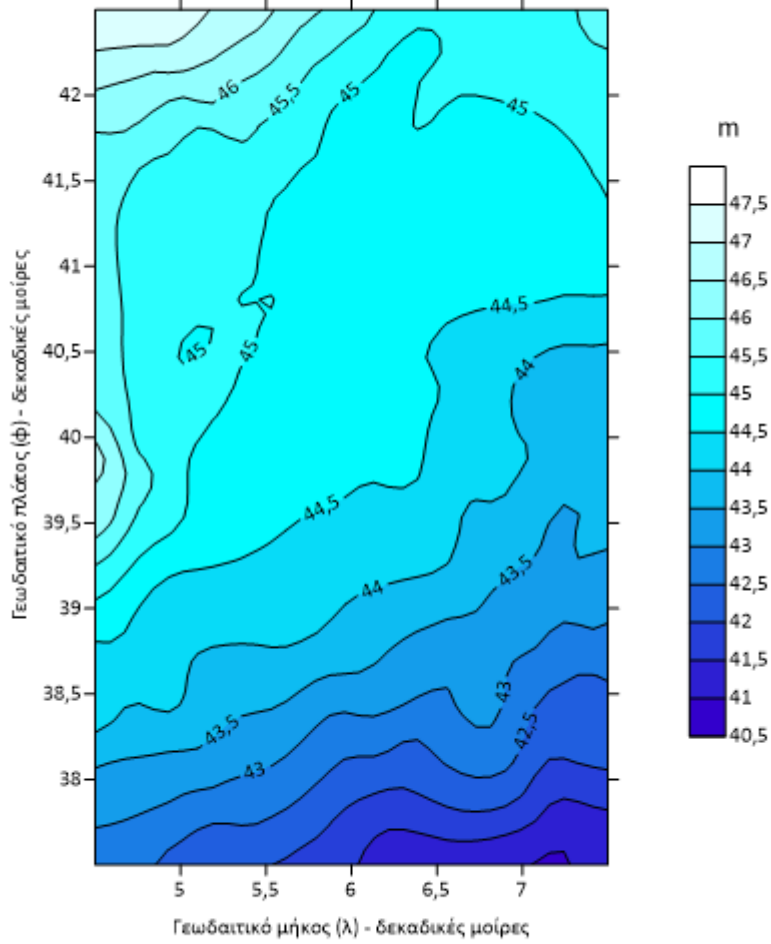
Εικόνα 58 Χάρτης cssh Καλοκαίρι 2023

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Καλοκαίρι 2022



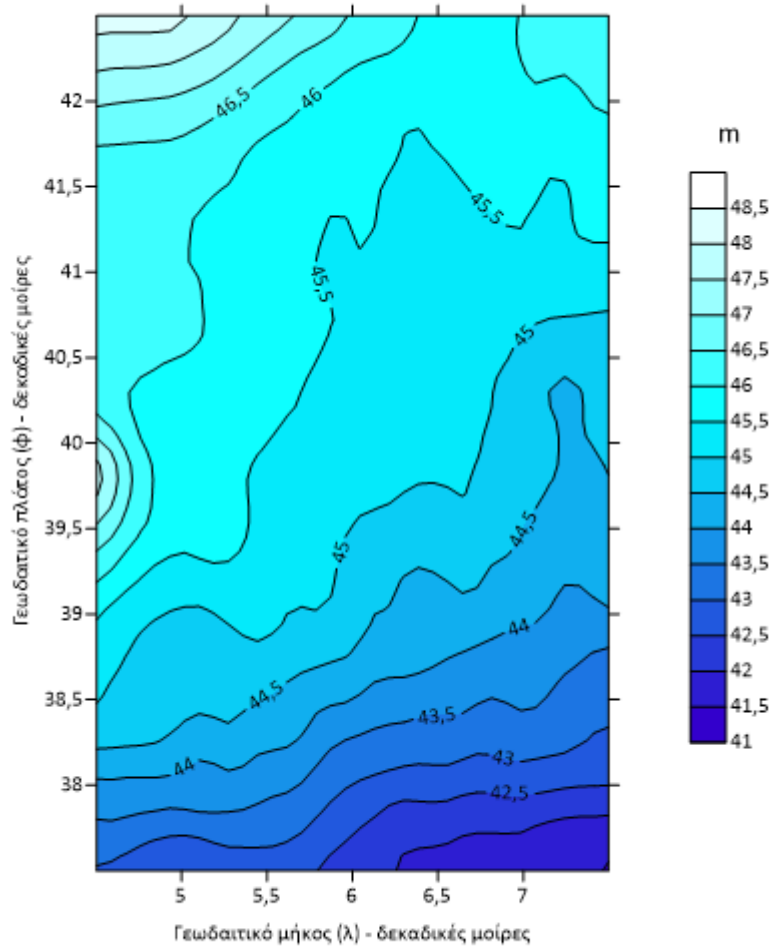
Εικόνα 59 Χάρτης cssh Καλοκαίρι 2022

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Καλοκαίρι 2021



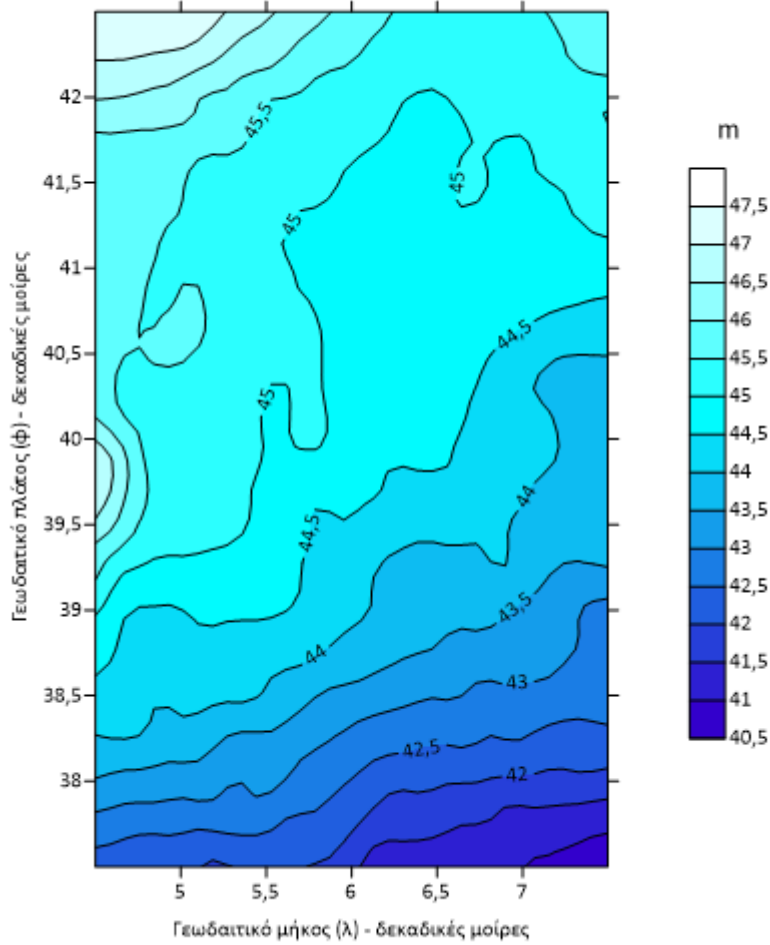
Εικόνα 60 Χάρτης cssh Καλοκαίρι 2021

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Καλοκαίρι 2020



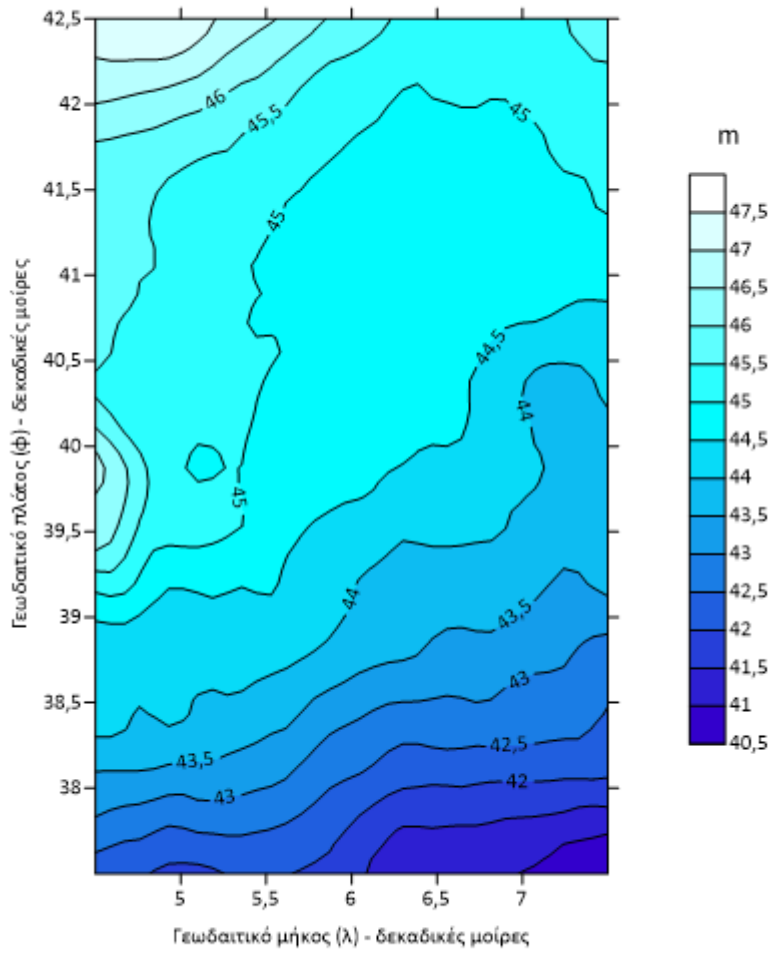
Εικόνα 61 Χάρτης cssh Καλοκαίρι 2020

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Φθινόπωρο 2023



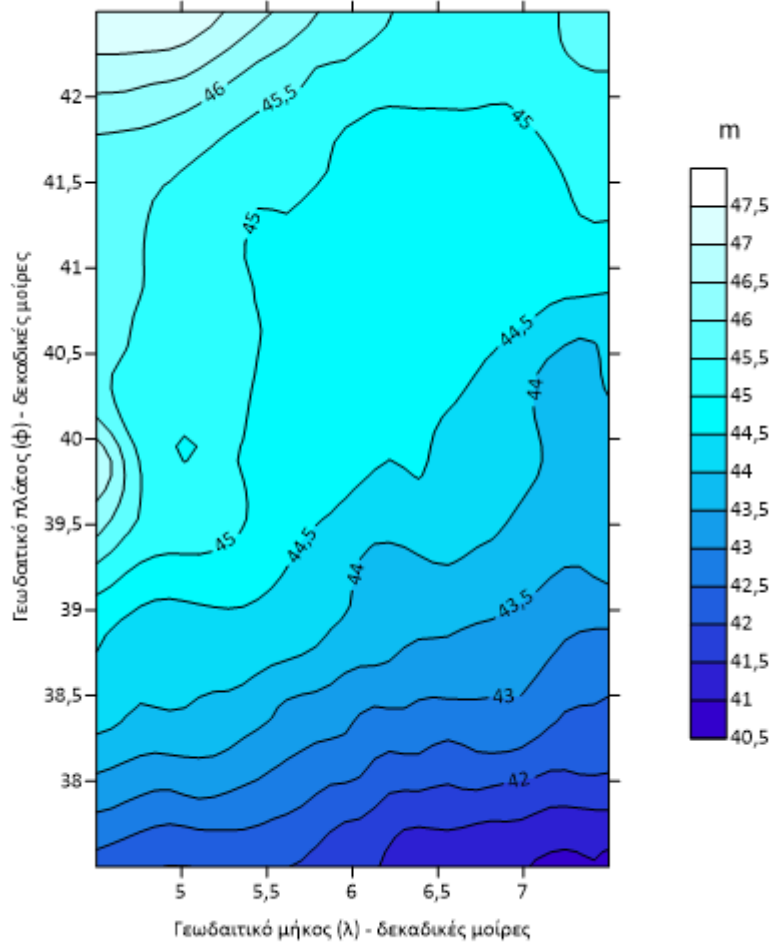
Εικόνα 62 Χάρτης cssh Φθινόπωρο 2023

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Φθινόπωρο 2022



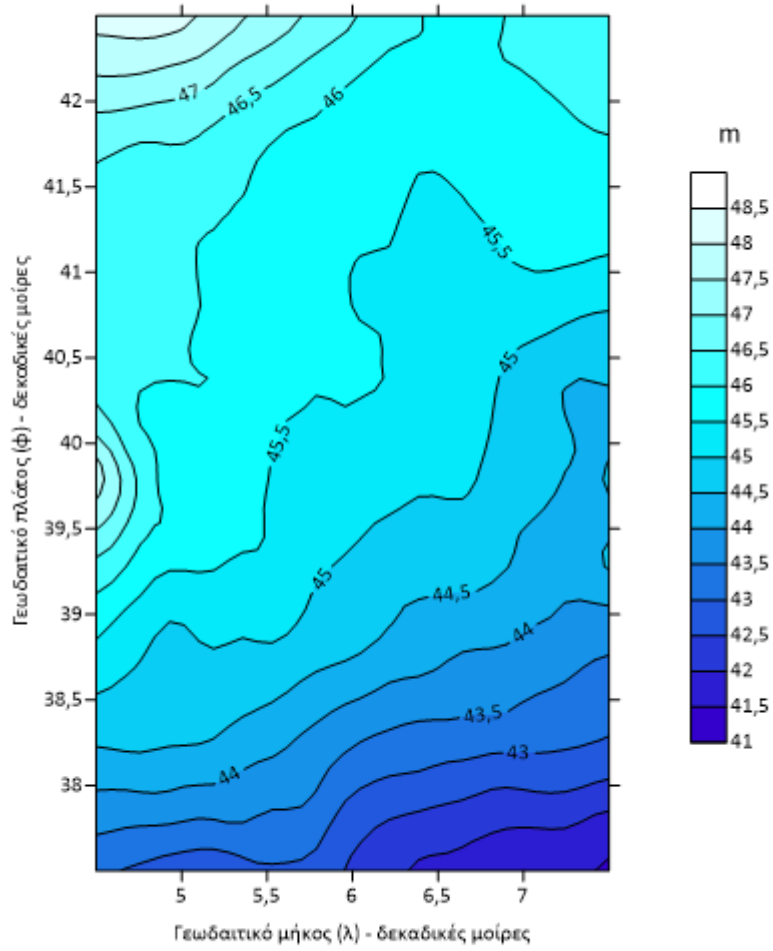
Εικόνα 63 Χάρτης cssh Φθινόπωρο 2022

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Φθινόπωρο 2021



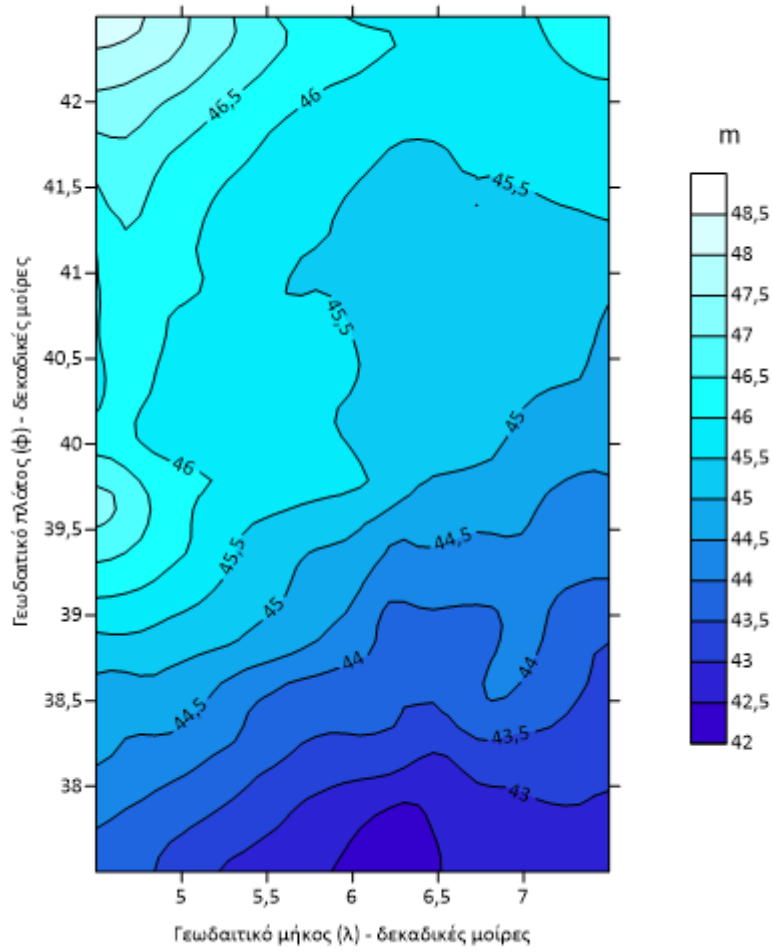
Εικόνα 64 Χάρτης cssh Φθινόπωρο 2021

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Φθινόπωρο 2020



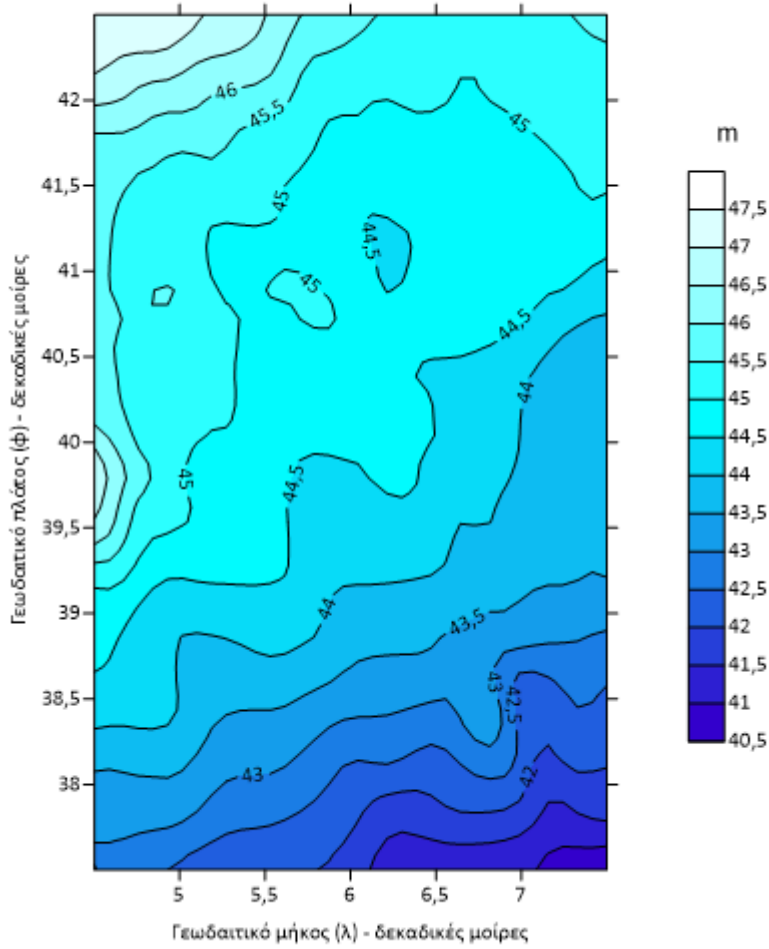
Εικόνα 65 Χάρτης cssh Φθινόπωρο 2020

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Άνοιξη 2020



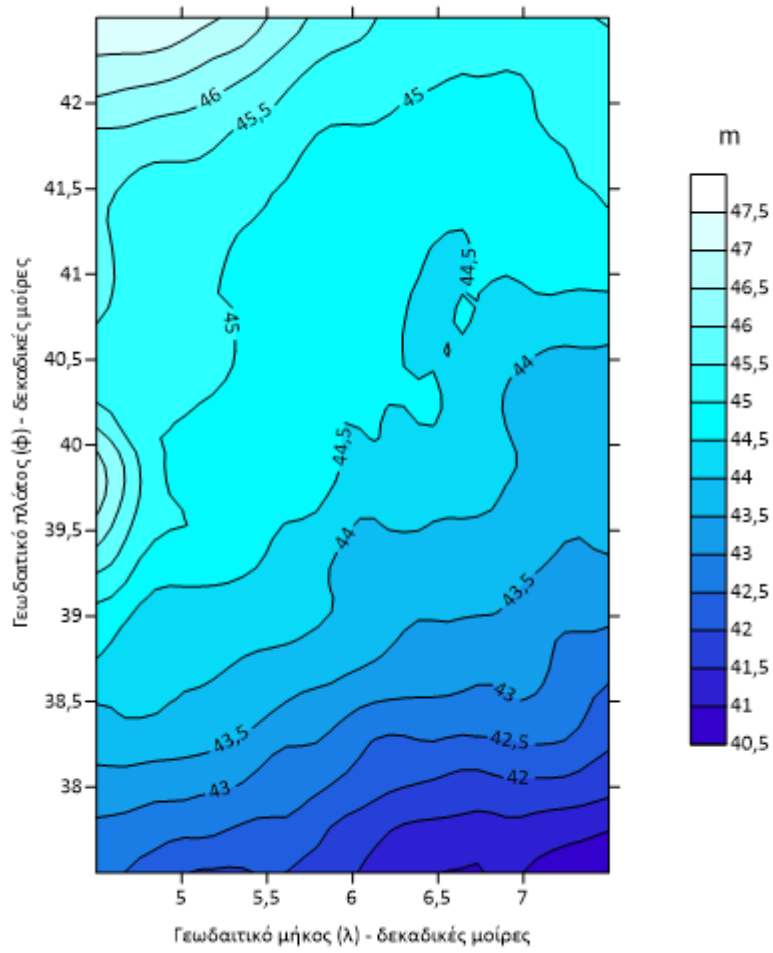
Εικόνα 66 Χάρτης Άνοιξη 2020

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Άνοιξη 2021



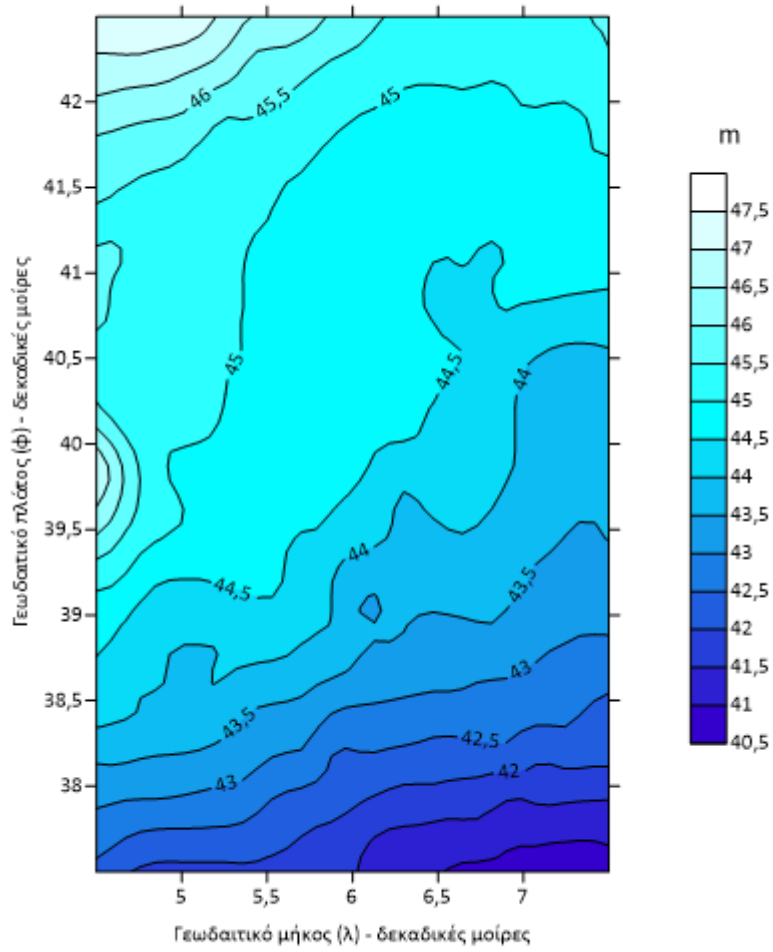
Εικόνα 67 Χάρτης Άνοιξη 2021

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Άνοιξη 2022



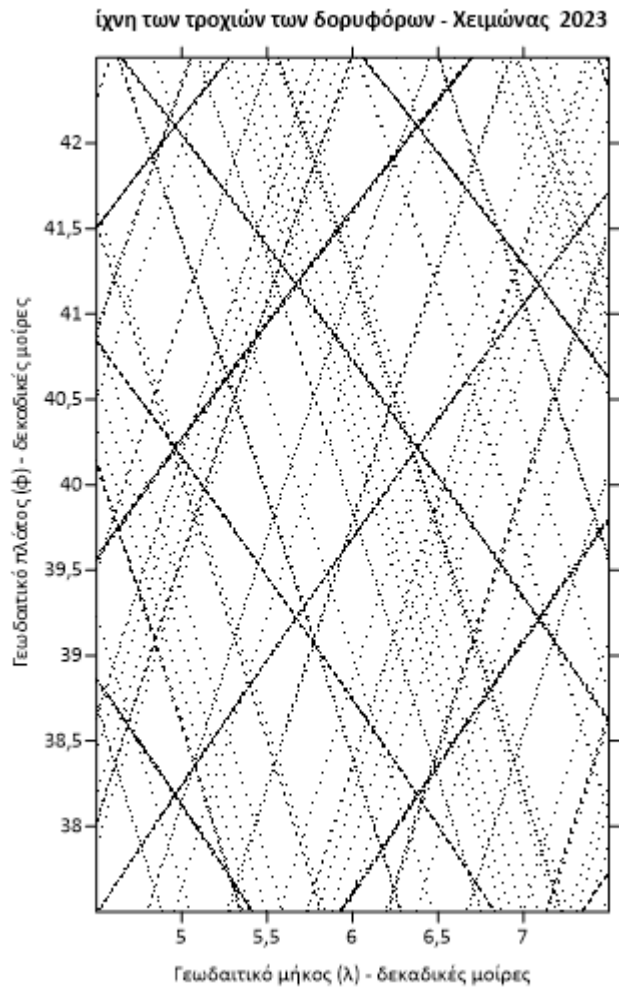
Εικόνα 68 Χάρτης Άνοιξη 2022

Μέσα διορθωμένα υψόμετρα θάλασσας φιλτραρισμένα - Άνοιξη 2023

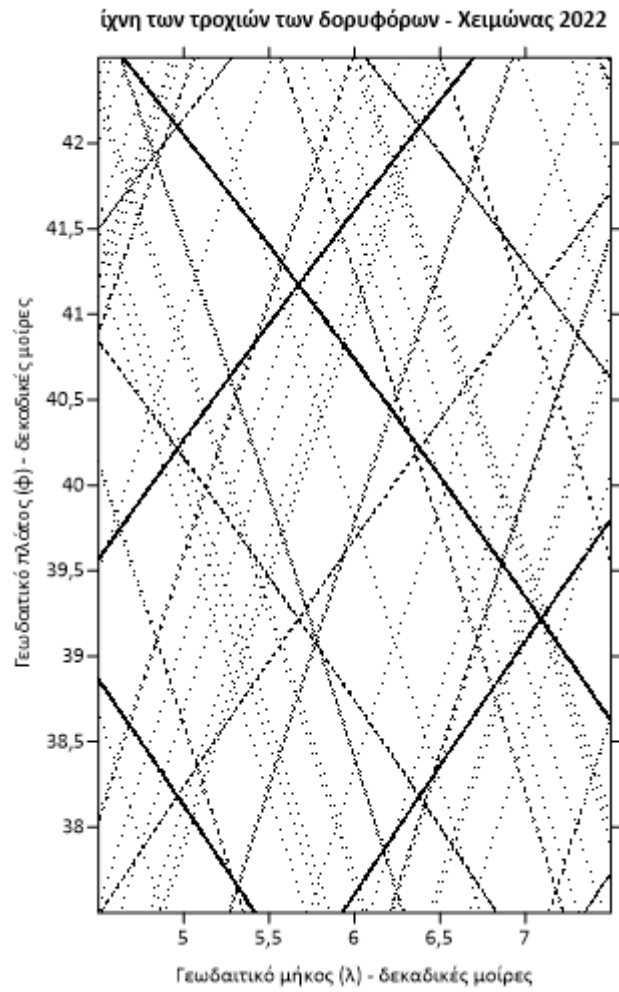


Εικόνα 69 Χάρτης Άνοιξη 2023

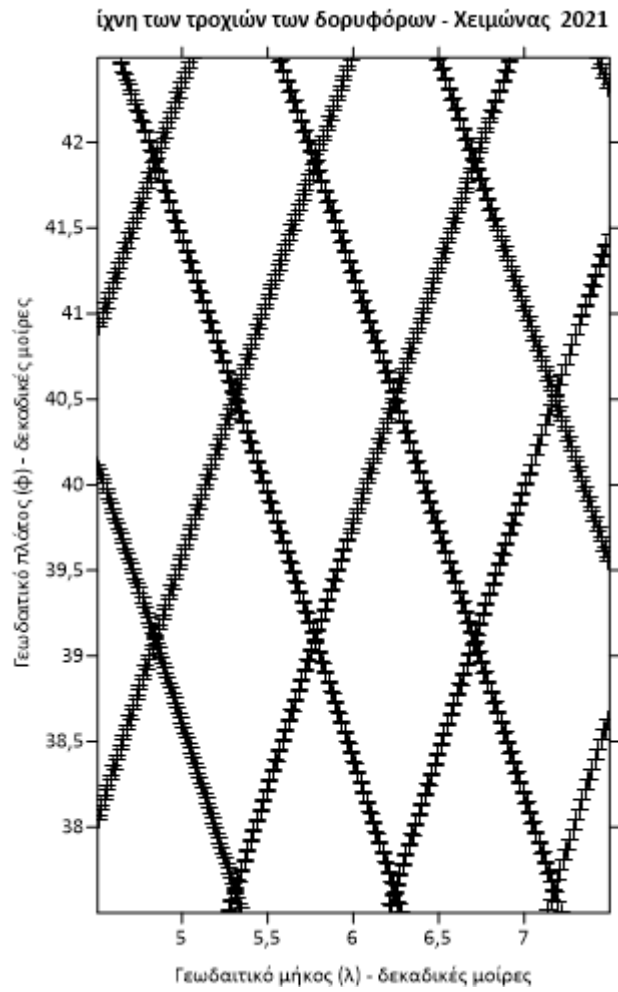
ΧΑΡΤΕΣ ΜΕ ΙΧΝΗ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ



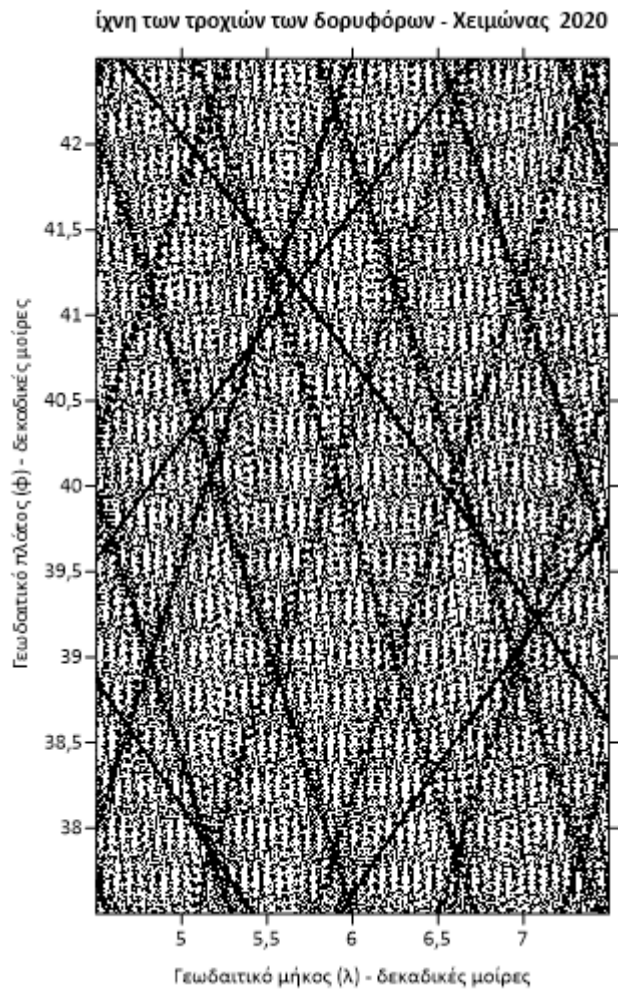
Εικόνα 70 Ίχνη Χειμώνας 2023



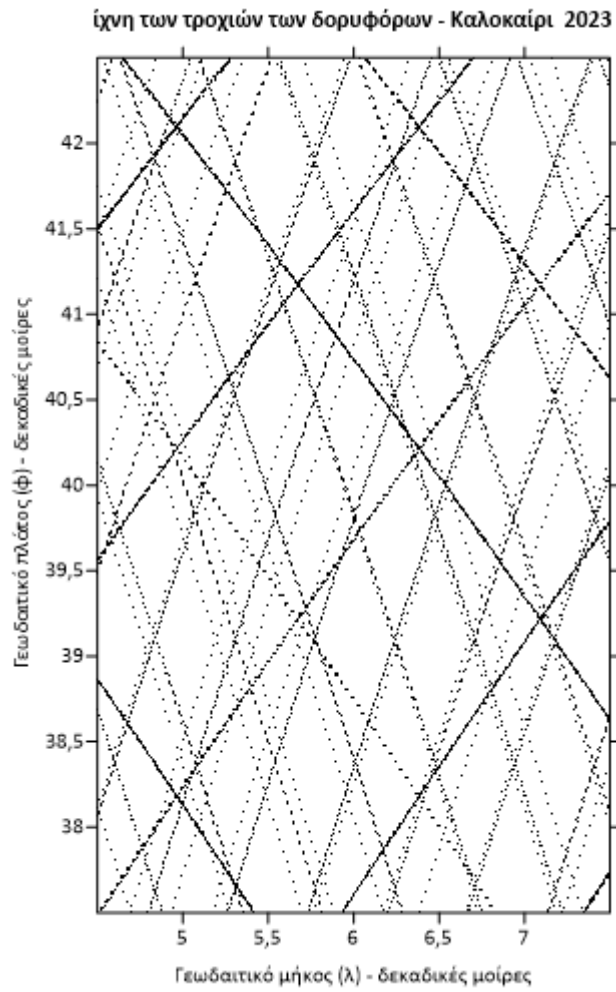
Εικόνα 71 Ίχνη Χειμώνας 2022



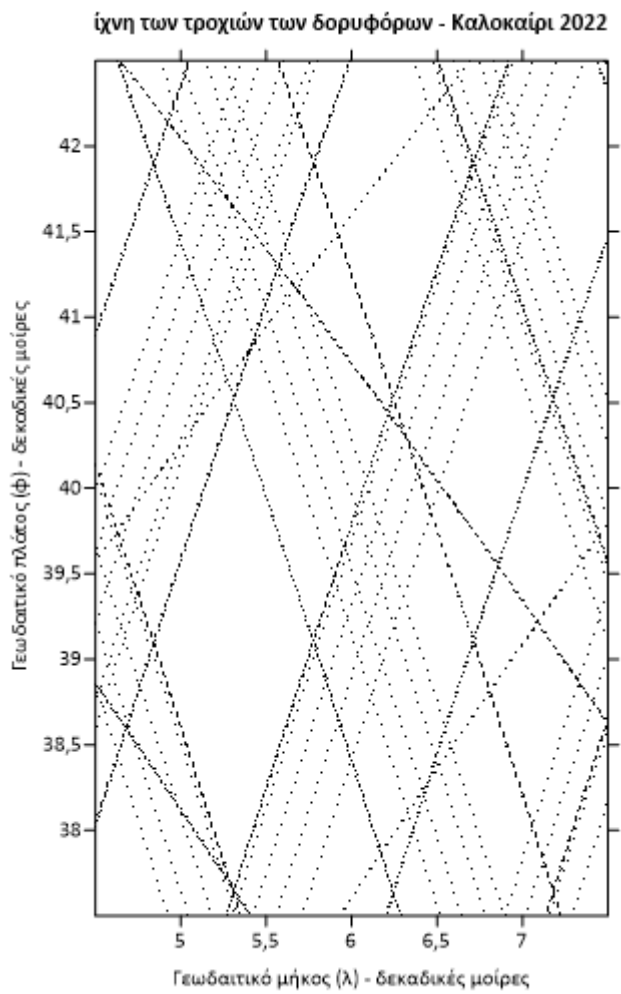
Εικόνα 72 Ίχνη Χειμώνας 2021



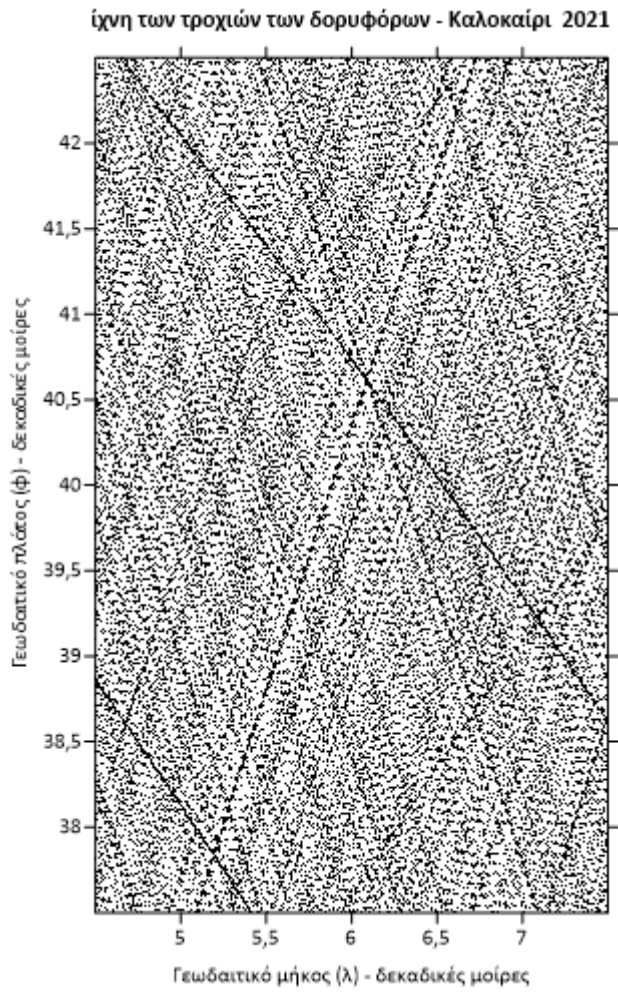
Εικόνα 73 Ίχνη Χειμώνας 2020



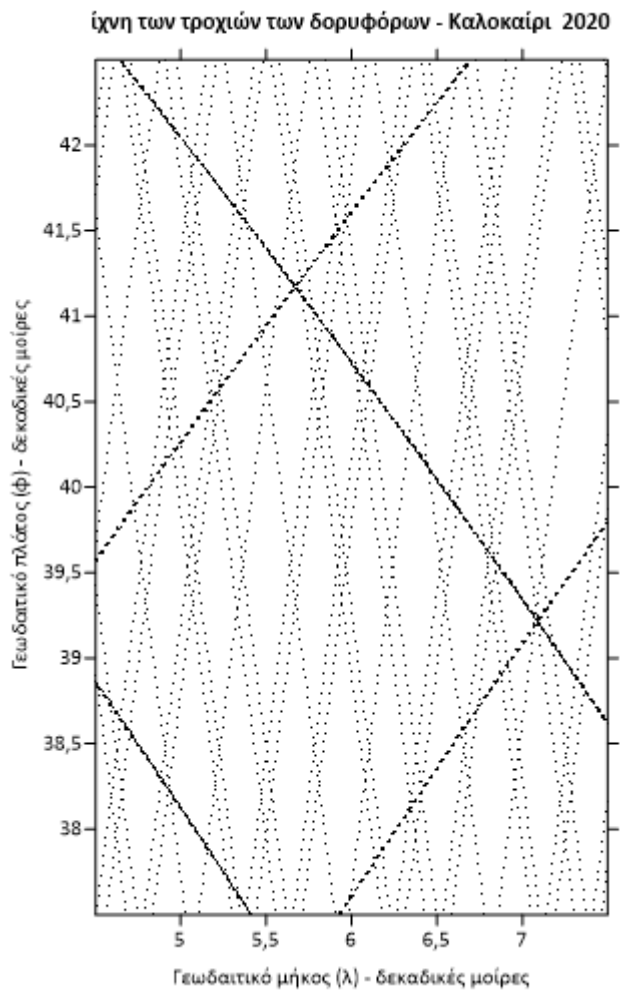
Εικόνα 74 Ίχνη Καλοκαίρι 2023



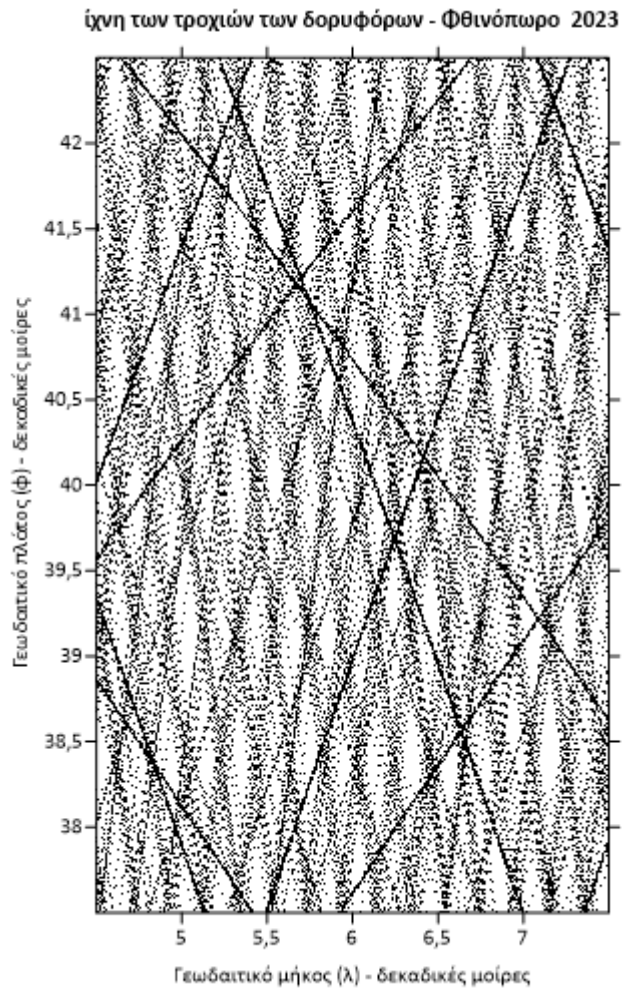
Εικόνα 75 Ίχνη Καλοκαίρι 2022



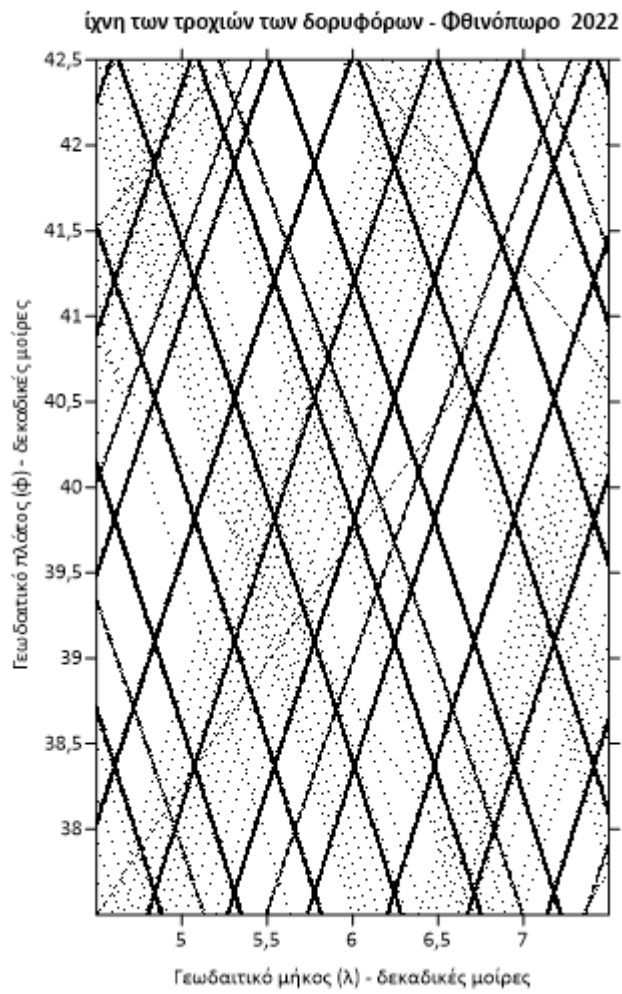
Εικόνα 76 Ίχνη Καλοκαίρι 2021



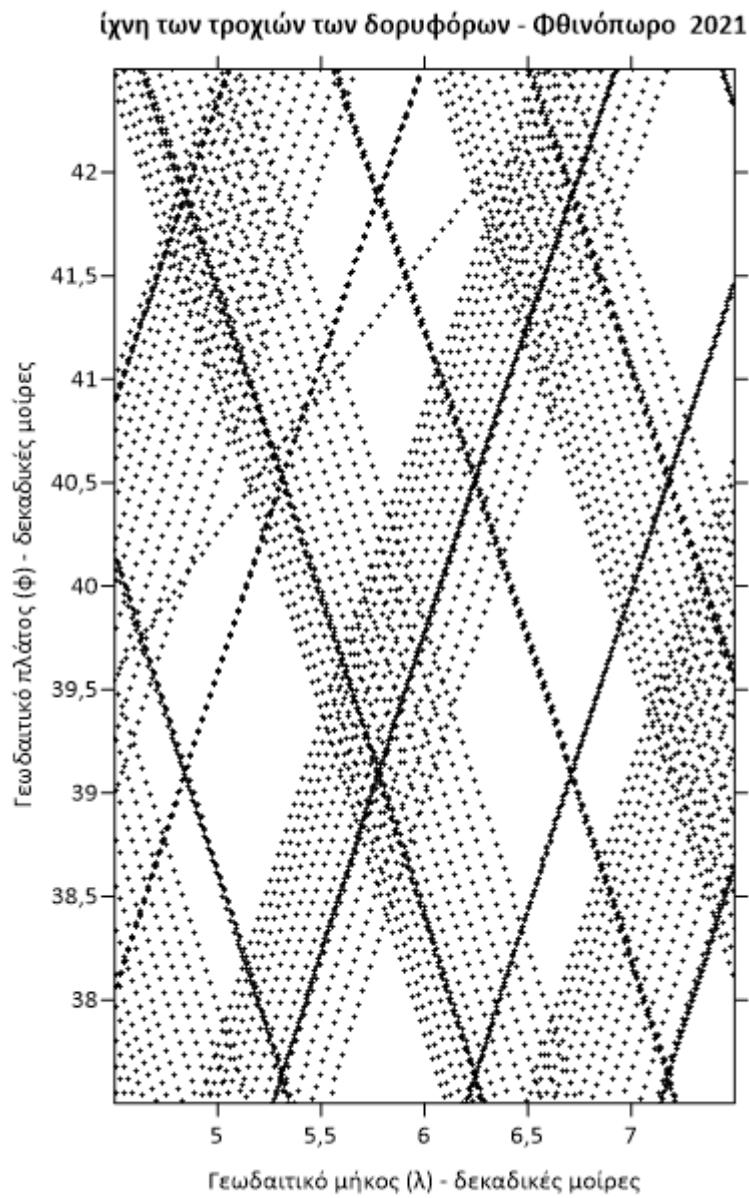
Εικόνα 77 Ίχνη Καλοκαίρι 2020



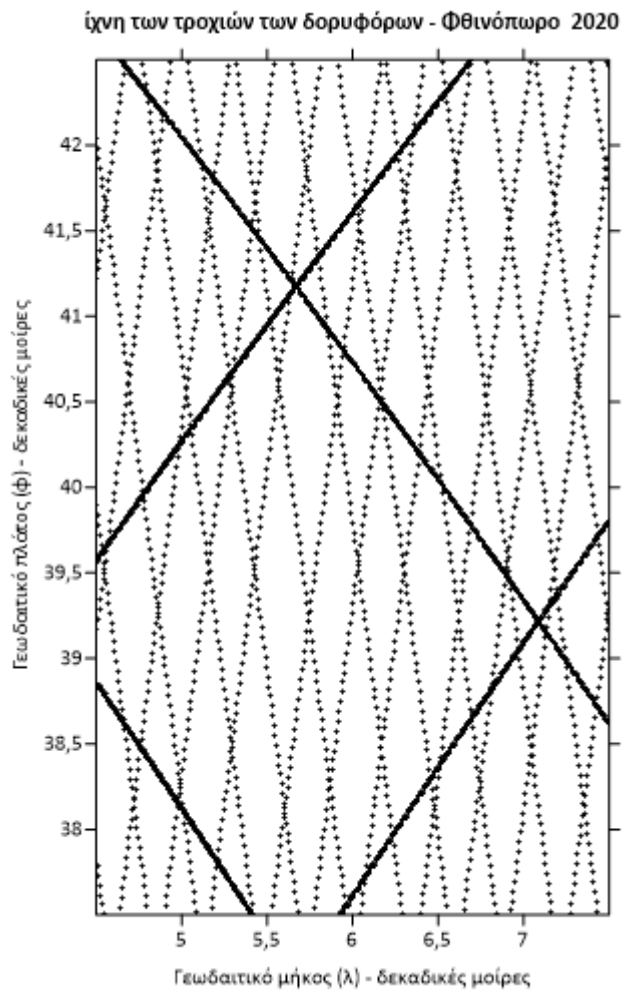
Εικόνα 78 ίχνη Φθινόπωρο 2023



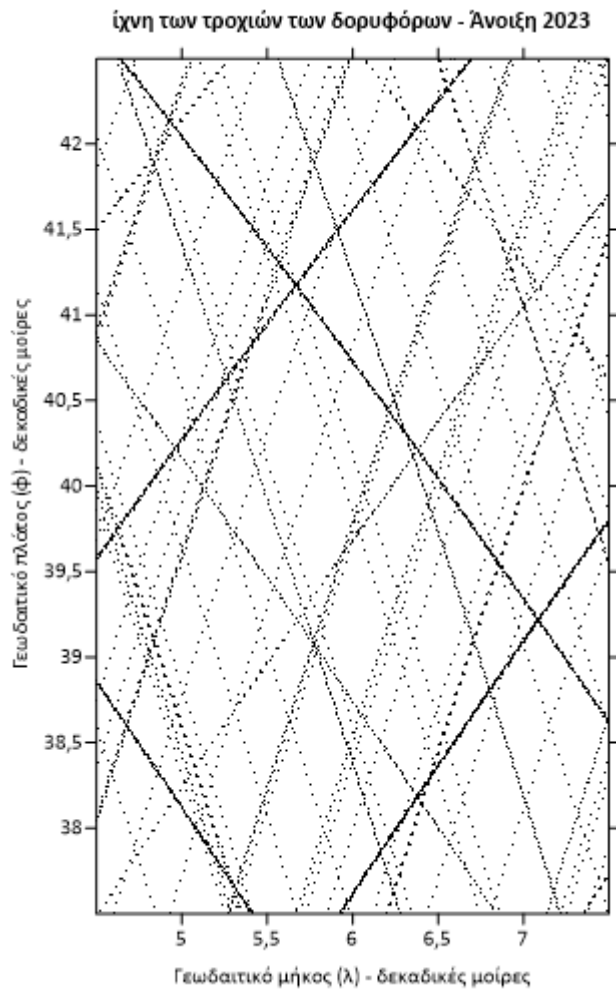
Εικόνα 79 Ίχνη Φθινόπωρο 2022



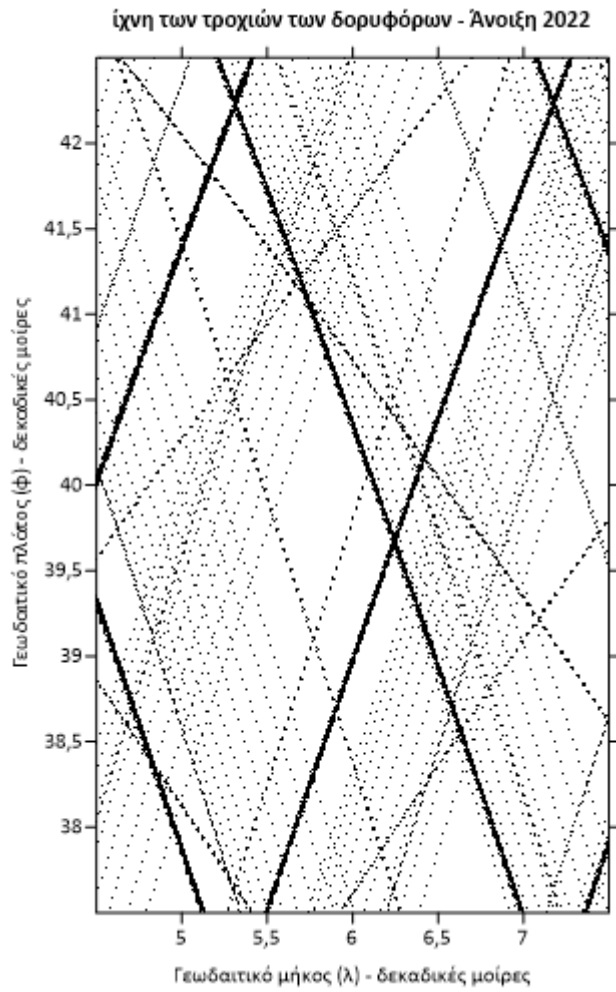
Εικόνα 80 Ίχνη Φθινόπωρο 2021



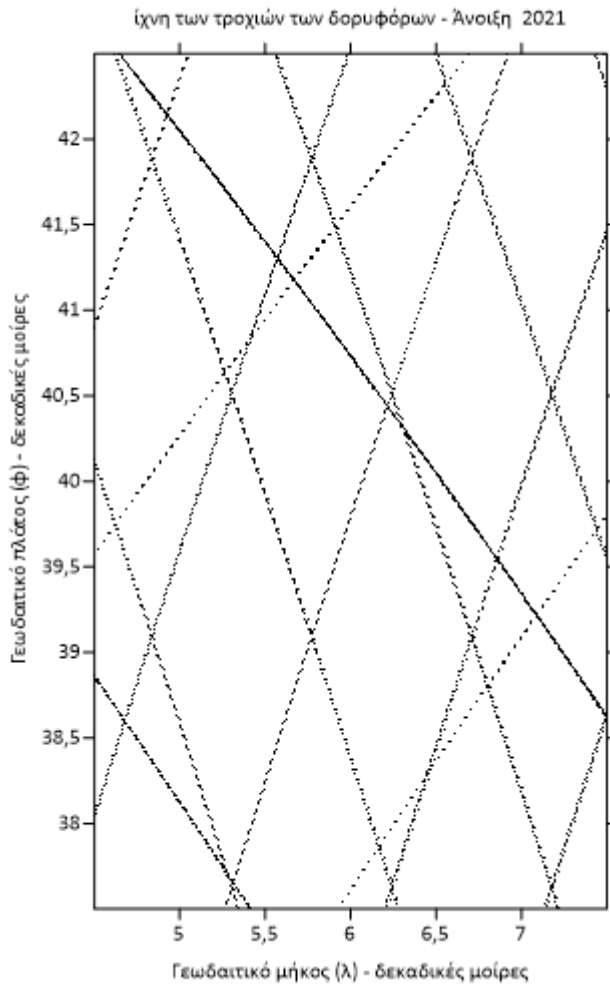
Εικόνα 81 ίχνη Φθινόπωρο 2020



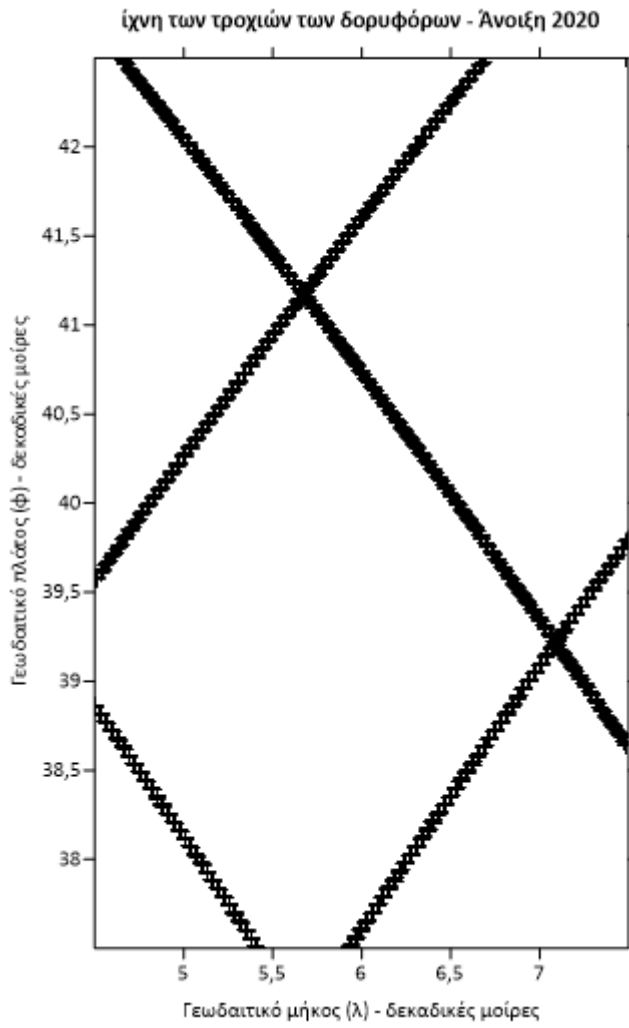
Εικόνα 82 Ίχνη Άνοιξη 2023



Εικόνα 83 Ίχνη Άνοιξη 2022



Εικόνα 84 Ίχνη Άνοιξη 2021

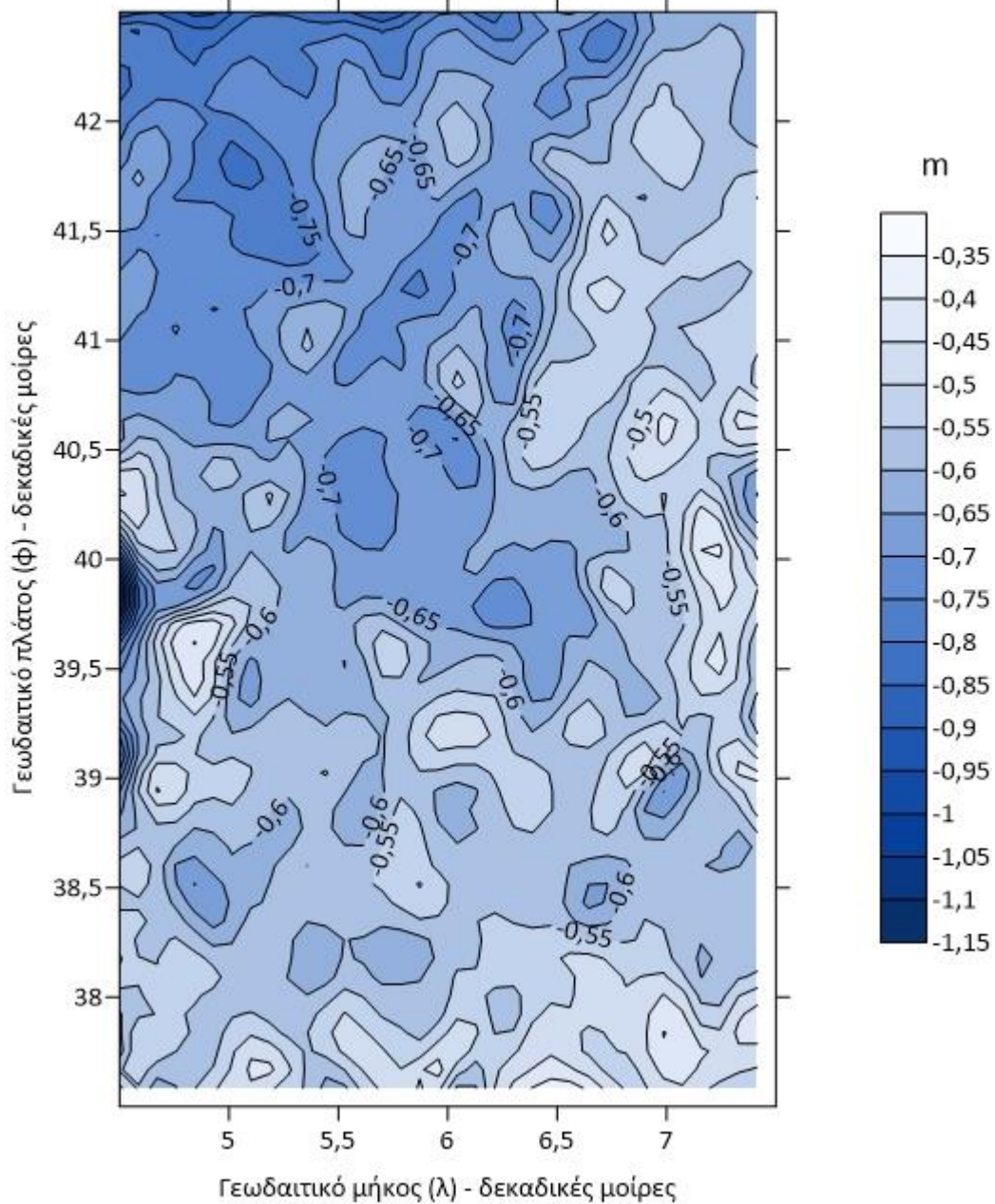


Εικόνα 85 ίχνη Άνοιξη 2020

ΧΑΡΤΕΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΩΚΕΑΝΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

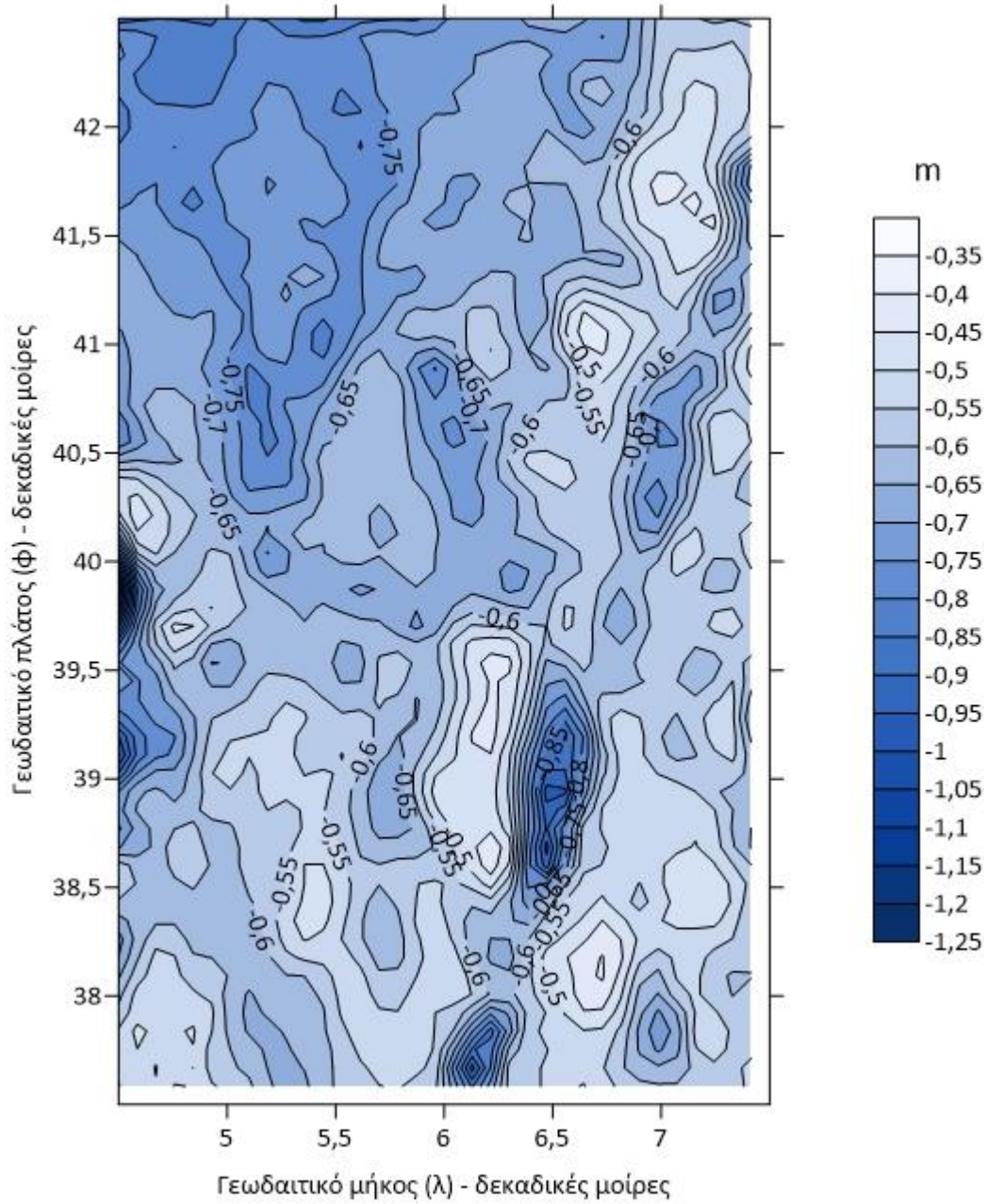
ΕΛΛΙΠΣΟΕΙΔΕΣ EGM2008 ΓΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΩΚΕΑΝΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2023



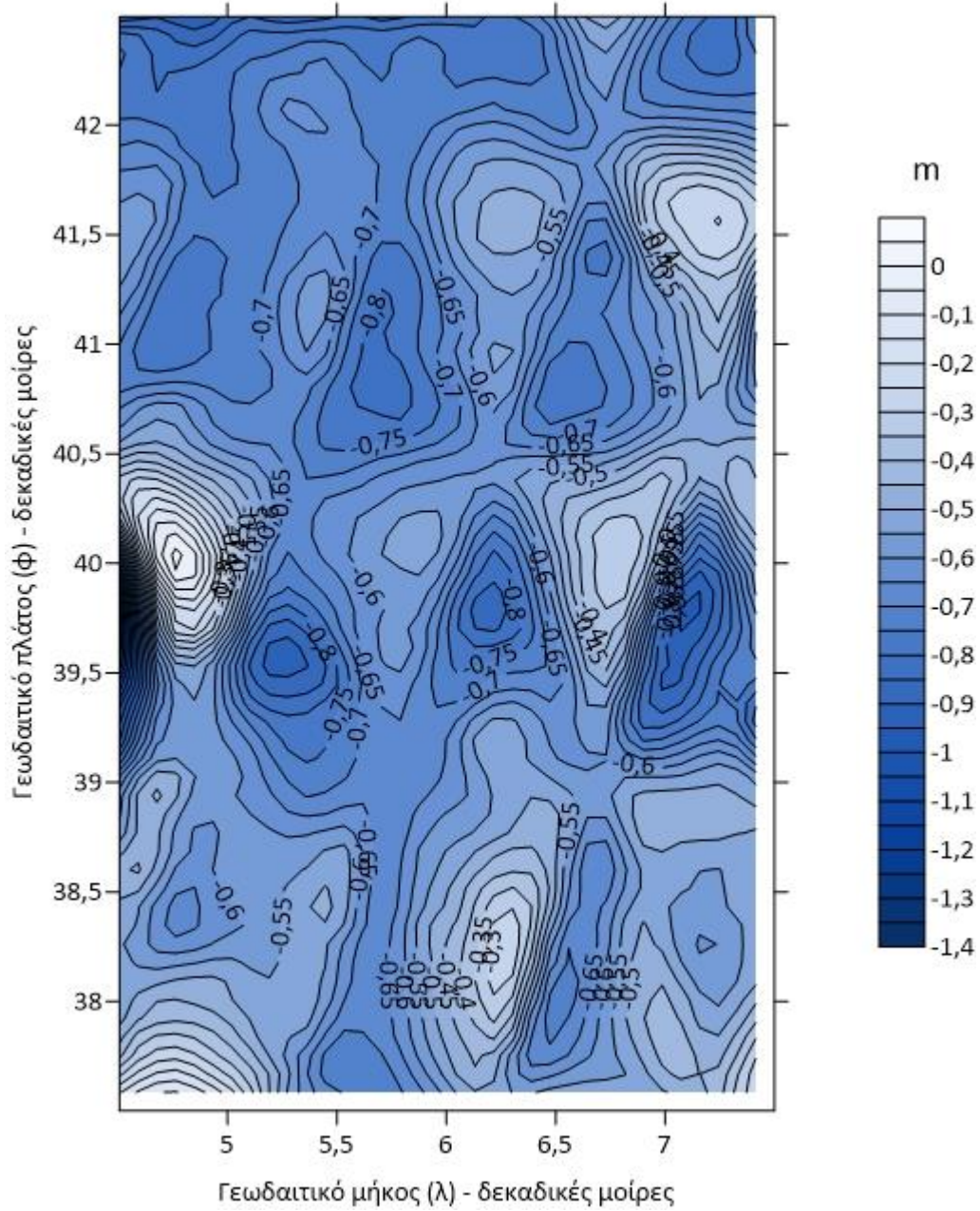
Εικόνα 86 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2023

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2022



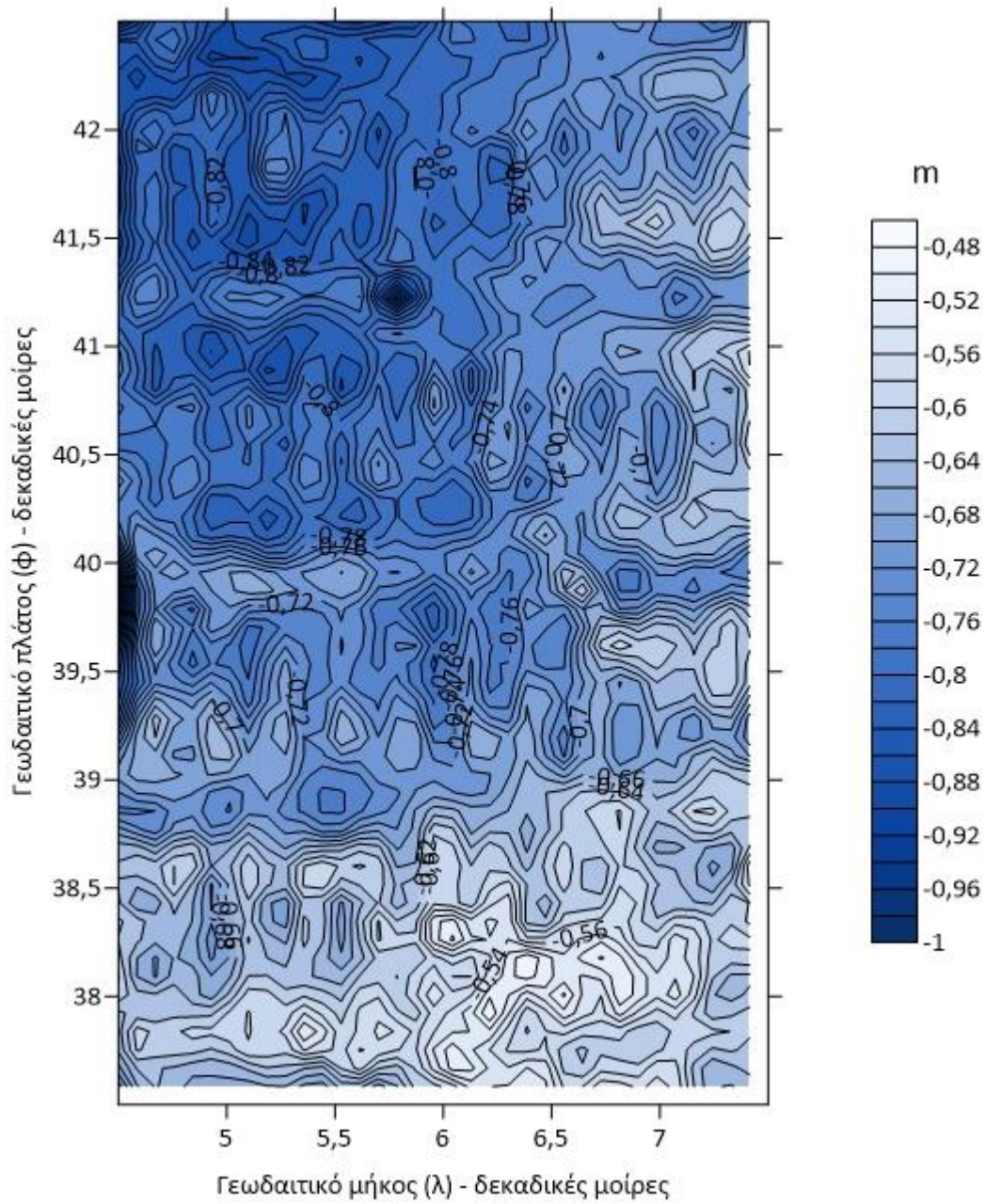
Εικόνα 87 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2022

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2021



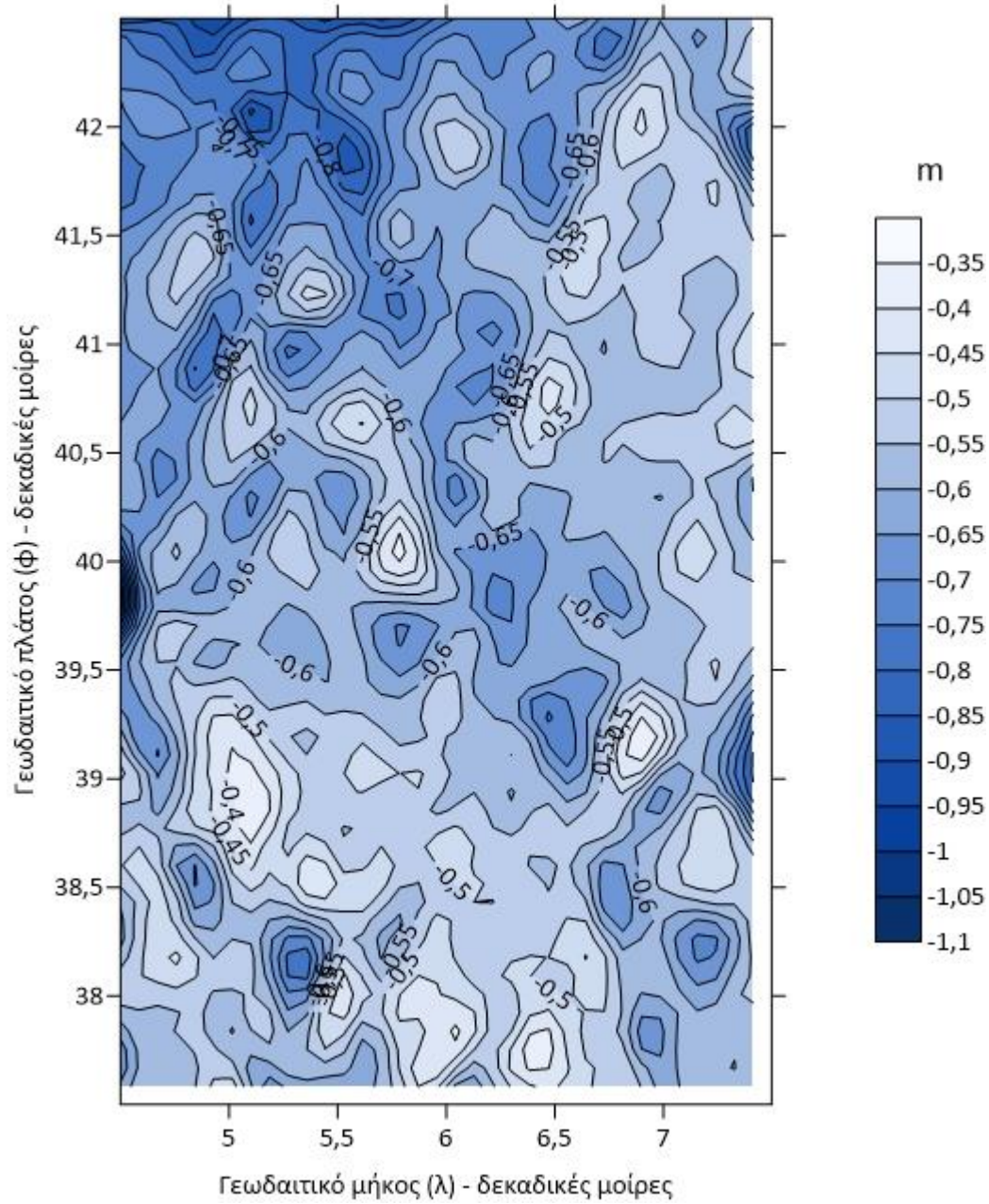
Εικόνα 88 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2021

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2020

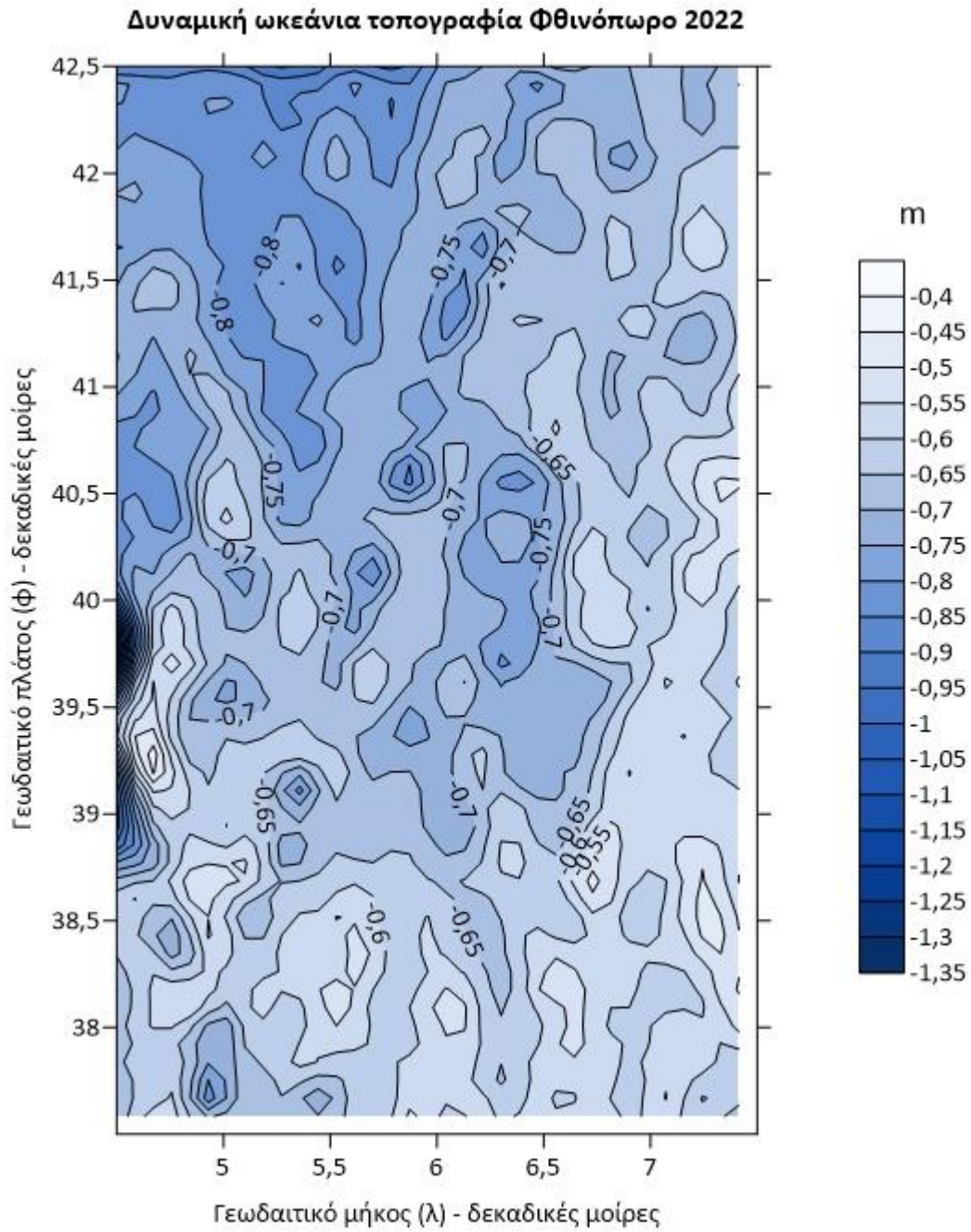


Εικόνα 89 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2020

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2023

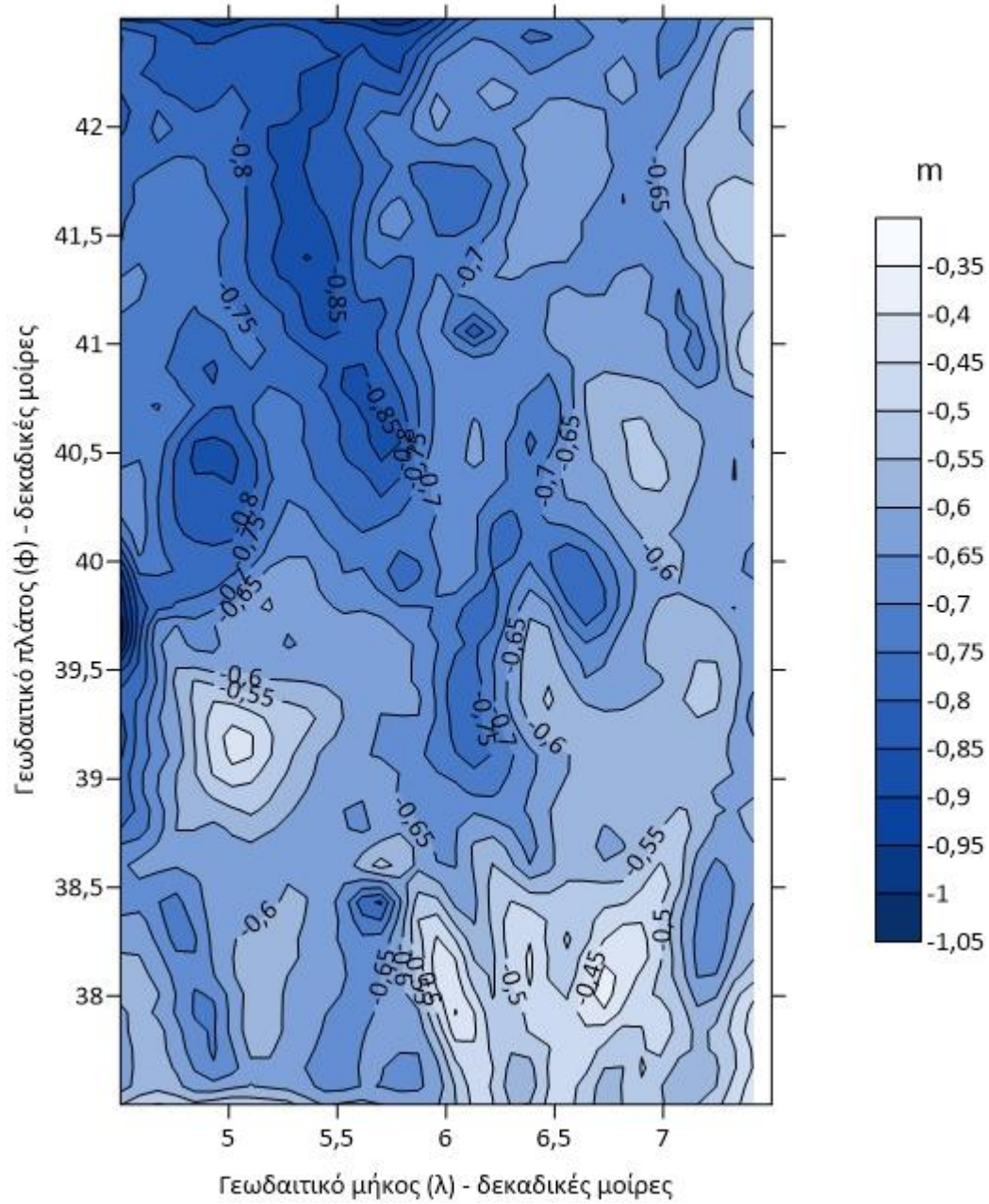


Εικόνα 90 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2023



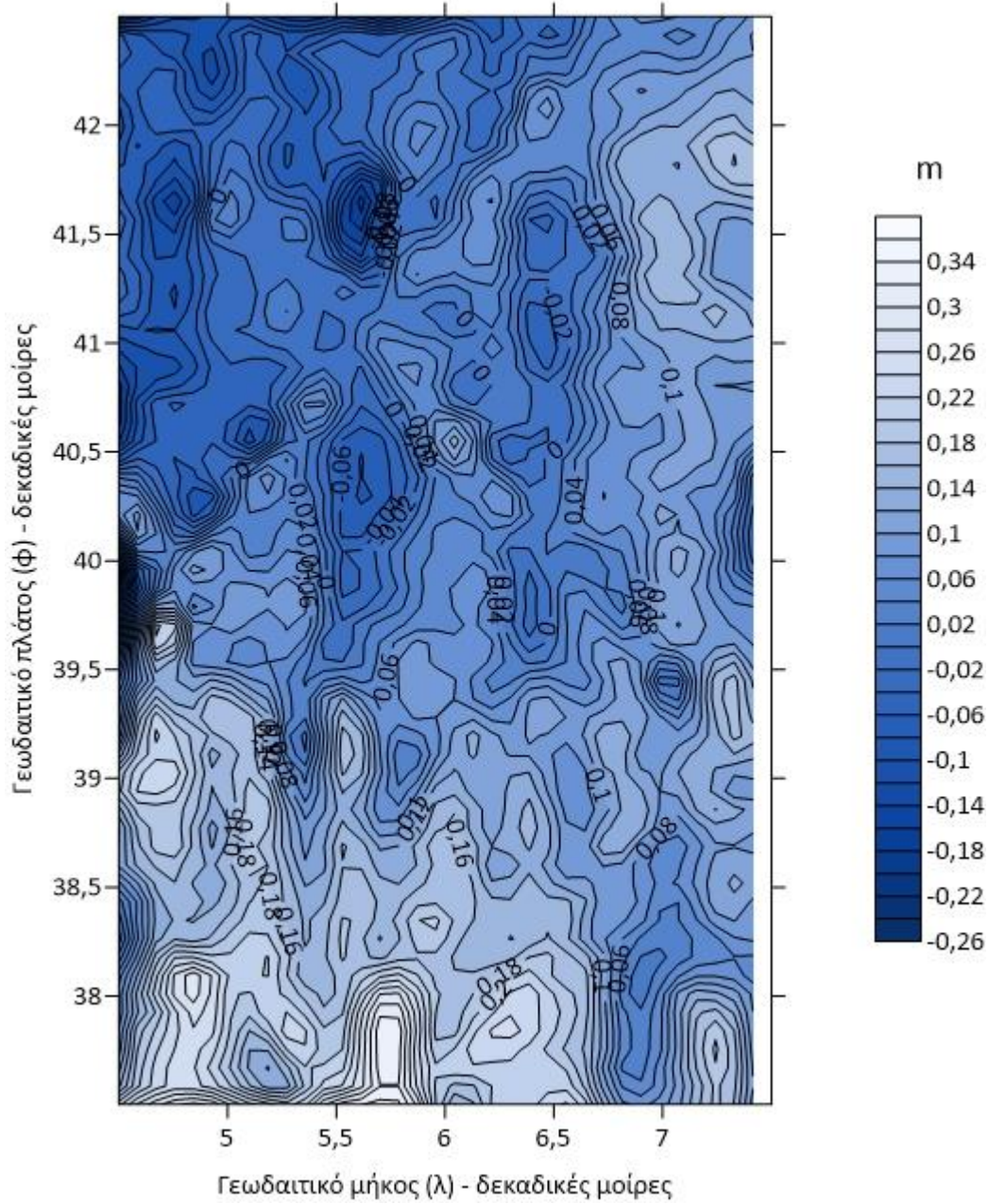
Εικόνα 91 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2022

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2021



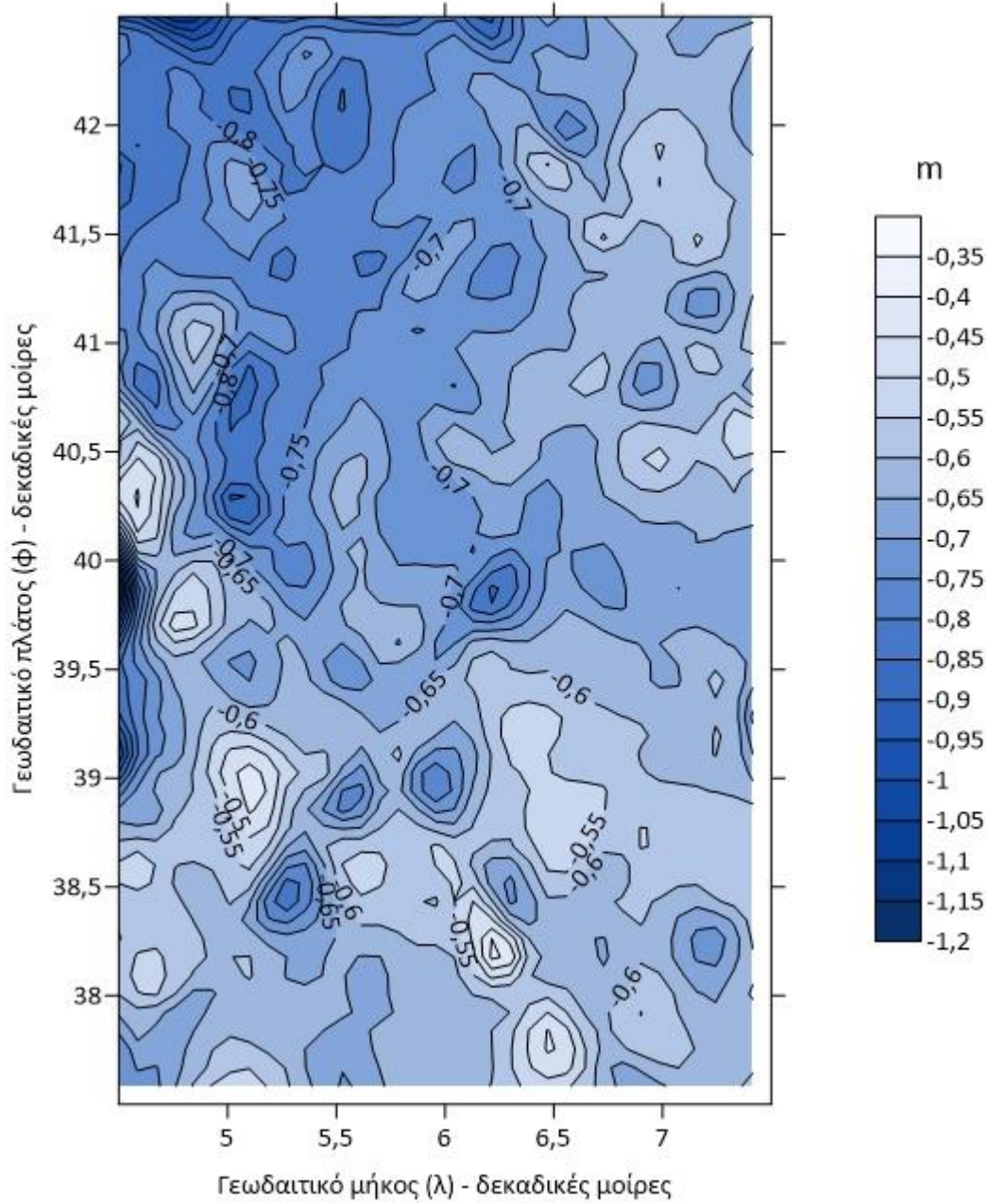
Εικόνα 92 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2021

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2020



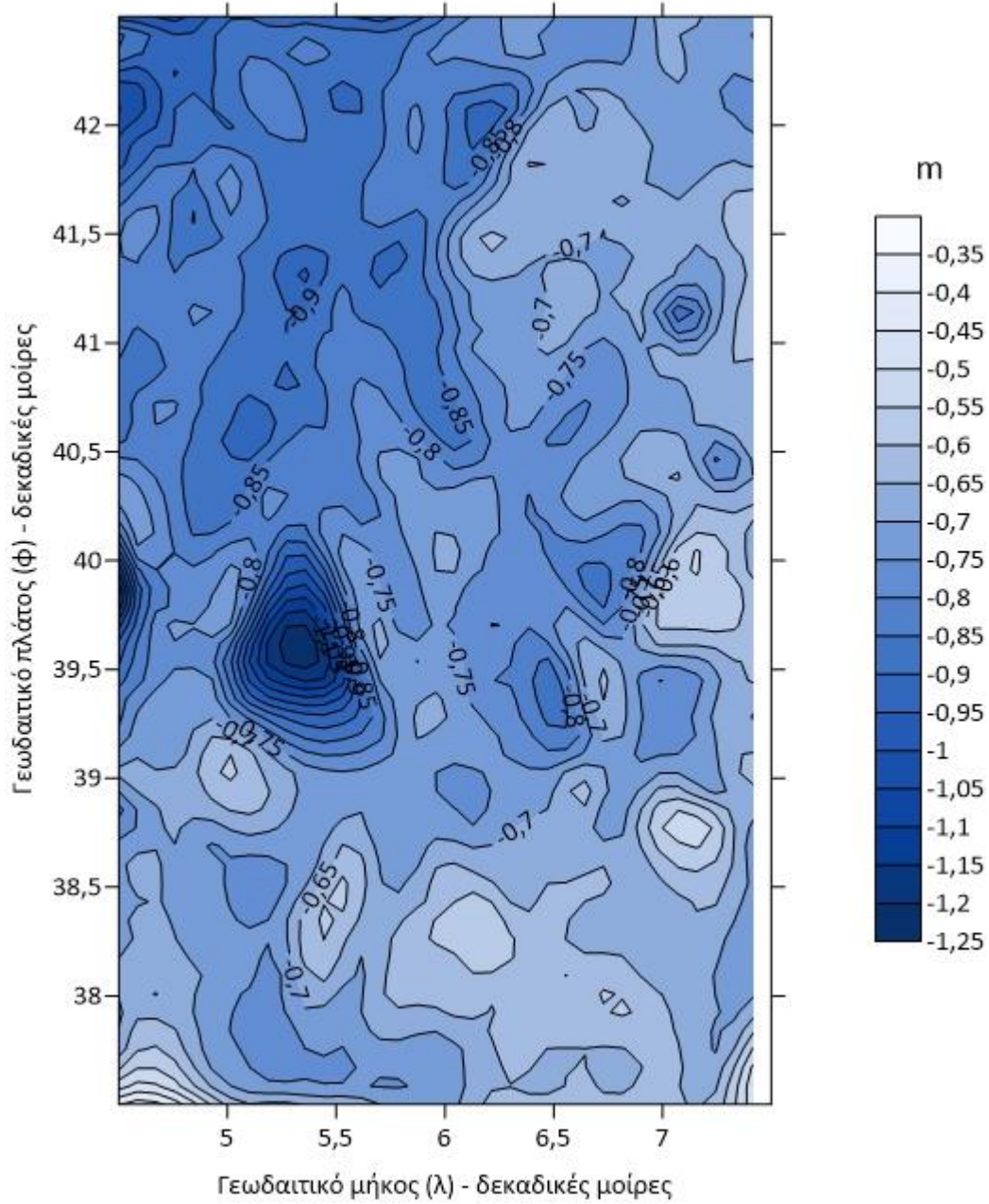
Εικόνα 93 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2020

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2023



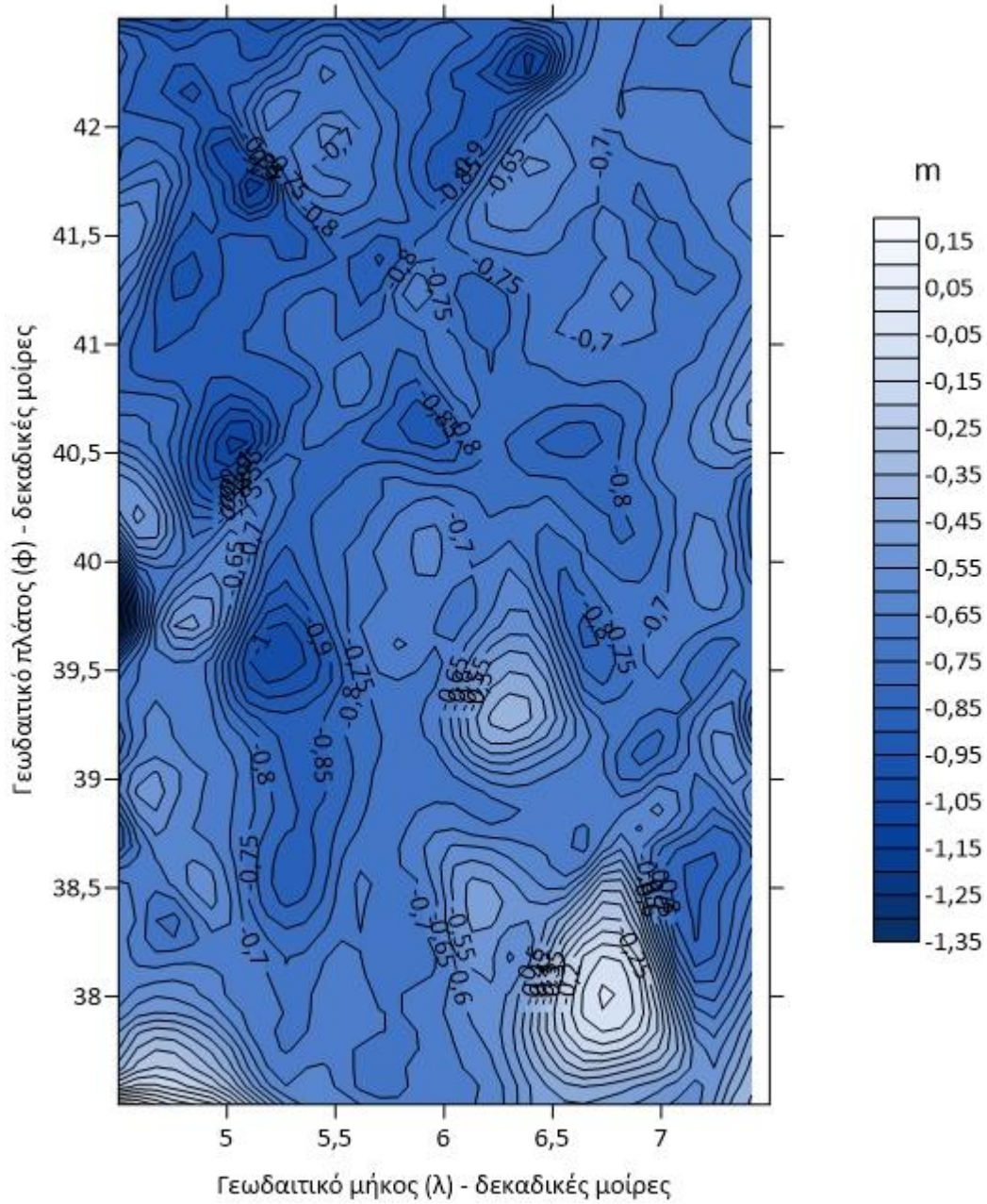
Εικόνα 94 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2023

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2022



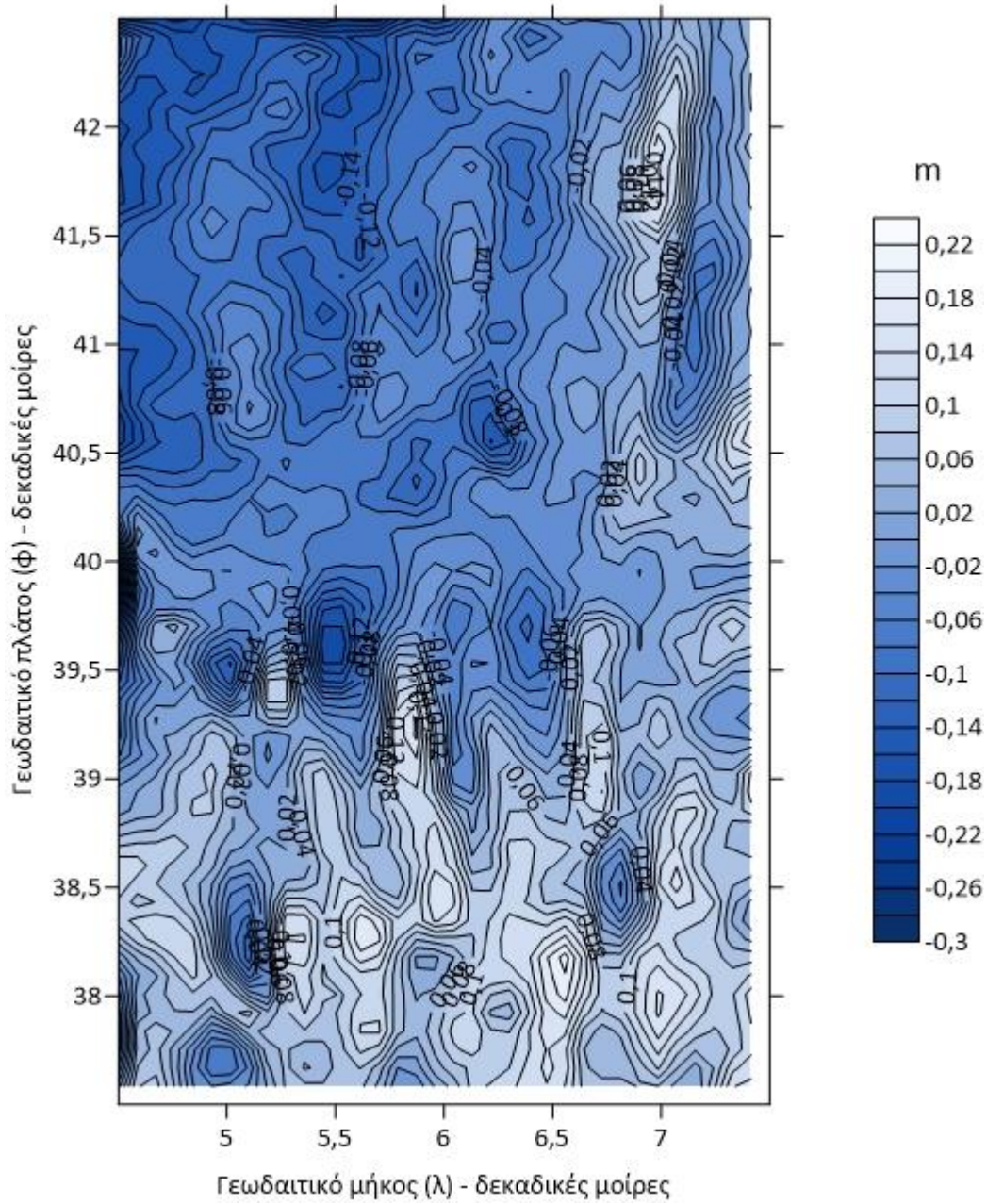
Εικόνα 95 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2022

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2021



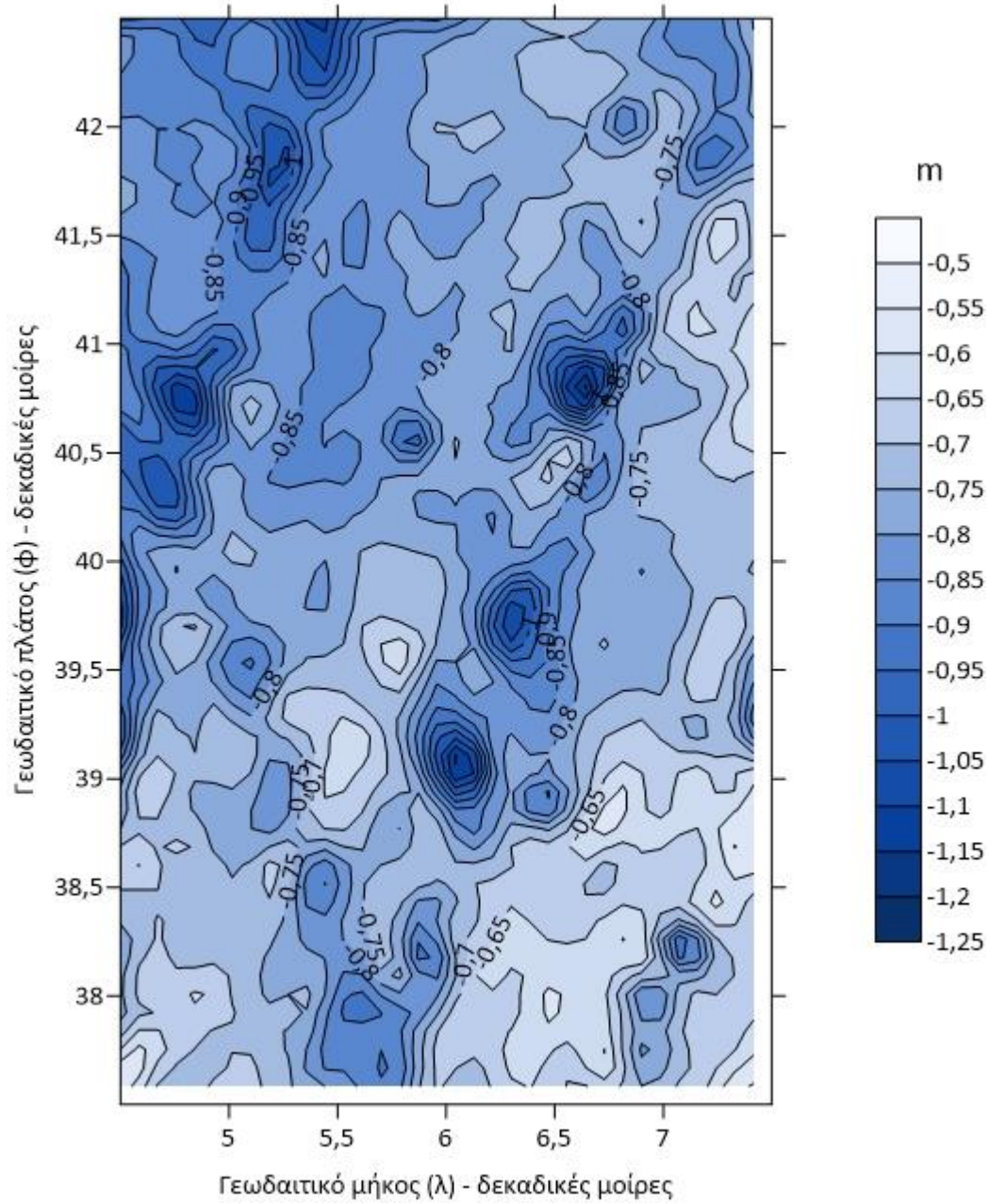
Εικόνα 96 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2021

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2020



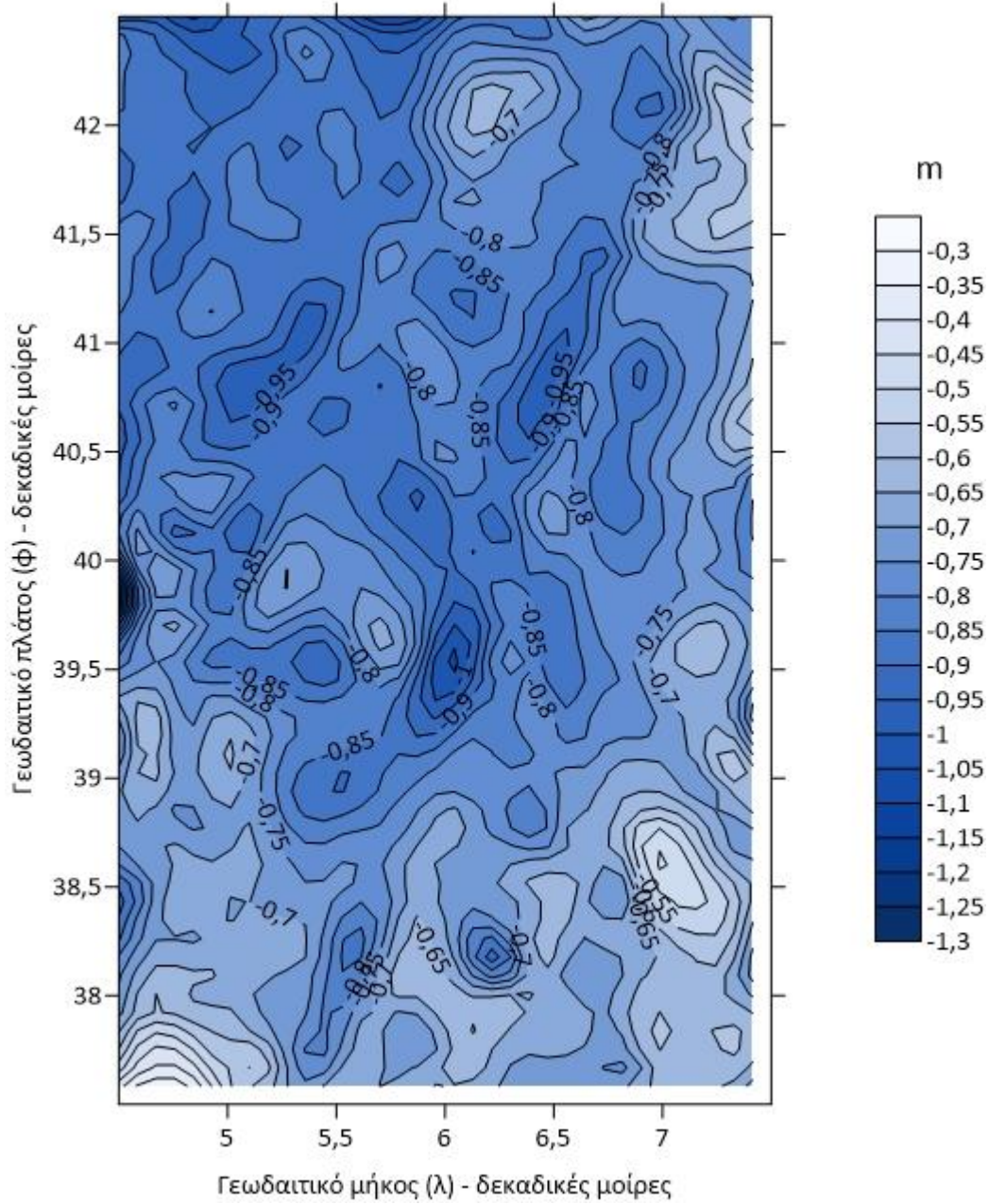
Εικόνα 97 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2020

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2023



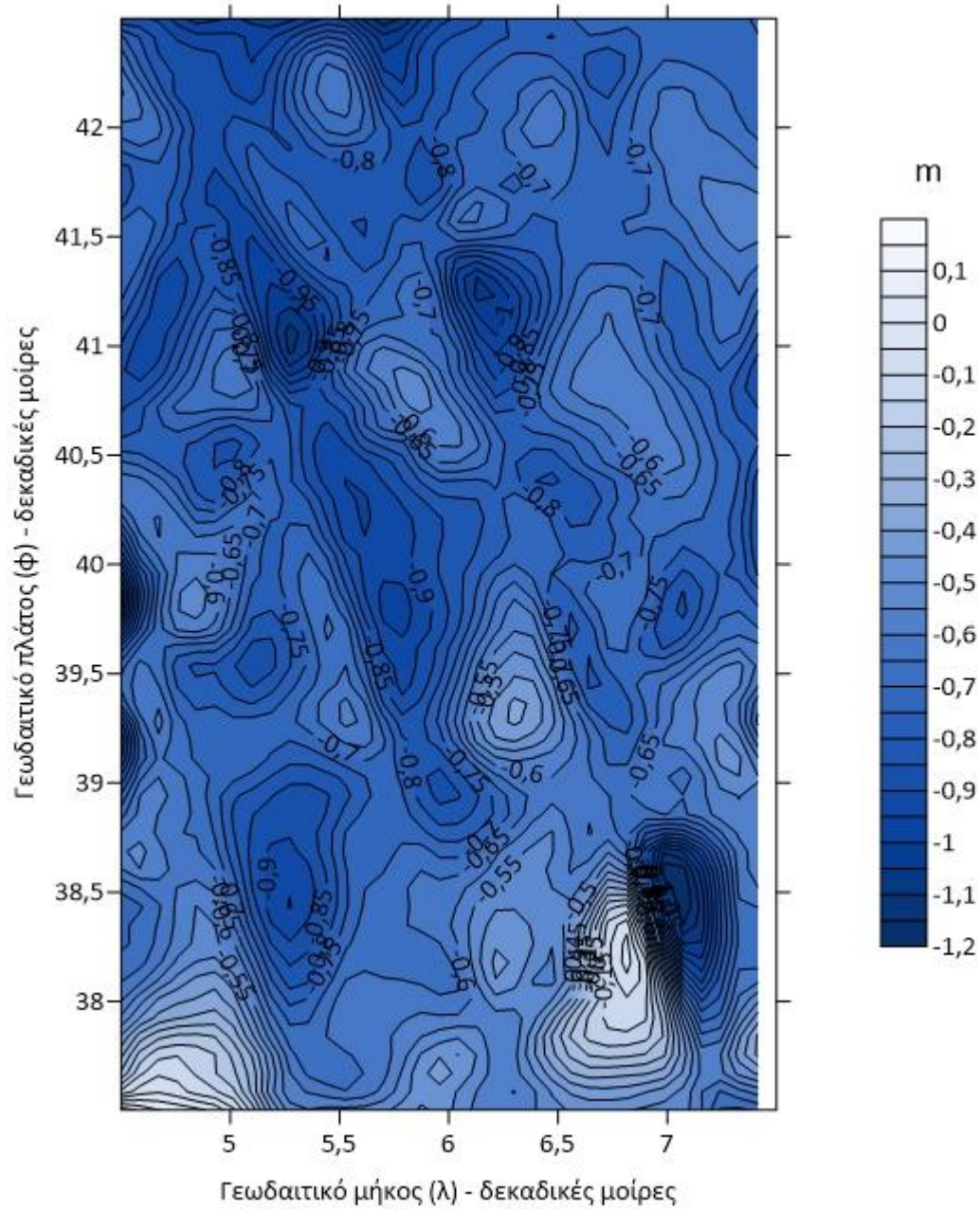
Εικόνα 98 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2023

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2022

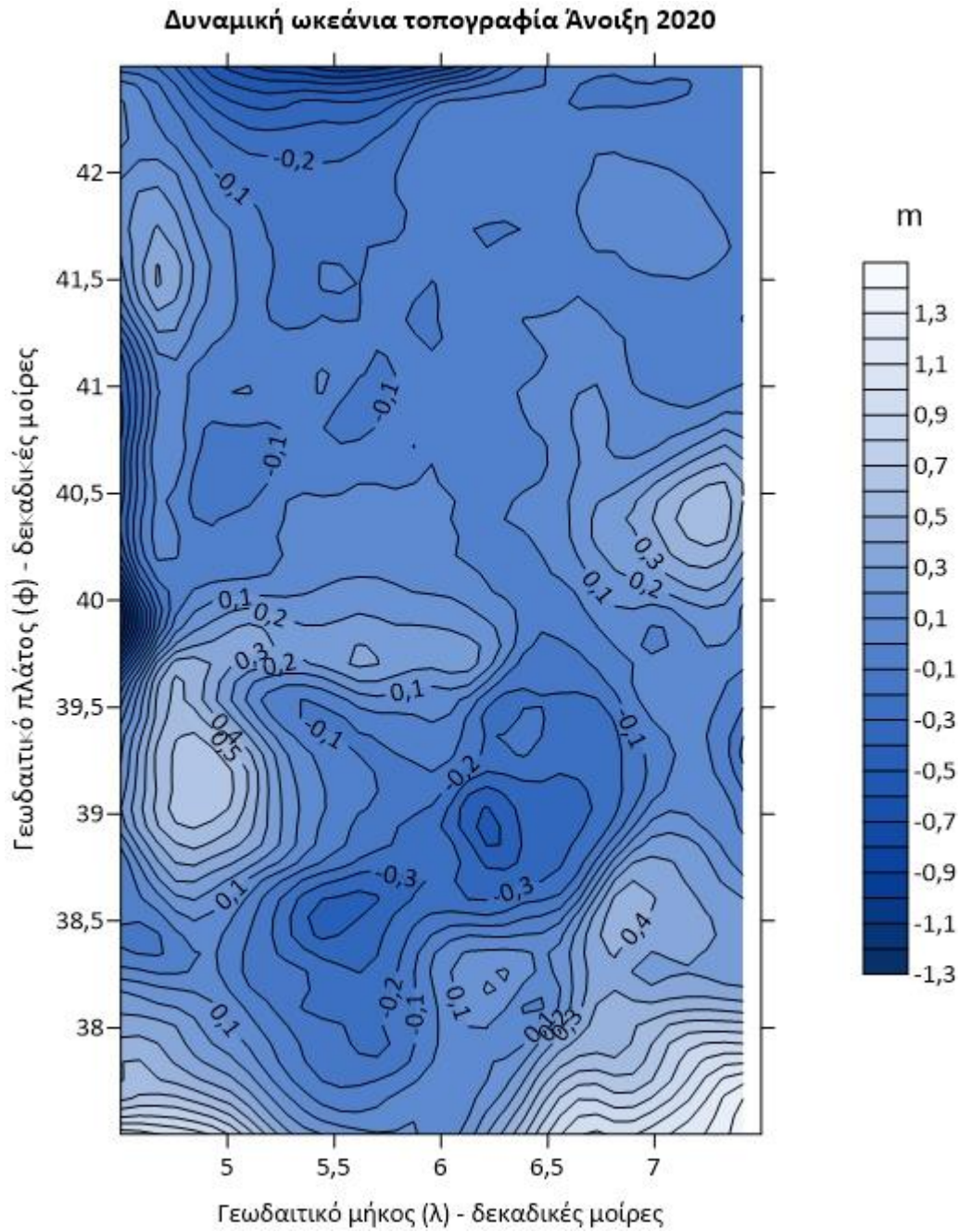


Εικόνα 99 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2022

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2021

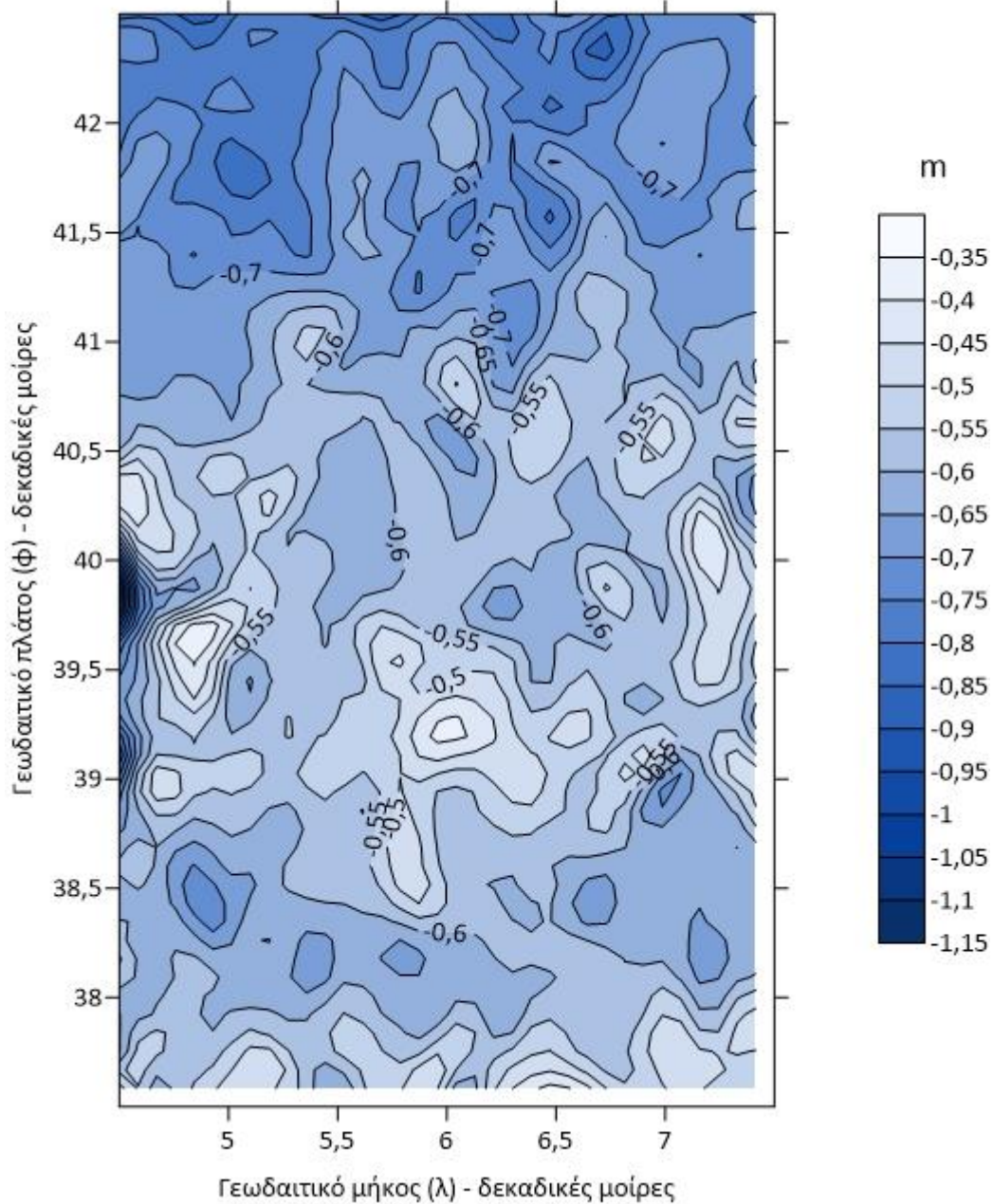


Εικόνα 100 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2021



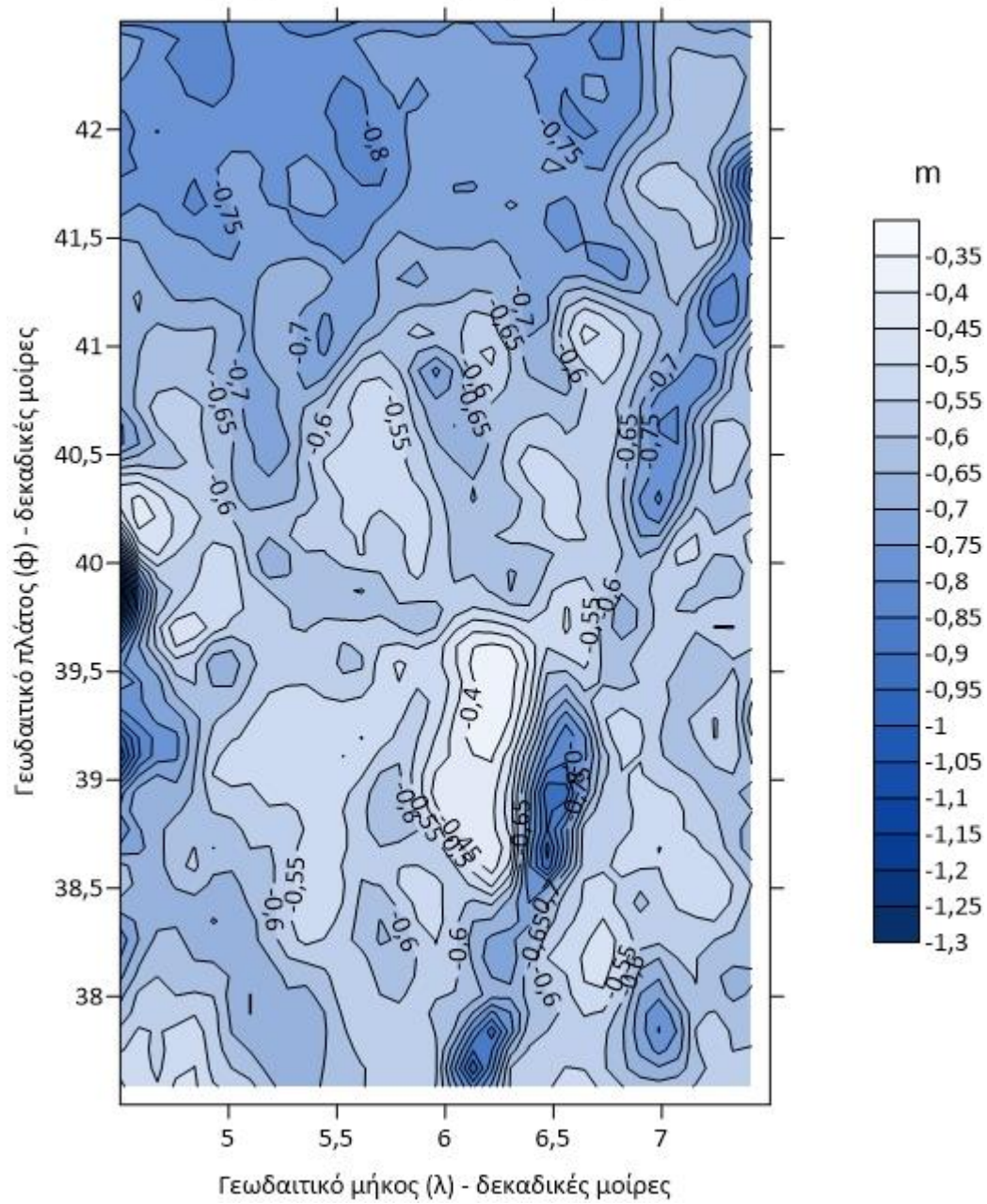
Εικόνα 101 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2020

ΕΛΛΙΠΣΟΕΙΔΕΣ SGG_UGM_2 ΓΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΩΚΕΑΝΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ
Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2023



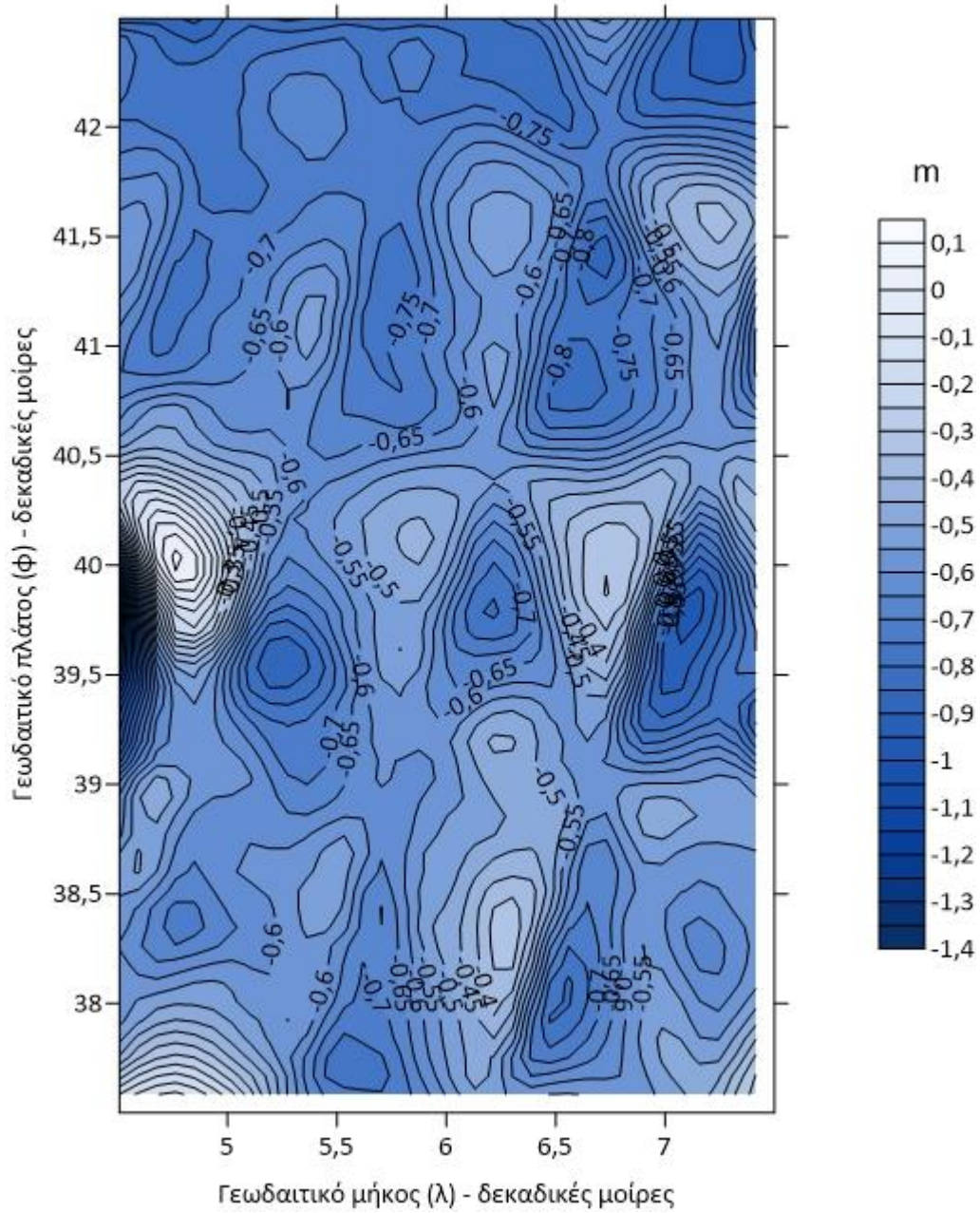
Εικόνα 102 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2023 SGG_UGM_2

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2022



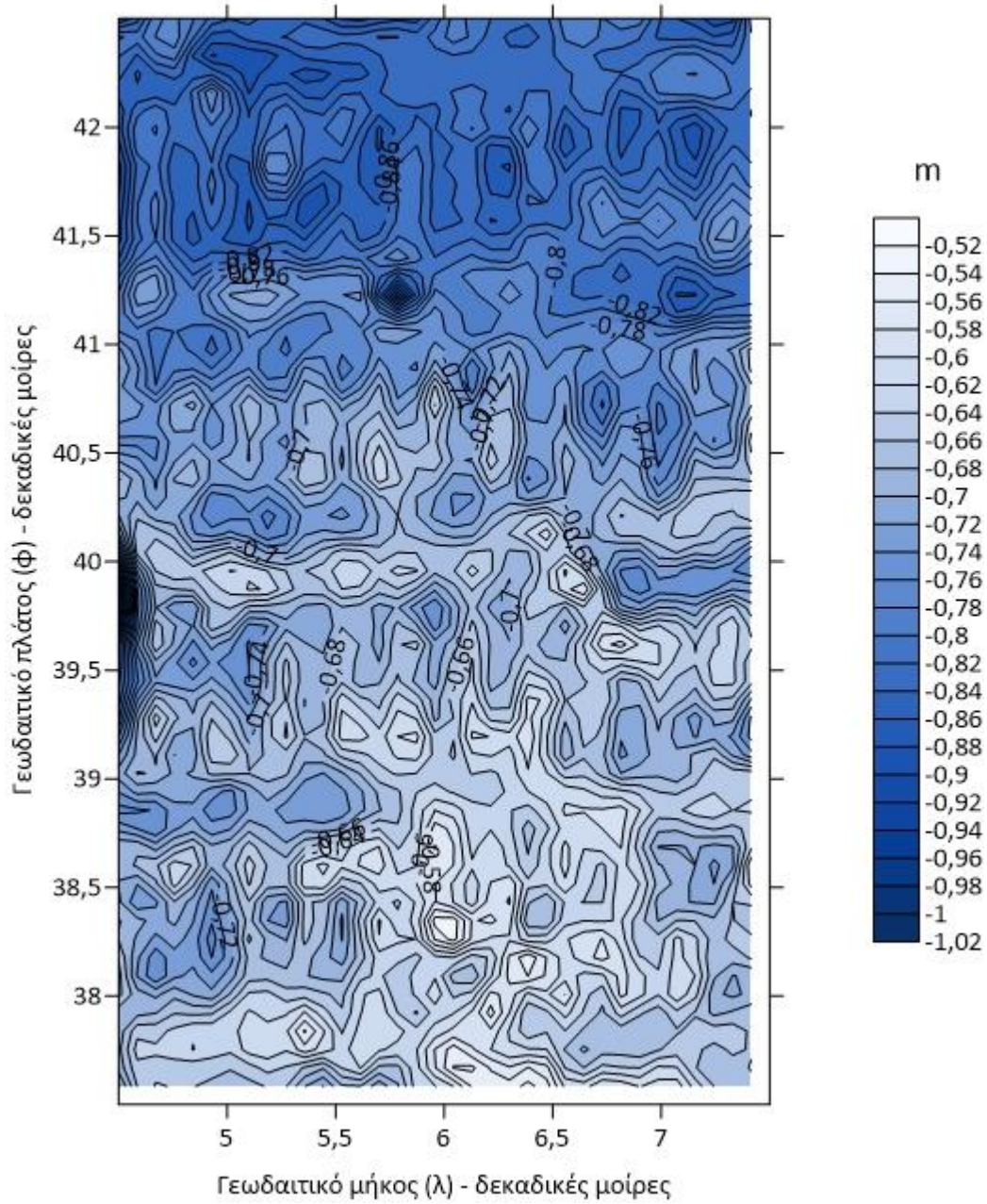
Εικόνα 103 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2022 SGG_UGM_2

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2021



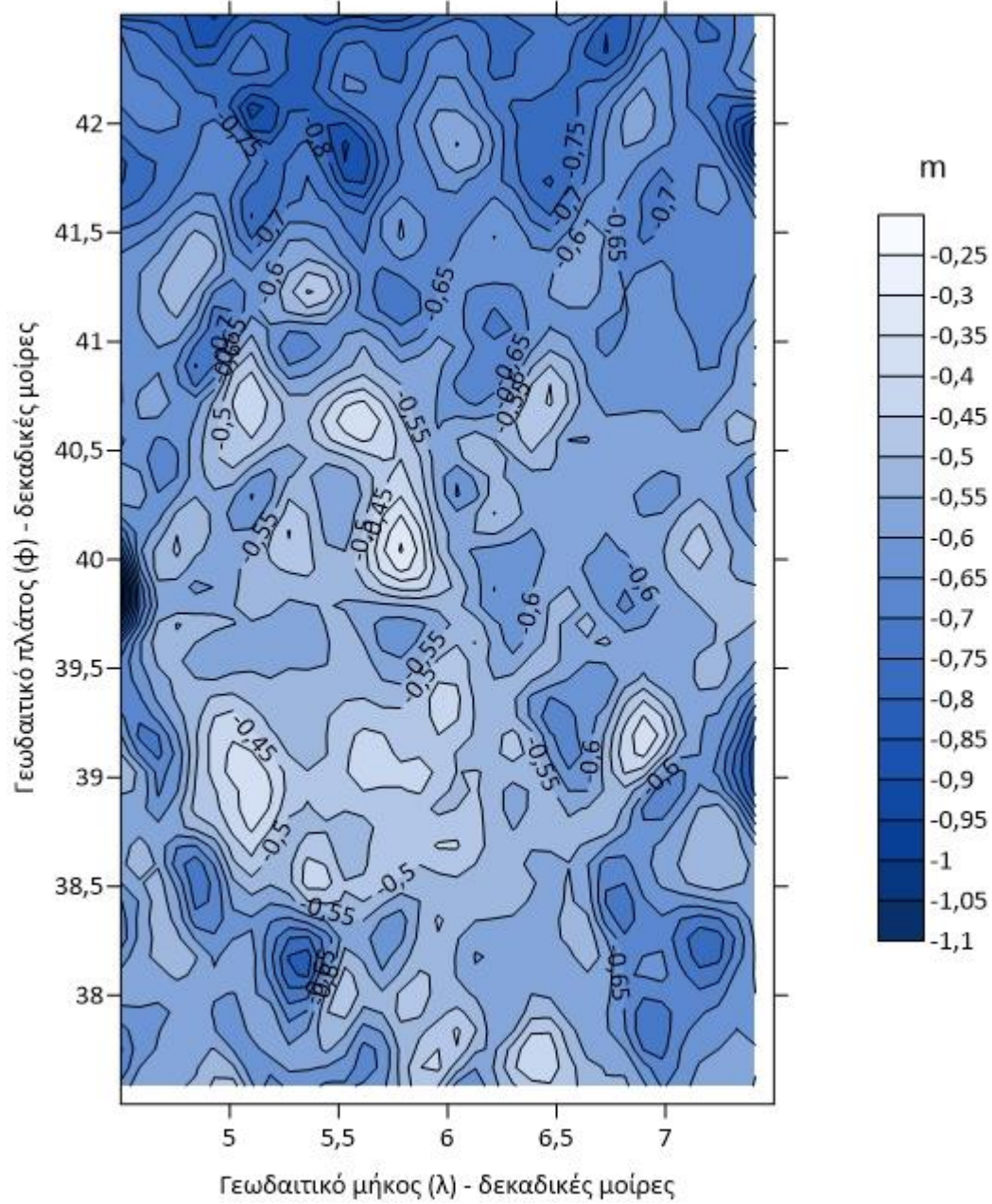
Εικόνα 104 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2021 SGG_UGM_2

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2020

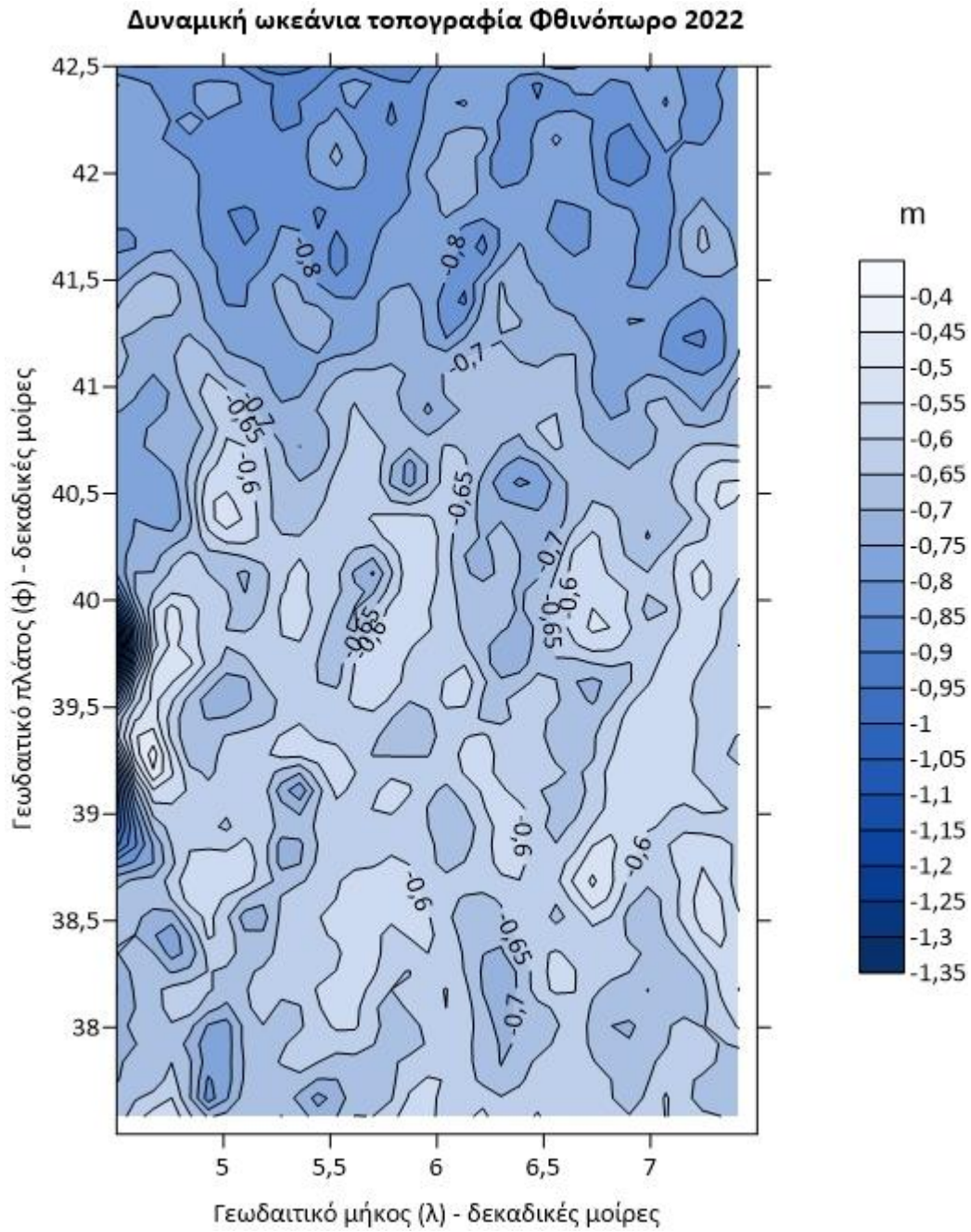


Εικόνα 105 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2020 SGG_UGM_2

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2023

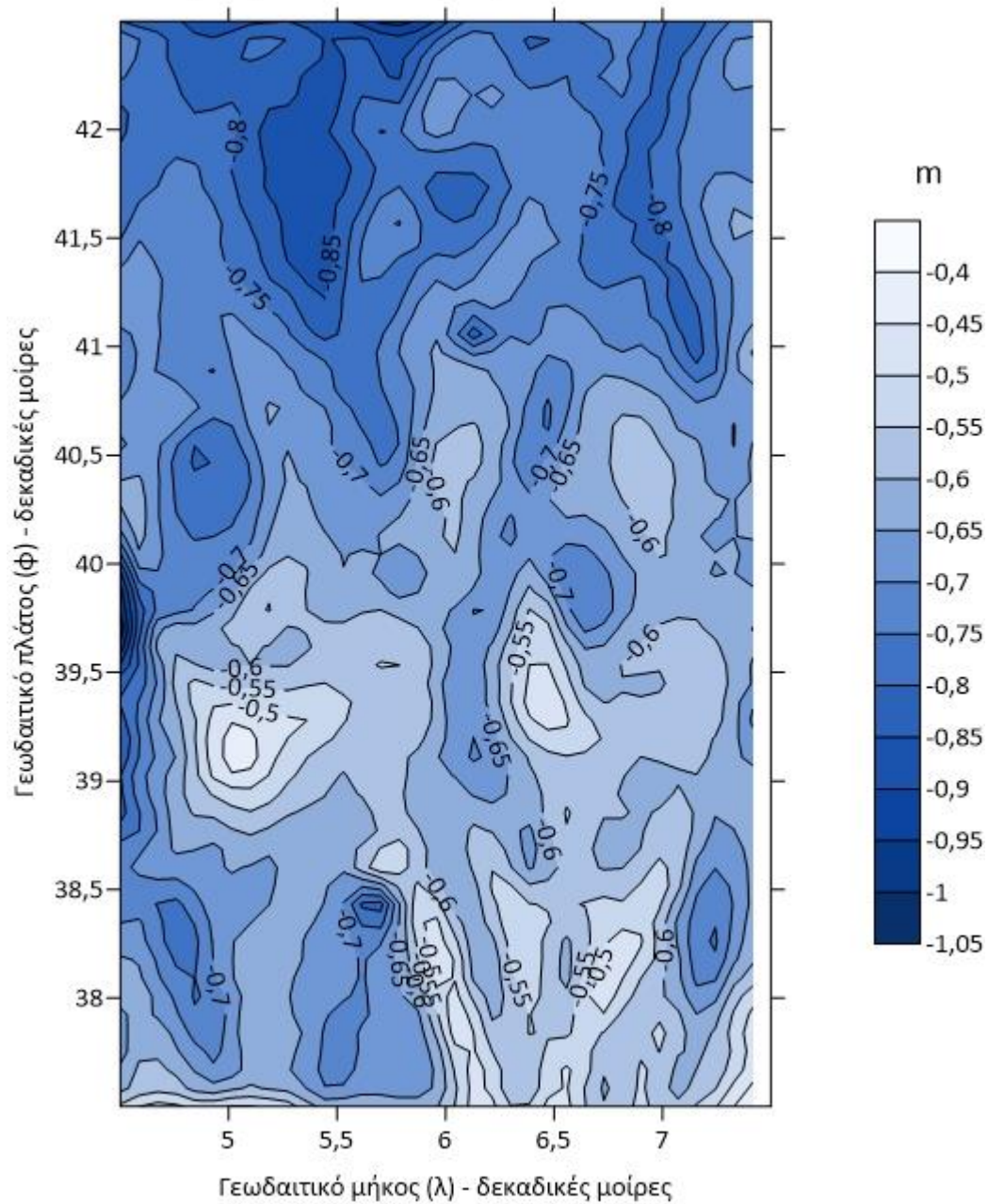


Εικόνα 106 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2023 SGG_UGM_2



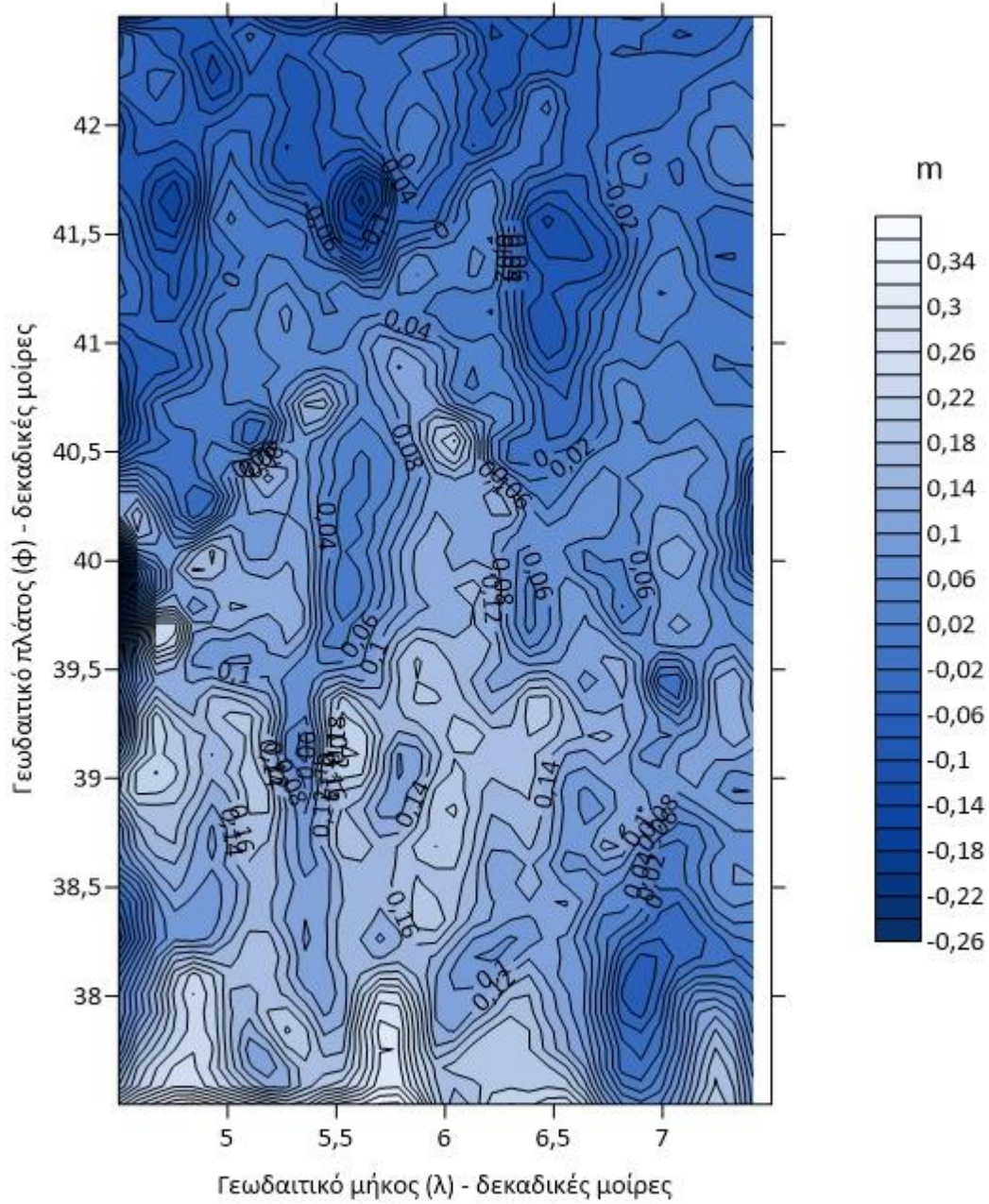
Εικόνα 107 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2022 SGG_UGM_2

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2021



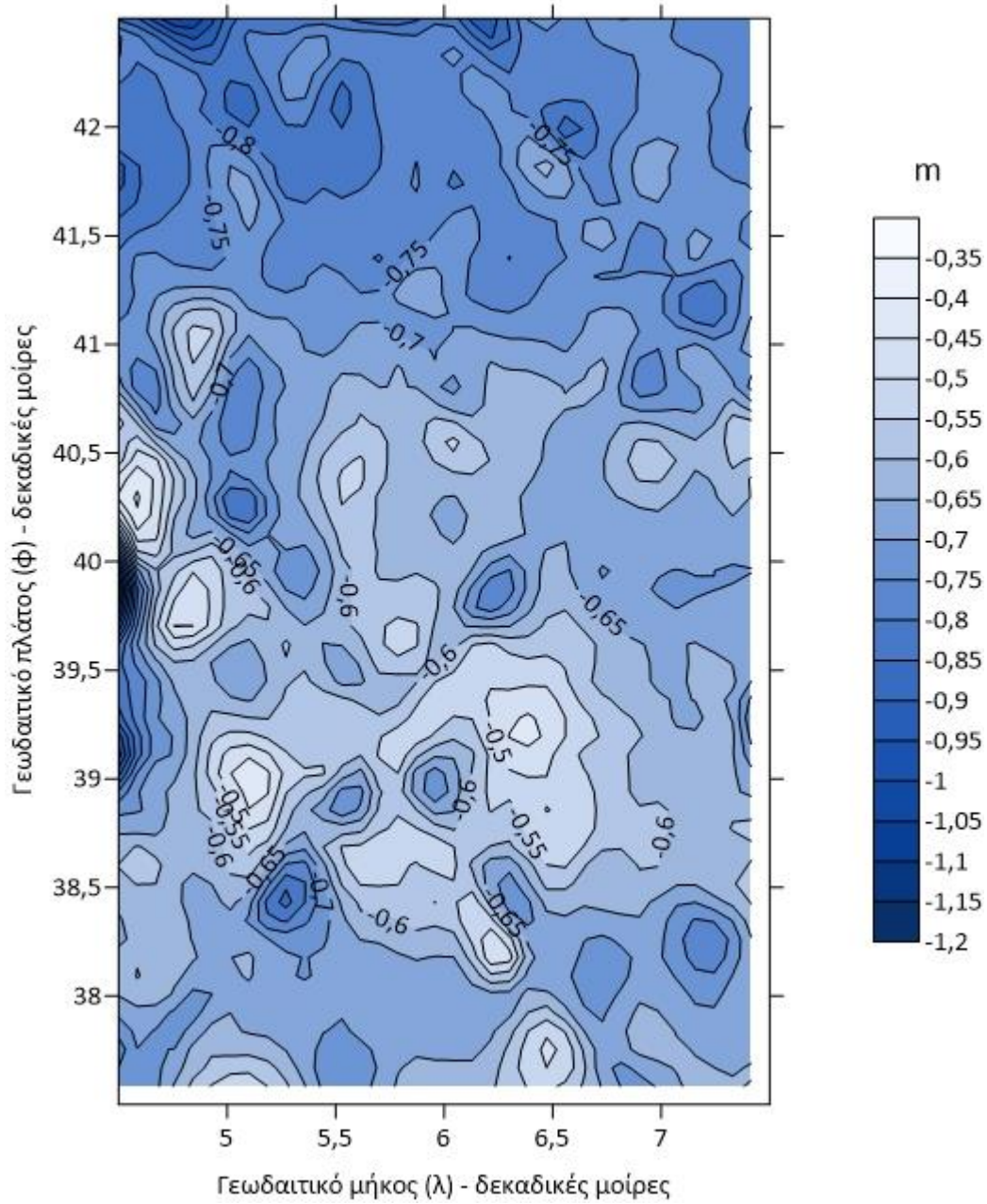
Εικόνα 108 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2021 SGG_UGM_2

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2020



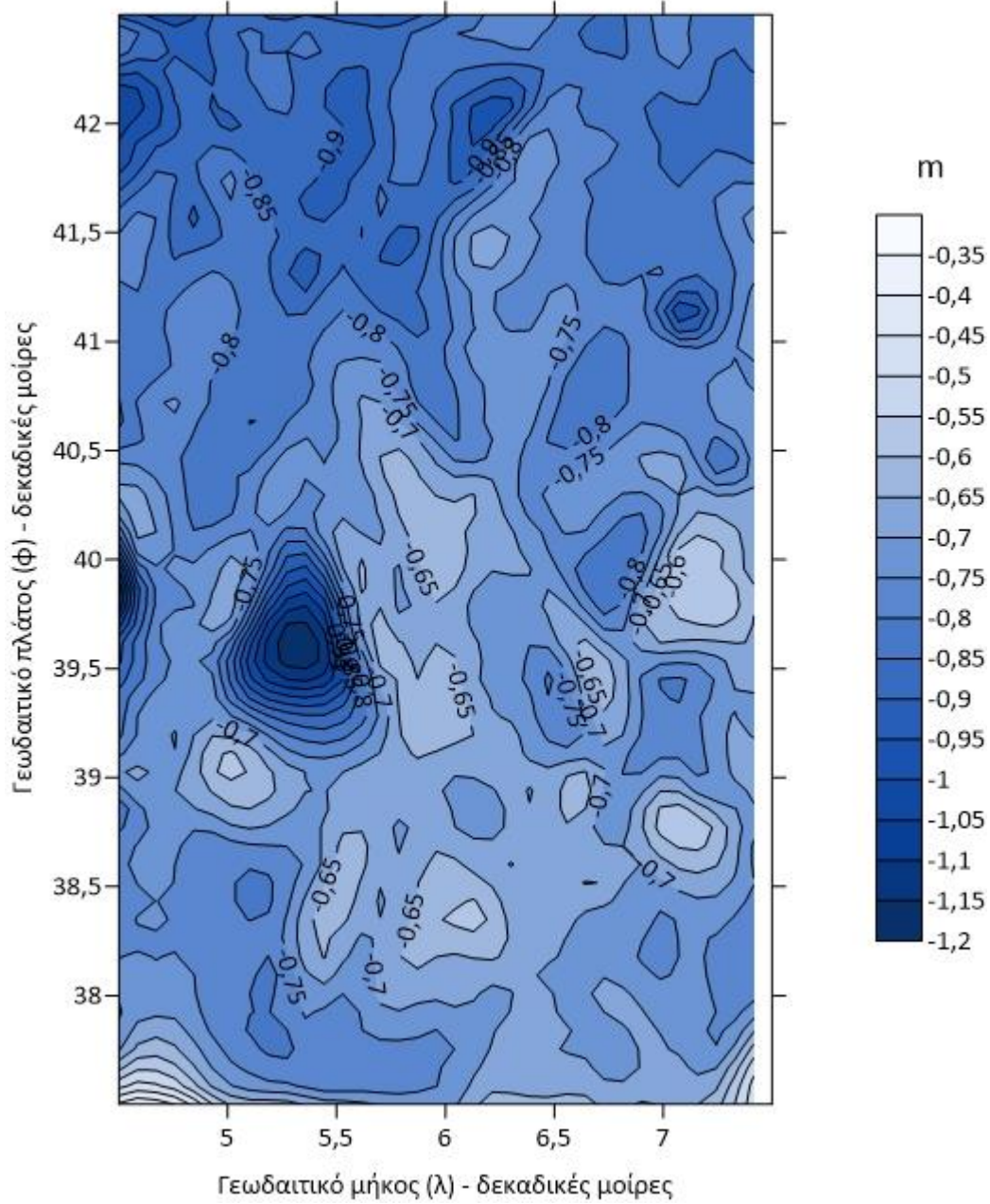
Εικόνα 109 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2020 SGG_UGM_2

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2023



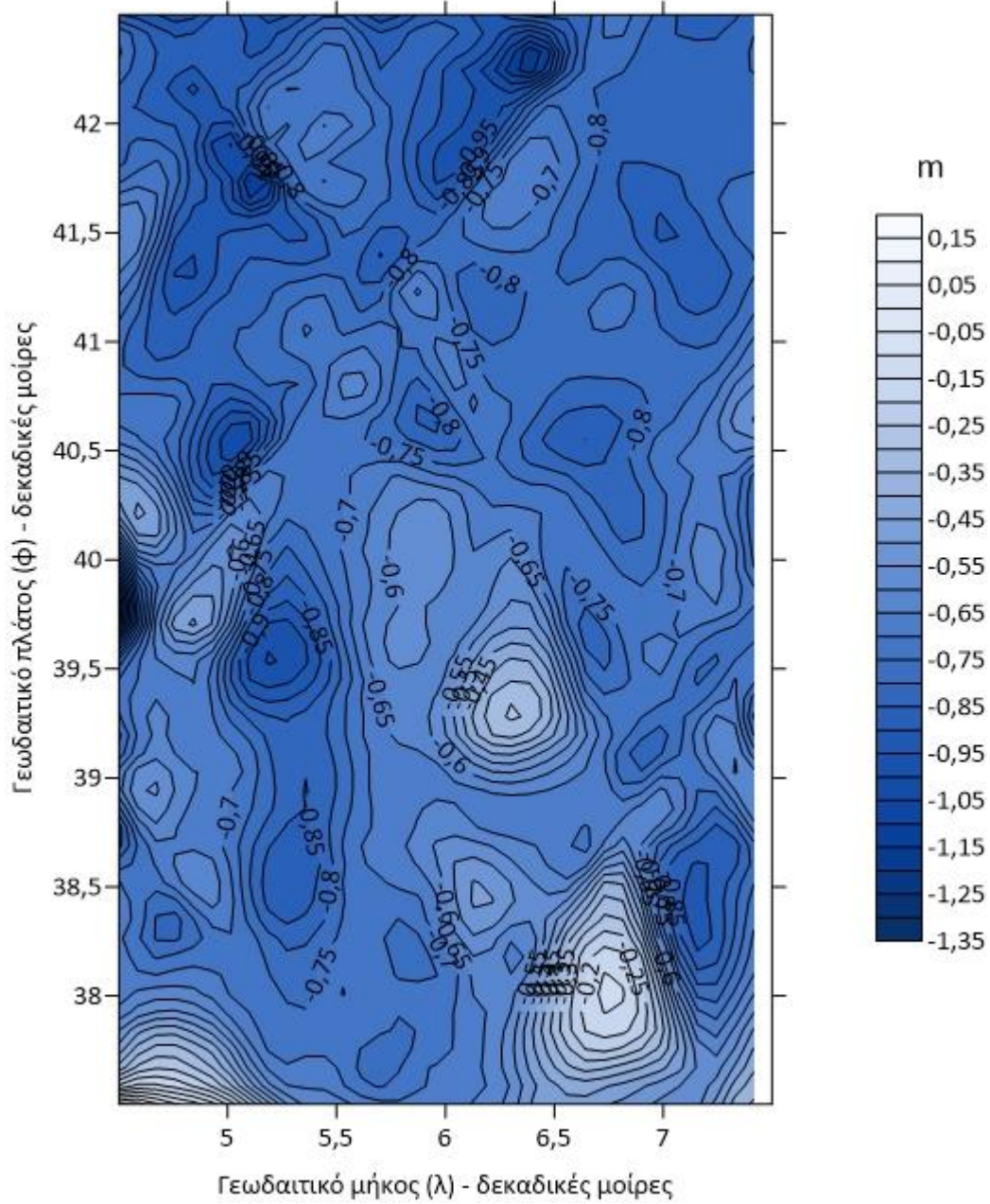
Εικόνα 110 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2023 SGG_UGM_2

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2022



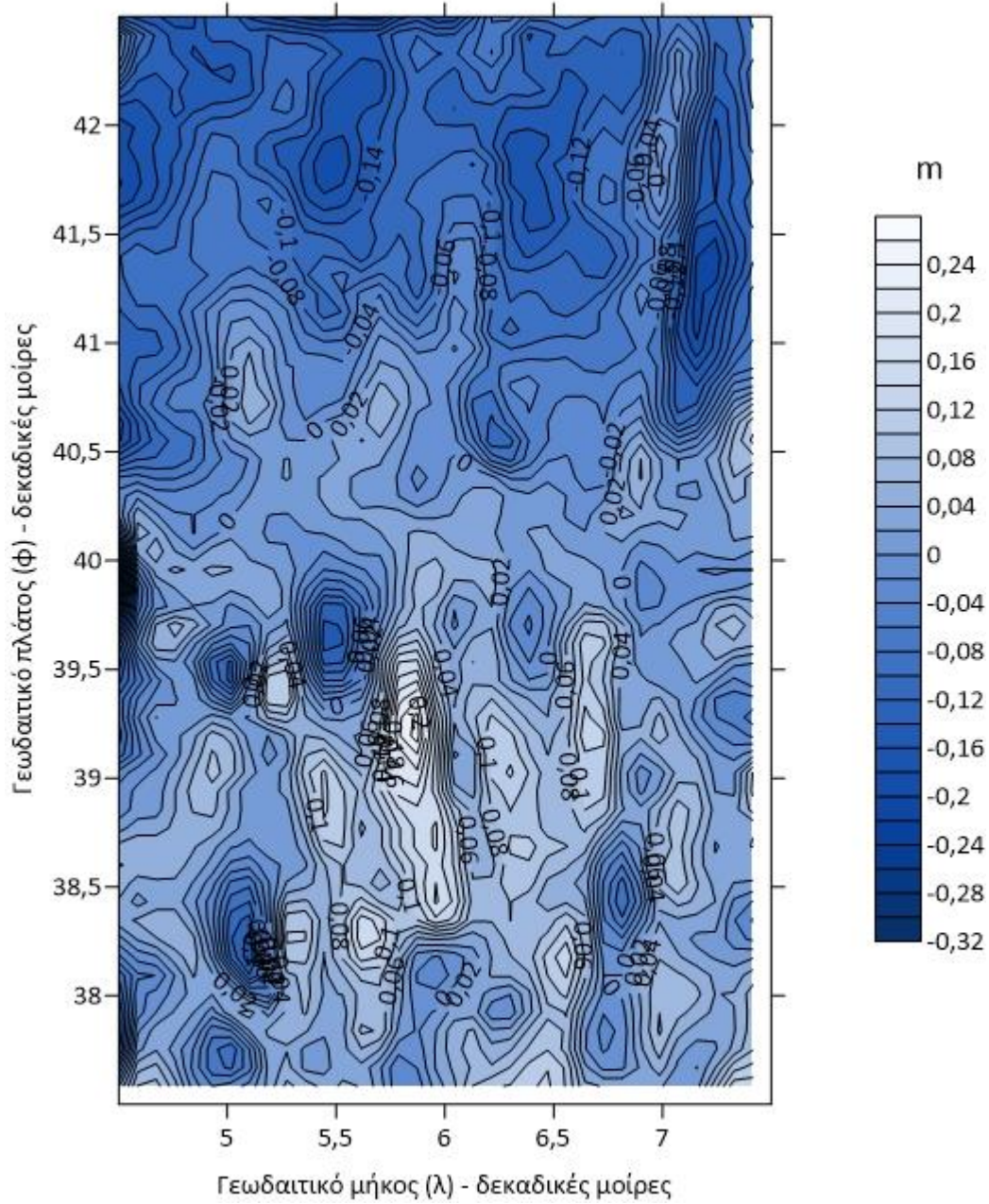
Εικόνα 111 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2022 SGG_UGM_2

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2021



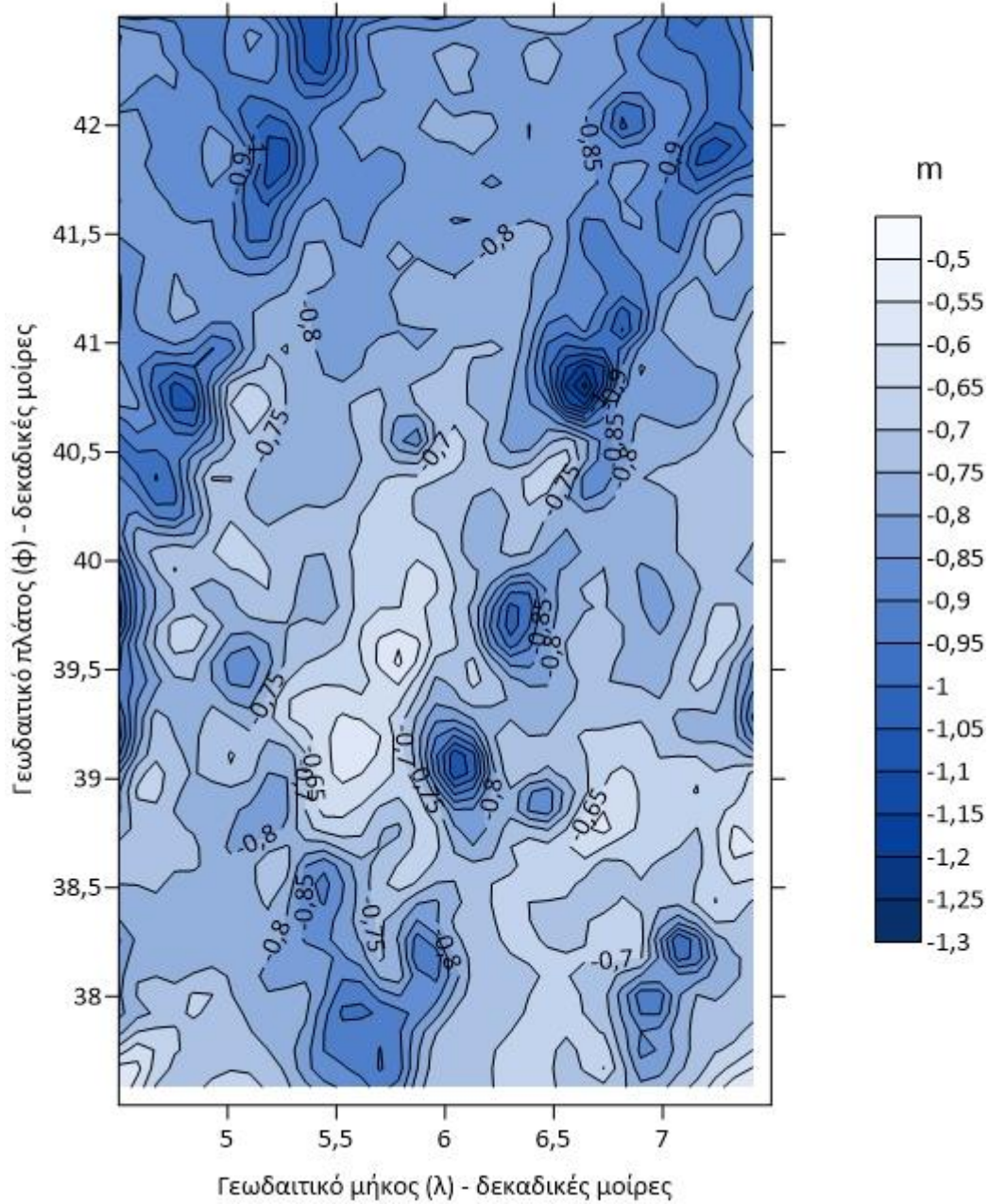
Εικόνα 112 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2021 SGG_UGM_2

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2020



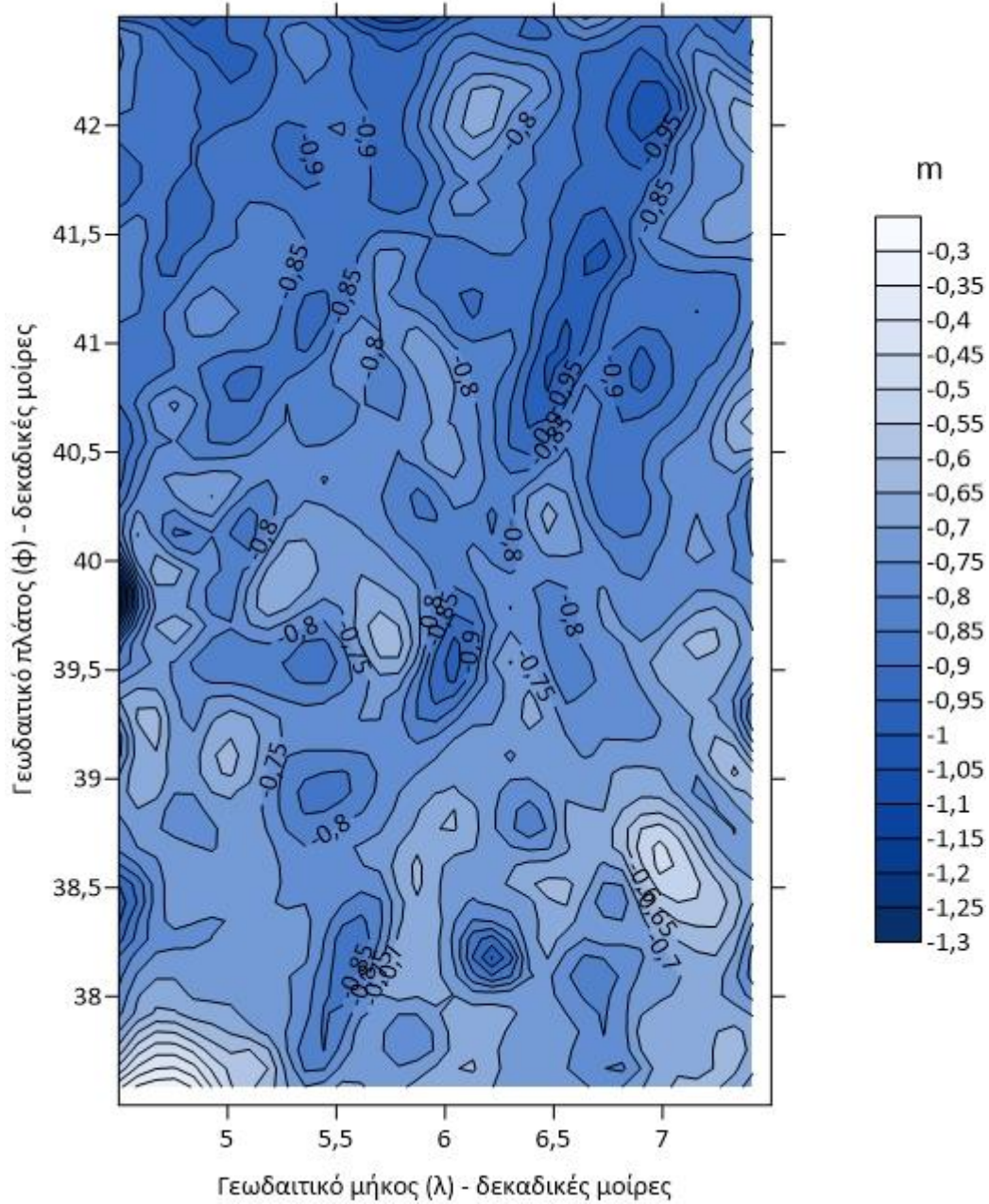
Εικόνα 113 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2020 SGG_UGM_2

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2023



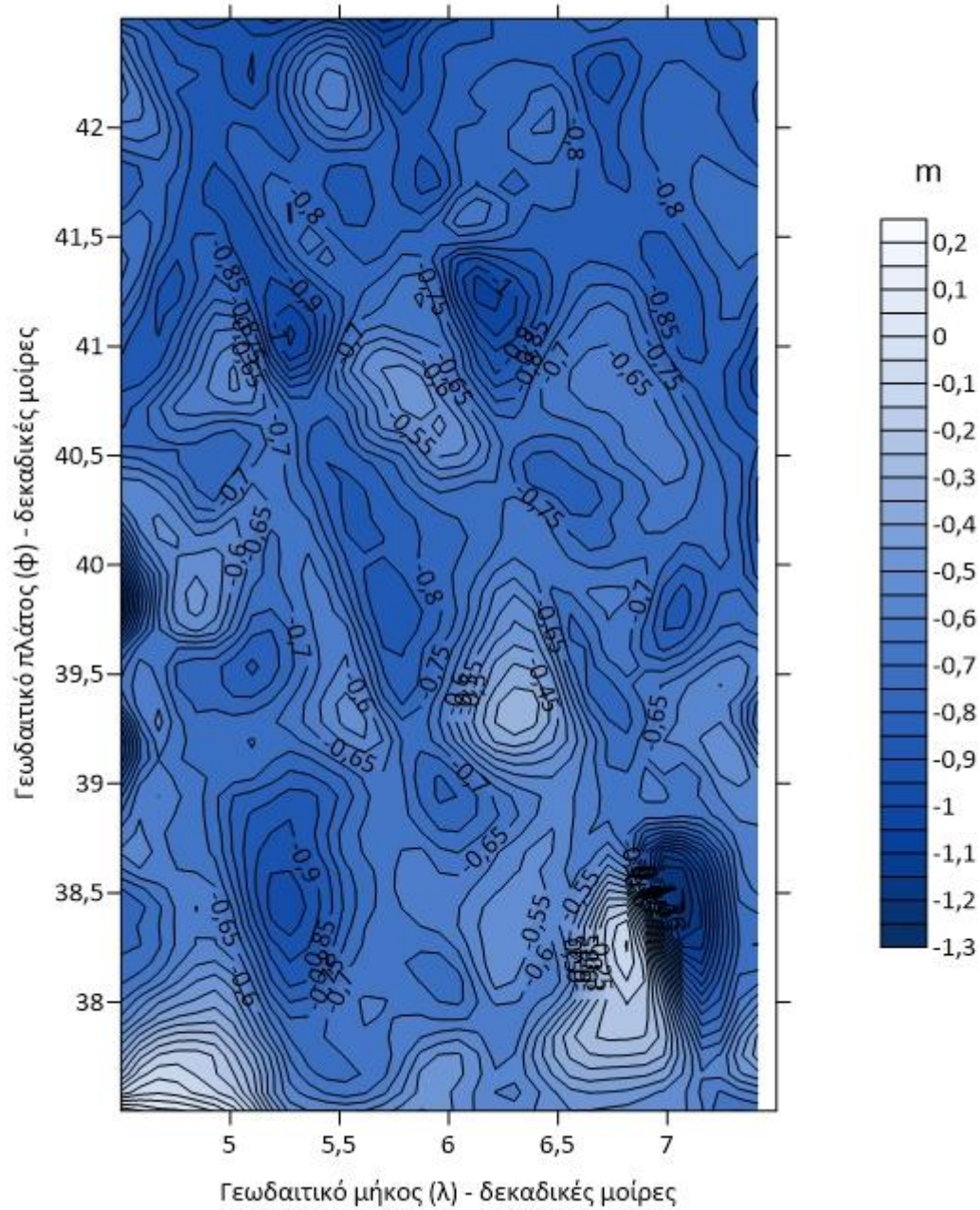
Εικόνα 114 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2023 SGG_UGM_2

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2022

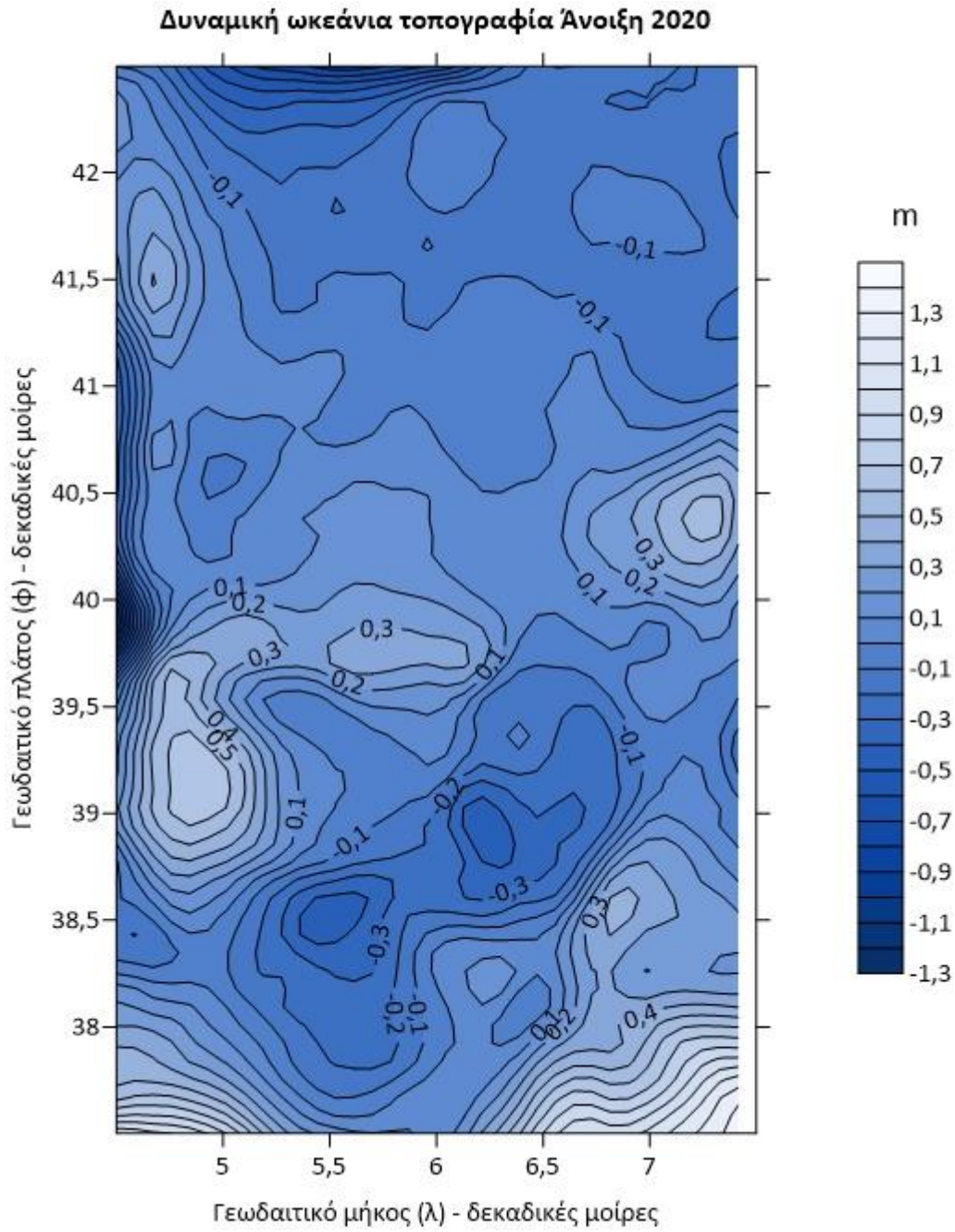


Εικόνα 115 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2022 SGG_UGM_2

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2021



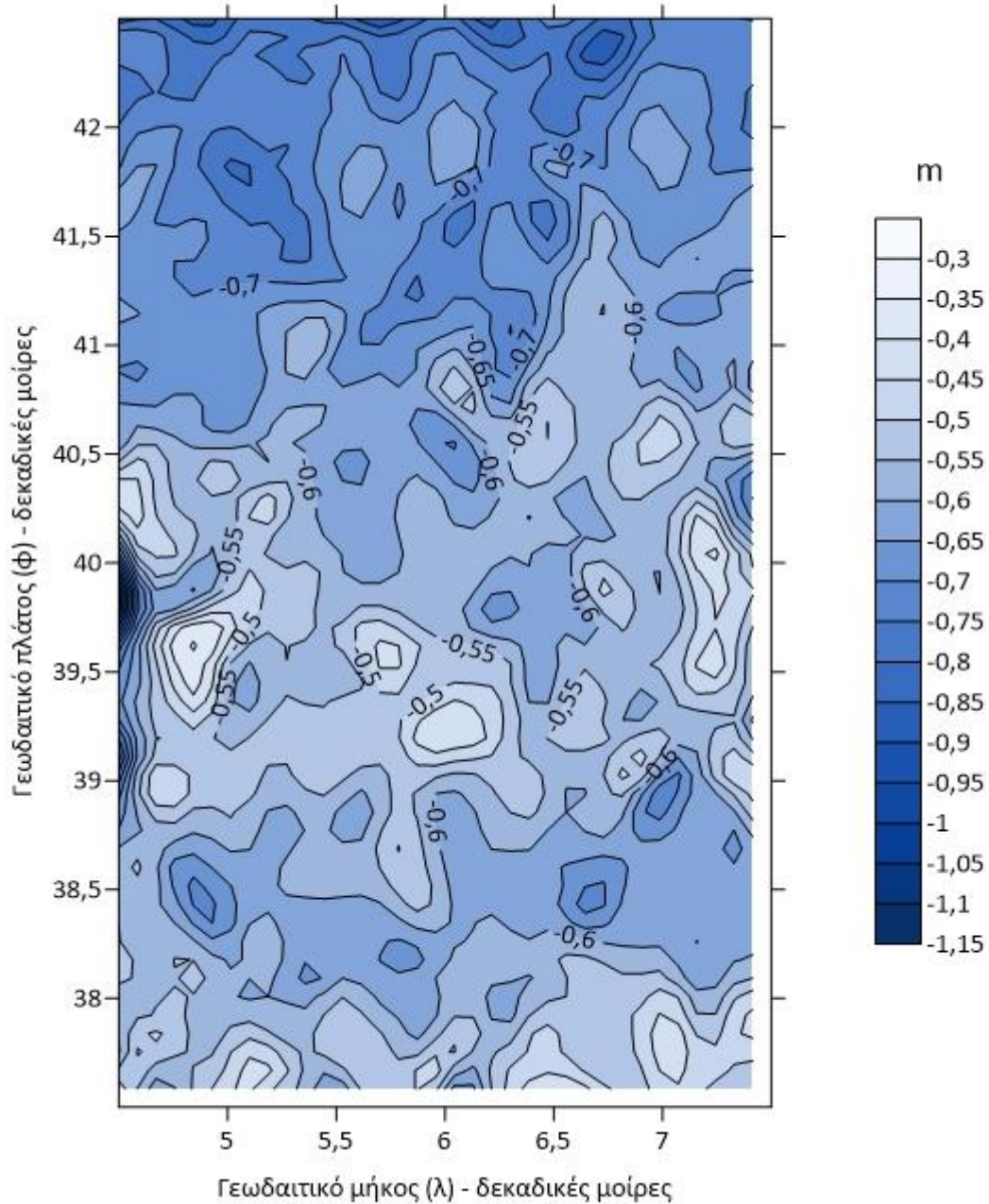
Εικόνα 116 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2021 SGG_UGM_2



Εικόνα 117 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2020 SGG_UGM_2

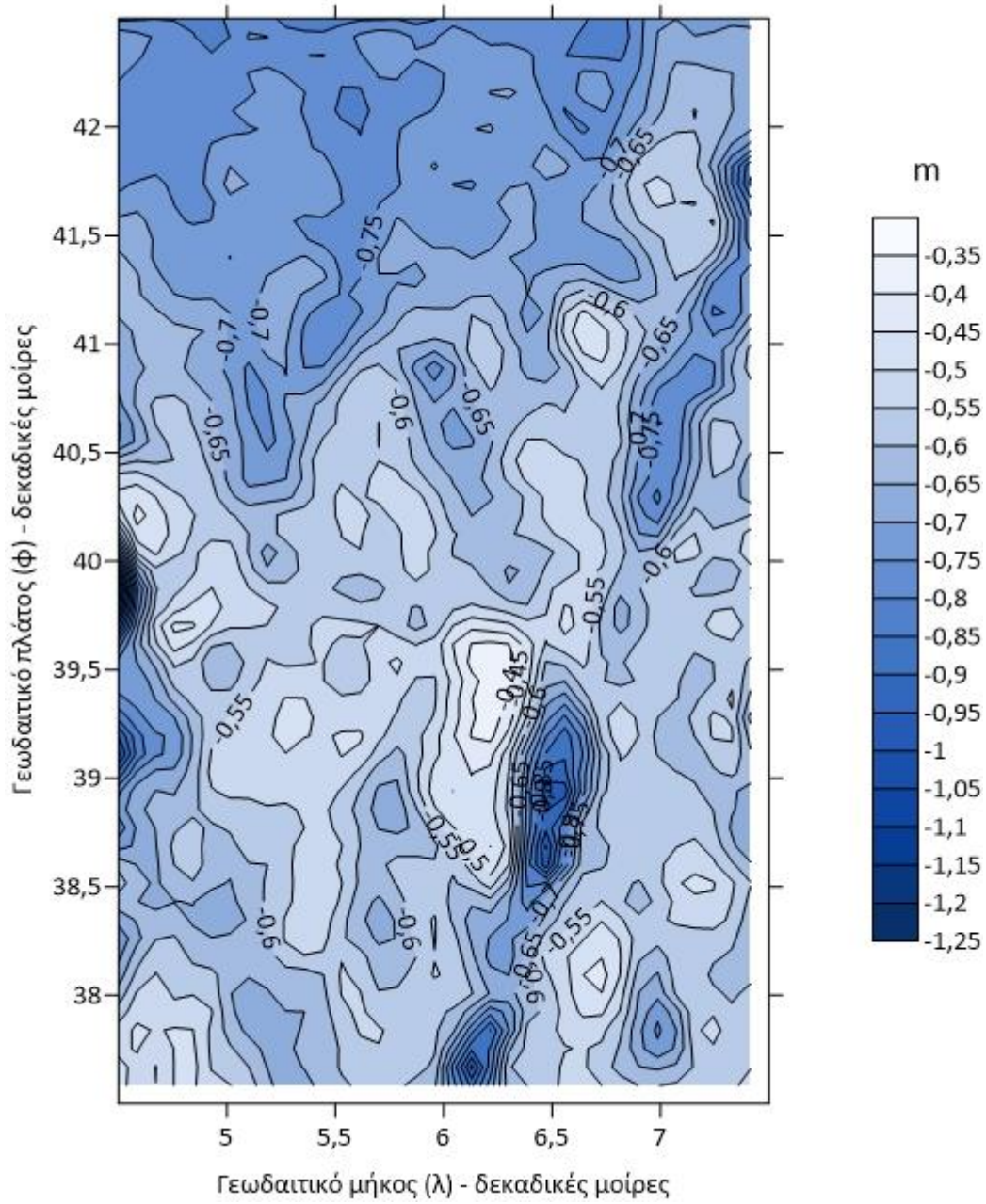
ΕΛΛΕΙΨΟΕΙΔΕΣ 2190_XGM_2019 ΓΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΩΚΕΑΝΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2023



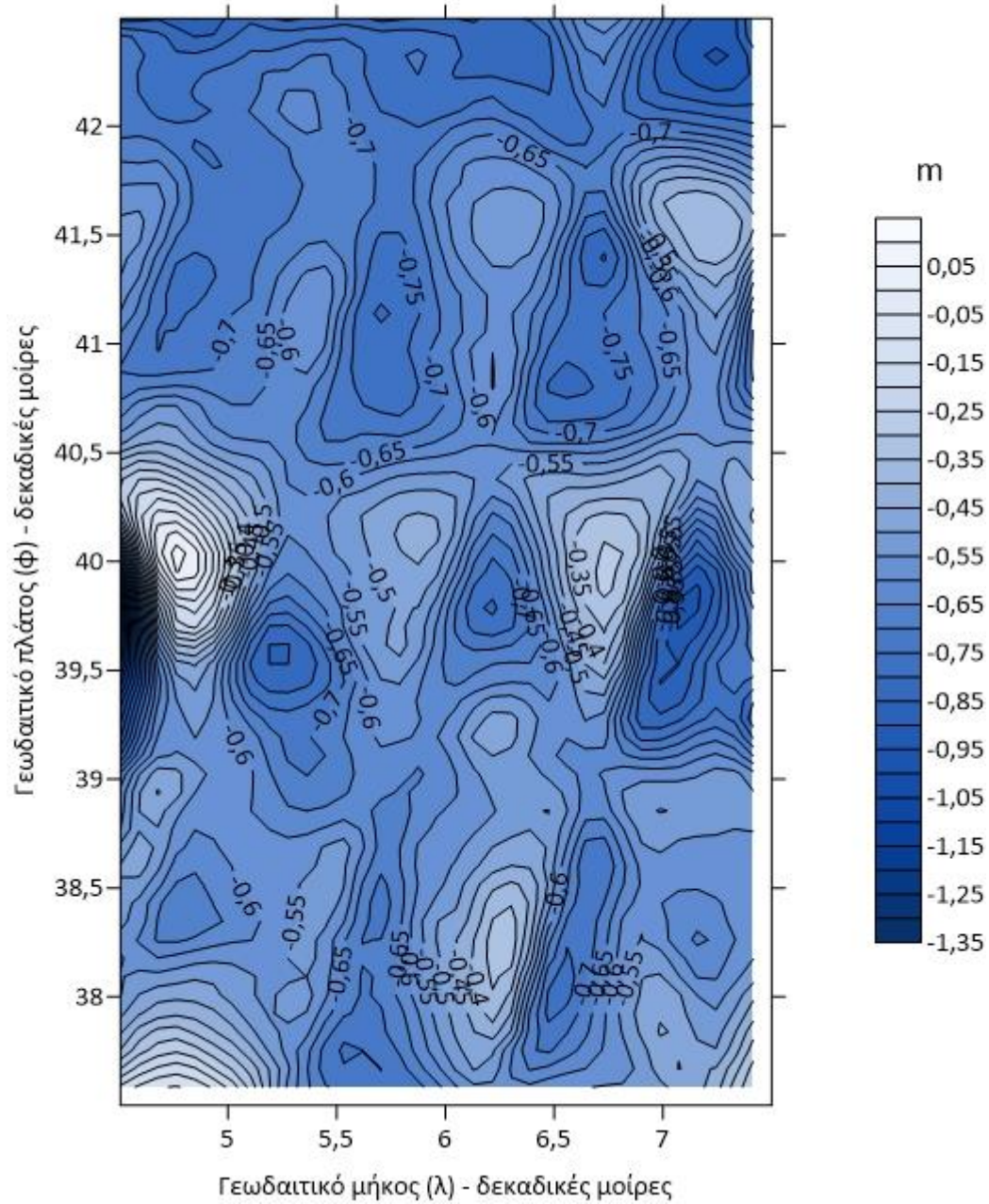
Εικόνα 118 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2023 2190_XGM_2190

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 22

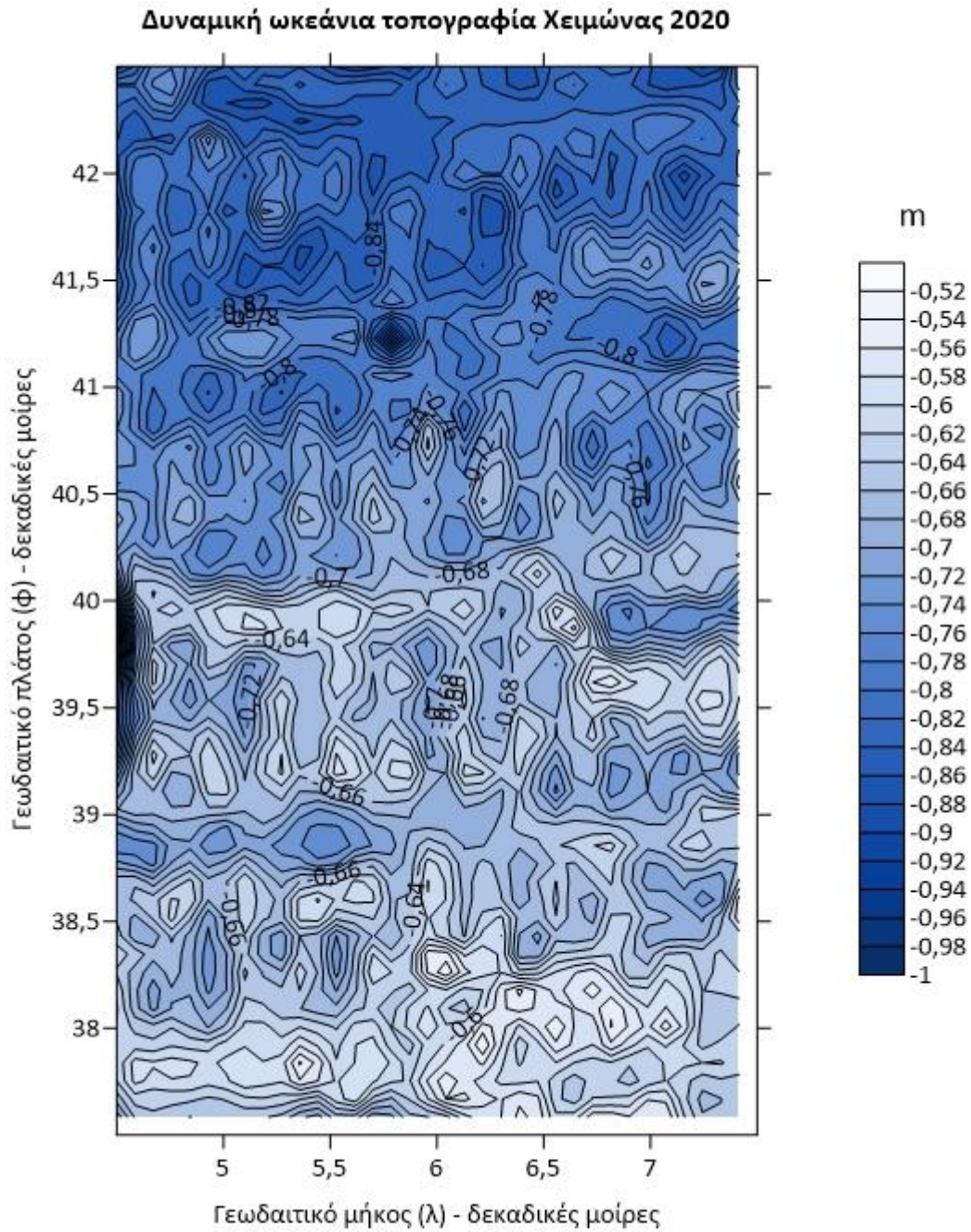


Εικόνα 119 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2022 2190_XGM_2190

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2021

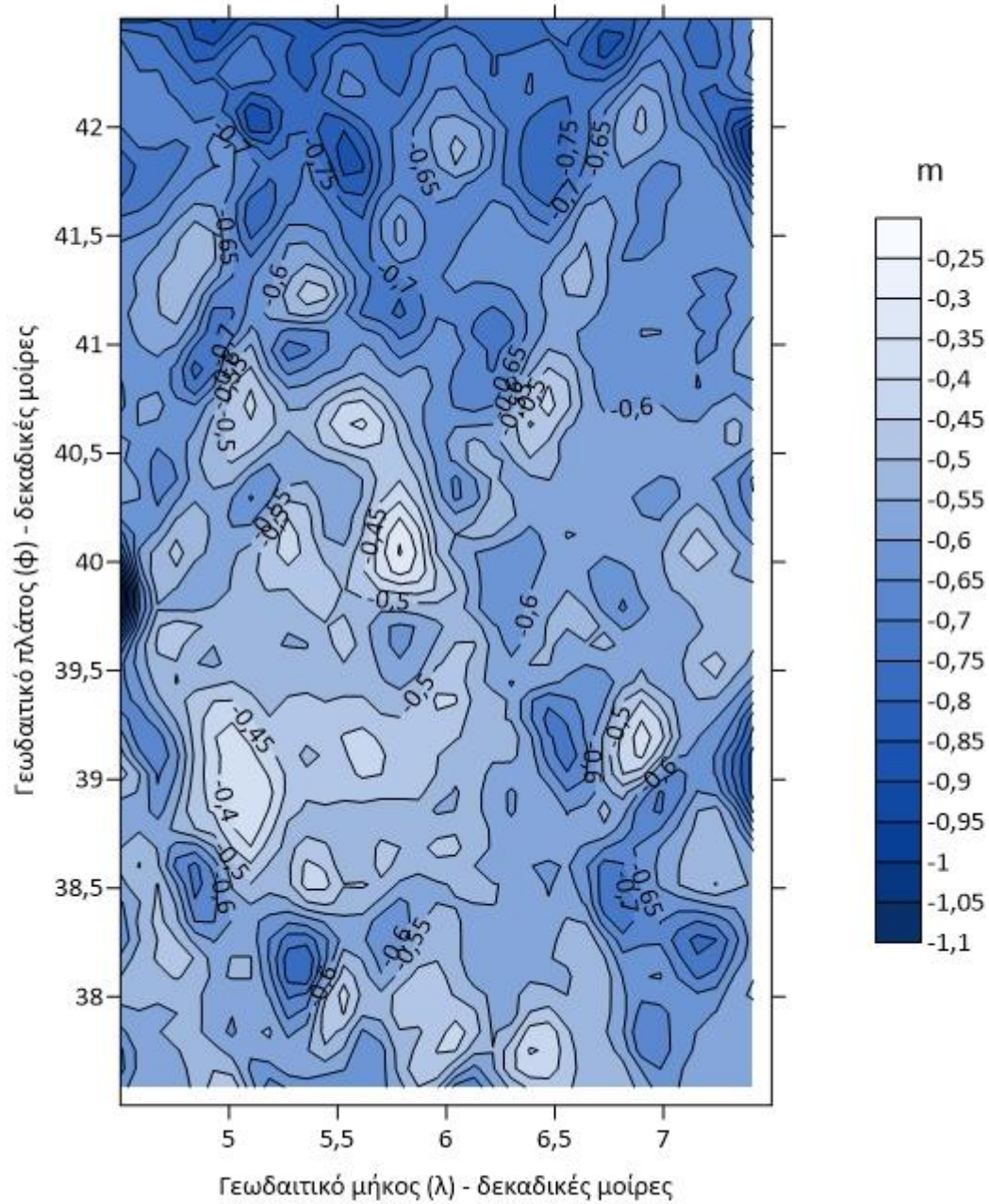


Εικόνα 120 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2021 2190_XGM_2190

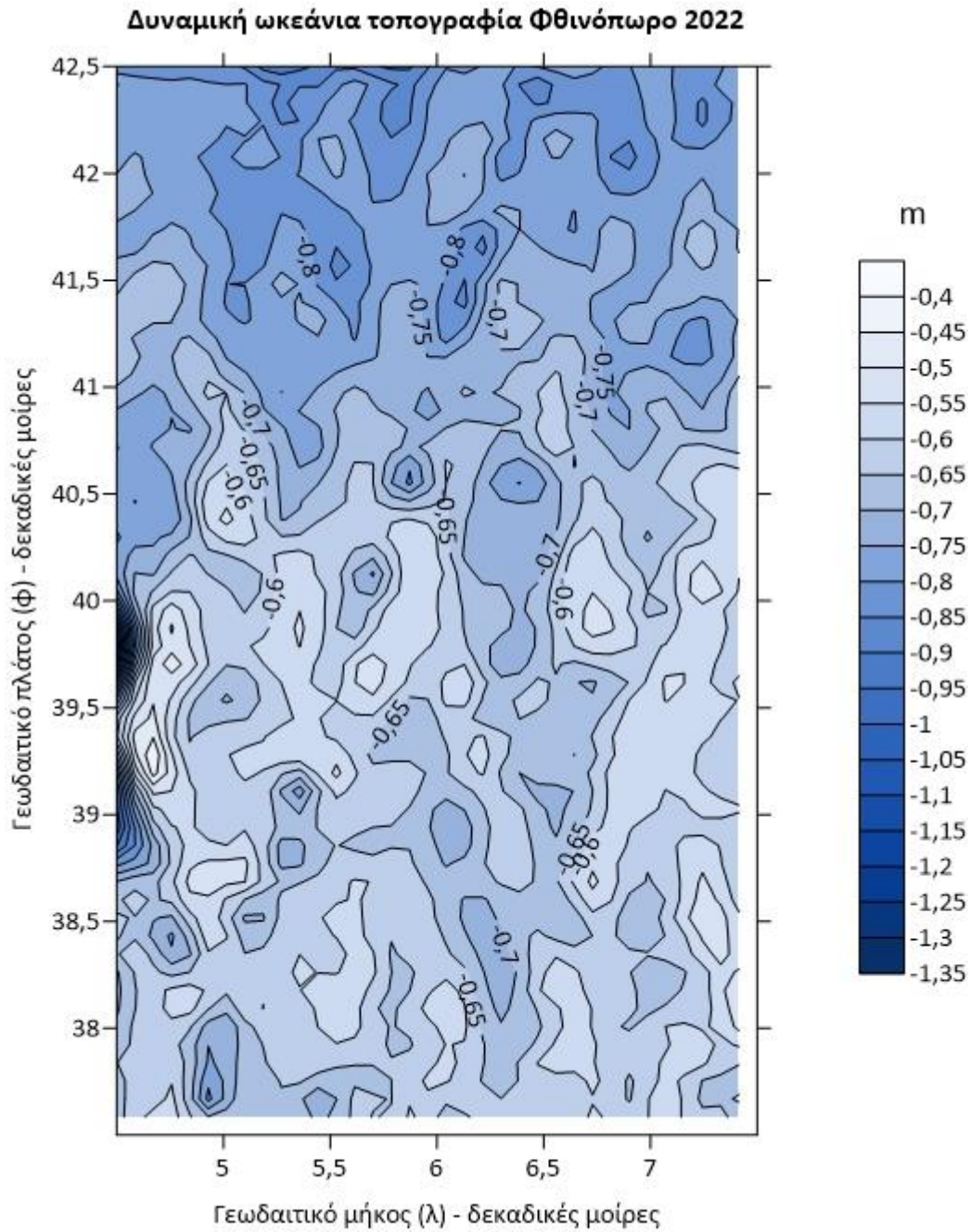


Εικόνα 121 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2020 2190_XGM_2190

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2023

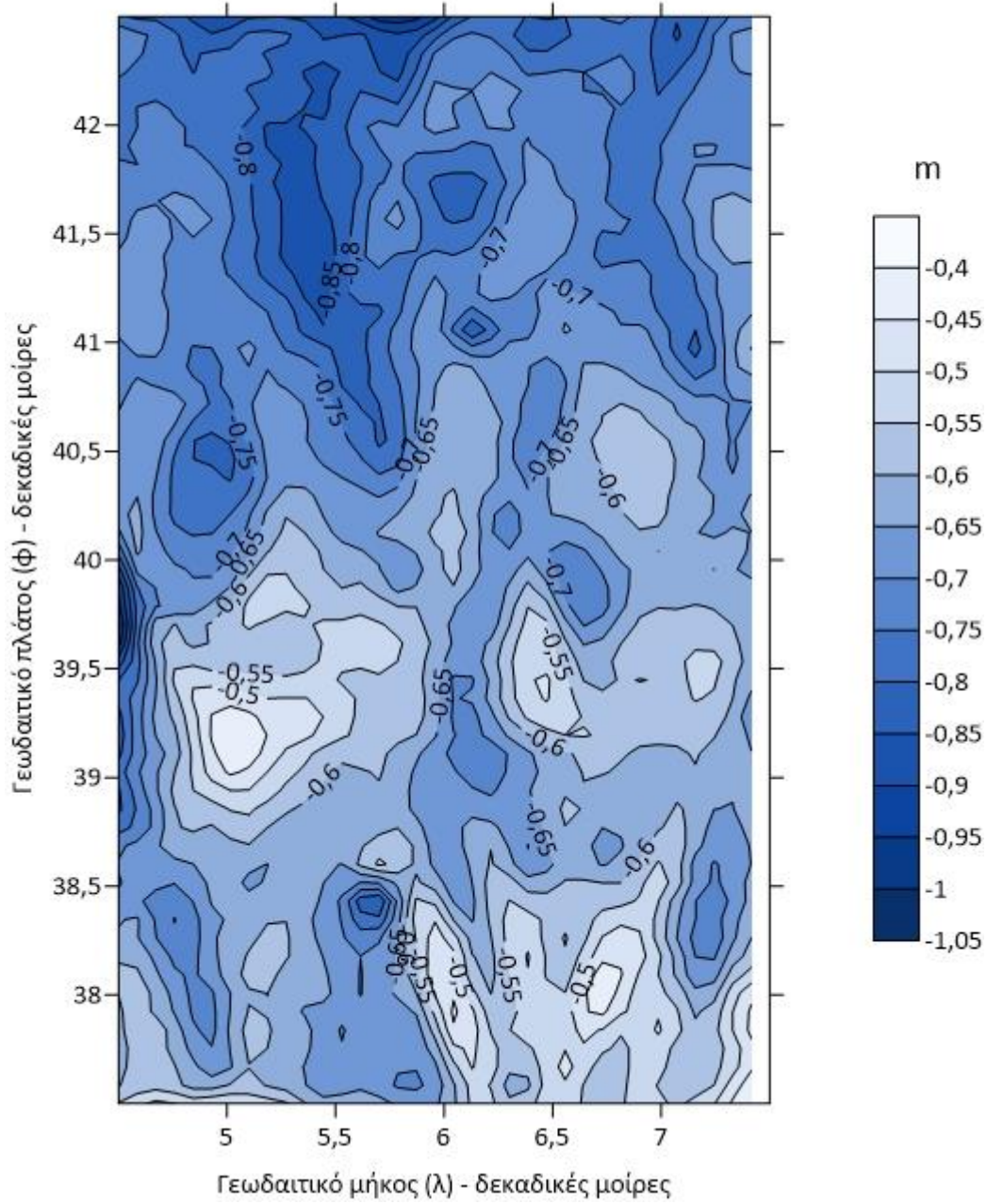


Εικόνα 122 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2023 2190_XGM_2190



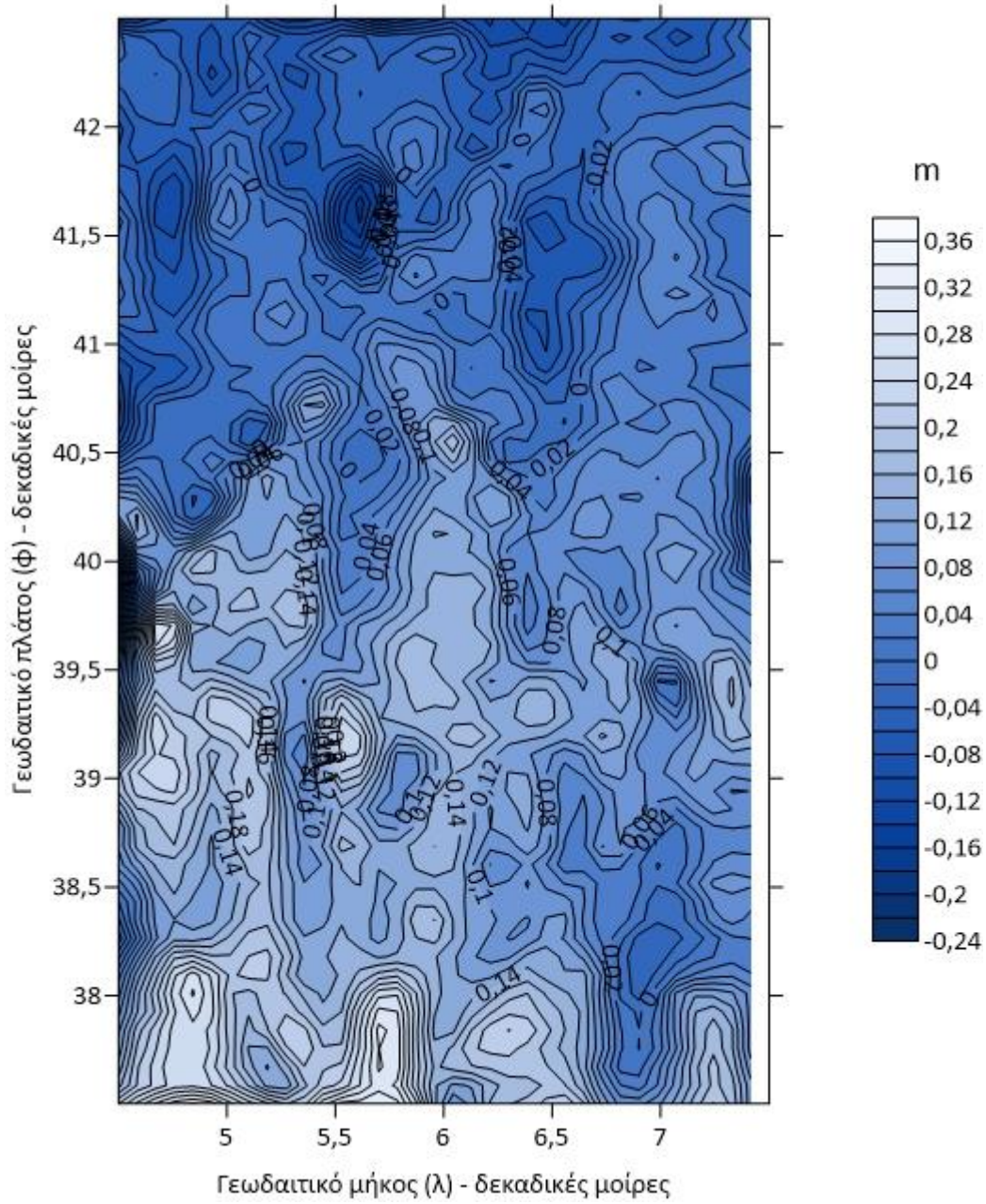
Εικόνα 123 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2022 2190_XGM_2190

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2021



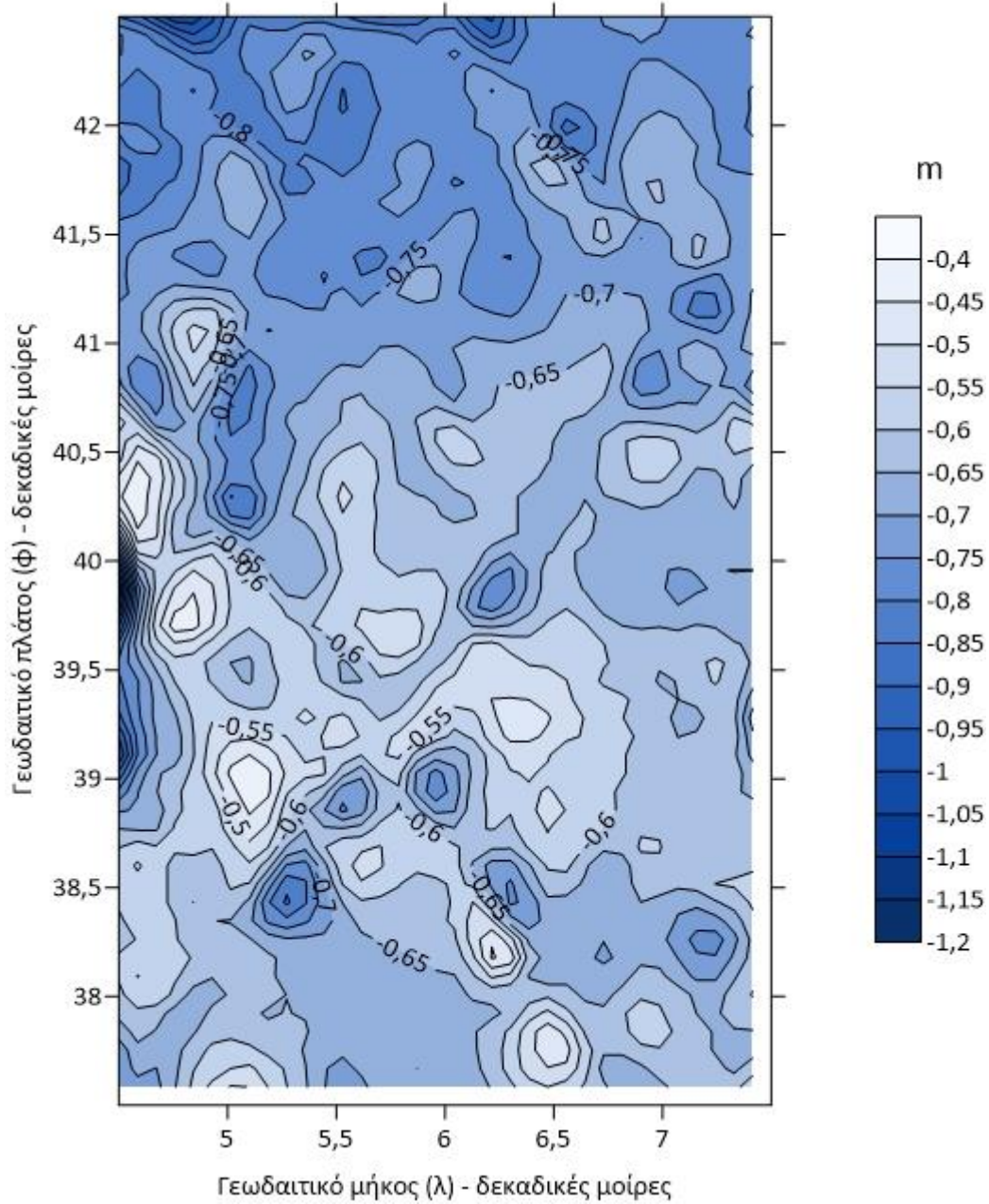
Εικόνα 124 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2021 2190_XGM_2190

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2020



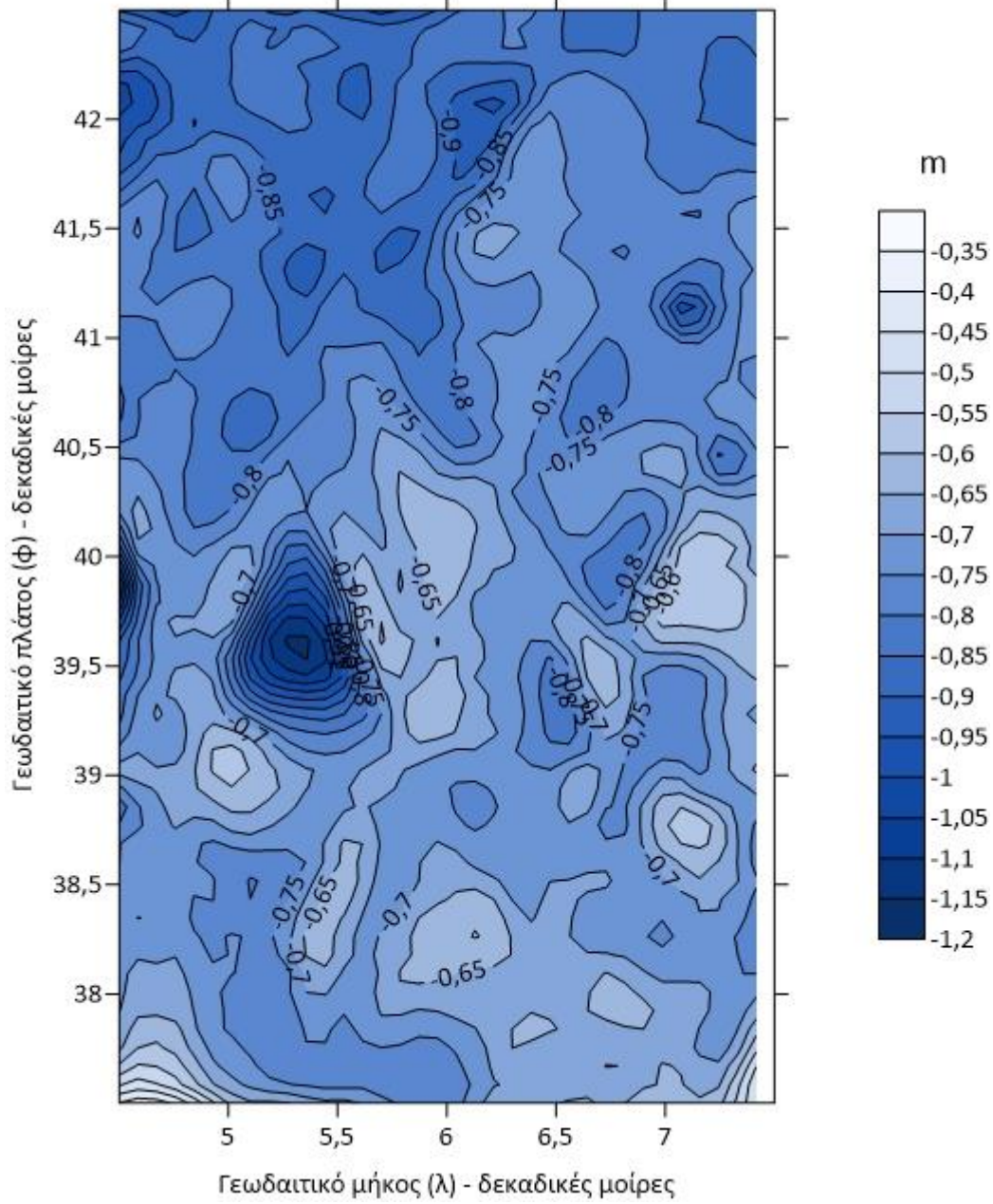
Εικόνα 125 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2020 2190_XGM_2190

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2023



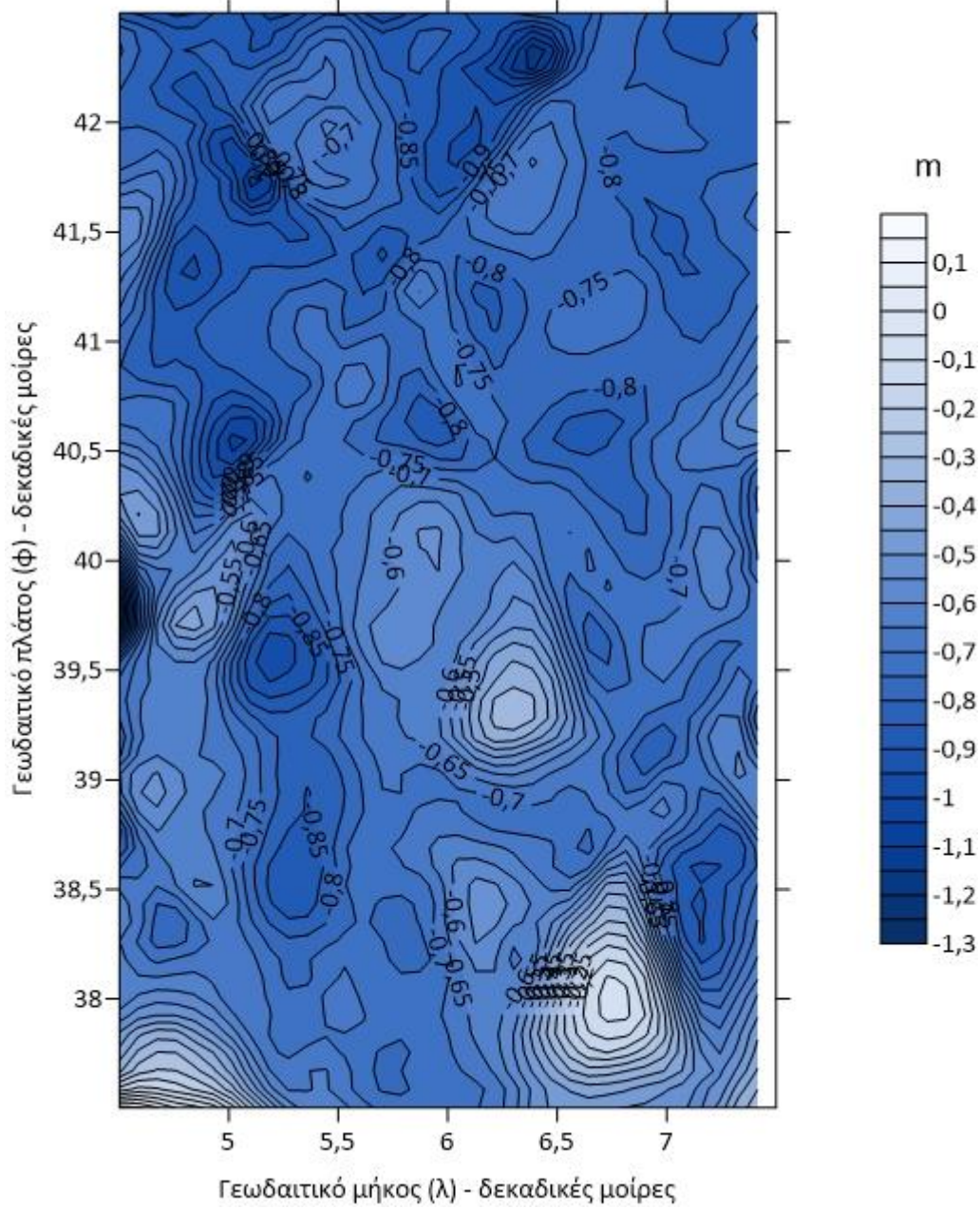
Εικόνα 126 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2023 2190_XGM_2190

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2022



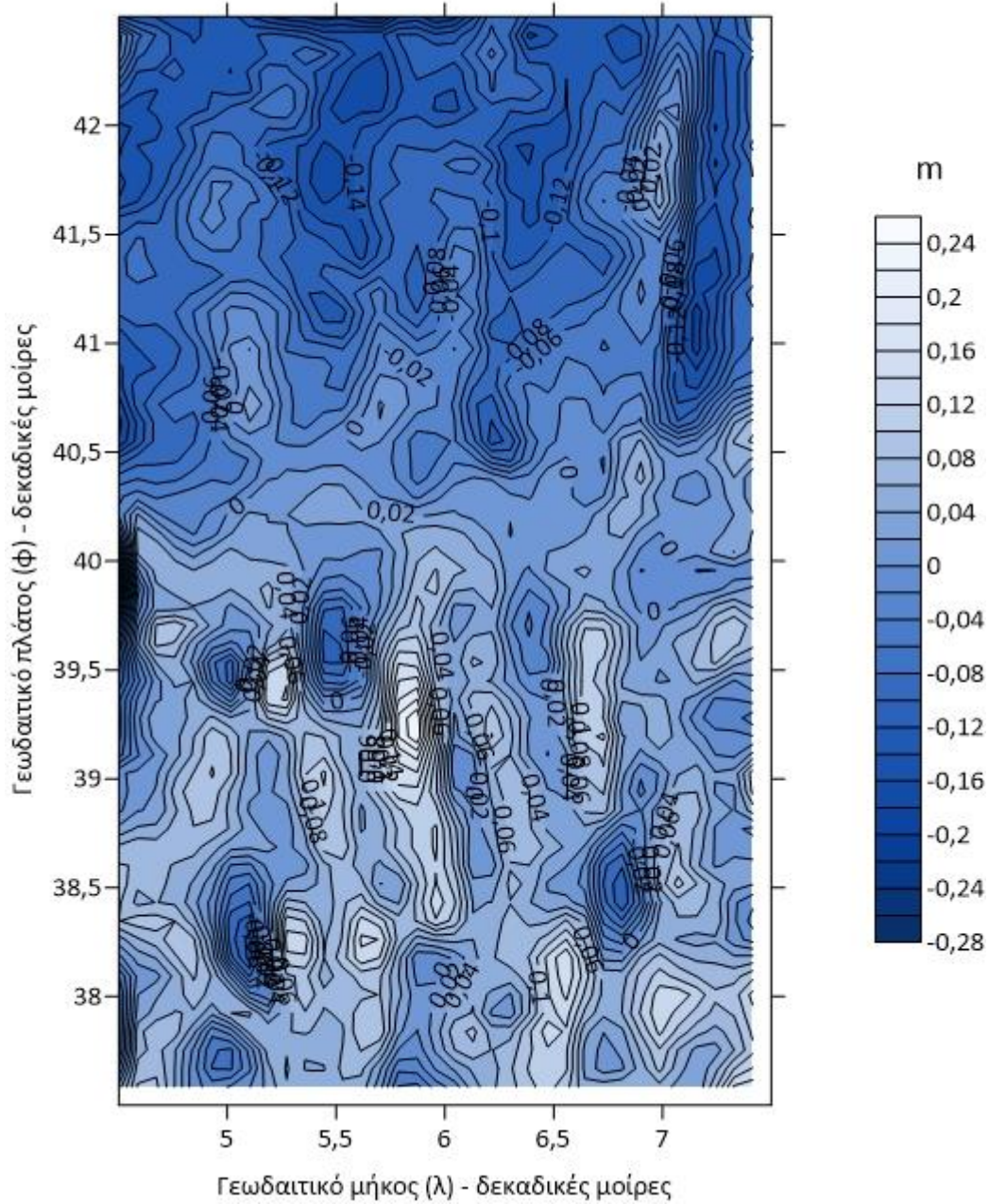
Εικόνα 127 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2022 2190_XGM_2190

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2021



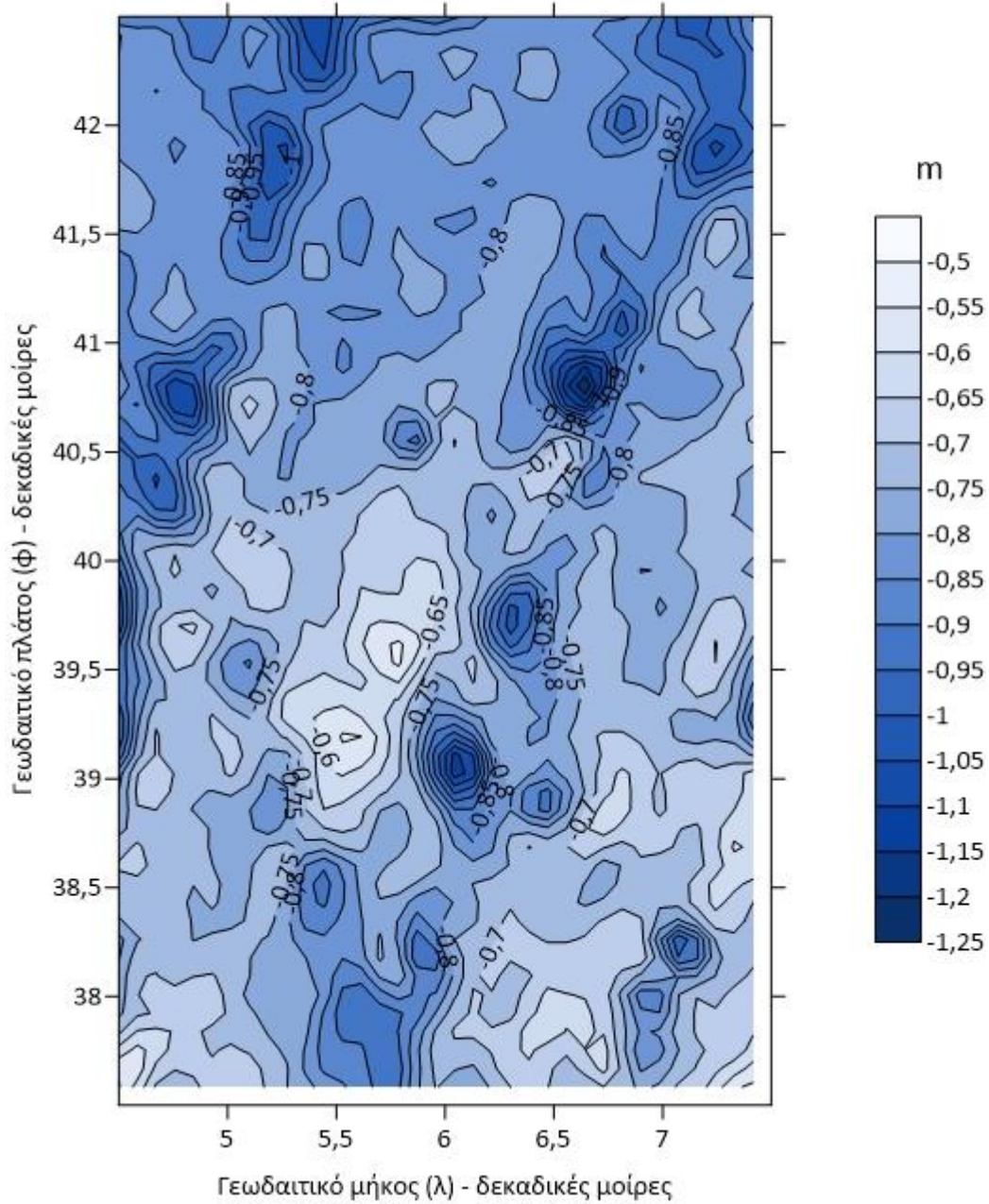
Εικόνα 128 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2021 2190_XGM_2190

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2020



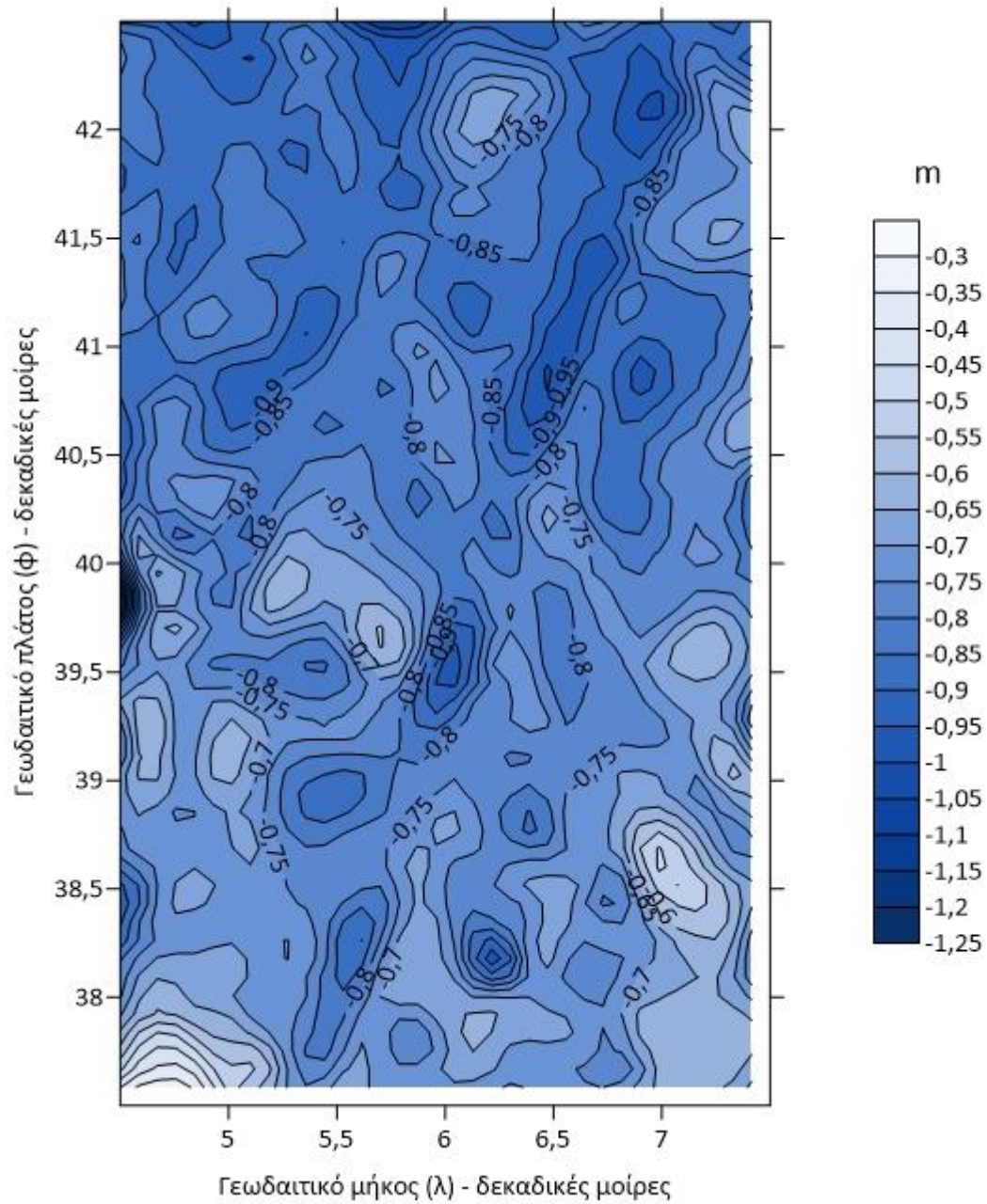
Εικόνα 129 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2020 2190_XGM_2190

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2023



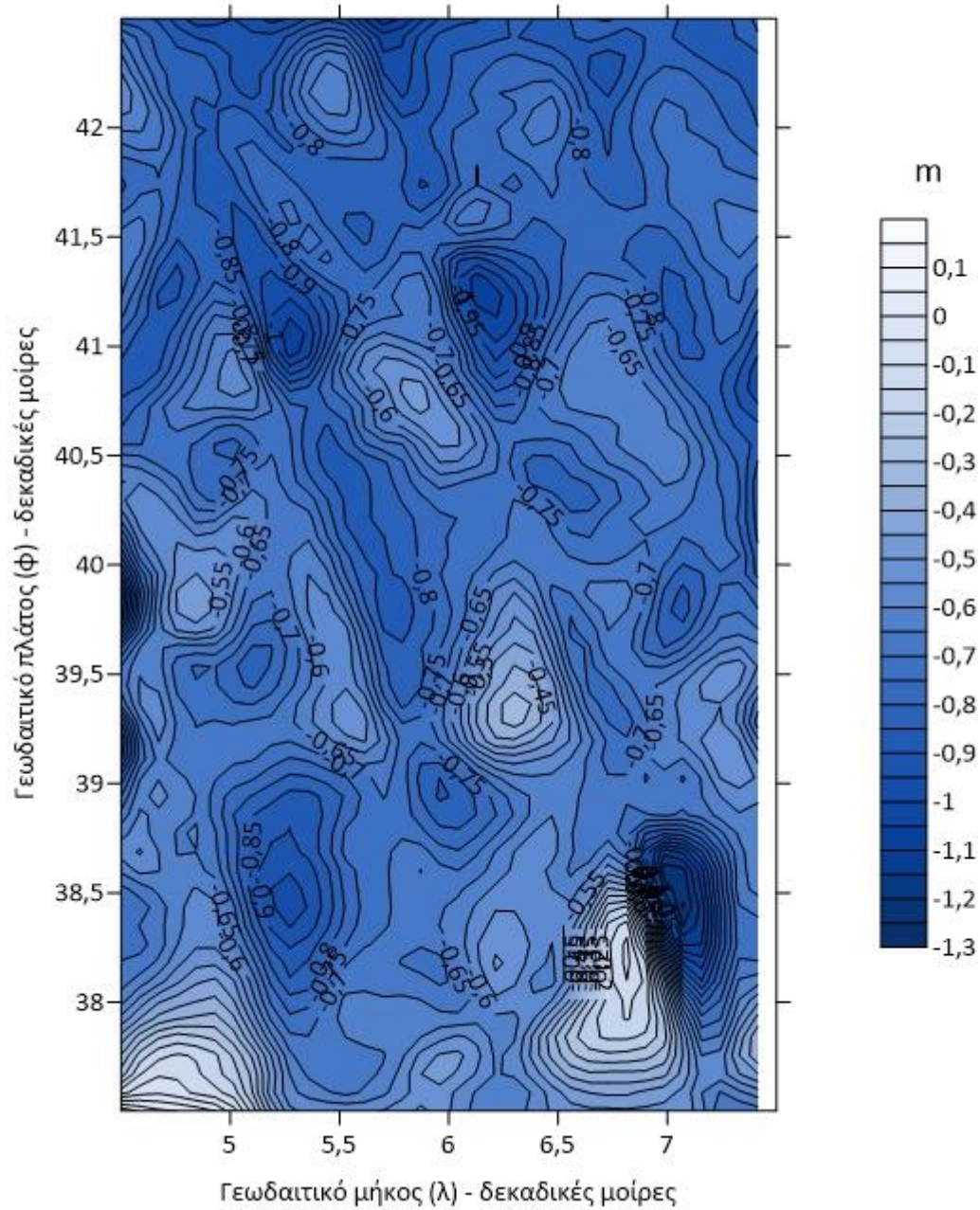
Εικόνα 130 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2023 2190_XGM_2190

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2022

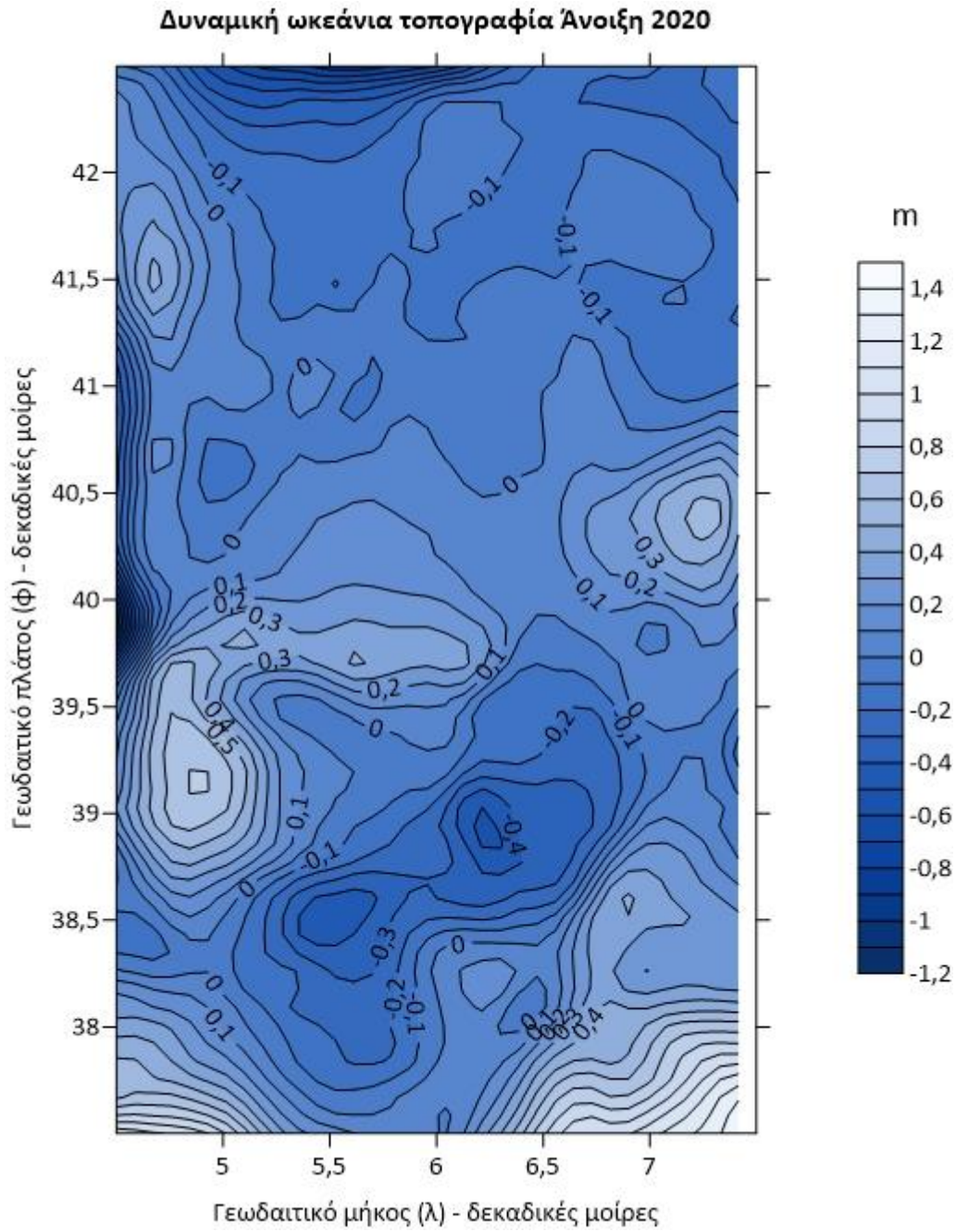


Εικόνα 131 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2022 2190_XGM_2190

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2021



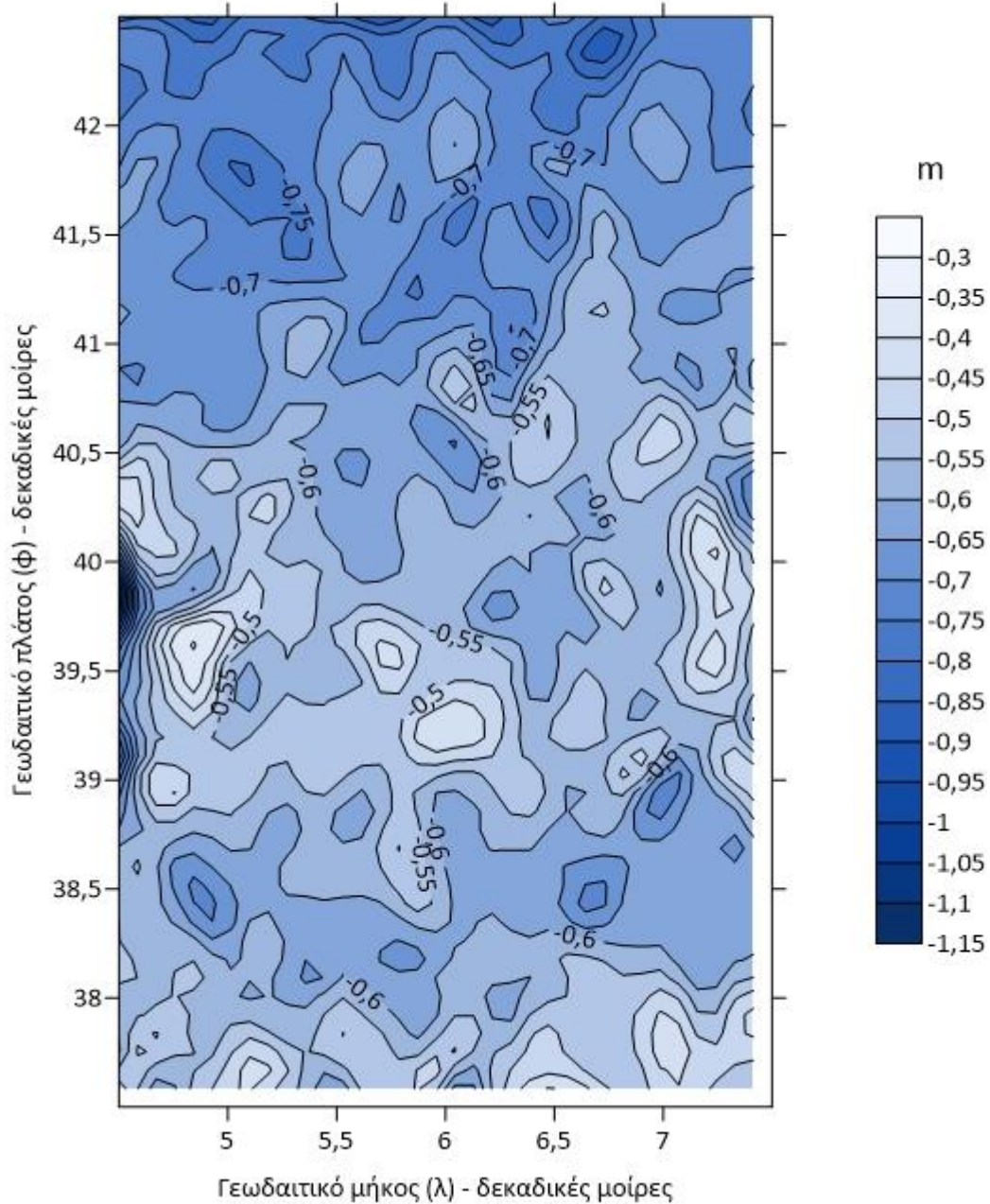
Εικόνα 132 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2021 2190_XGM_2190



Εικόνα 133 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2020 2190_XGM_2190

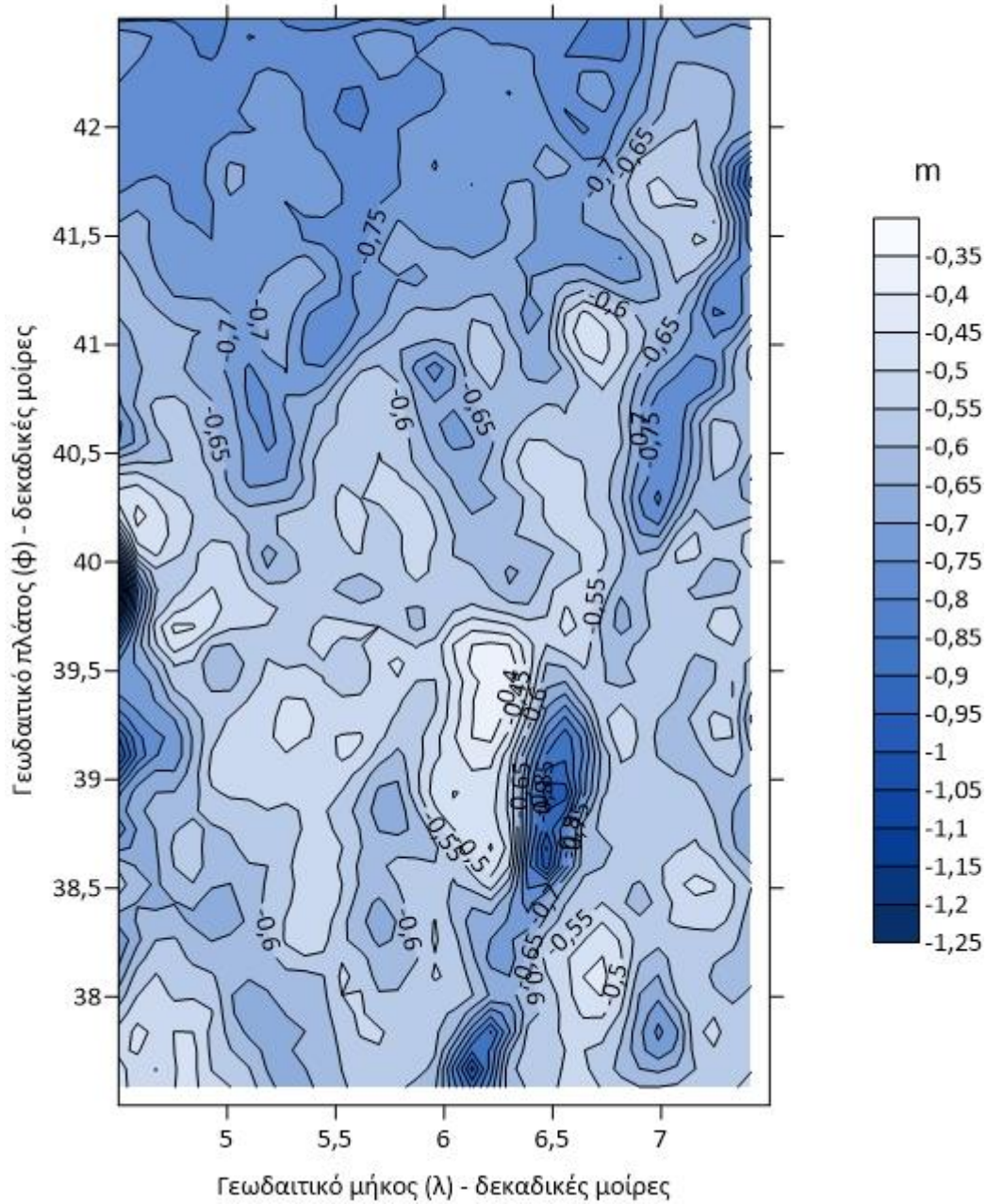
ΕΛΛΕΙΨΟΕΙΔΕΣ 5540_XGM_2019 ΓΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΩΚΕΑΝΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2023

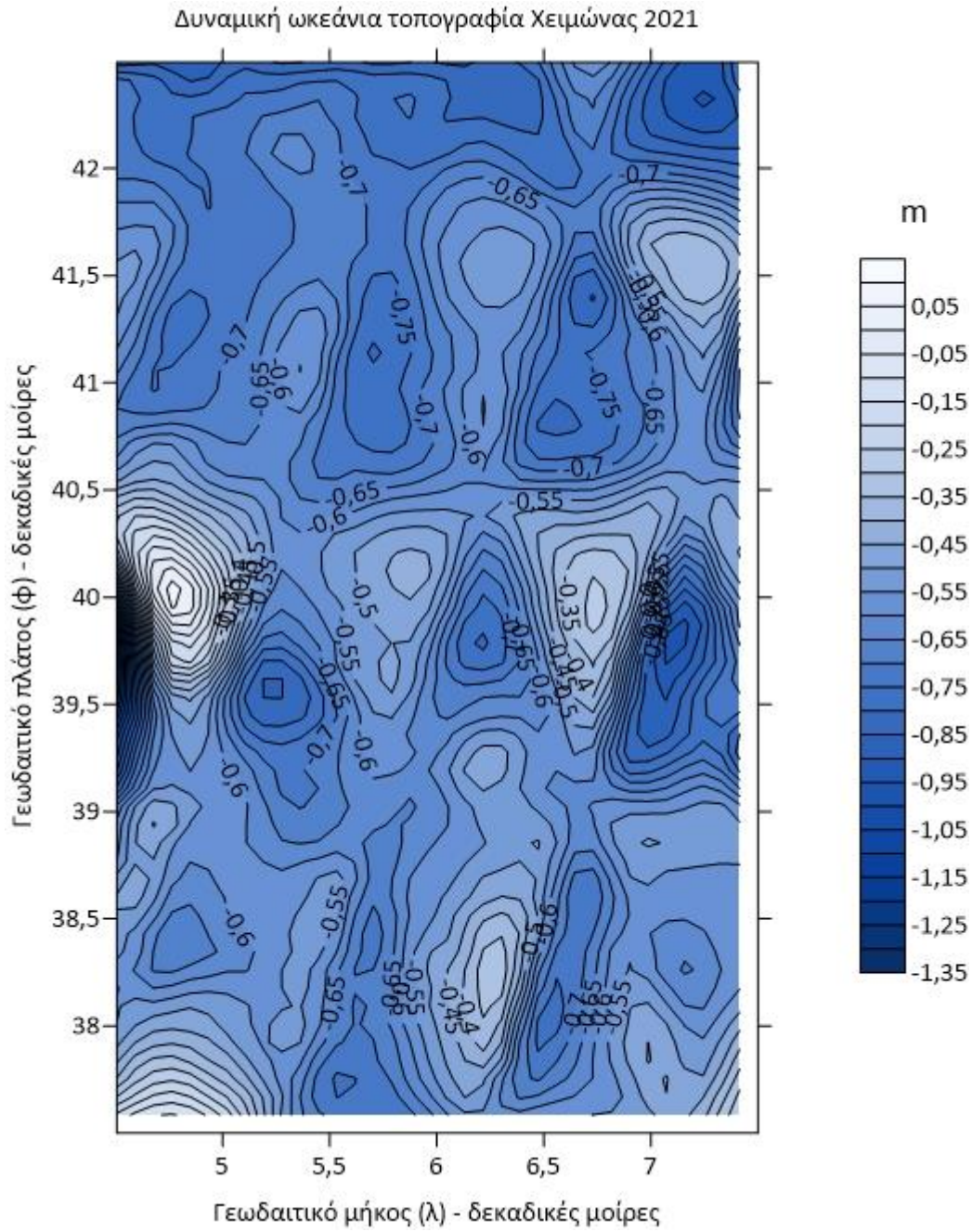


Εικόνα 134 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2023 5540_XGM_2019

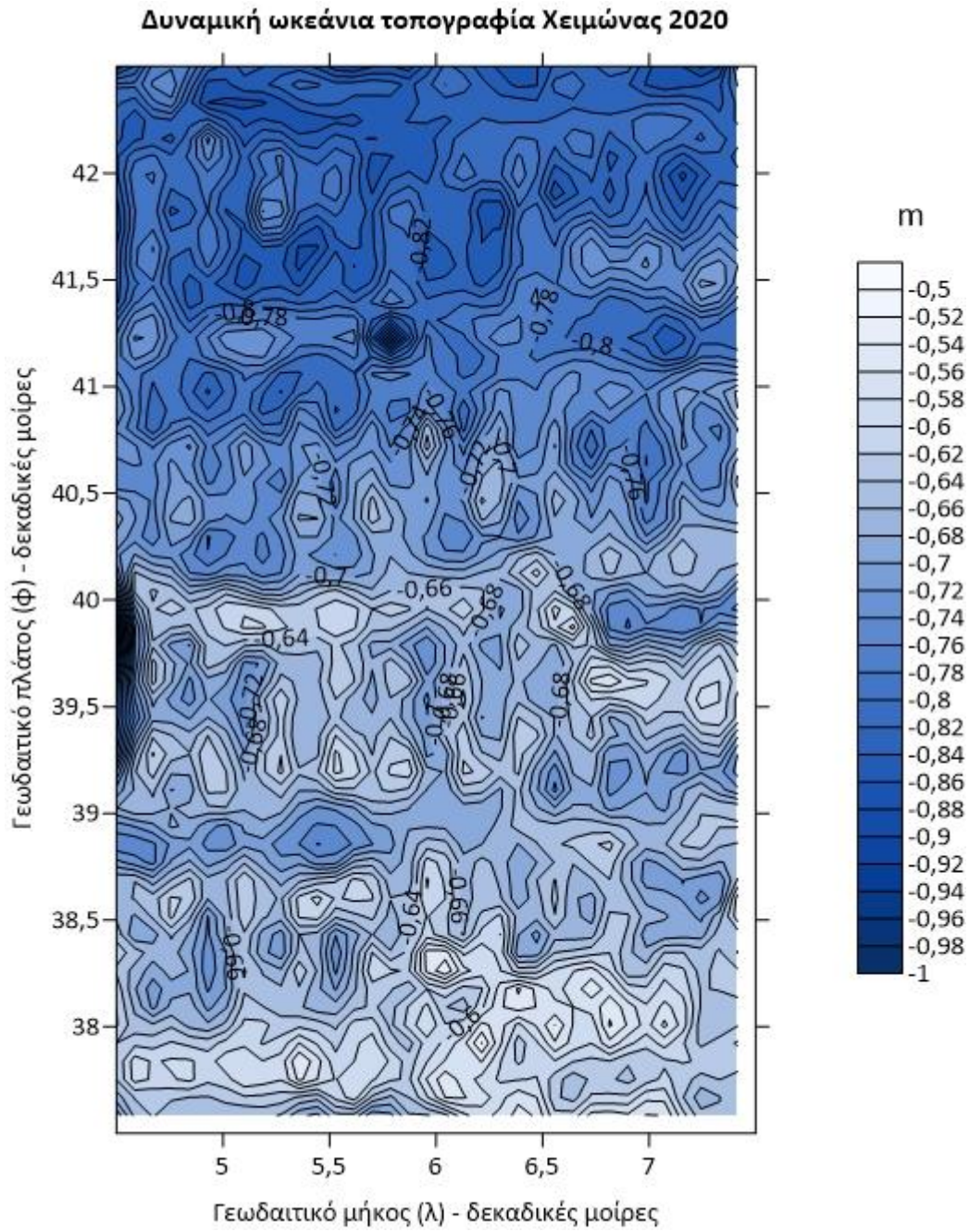
Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2022



Εικόνα 135 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2022 5540_XGM_2019

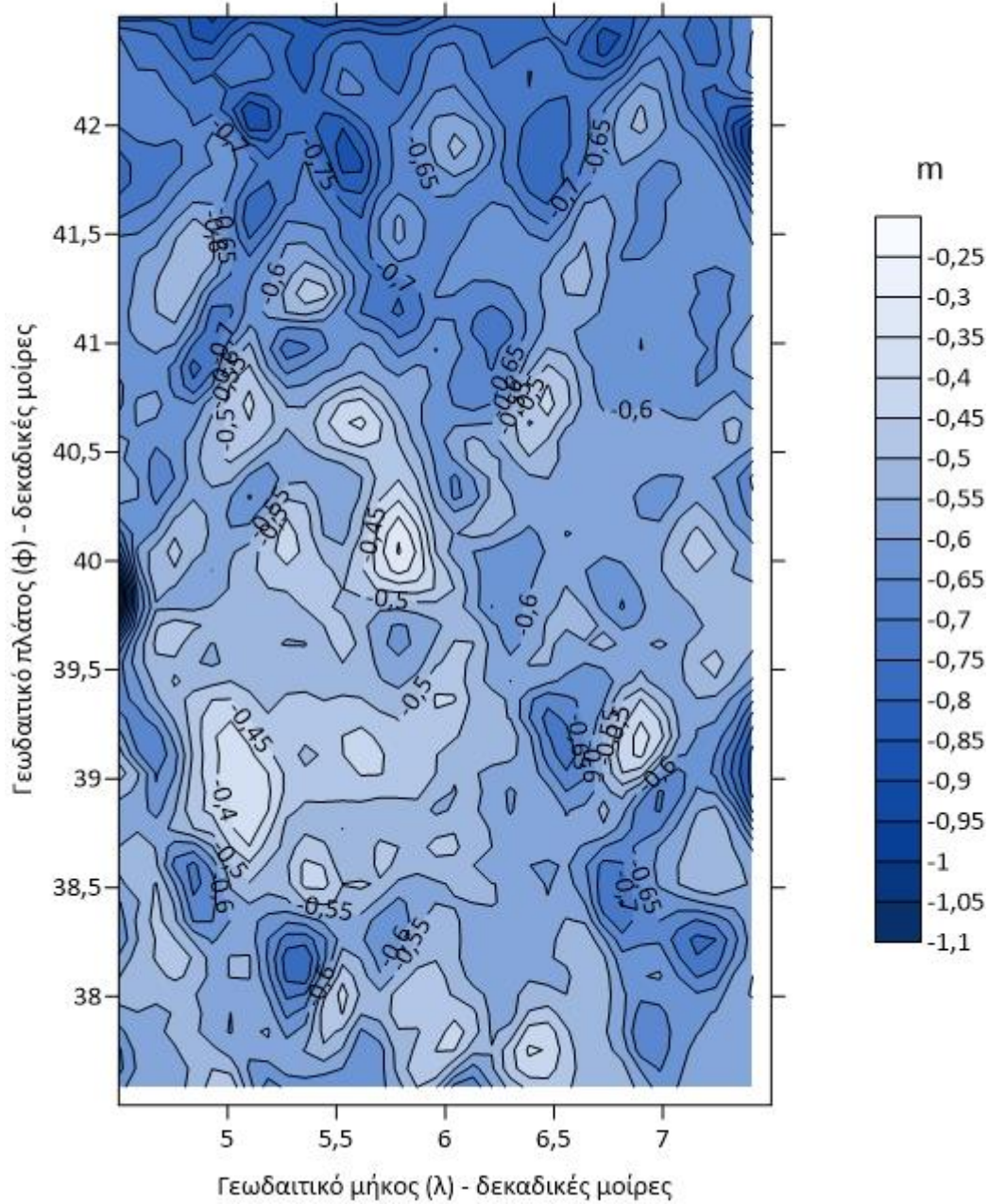


Εικόνα 136 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2021 5540_XGM_2019

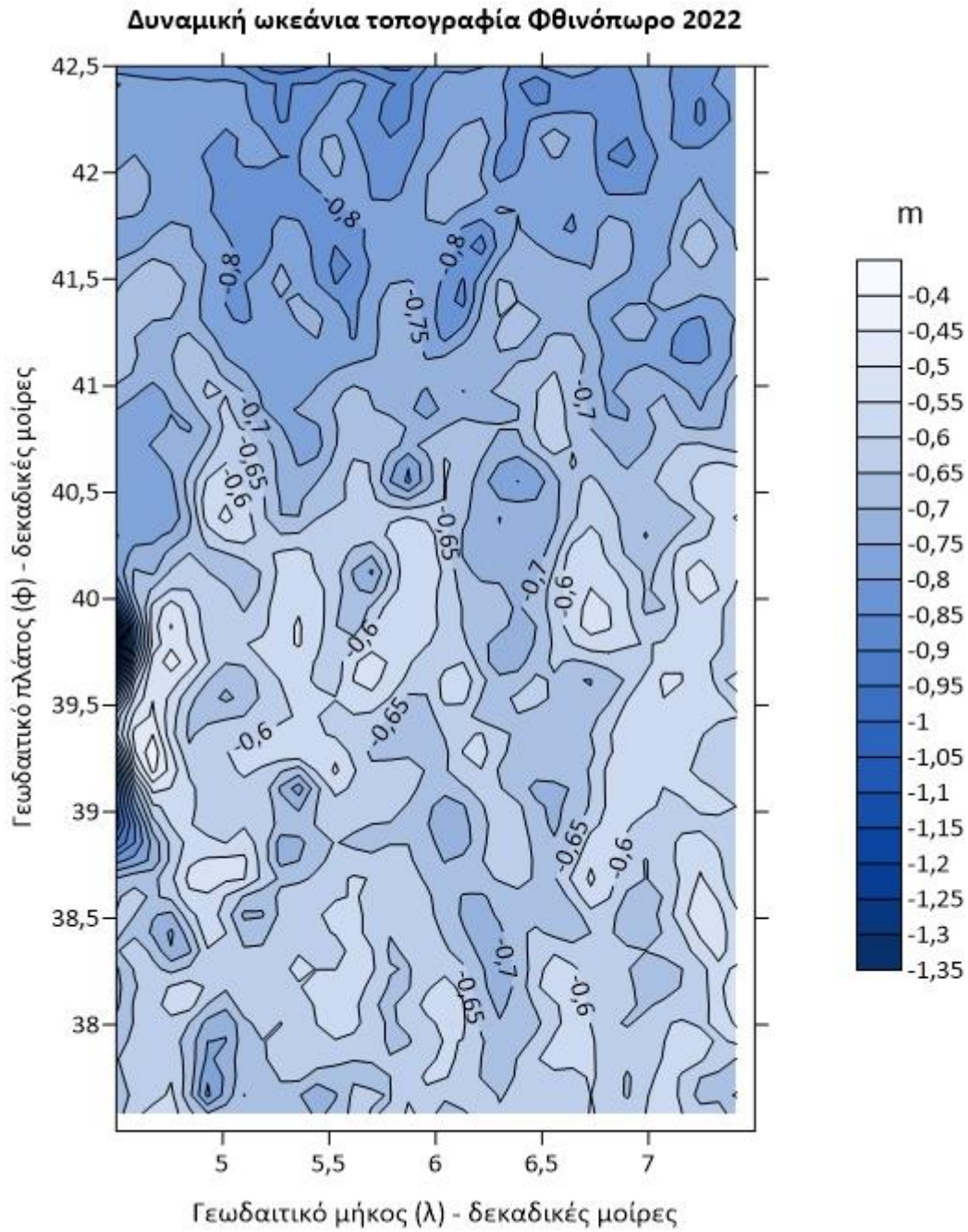


Εικόνα 137 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Χειμώνας 2020 5540_XGM_2019

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2023

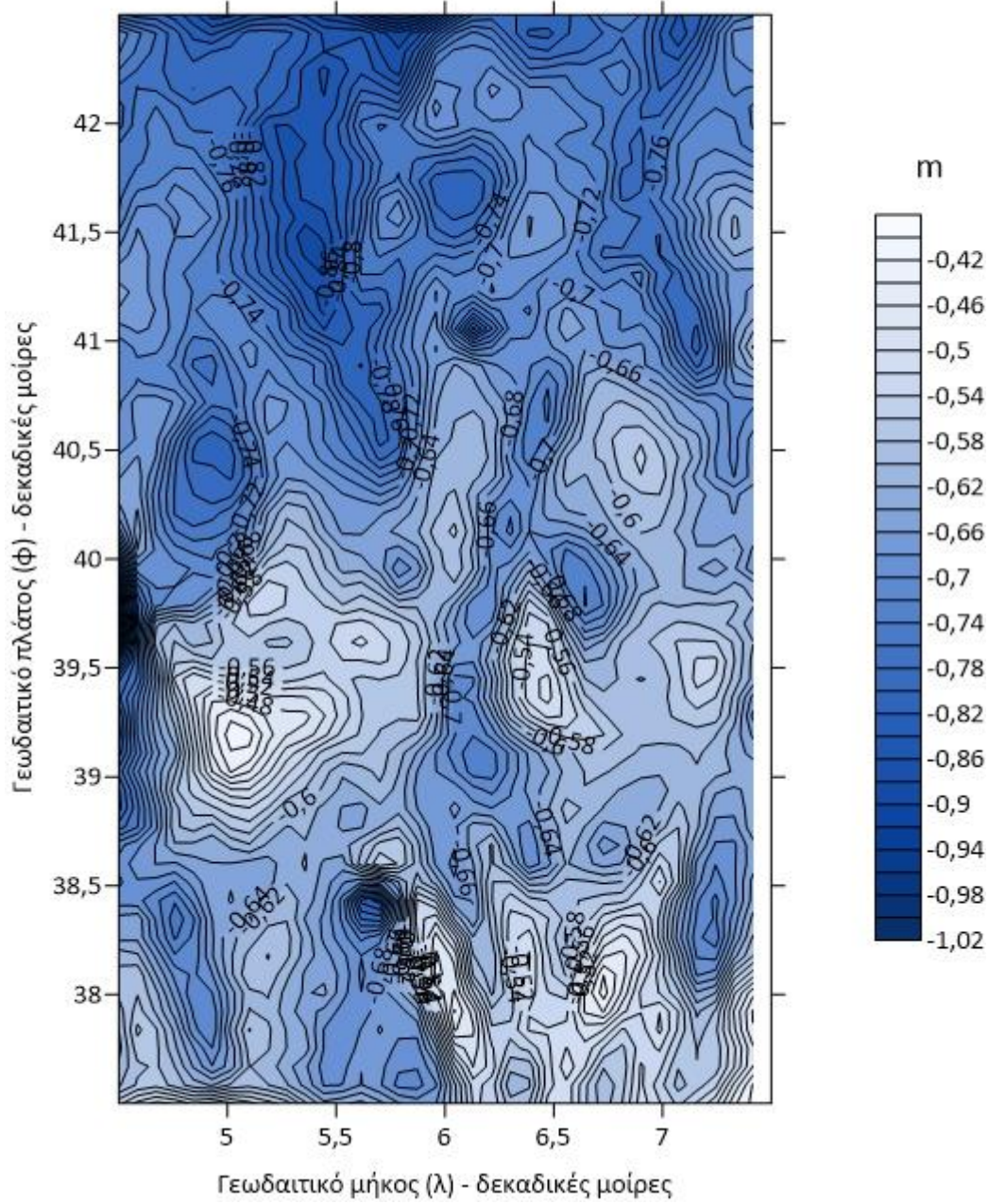


Εικόνα 138 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2023 5540_XGM_2019



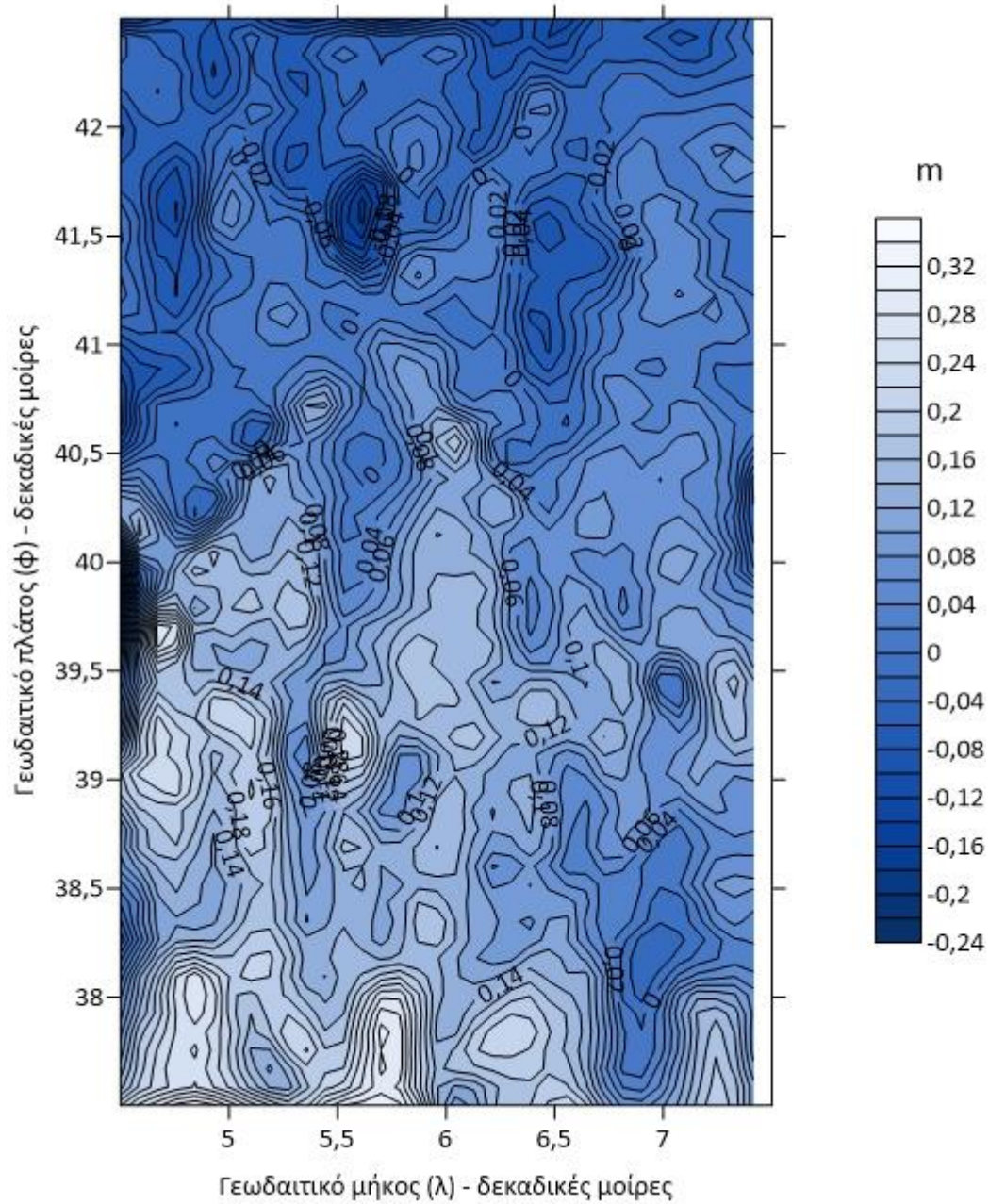
Εικόνα 139 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2022 5540_XGM_2019

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2021



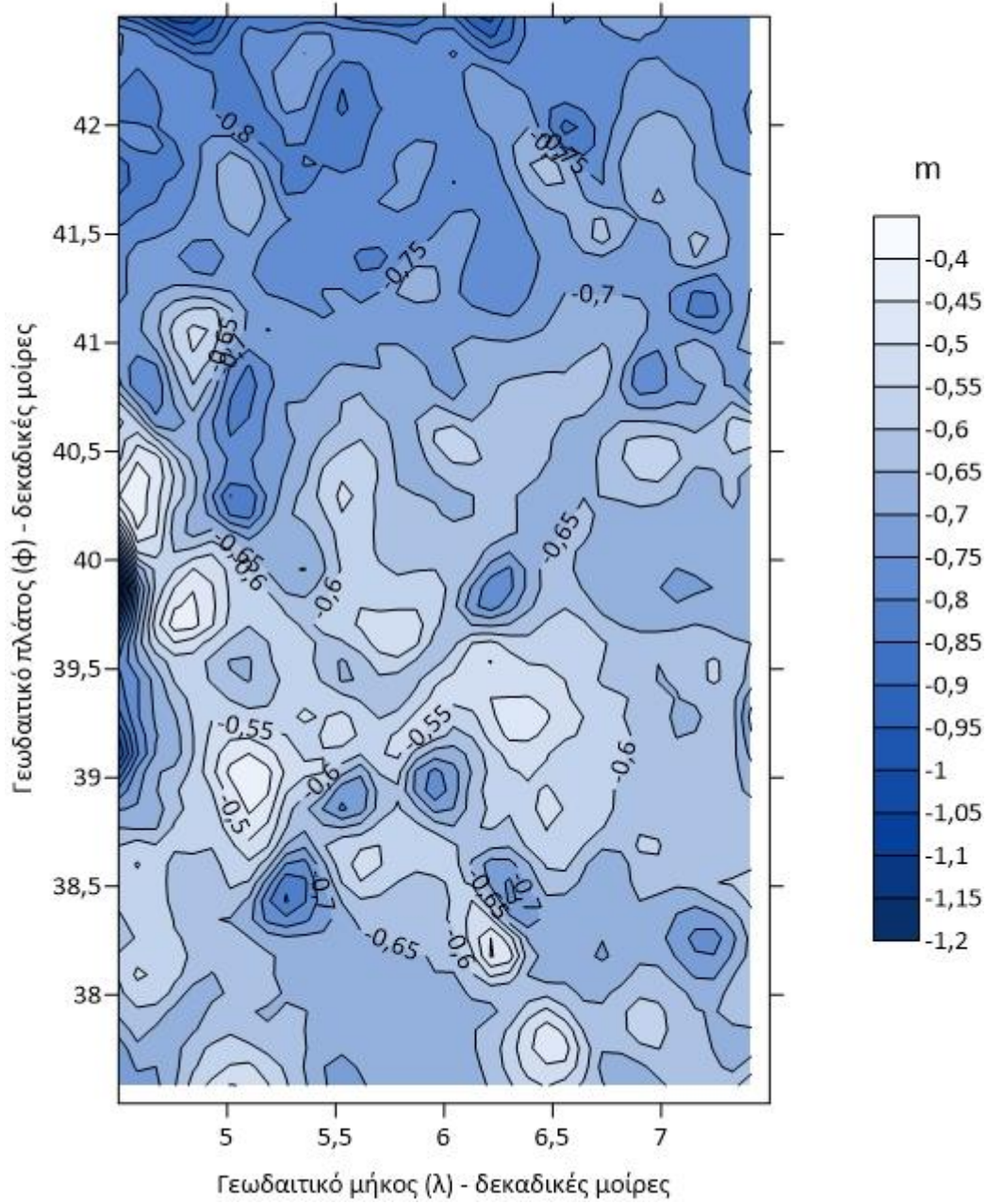
Εικόνα 140 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2021 5540_XGM_2019

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2020



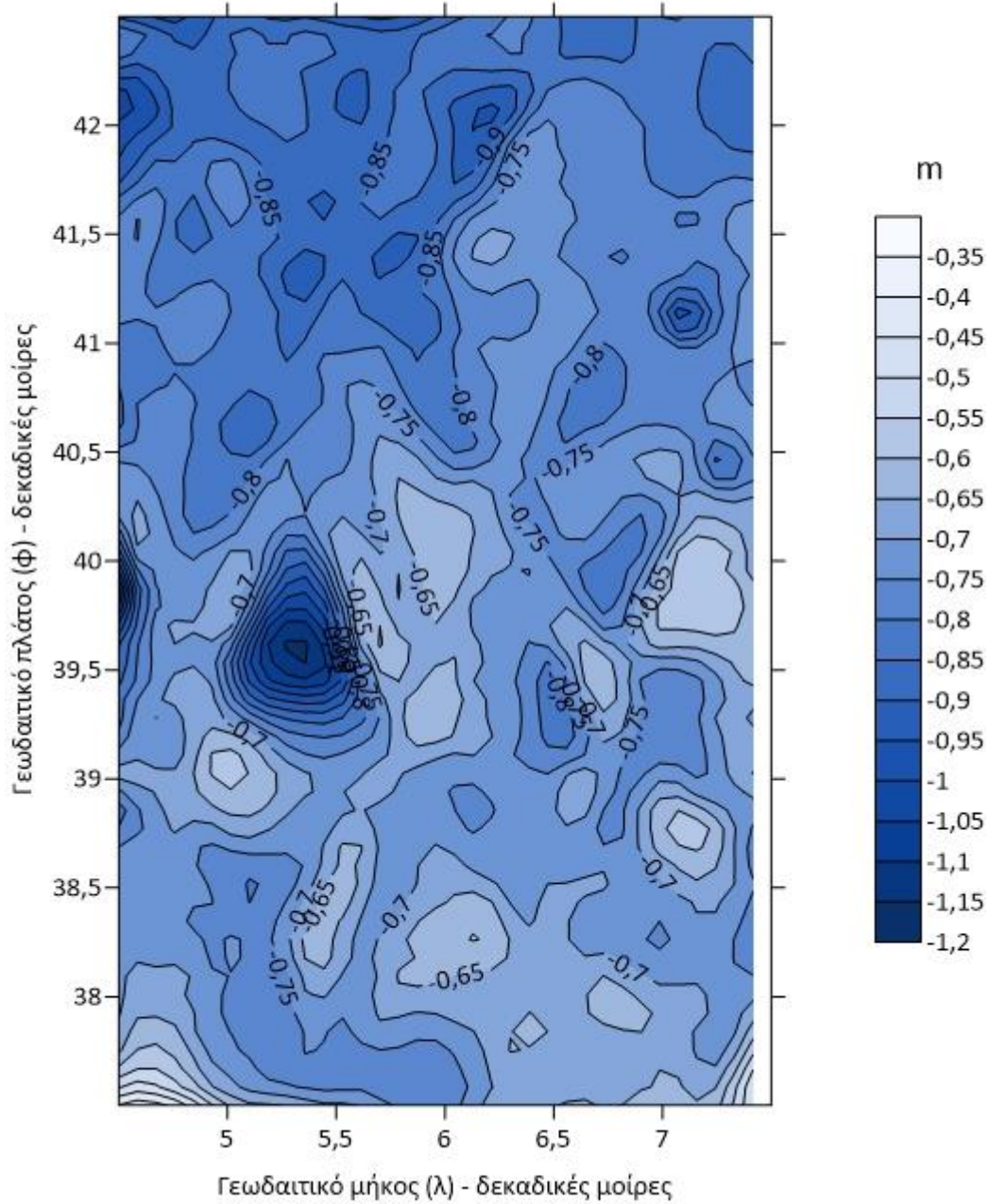
Εικόνα 141 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Φθινόπωρο 2020 5540_XGM_2019

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2023

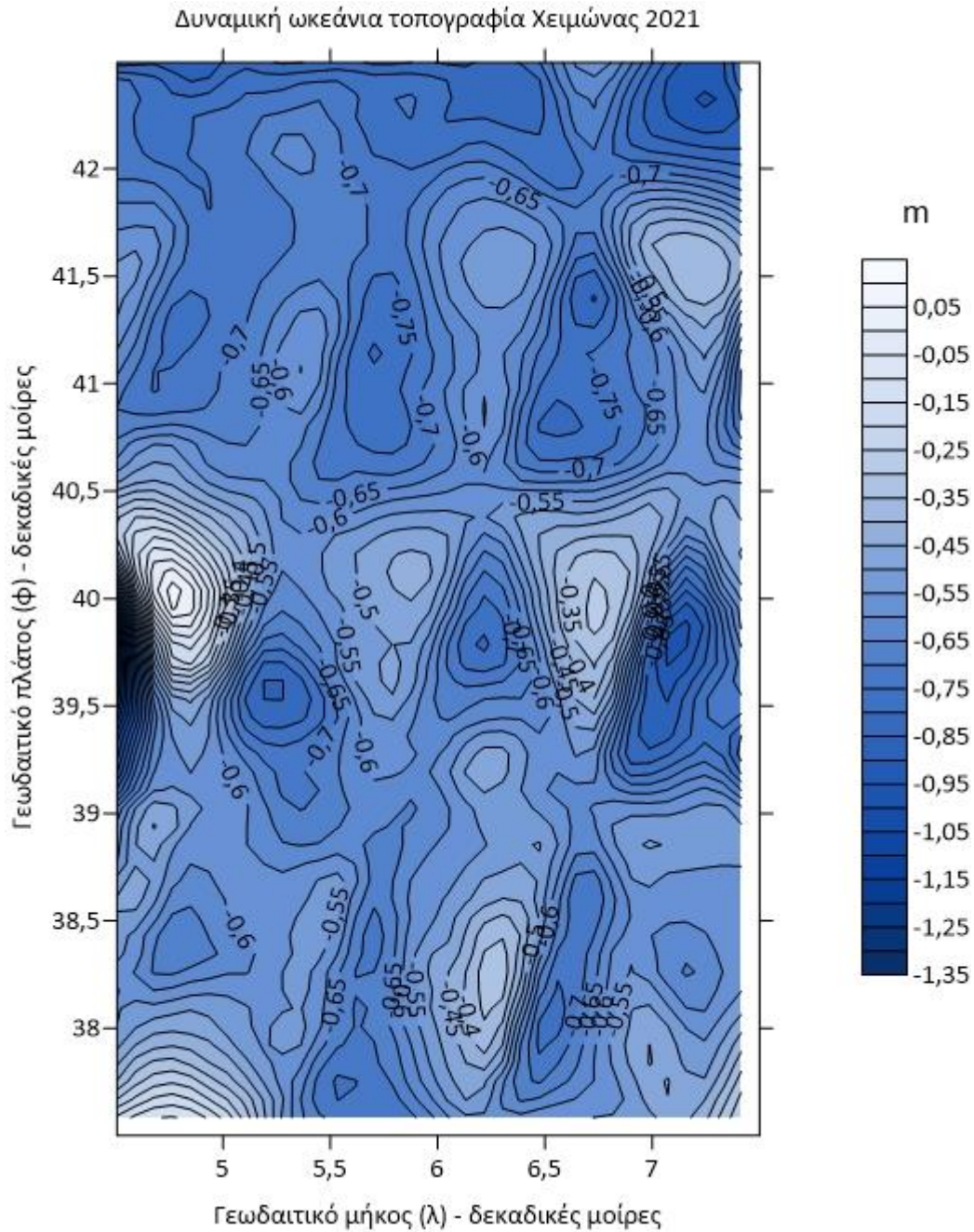


Εικόνα 142 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2023 5540_XGM_2019

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2022

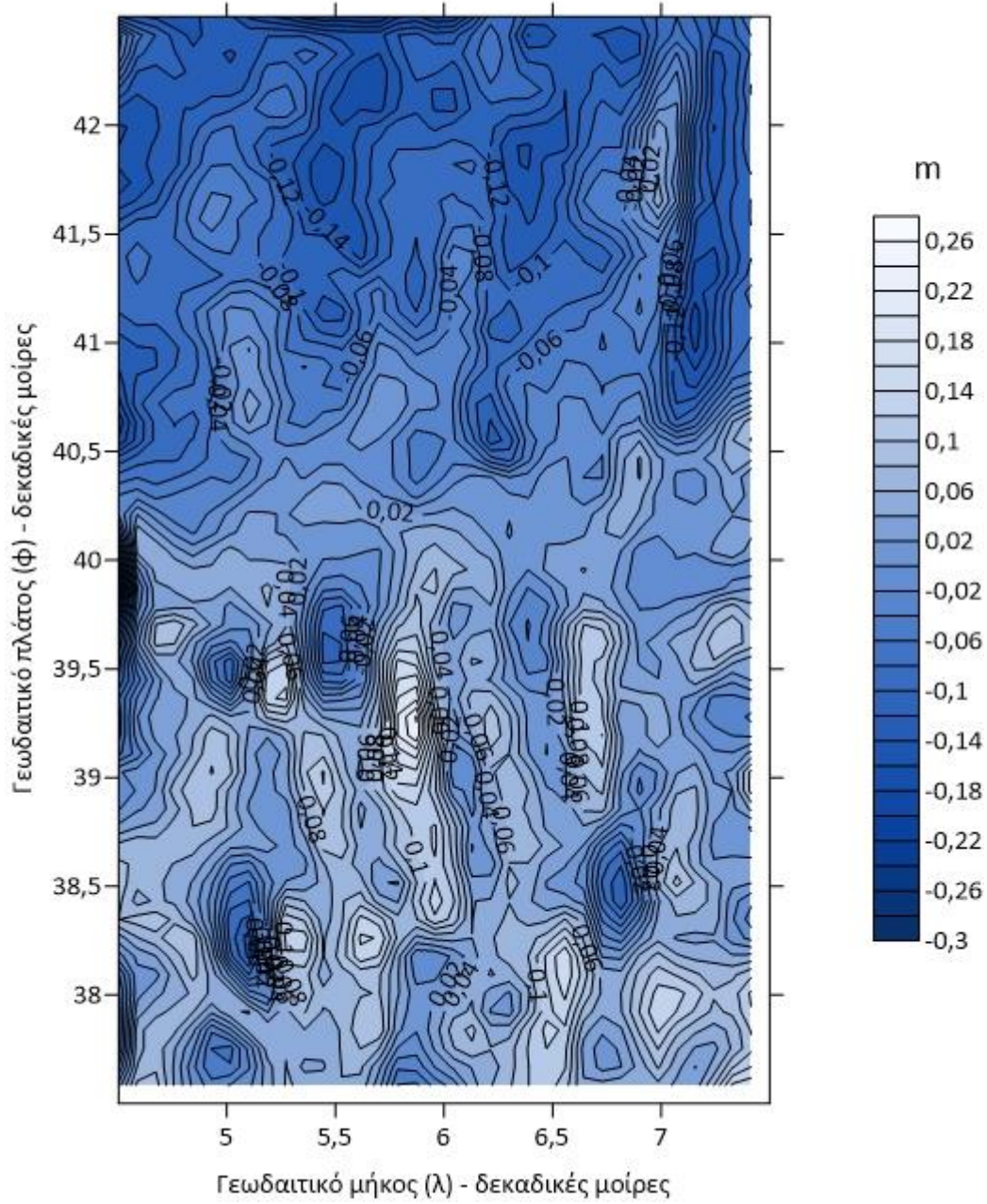


Εικόνα 143 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2022 5540_XGM_2019



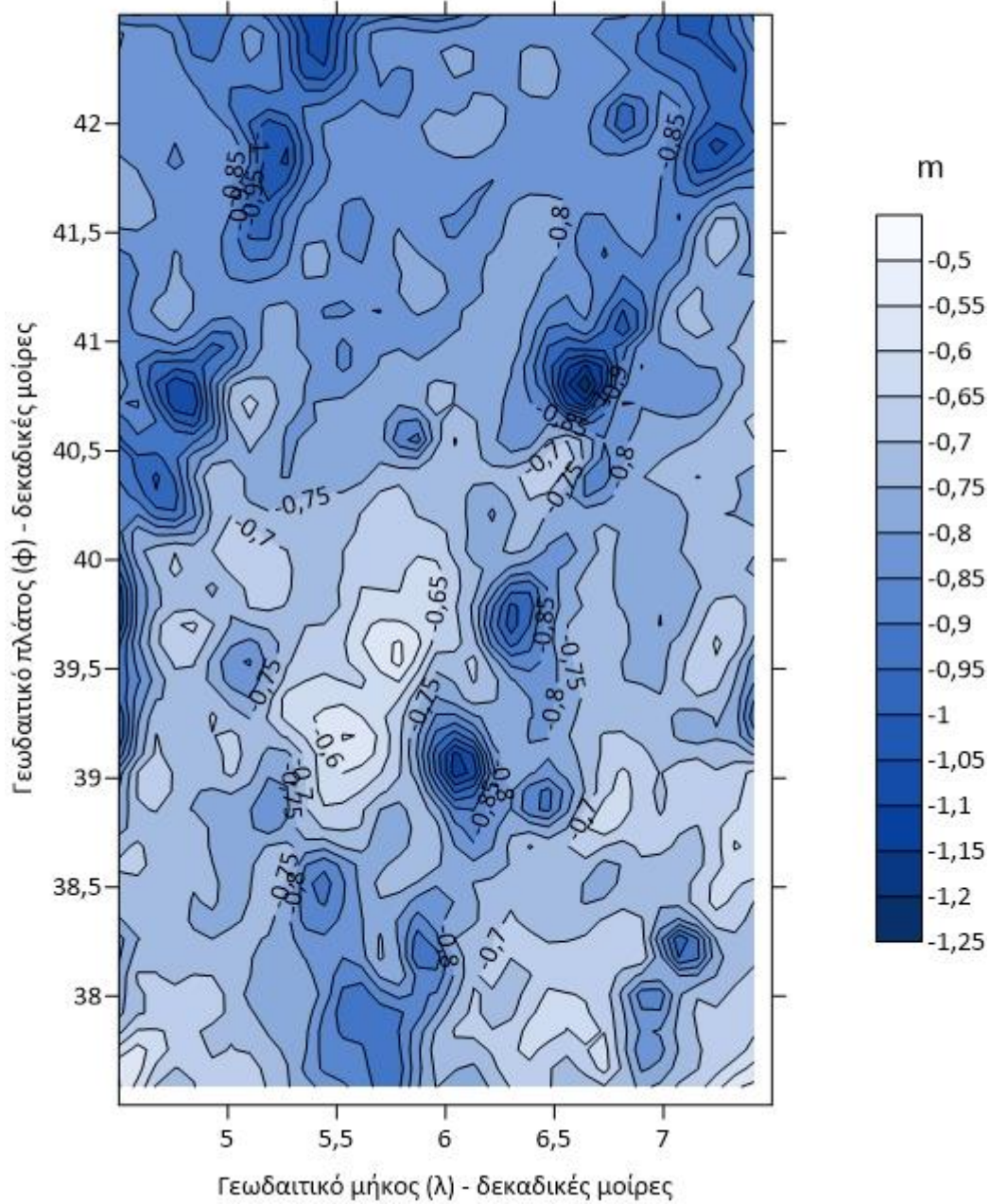
Εικόνα 144 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2021 5540_XGM_2019

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2020



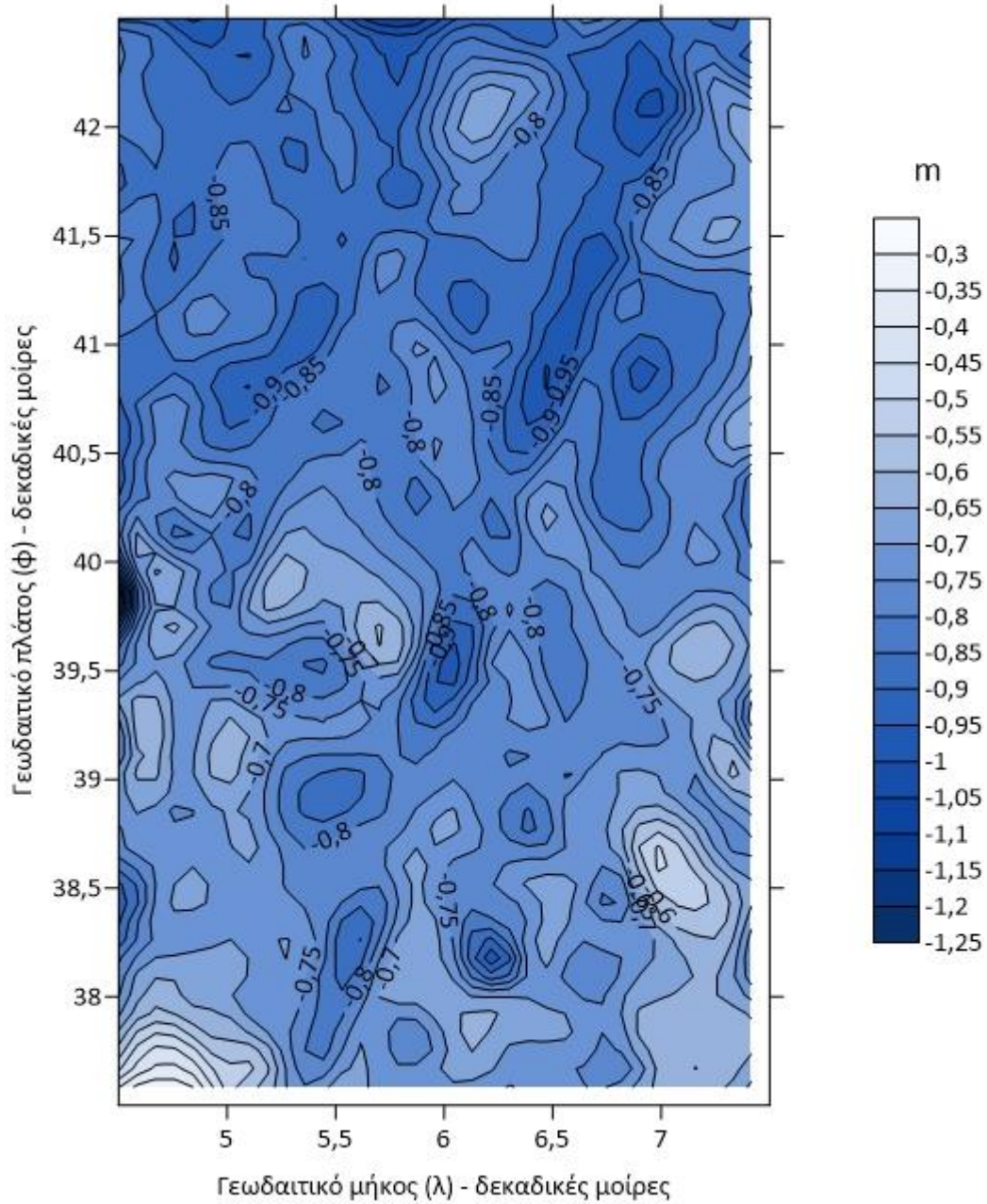
Εικόνα 145 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Καλοκαίρι 2020 5540_XGM_2019

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2023



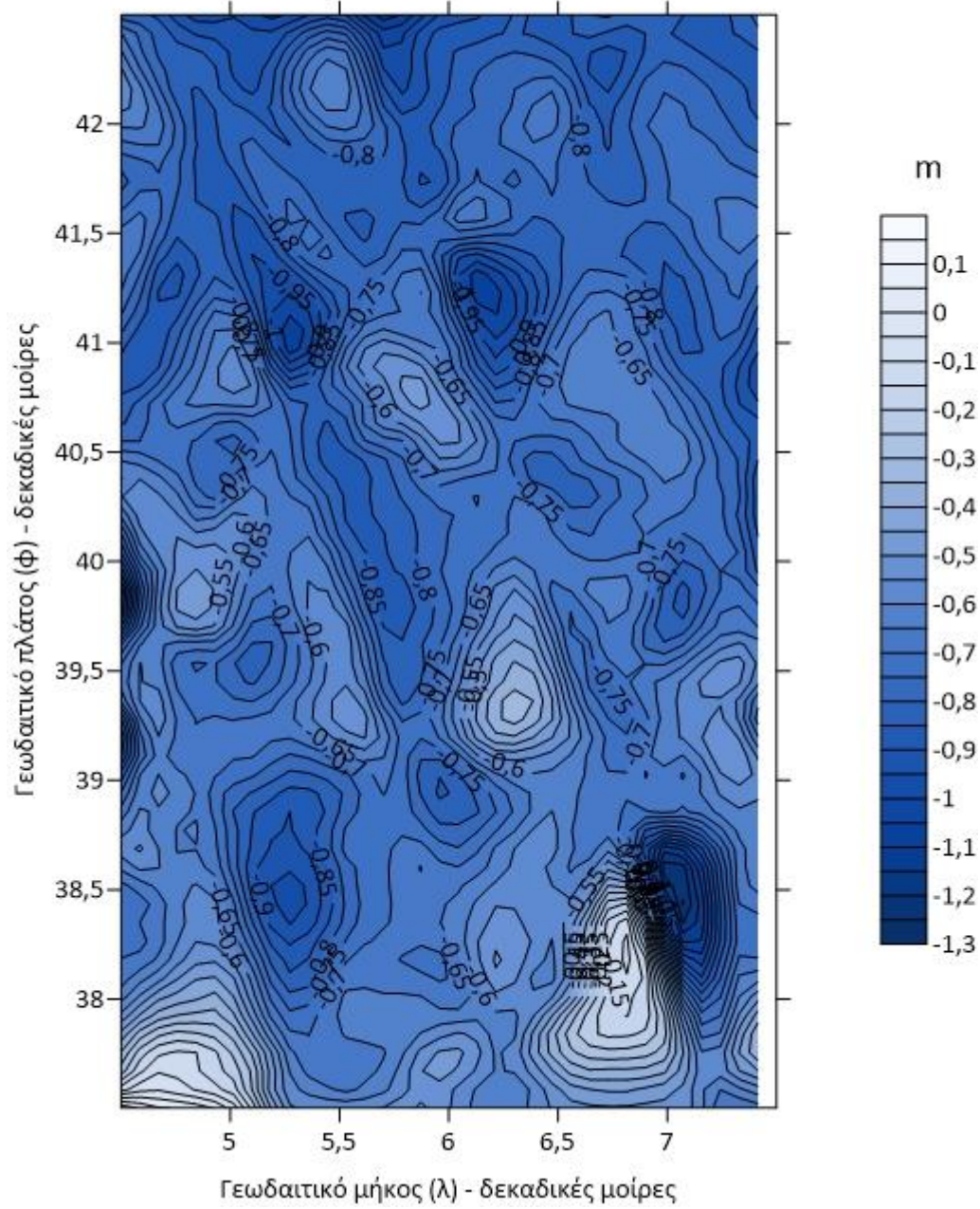
Εικόνα 146 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2023 5540_XGM_2019

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2022

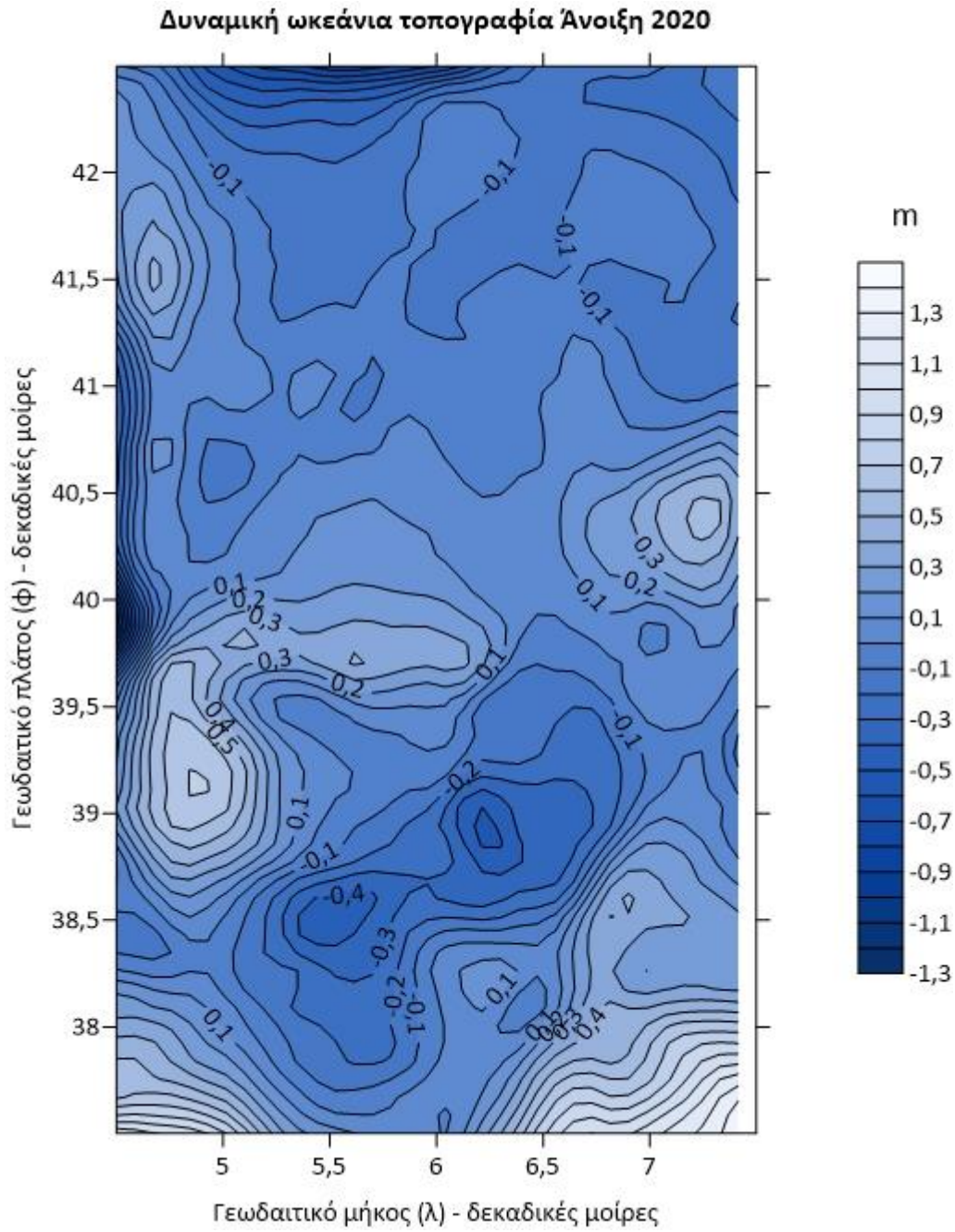


Εικόνα 147 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2022 5540_XGM_2019

Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2021



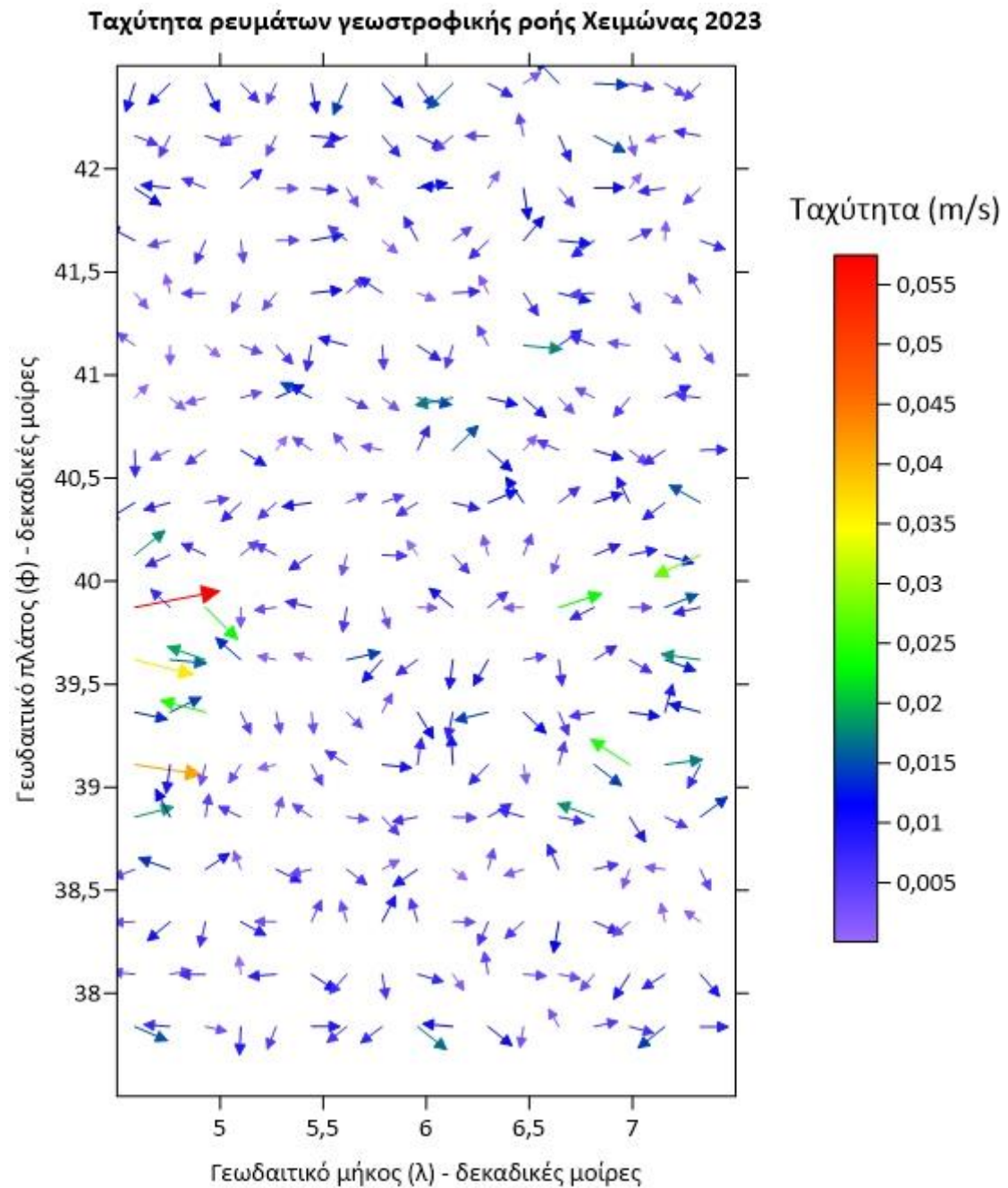
Εικόνα 148 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2021 5540_XGM_2019



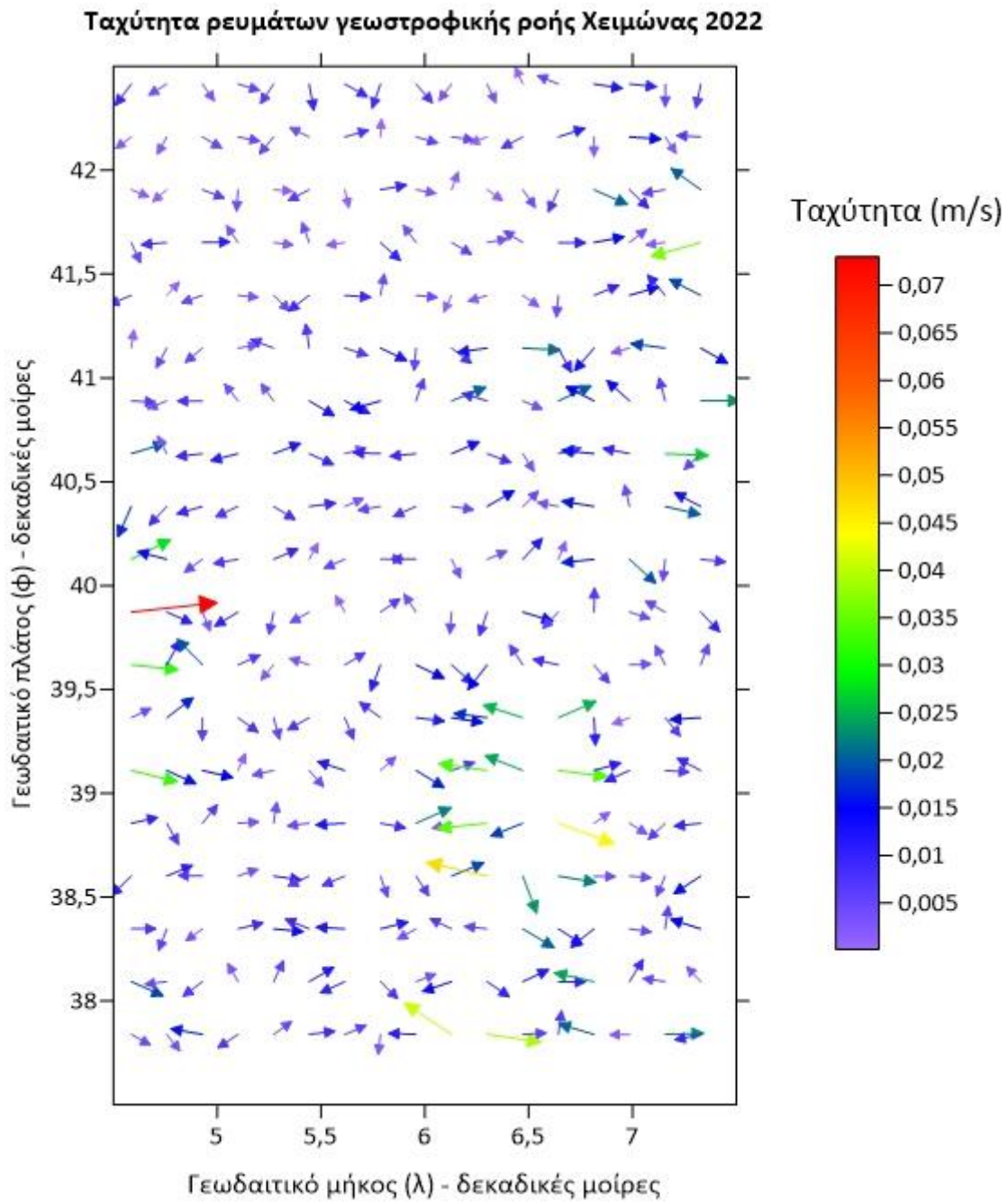
Εικόνα 149 Χάρτης Δυναμική ωκεάνια τοπογραφία Άνοιξη 2020 5540_XGM_2019

ΧΑΡΤΕΣ ΓΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΩΚΕΑΝΙΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

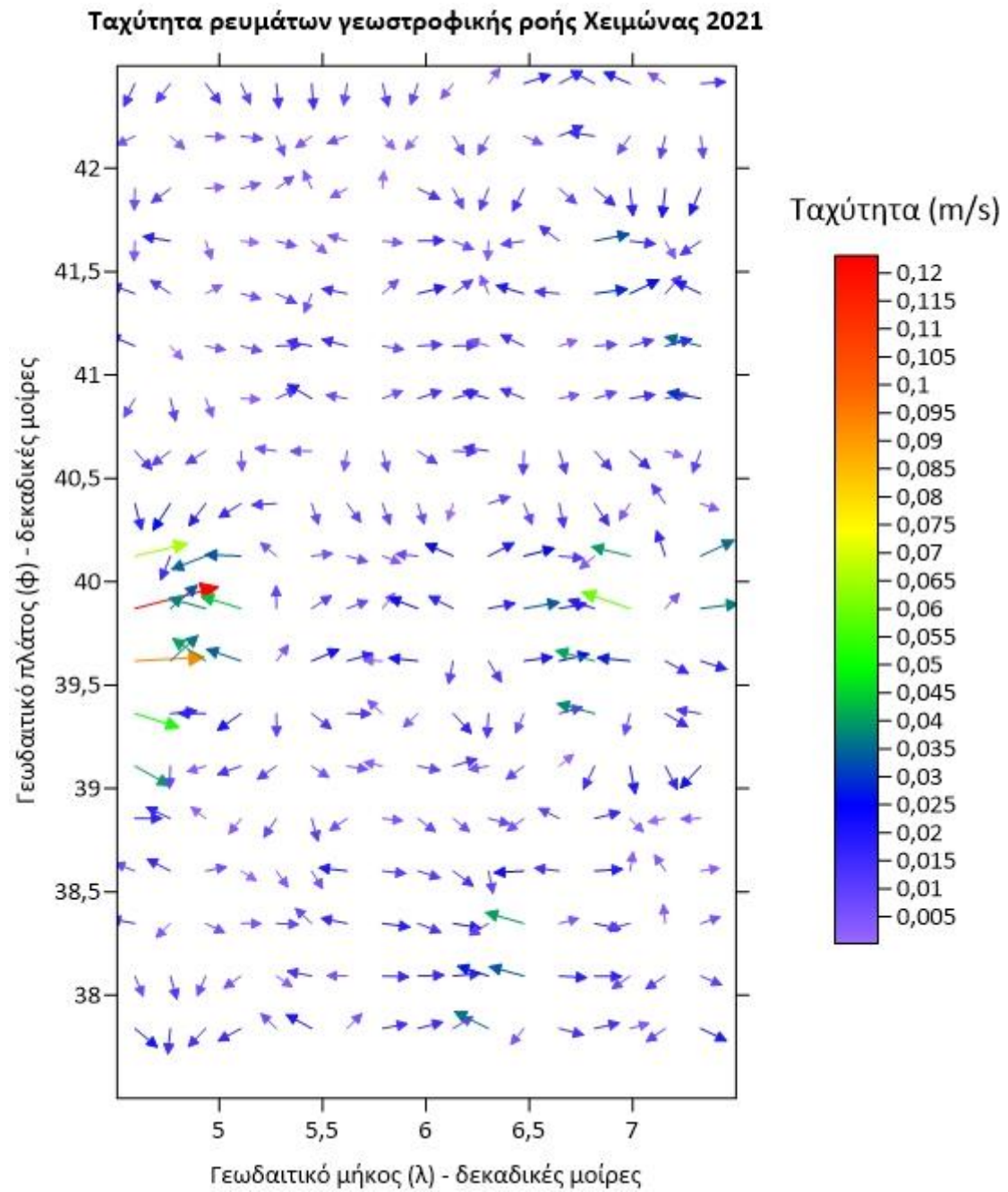
ΧΑΡΤΕΣ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΡΟΗΣ EGM2008



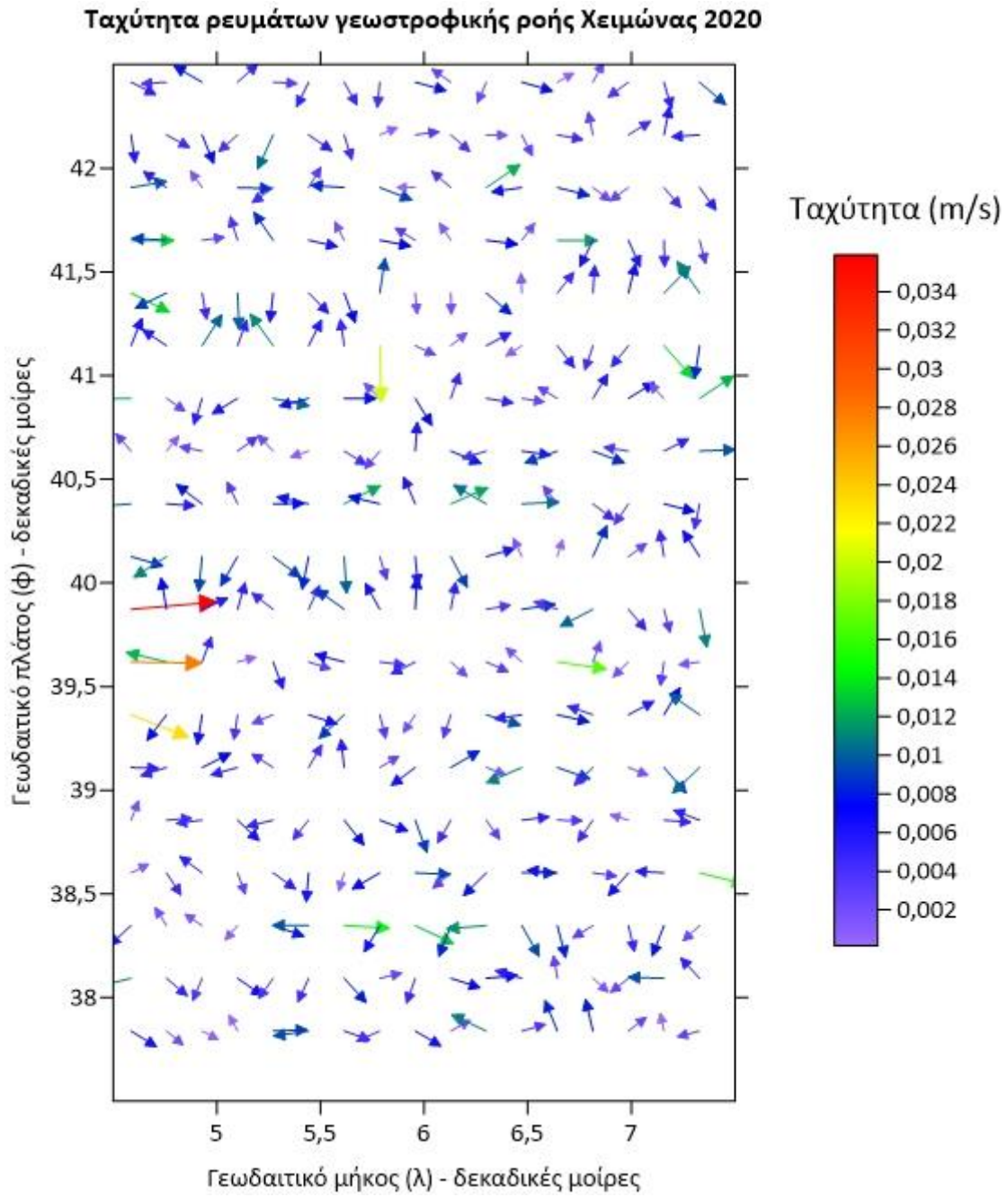
Εικόνα 150 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2023 EGM2008



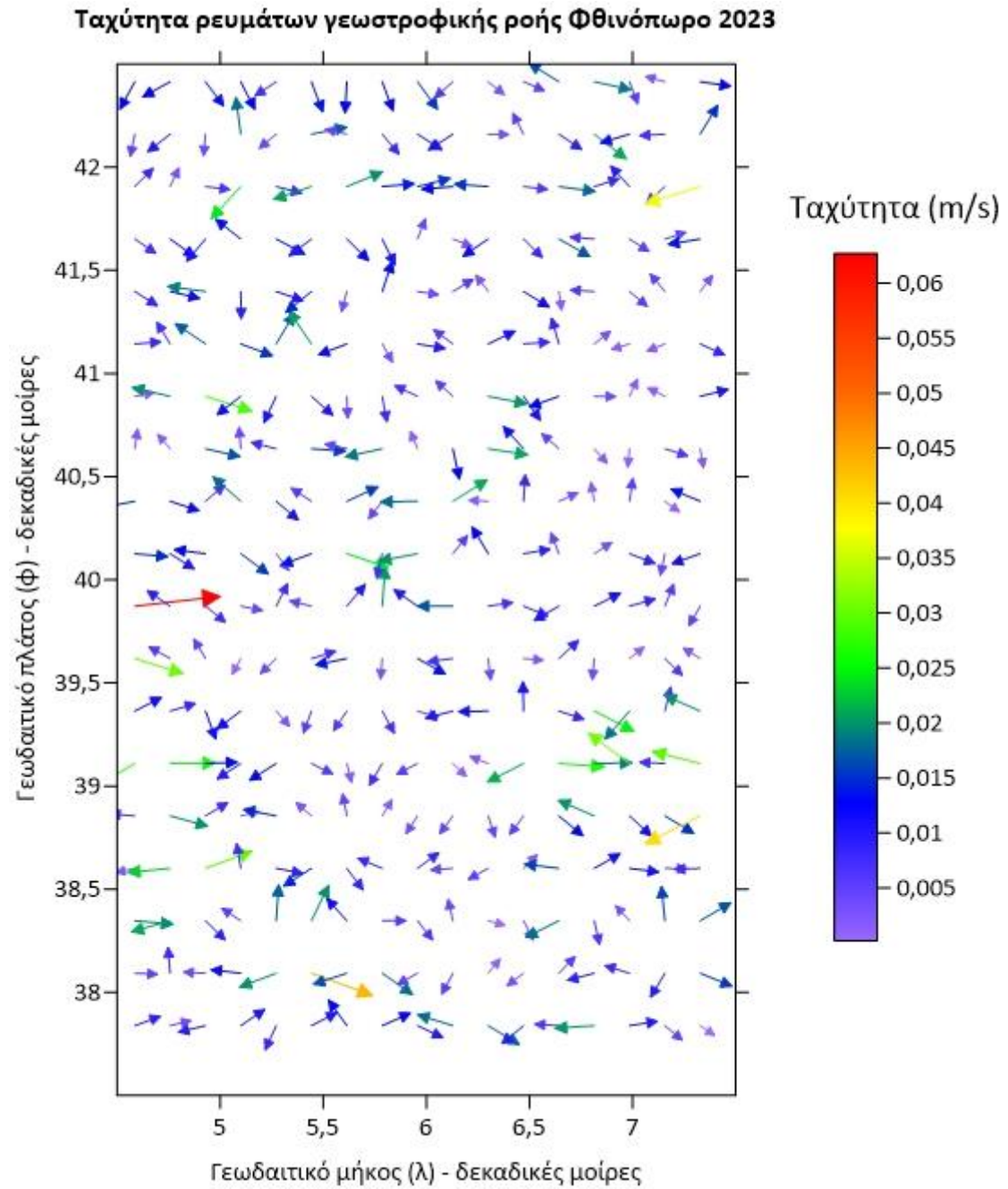
Εικόνα 151 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2022 EGM2008



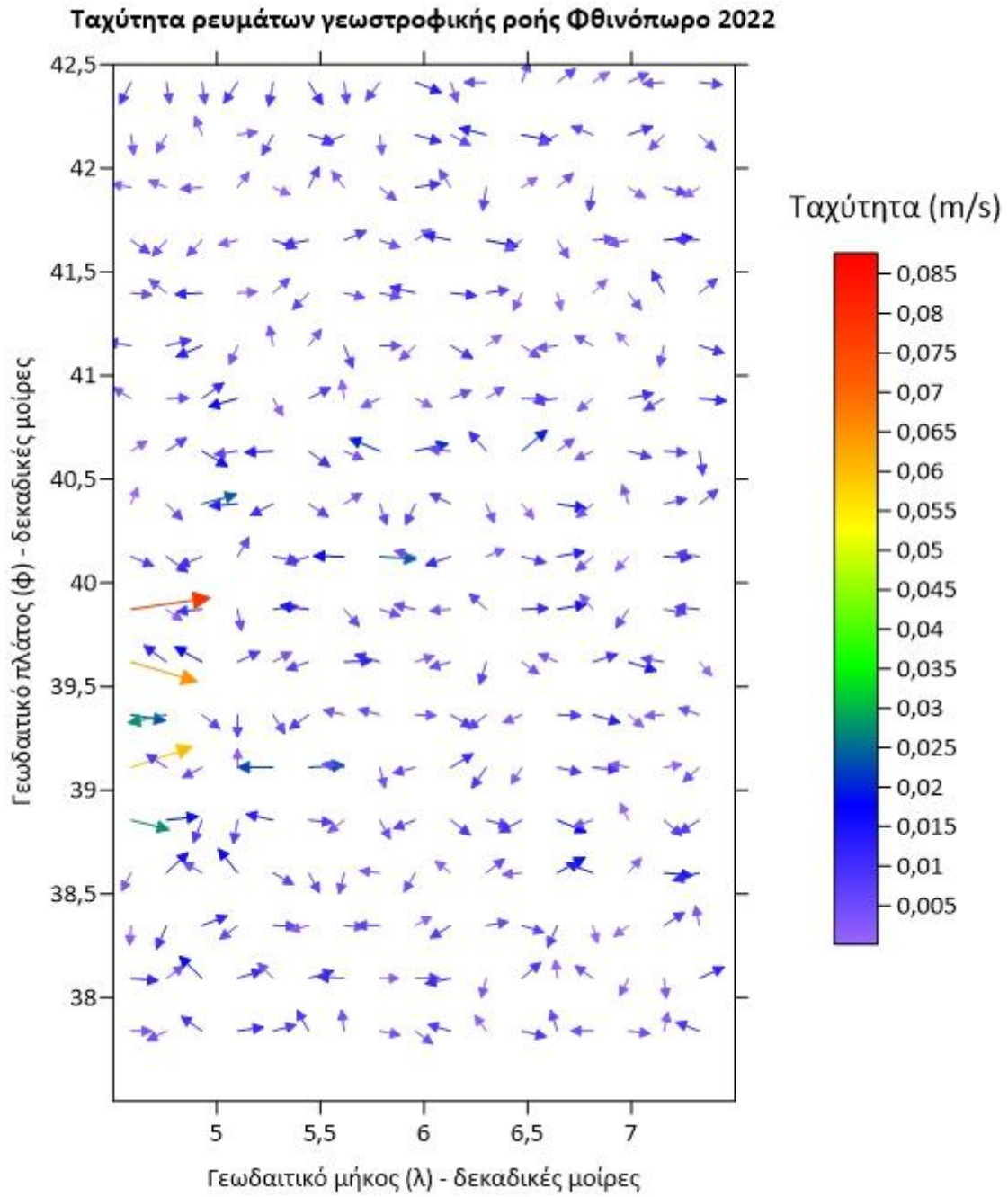
Εικόνα 152 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2021 EGM2008



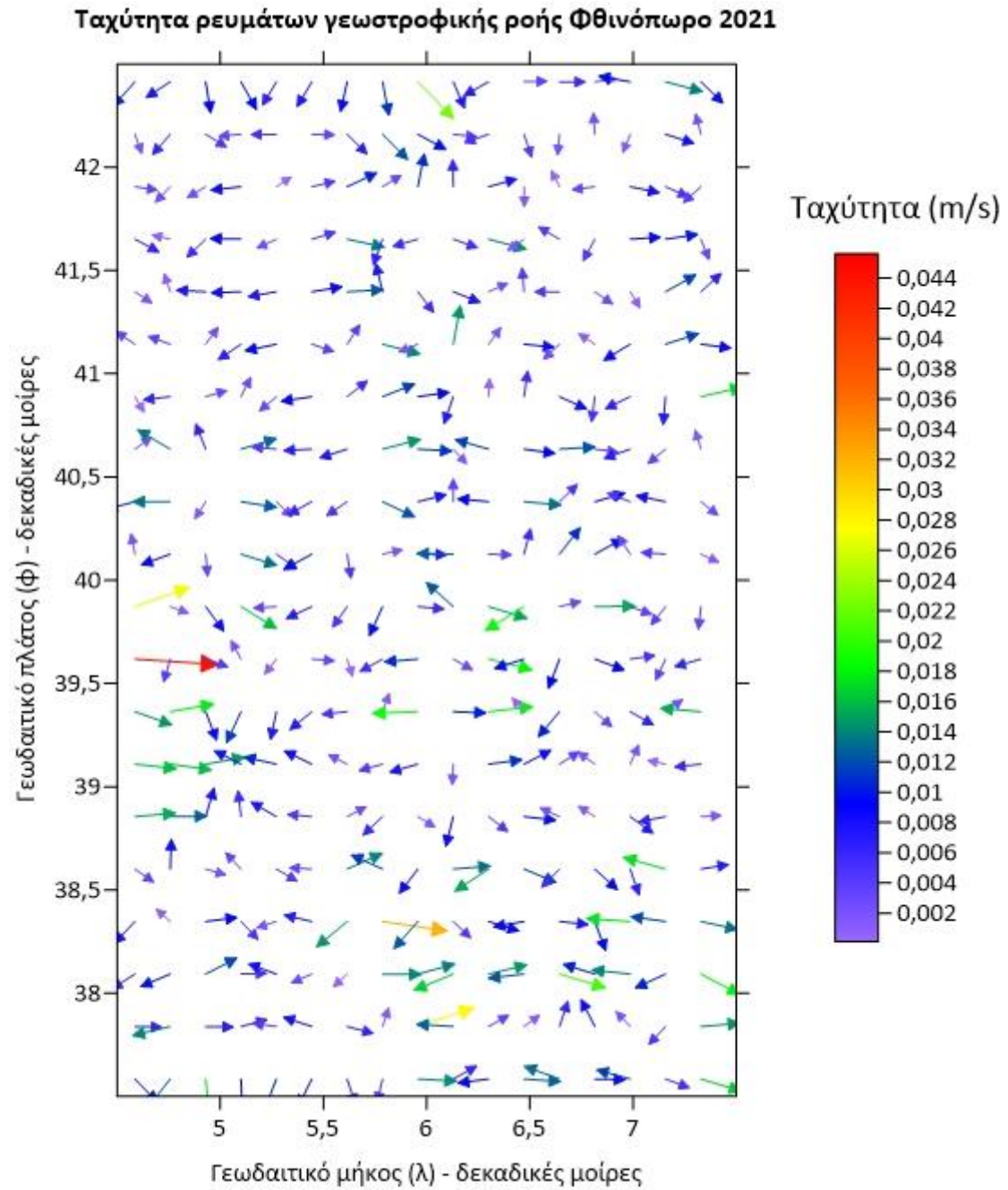
Εικόνα 153 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2020 EGM2008



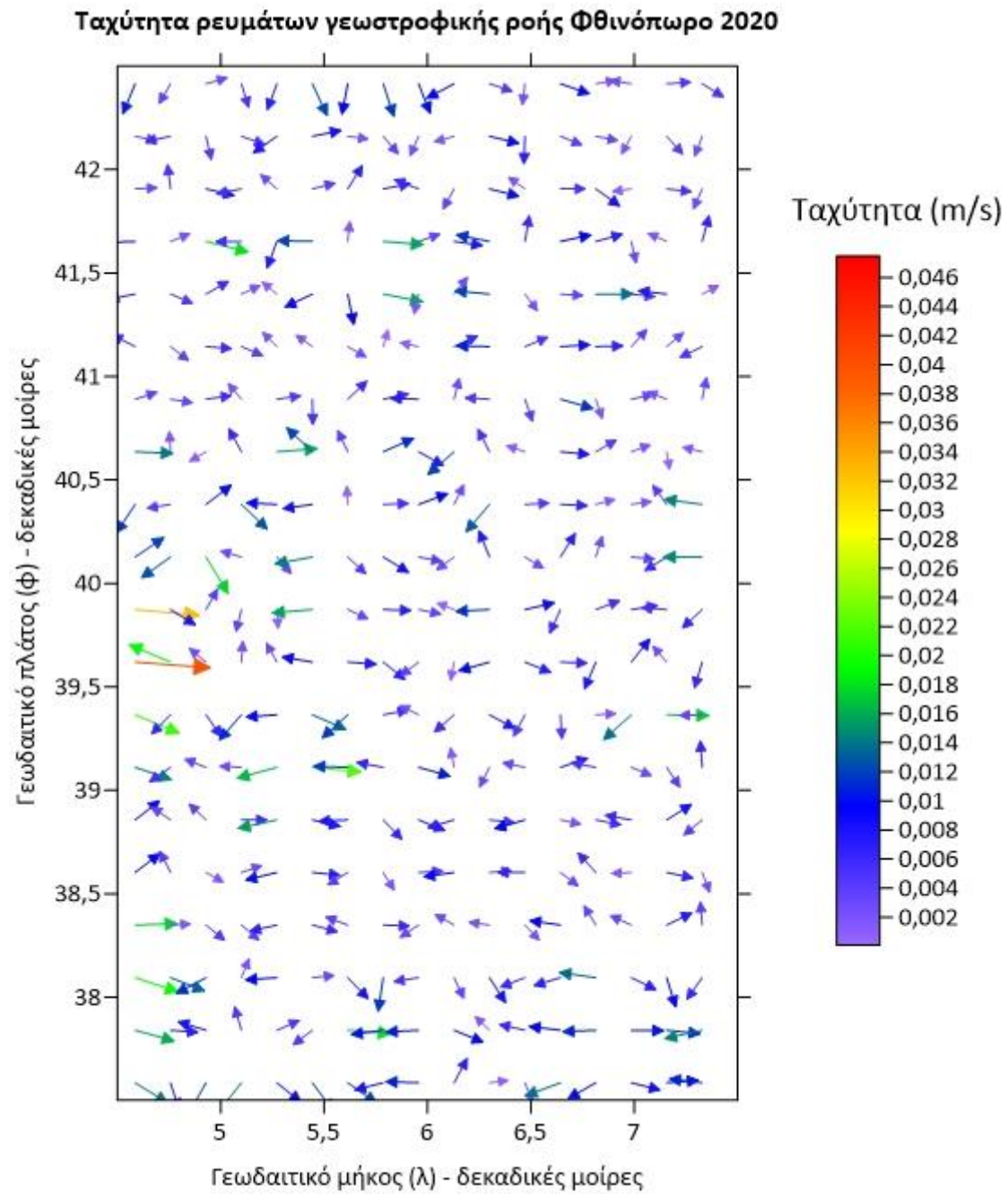
Εικόνα 154 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2023 EGM2008



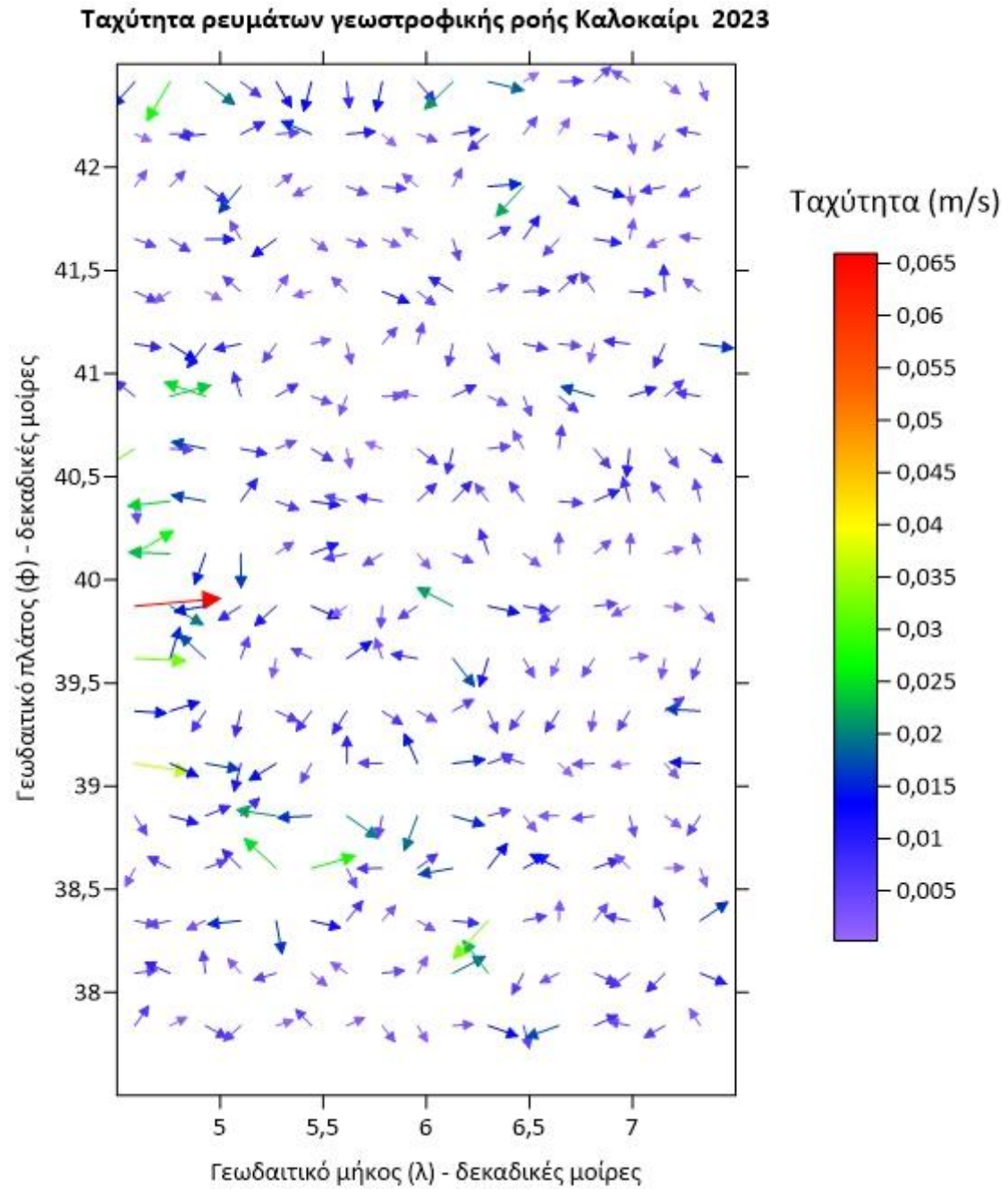
Εικόνα 155 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2022 EGM2008



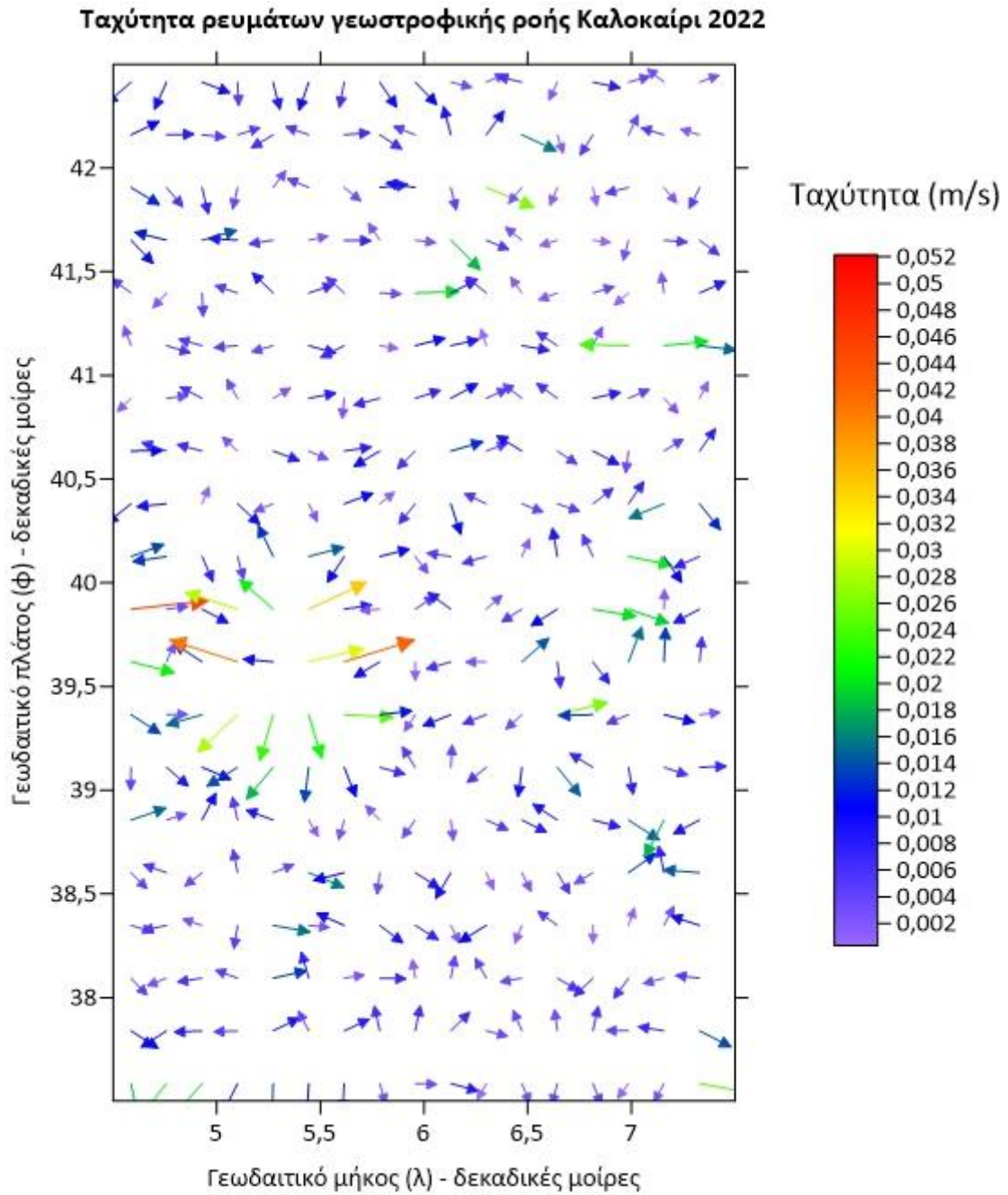
Εικόνα 156 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2021 EGM2008



Εικόνα 157 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2020 EGM2008

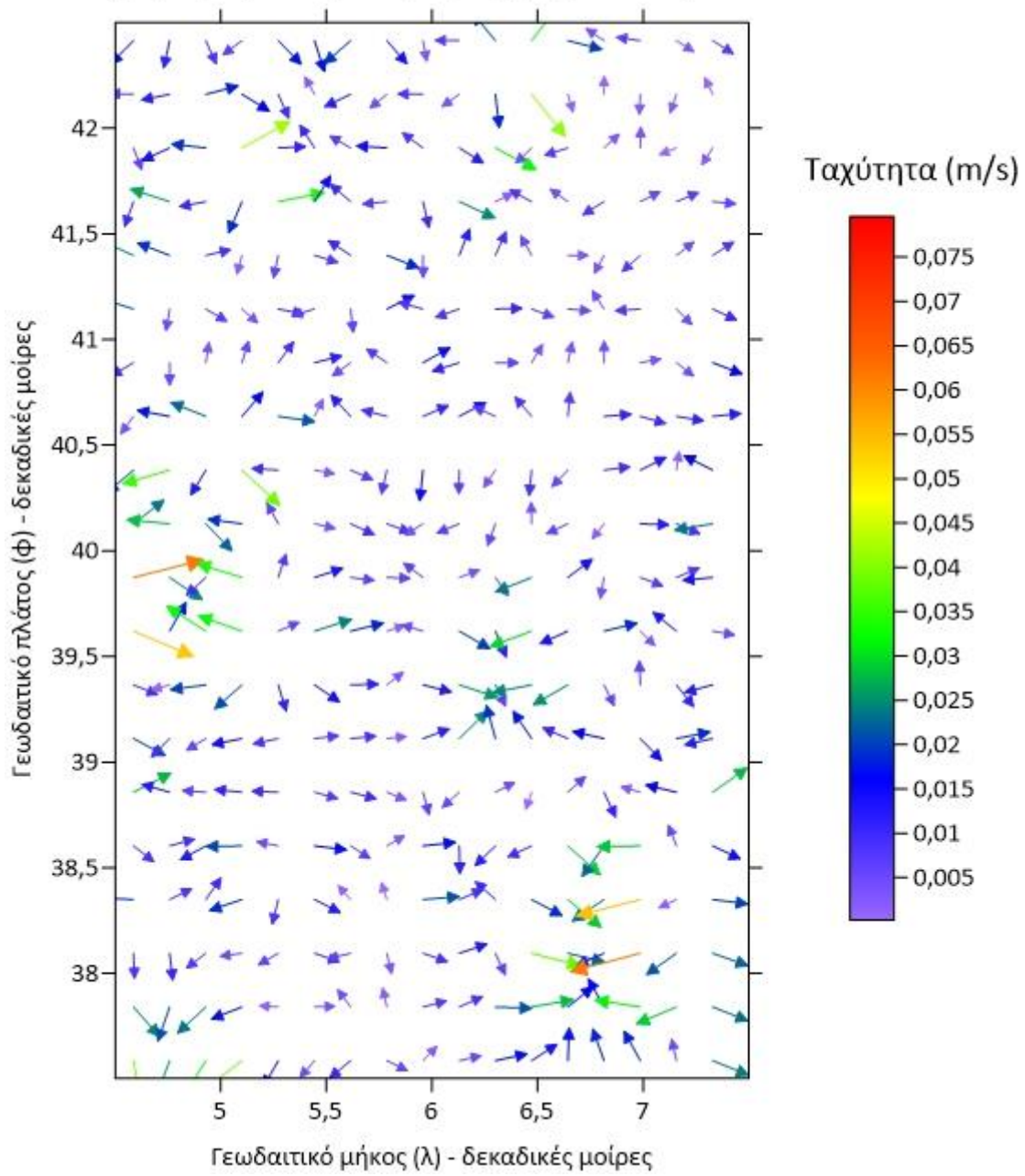


Εικόνα 158 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2023 EGM2008

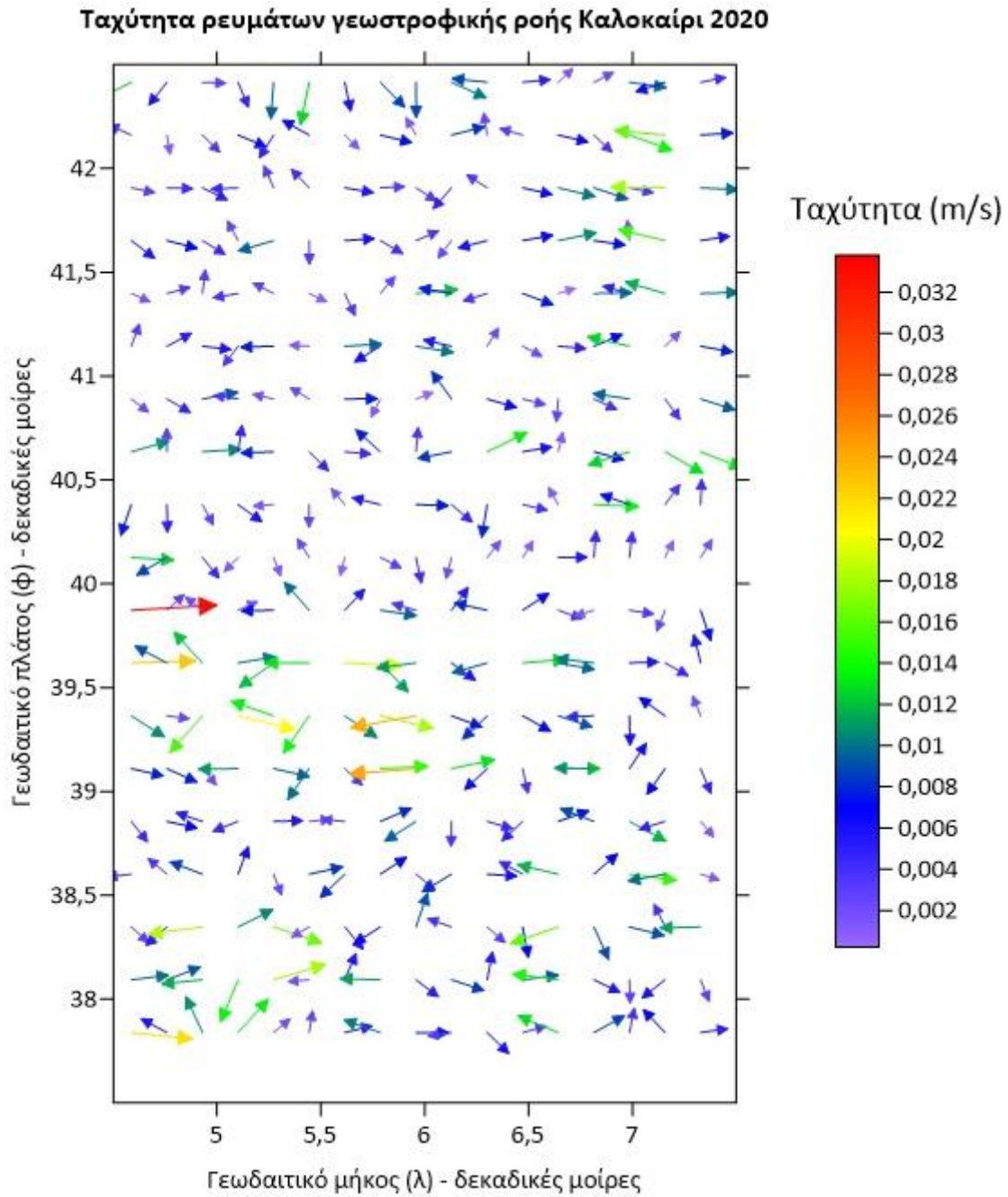


Εικόνα 159 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2022 EGM2008

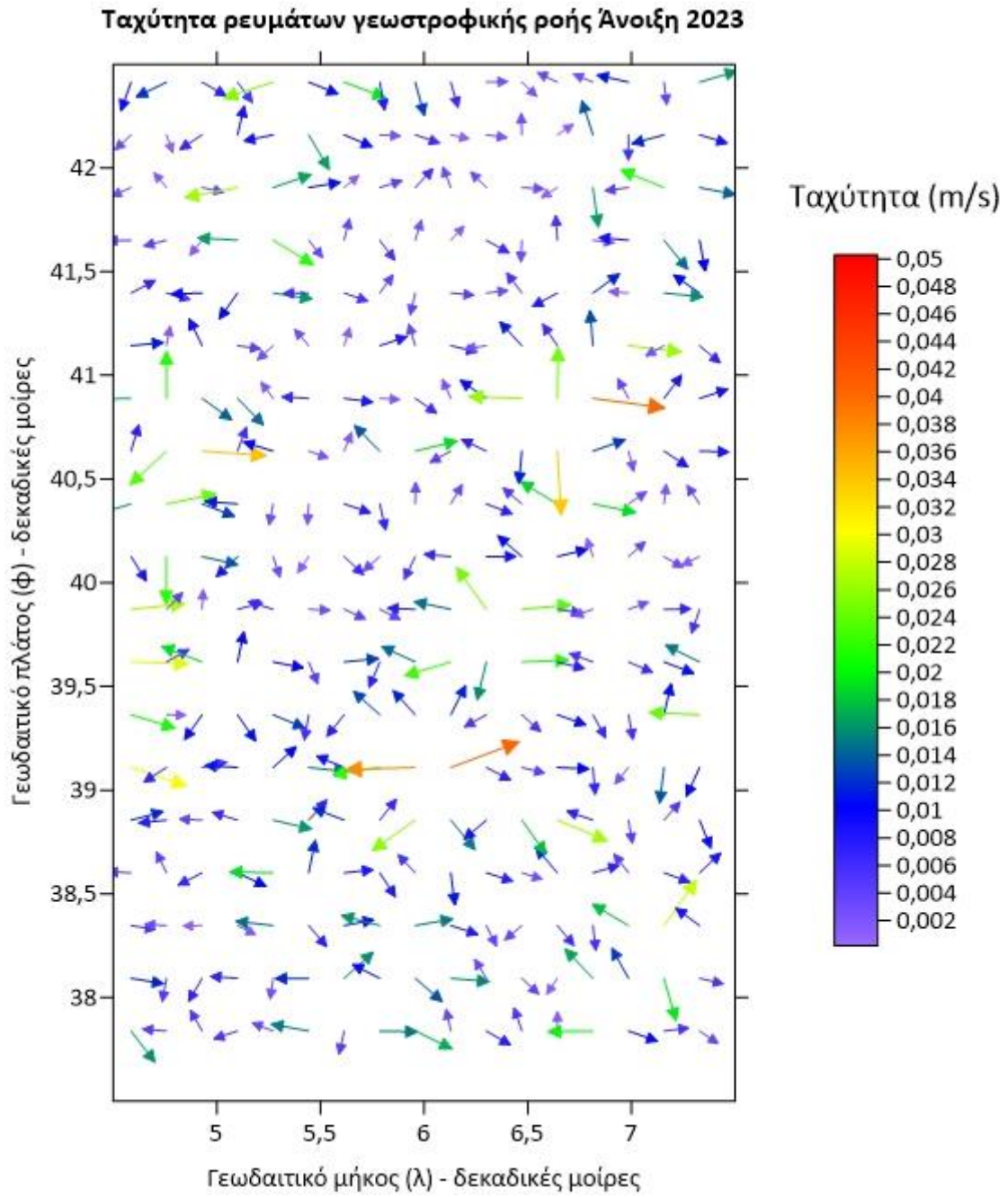
Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2021



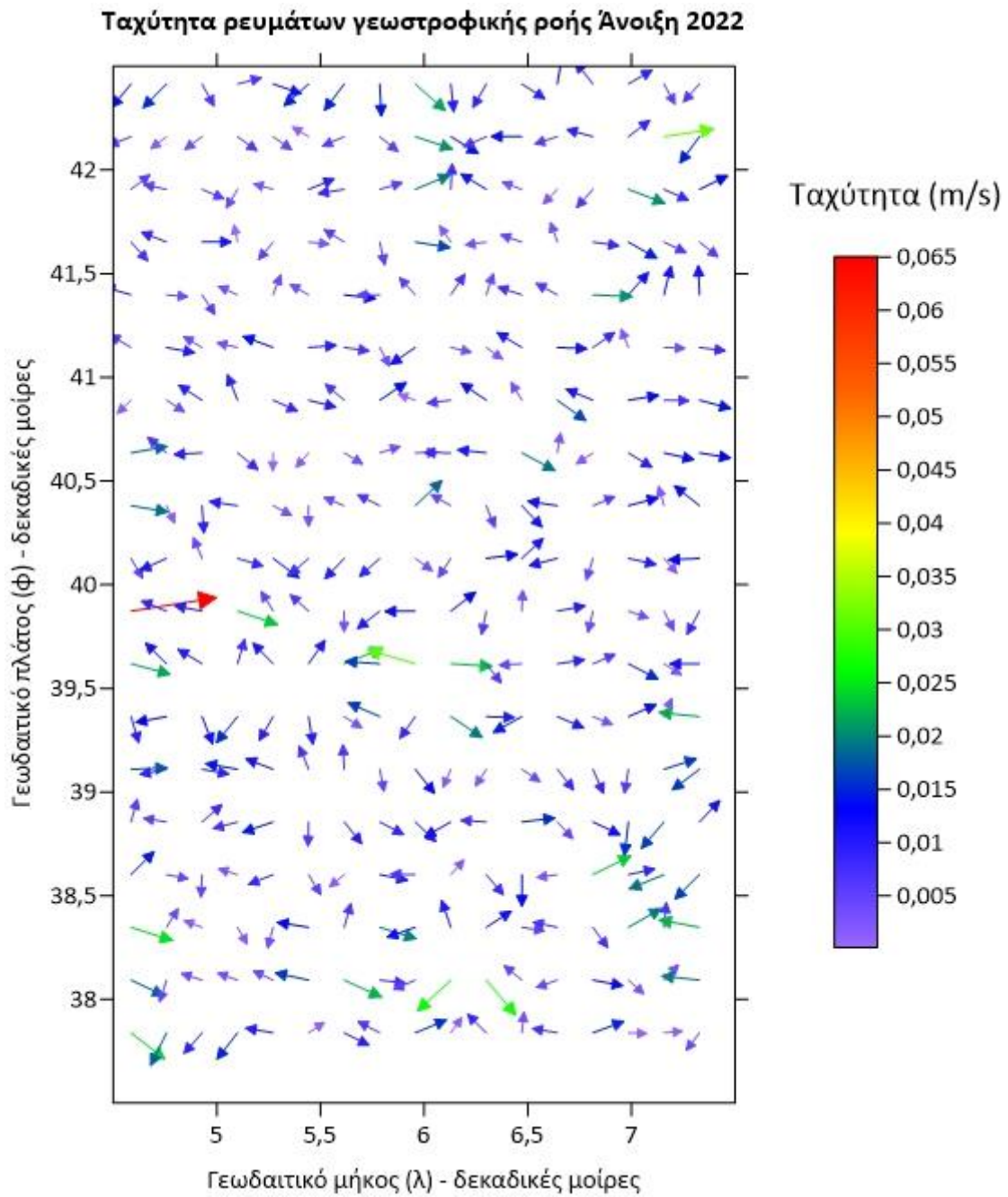
Εικόνα 160 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2021 EGM2008



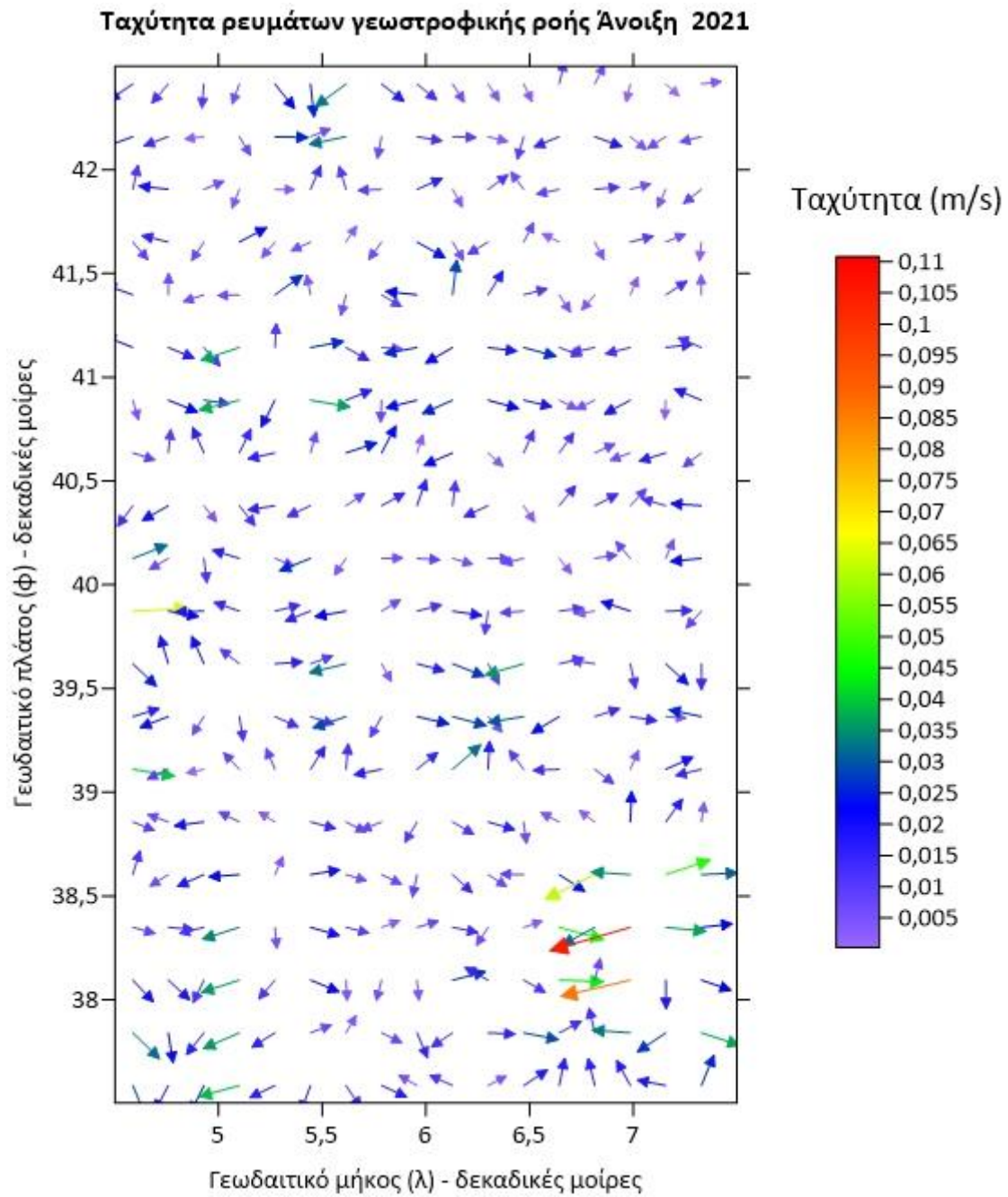
Εικόνα 161 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2020 EGM2008



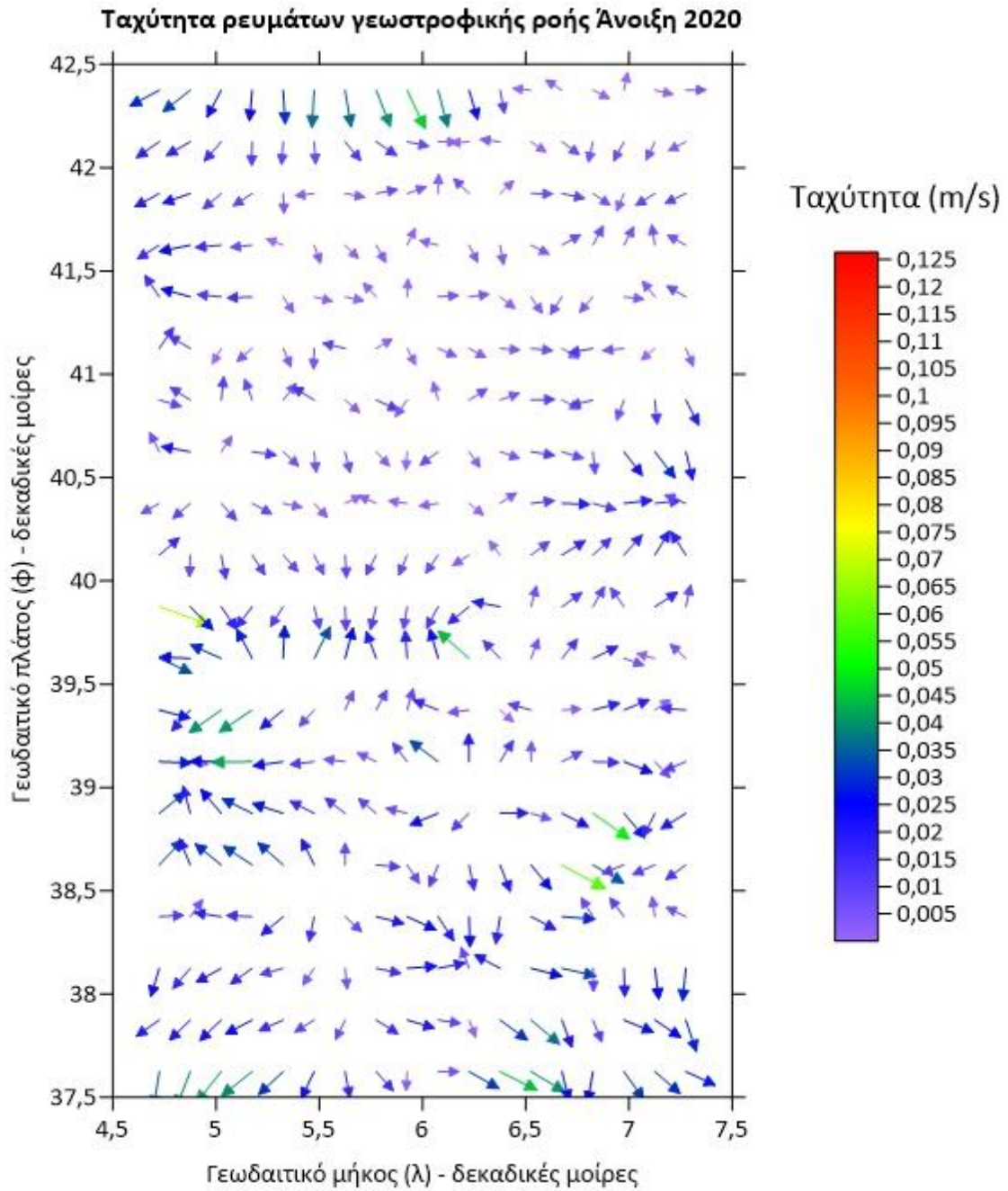
Εικόνα 162 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2023 EGM2008



Εικόνα 163 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2022 EGM2008



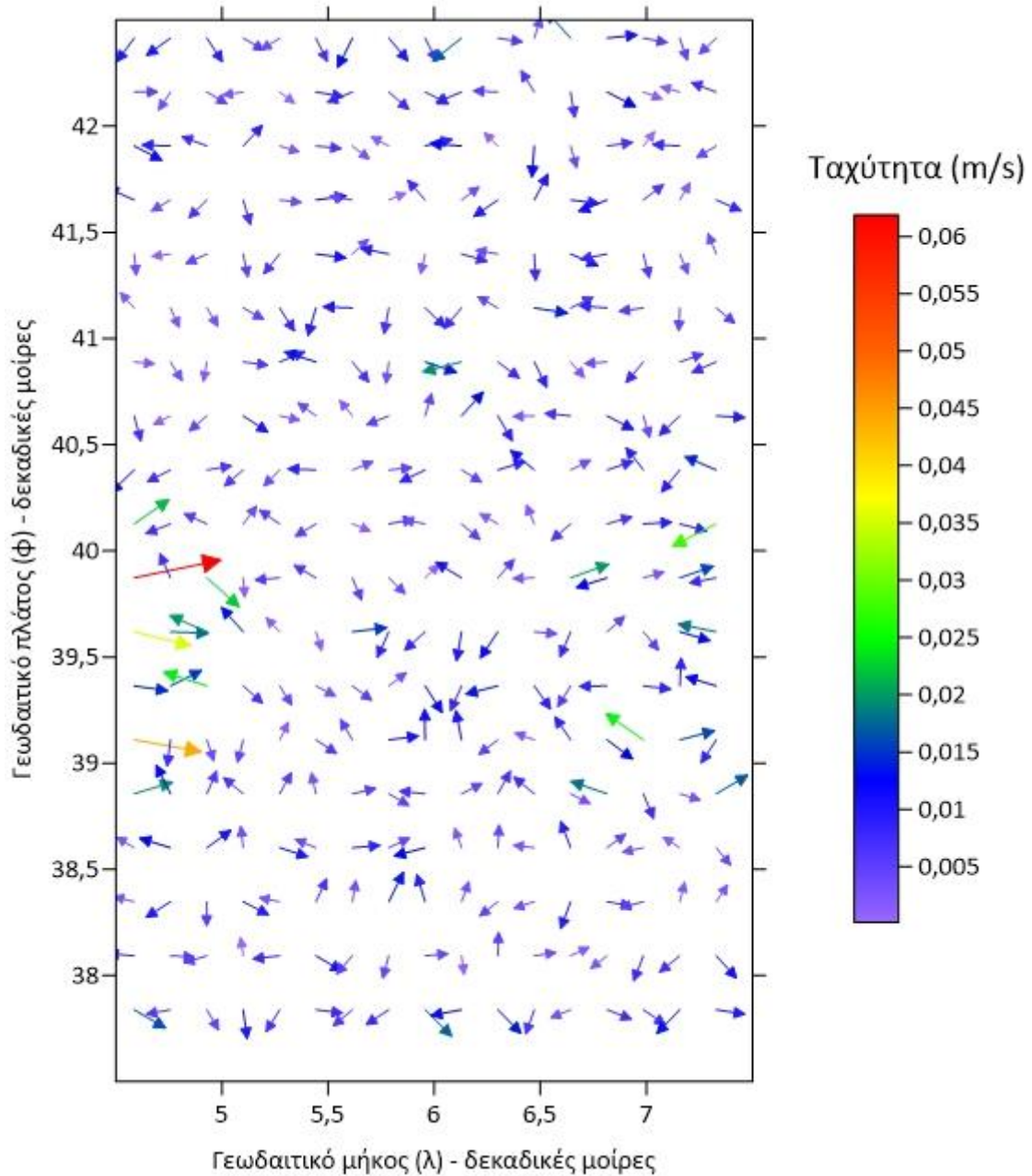
Εικόνα 164 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2021 EGM2008



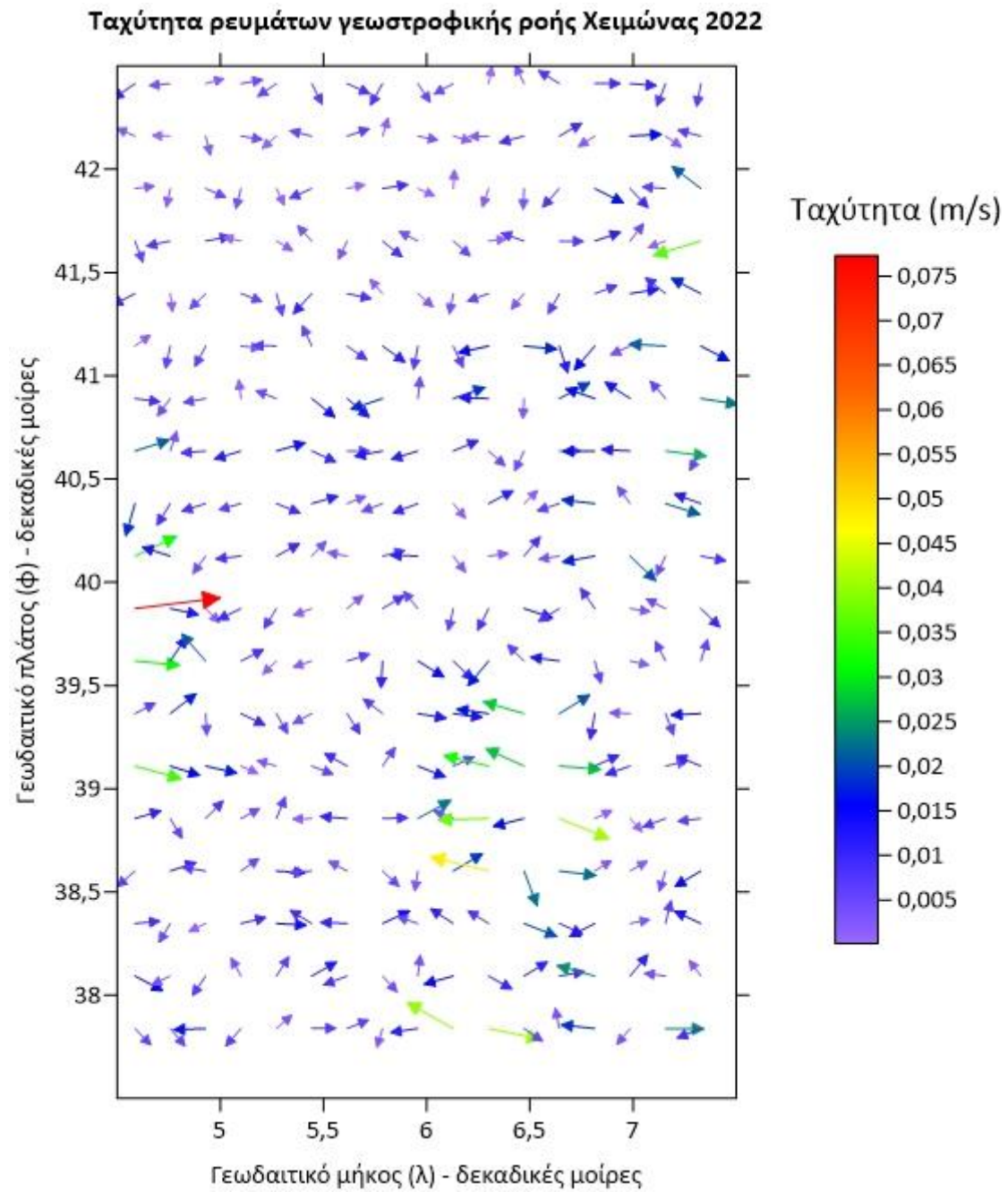
Εικόνα 165 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2020 EGM2008

ΧΑΡΤΕΣ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΡΟΗΣ EGM2008 SGG_UGM_2

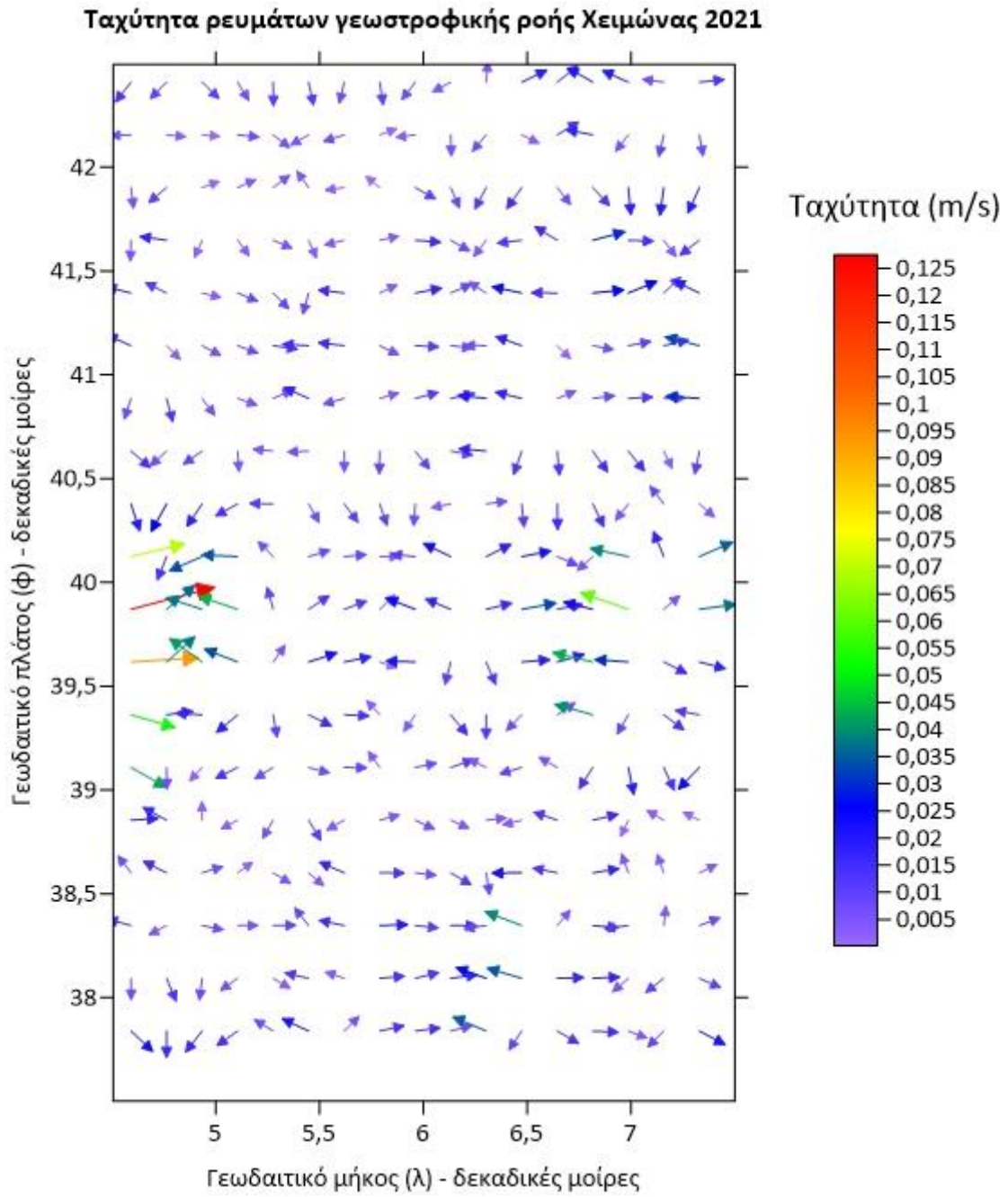
Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2023



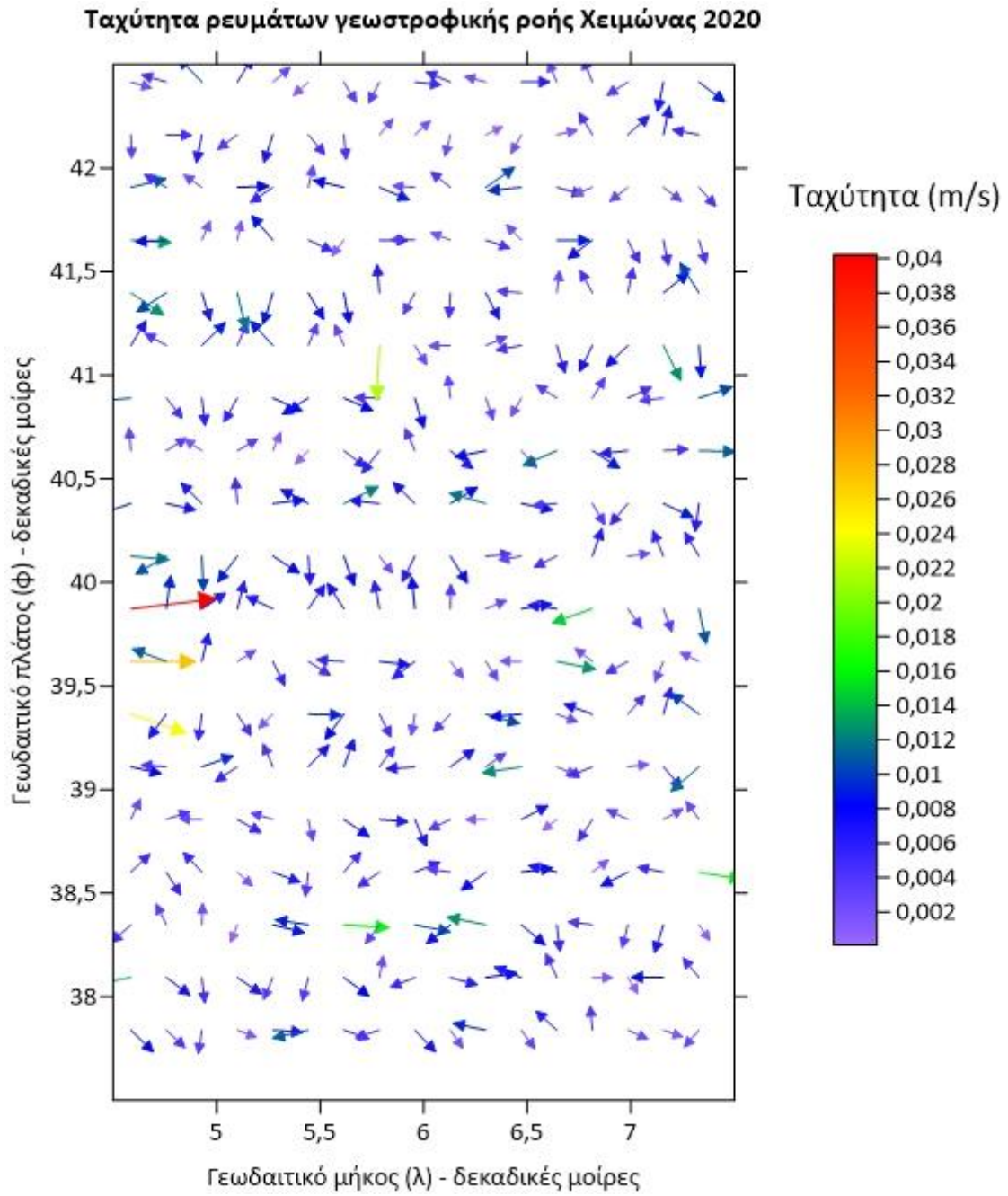
Εικόνα 166 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2023 SGG_UGM_2



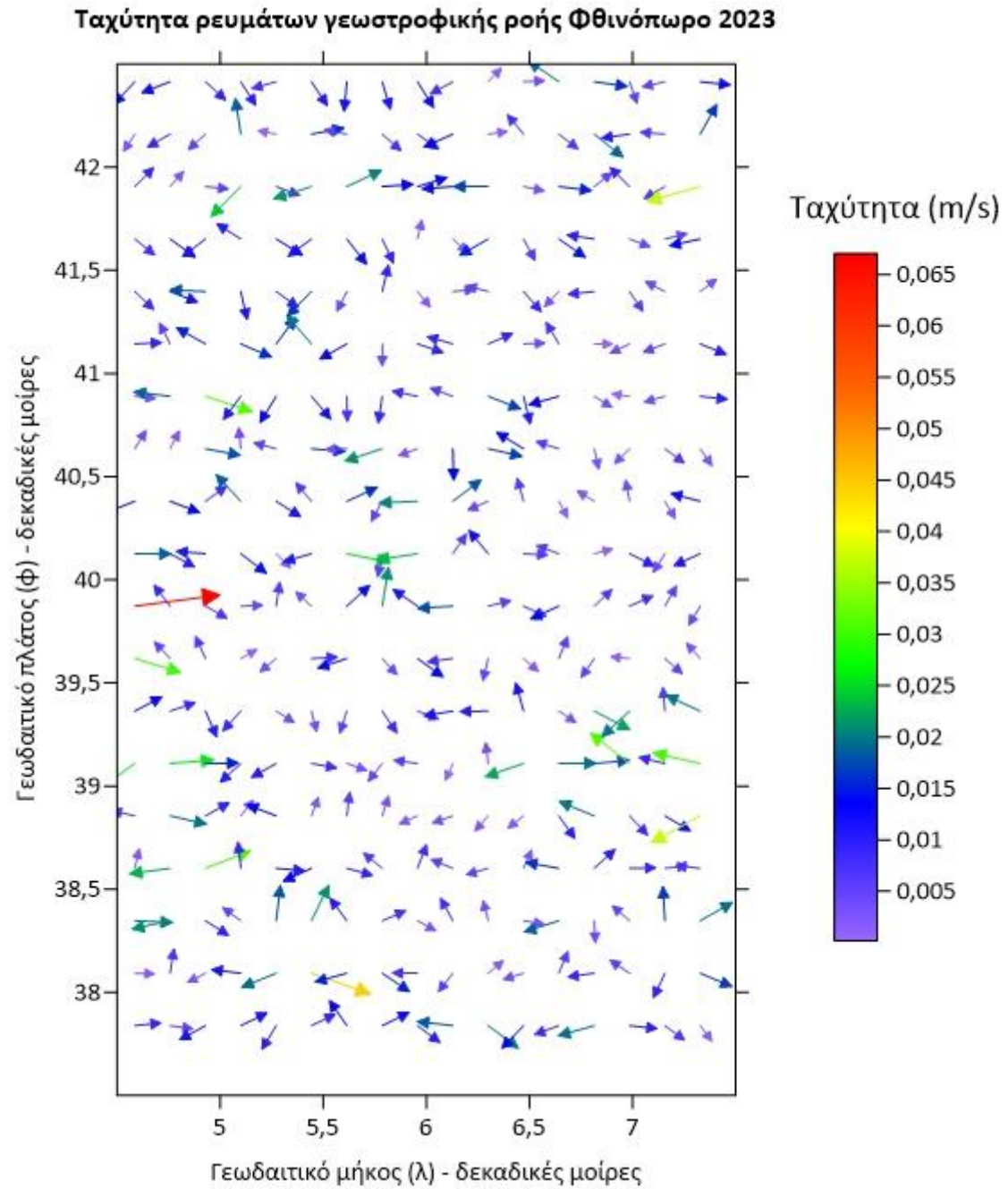
Εικόνα 167 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2022 SGG_UGM_2



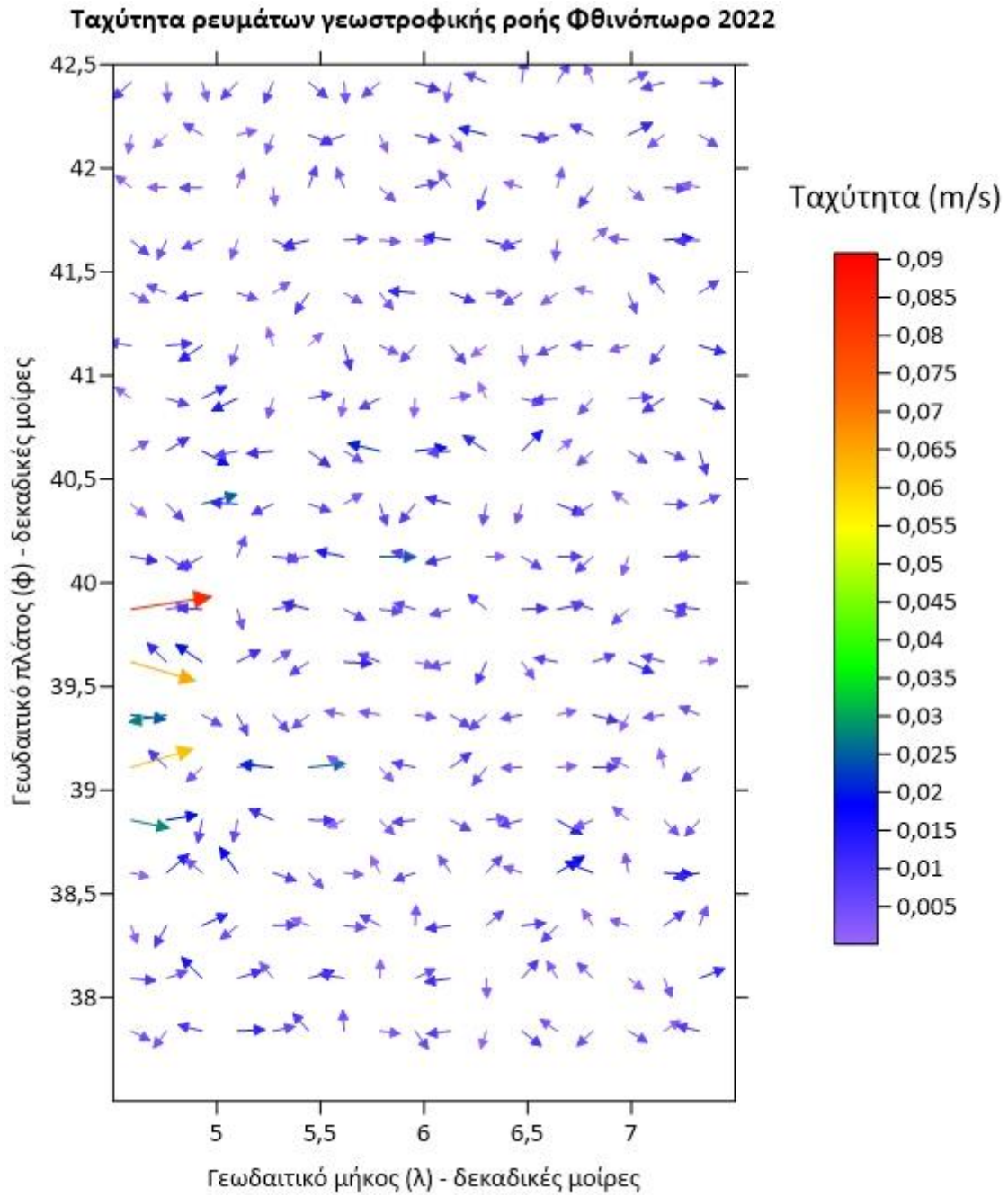
Εικόνα 168 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2021 SGG_UGM_2



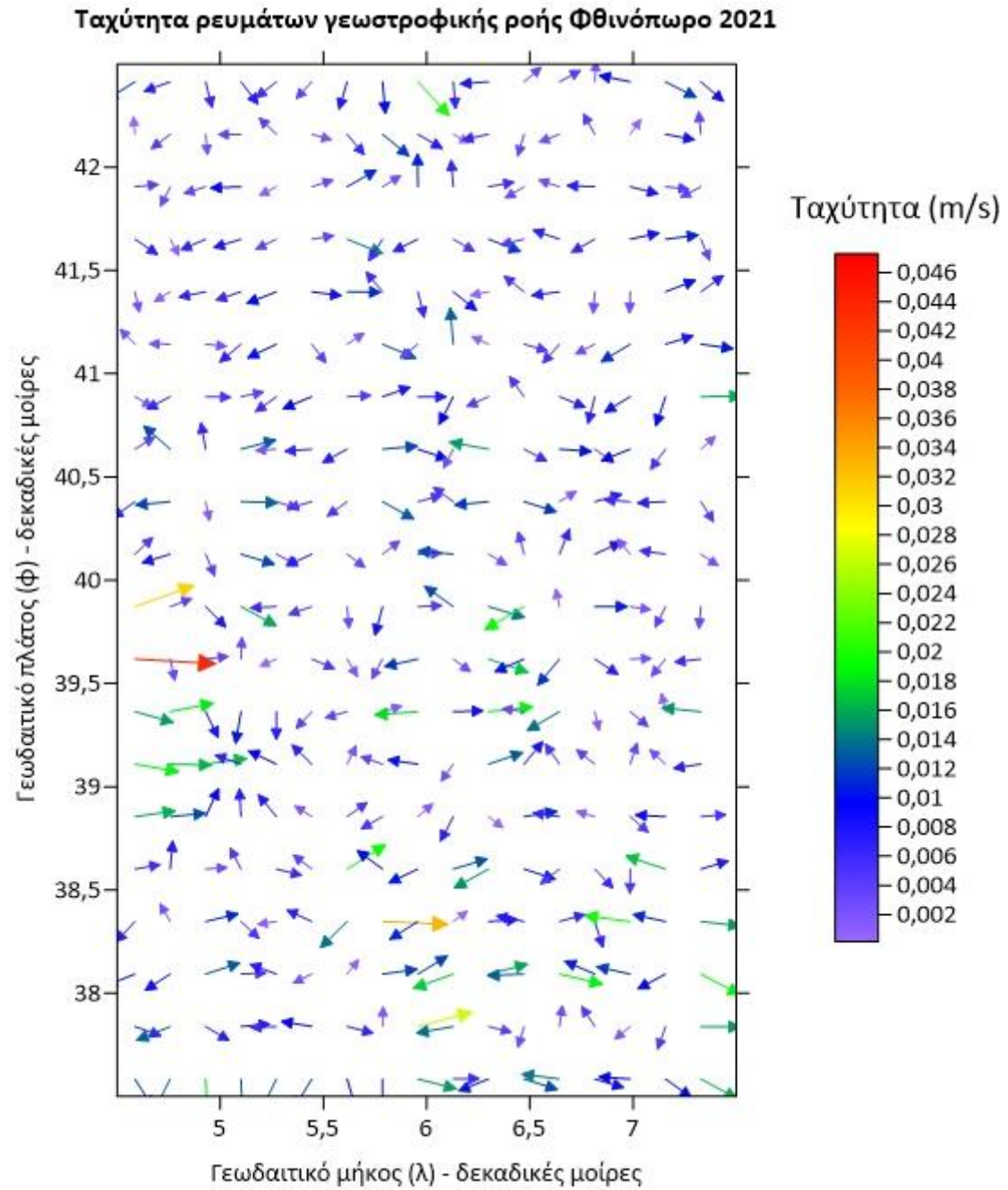
Εικόνα 169 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2020 SGG_UGM_2



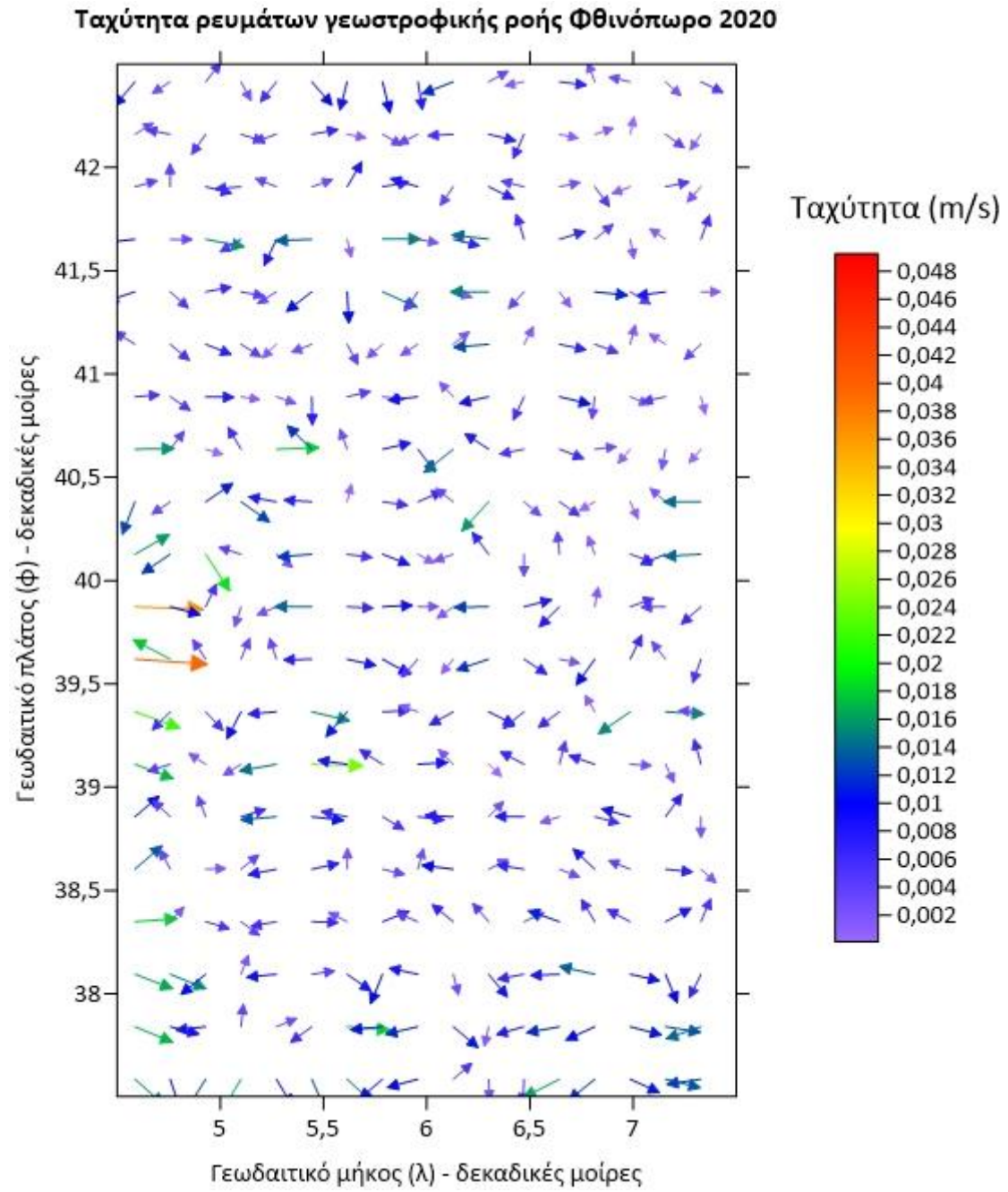
Εικόνα 170 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2023 SGG_UGM_2



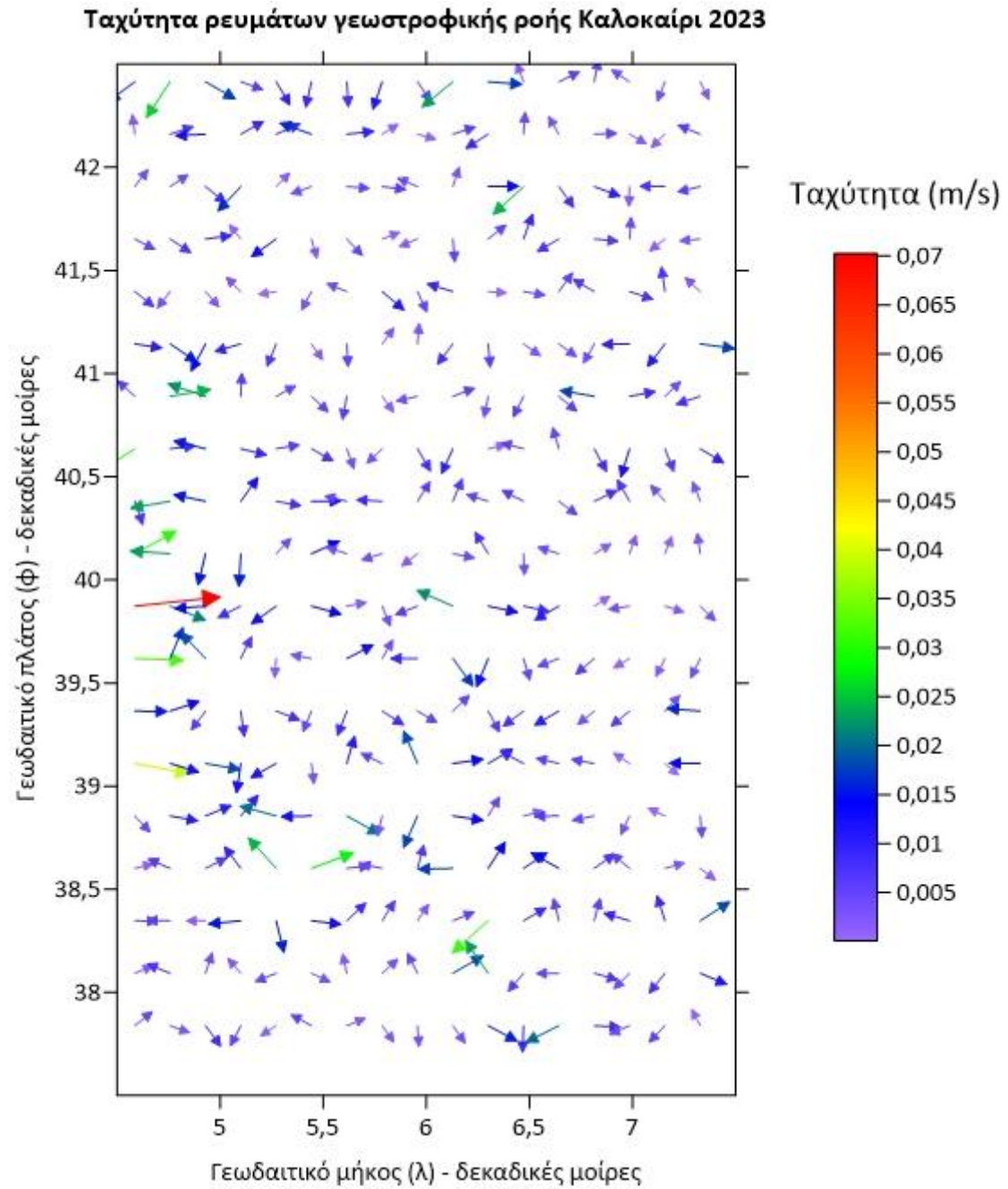
Εικόνα 171 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2022 SGG_UGM_2



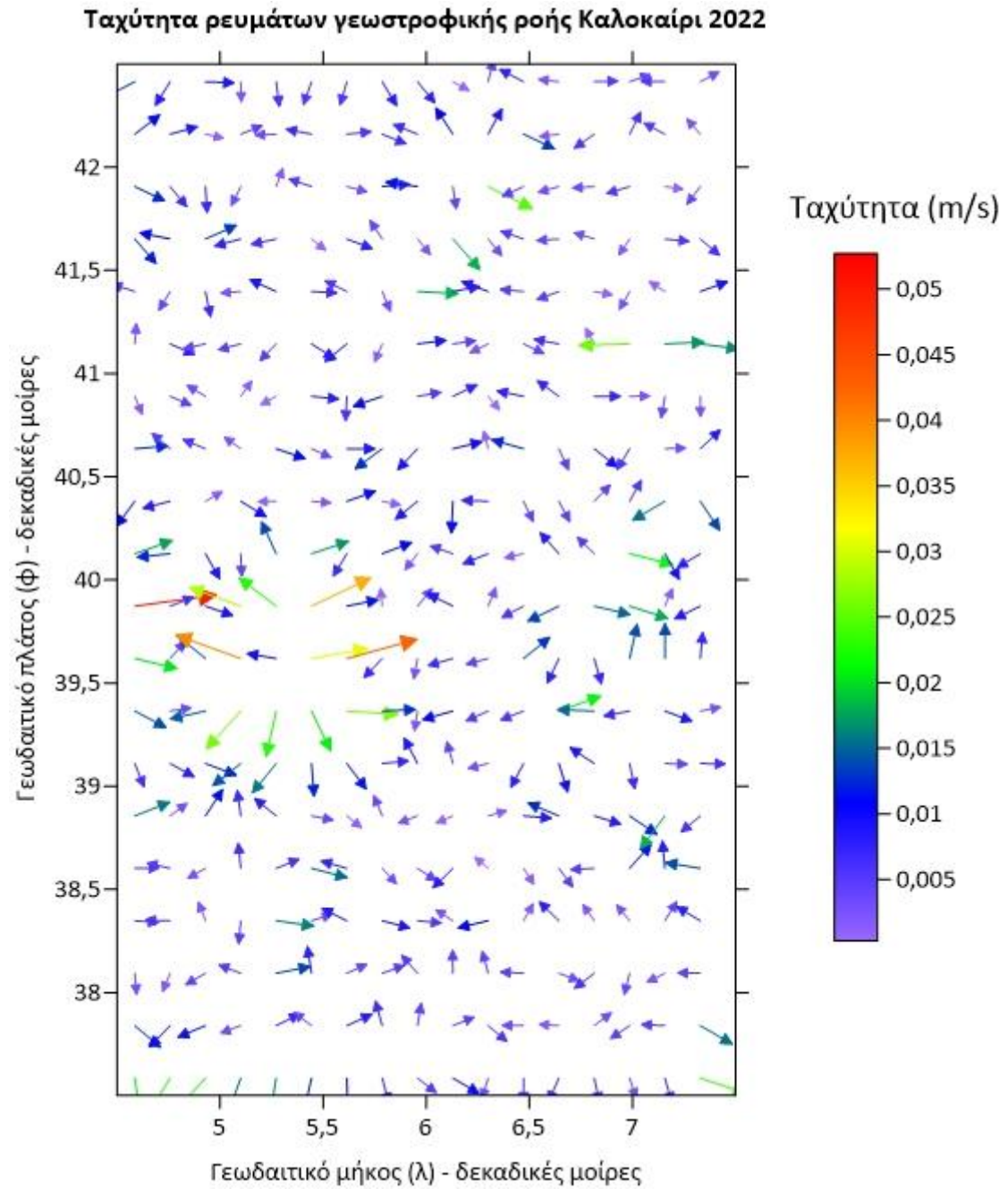
Εικόνα 172 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2021 SGG_UGM_2



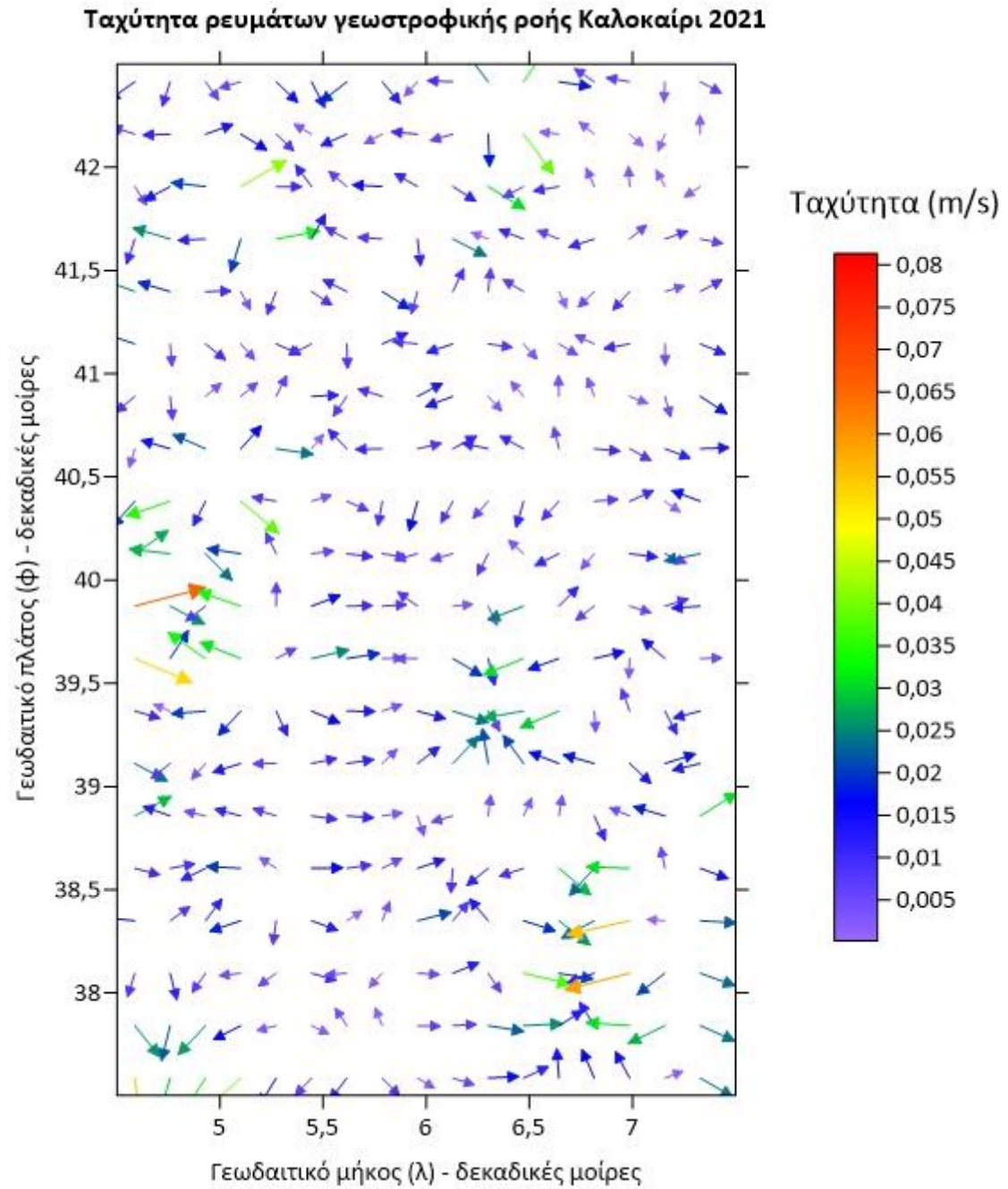
Εικόνα 173 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2020 SGG_UGM_2



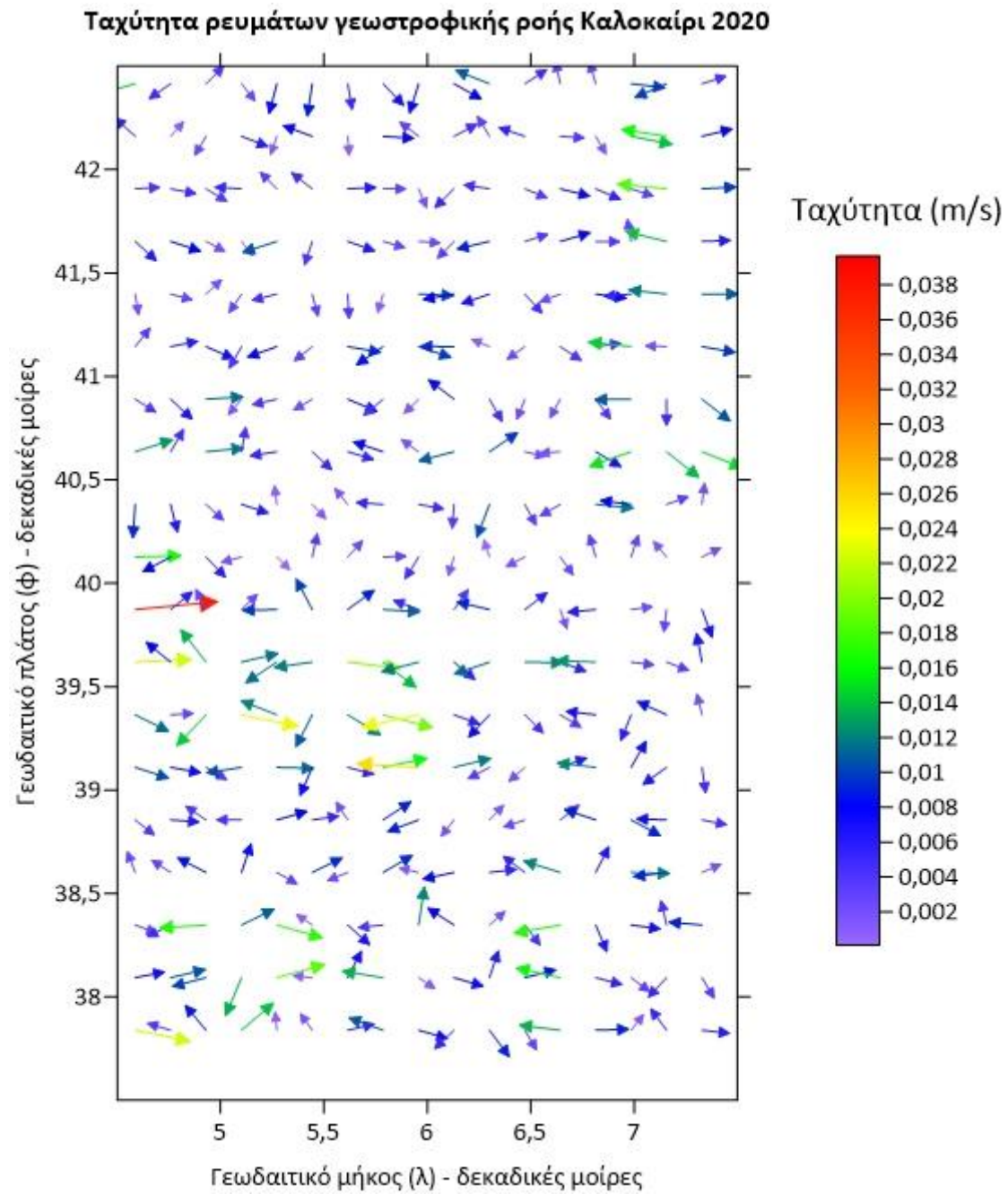
Εικόνα 174 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2023 SGG_UGM_2



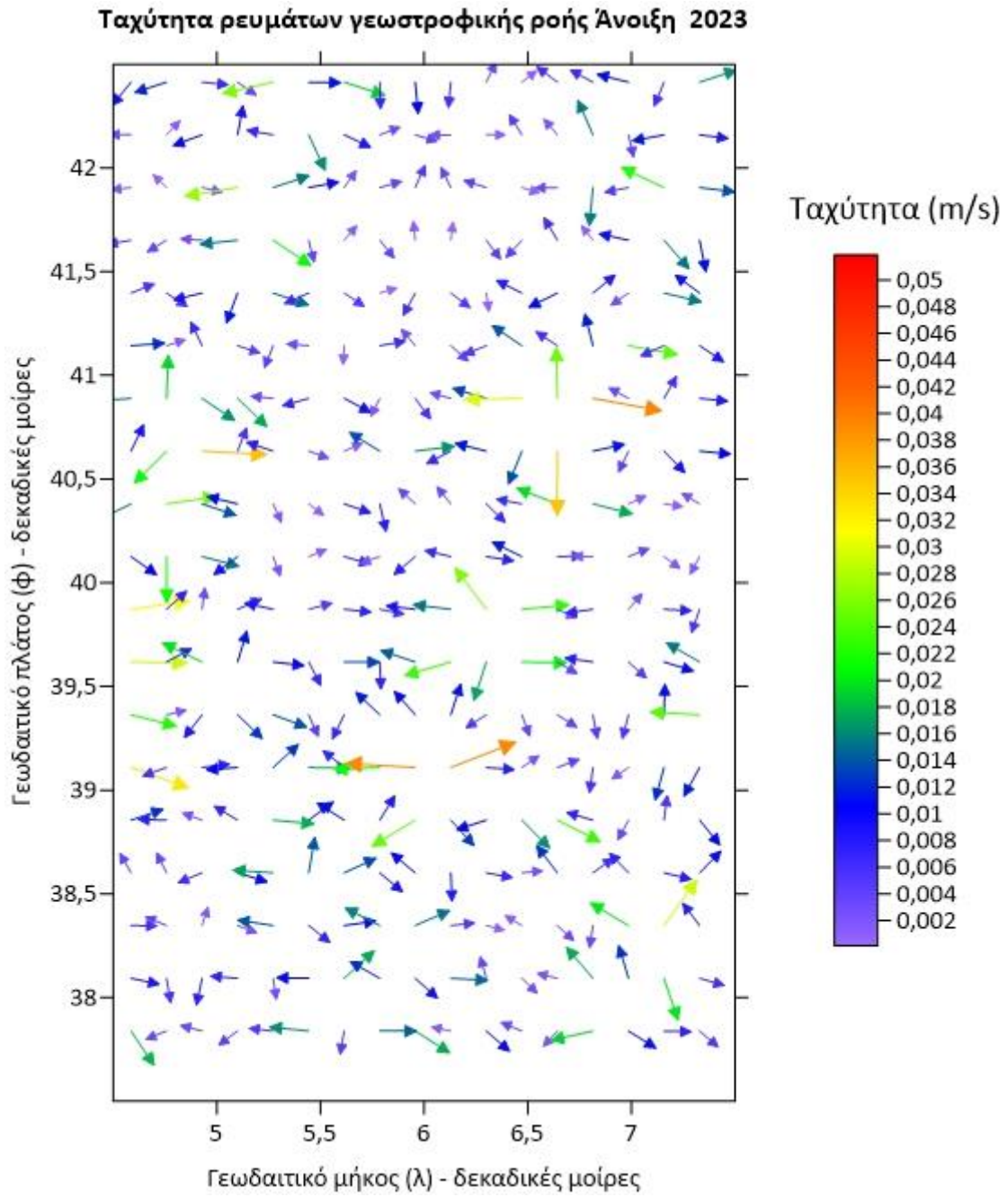
Εικόνα 175 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2022 SGG_UGM_2



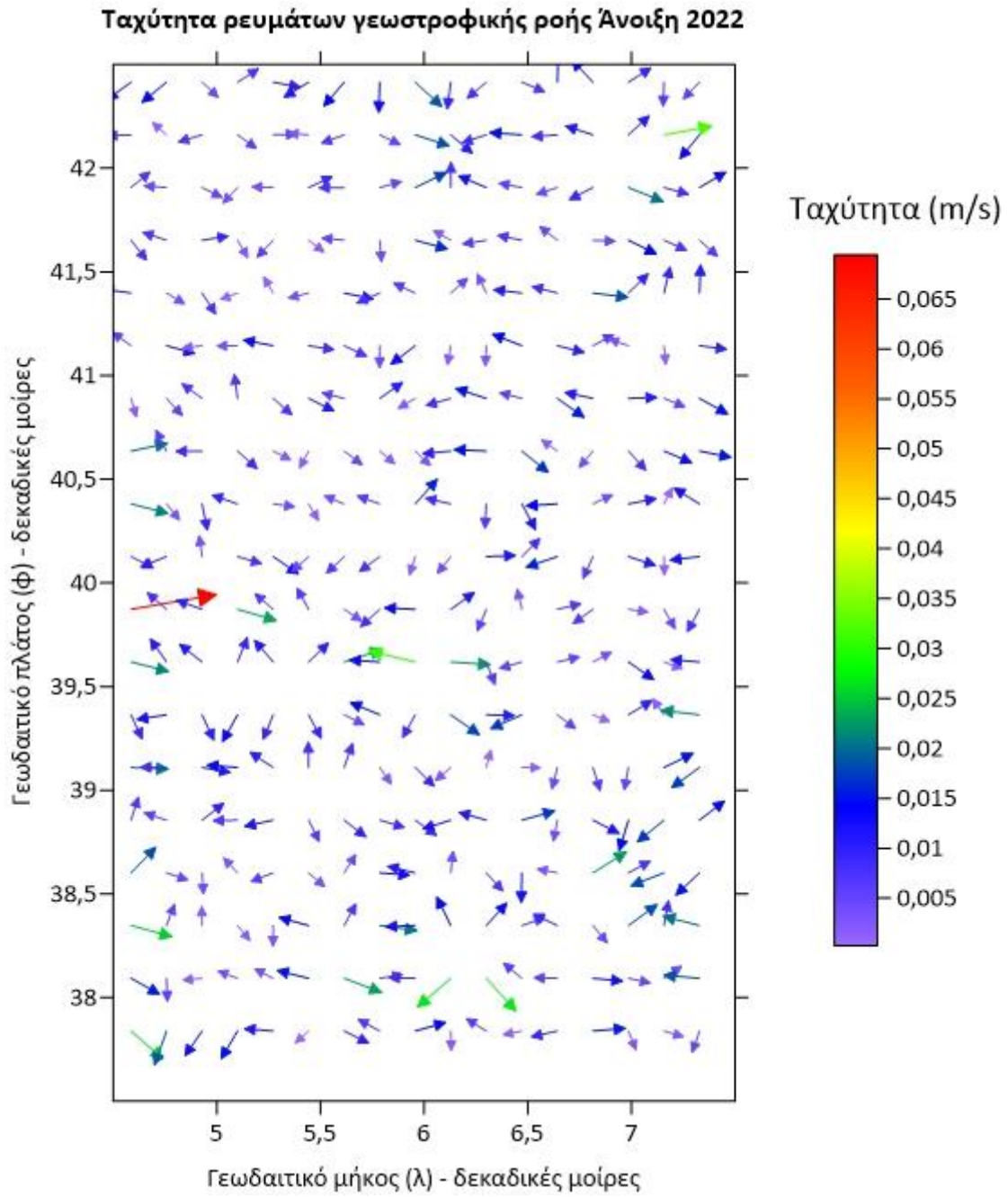
Εικόνα 176 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2021 SGG_UGM_2



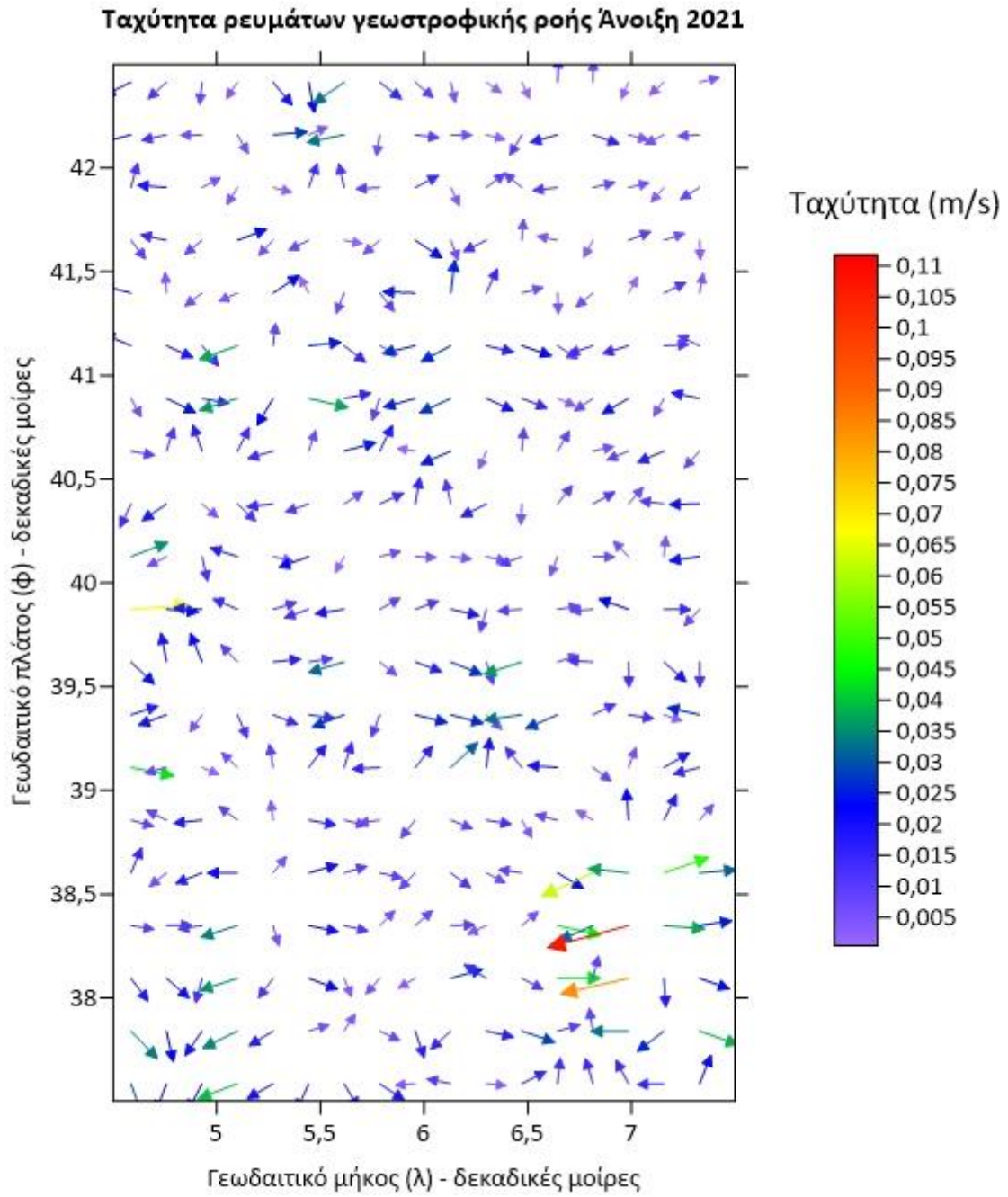
Εικόνα 177 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2020 SGG_UGM_2



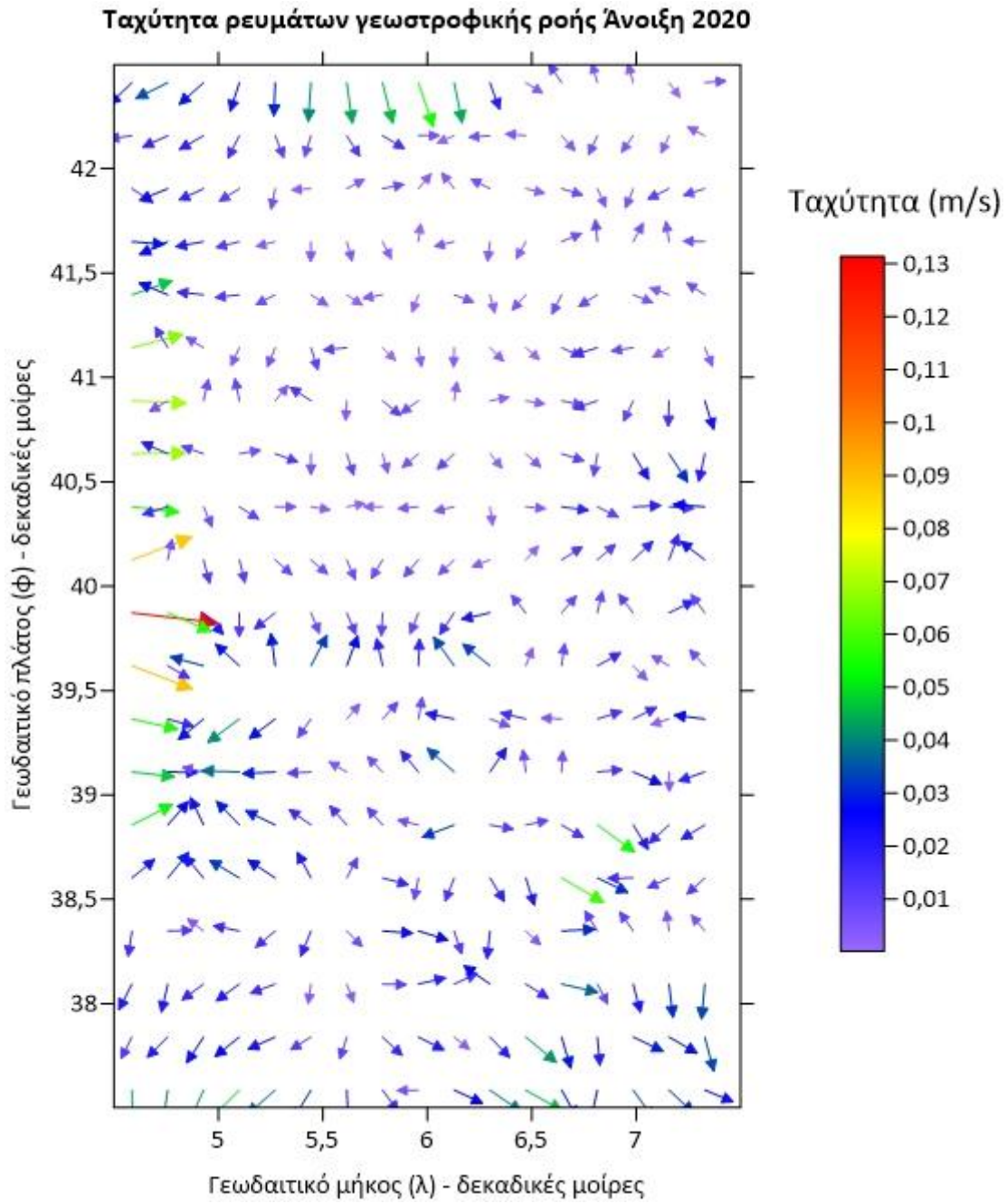
Εικόνα 178 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2023 SGG_UGM_2



Εικόνα 179 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2022 SGG_UGM_2



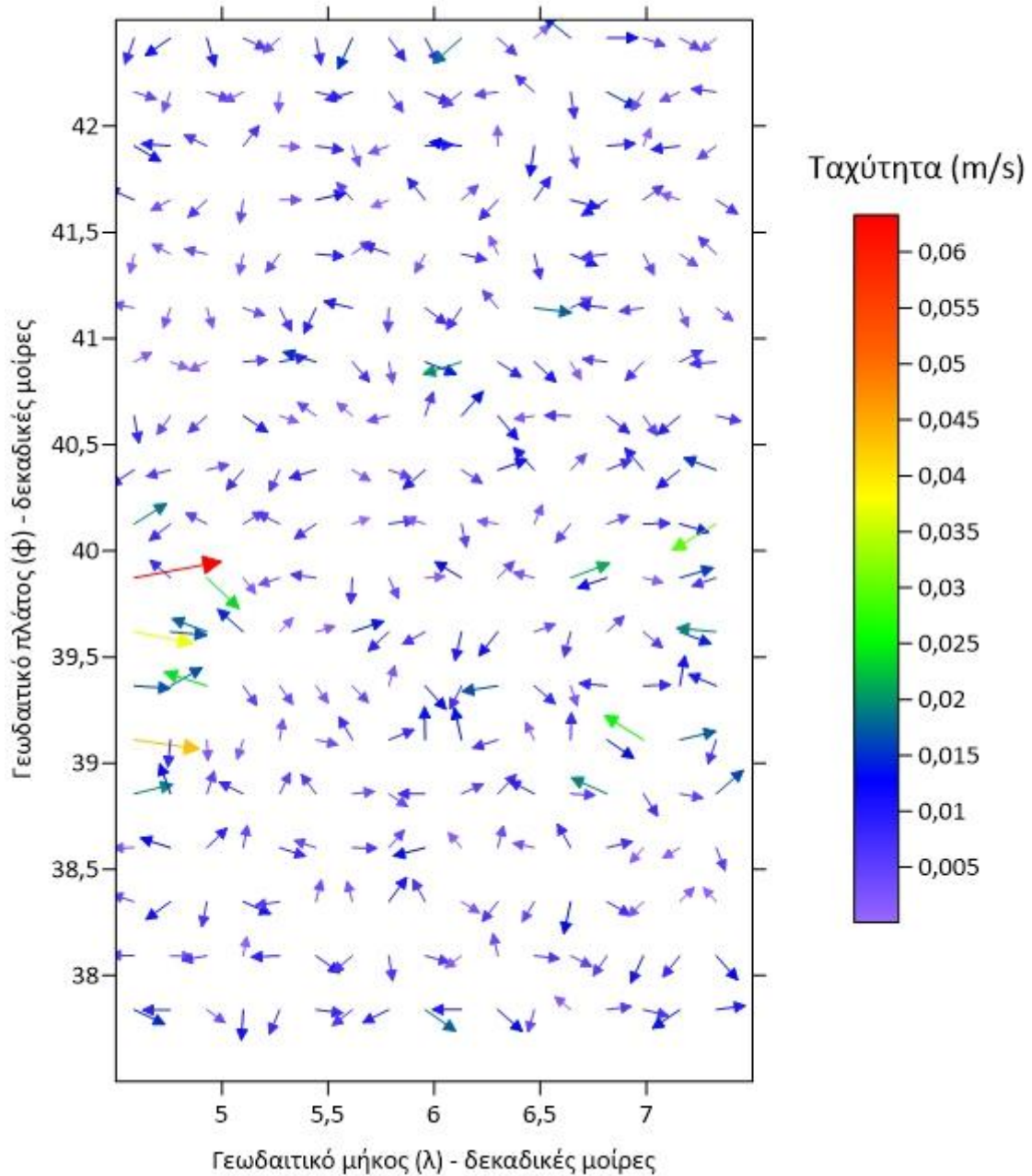
Εικόνα 180 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2021 SGG_UGM_2



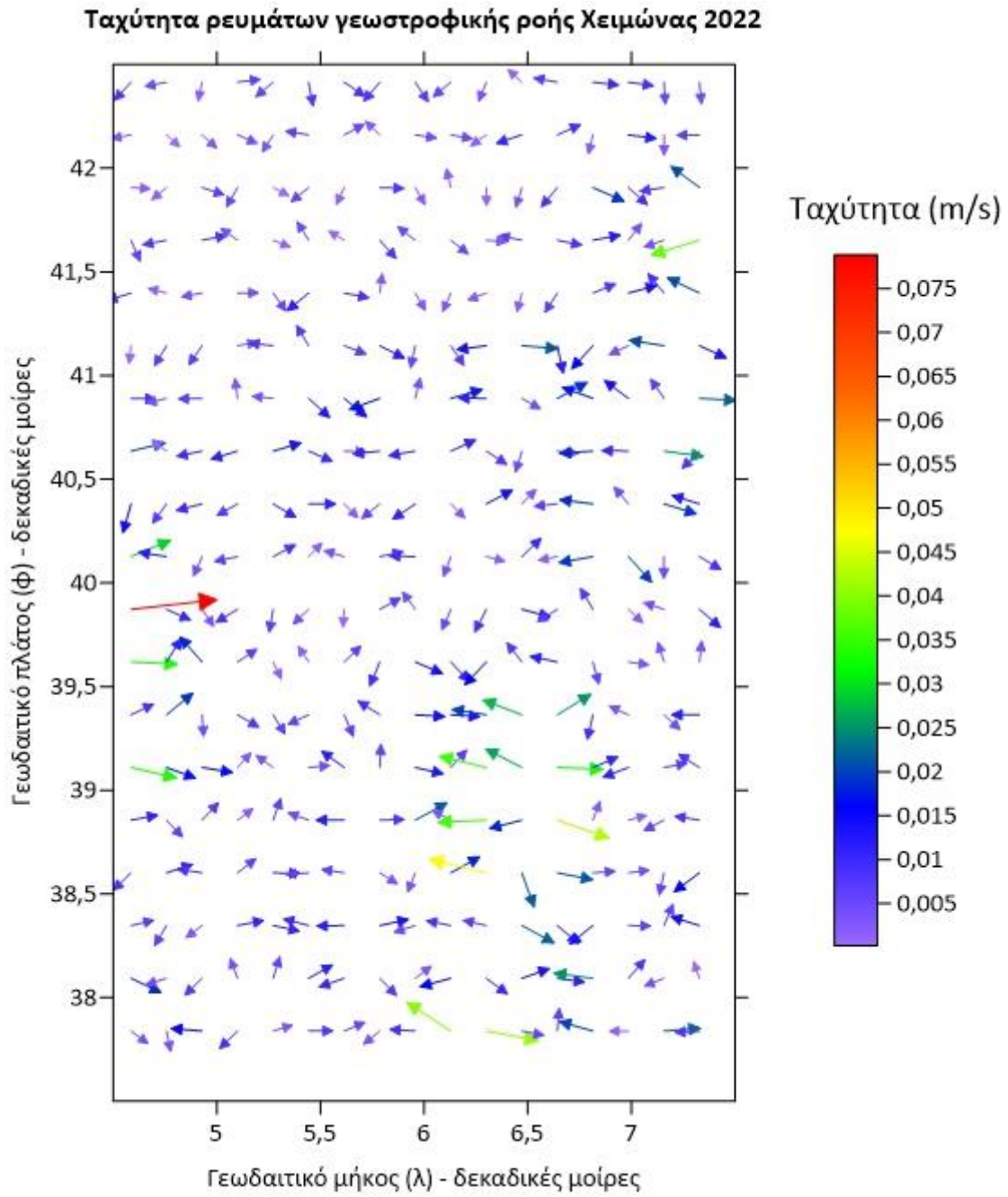
Εικόνα 181 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2020 SGG_UGM_2

ΧΑΡΤΕΣ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΡΟΗΣ EGM2008 2190_XGM_2019

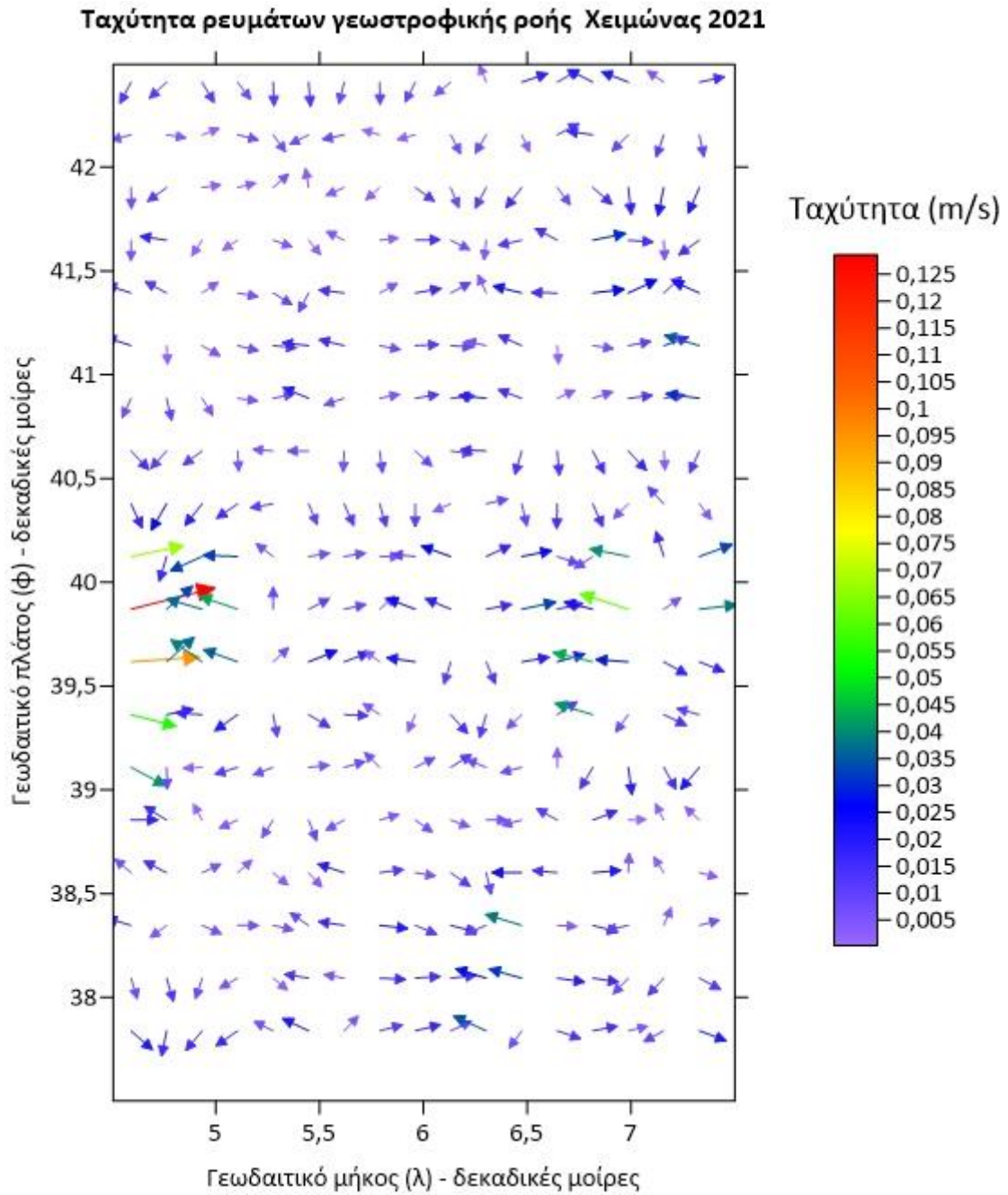
Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2023



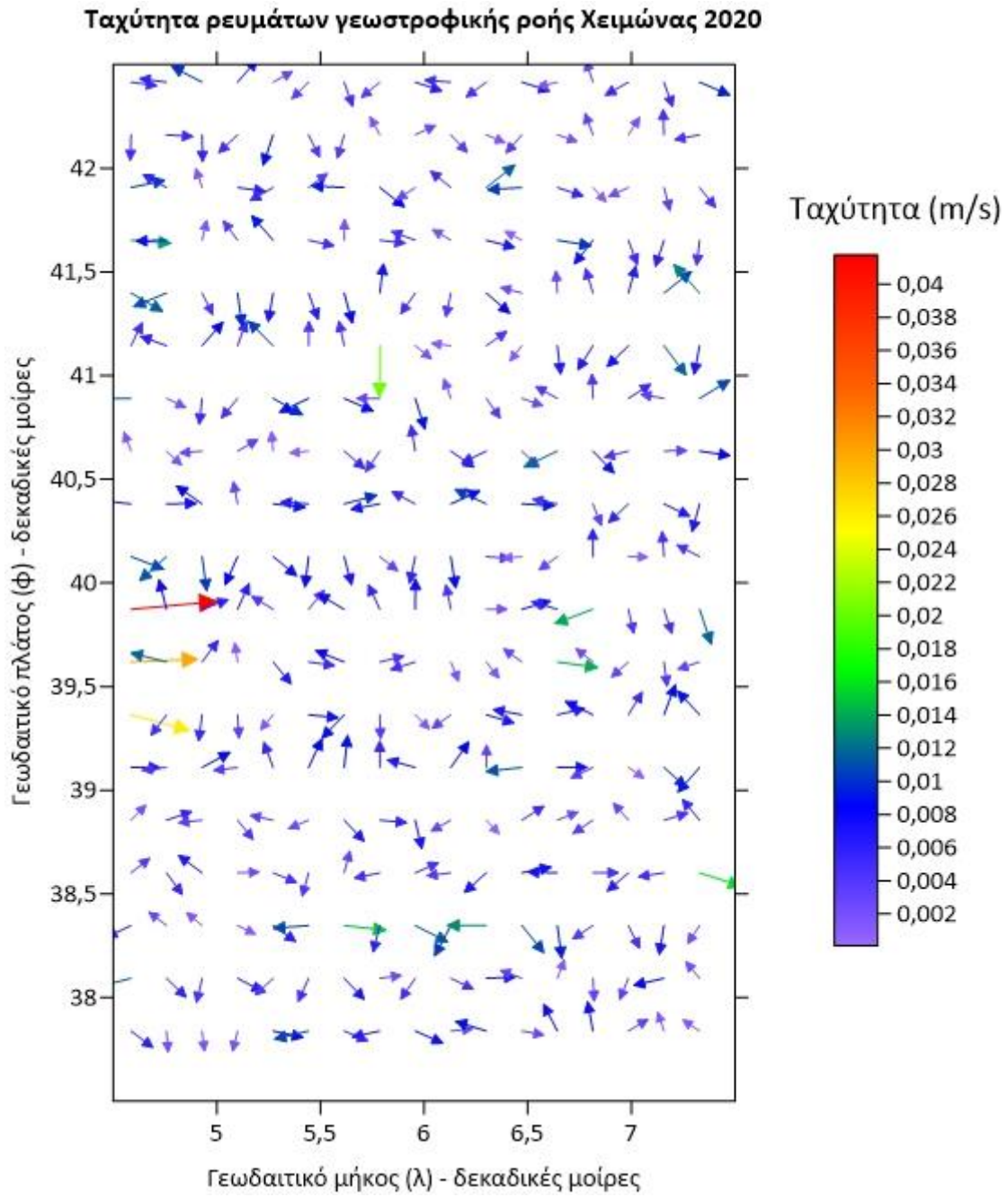
Εικόνα 182 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2023 2190_XGM_2019



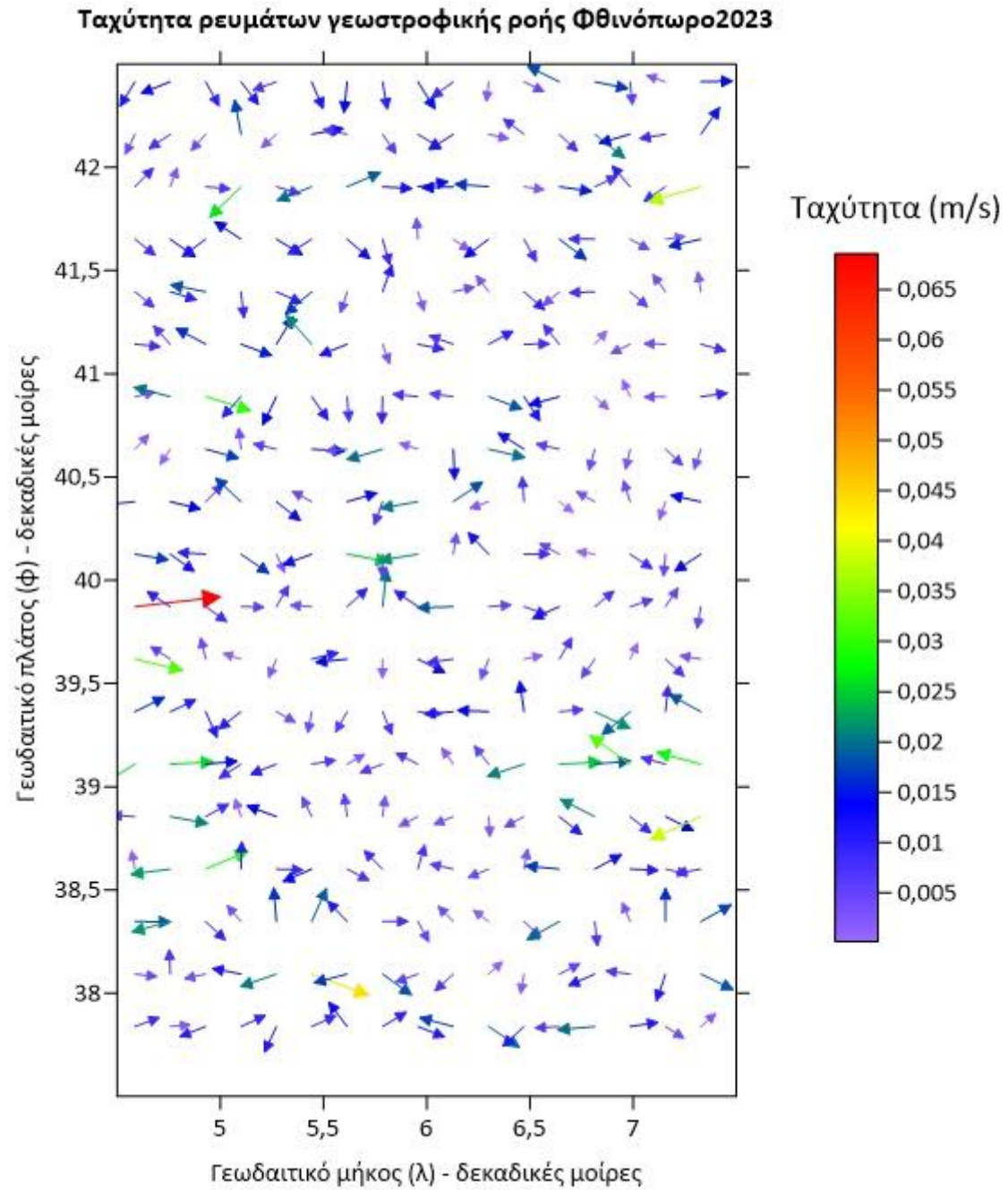
Εικόνα 183 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2022 2190_XGM_2019



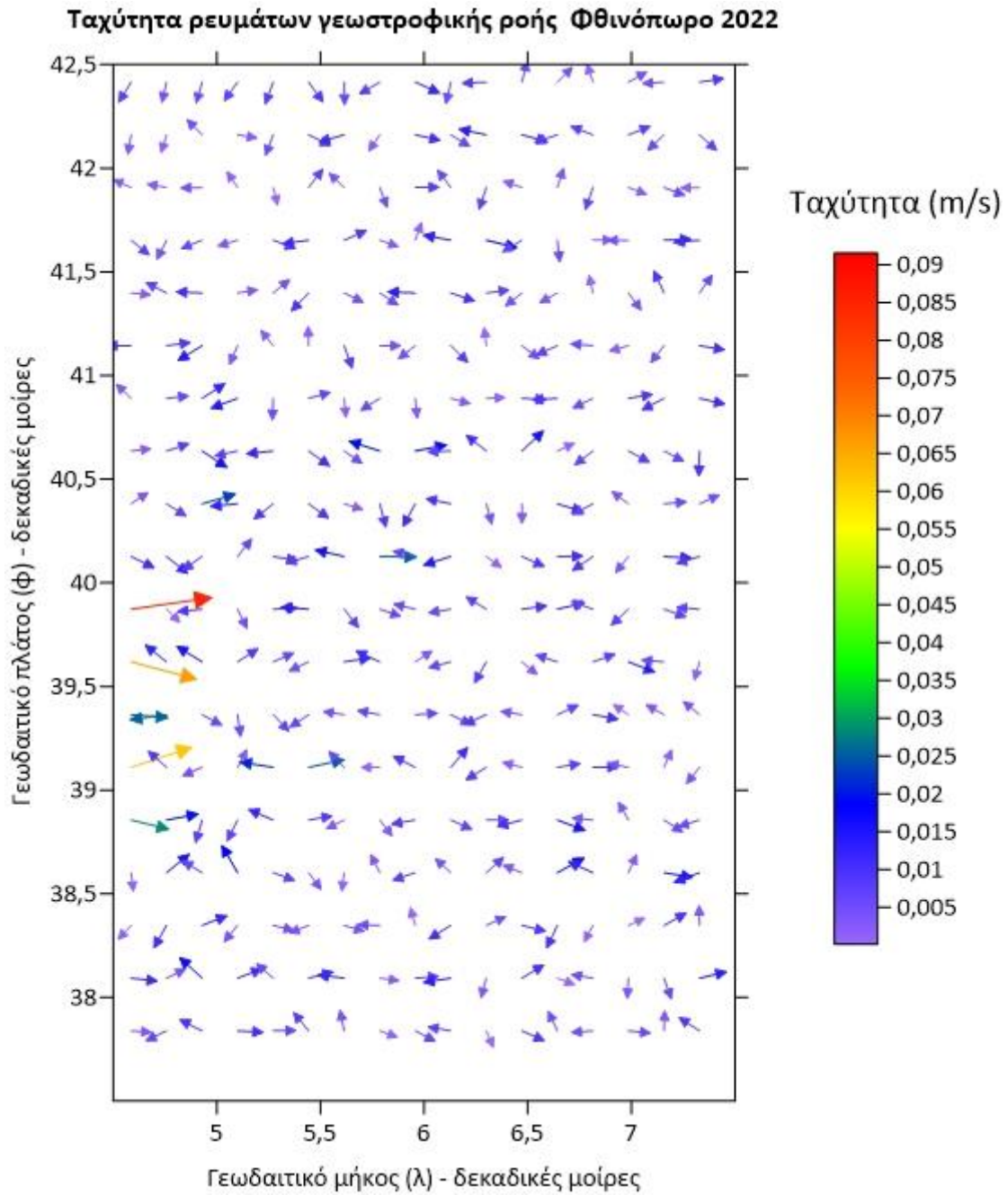
Εικόνα 184 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2021 2190_XGM_2019



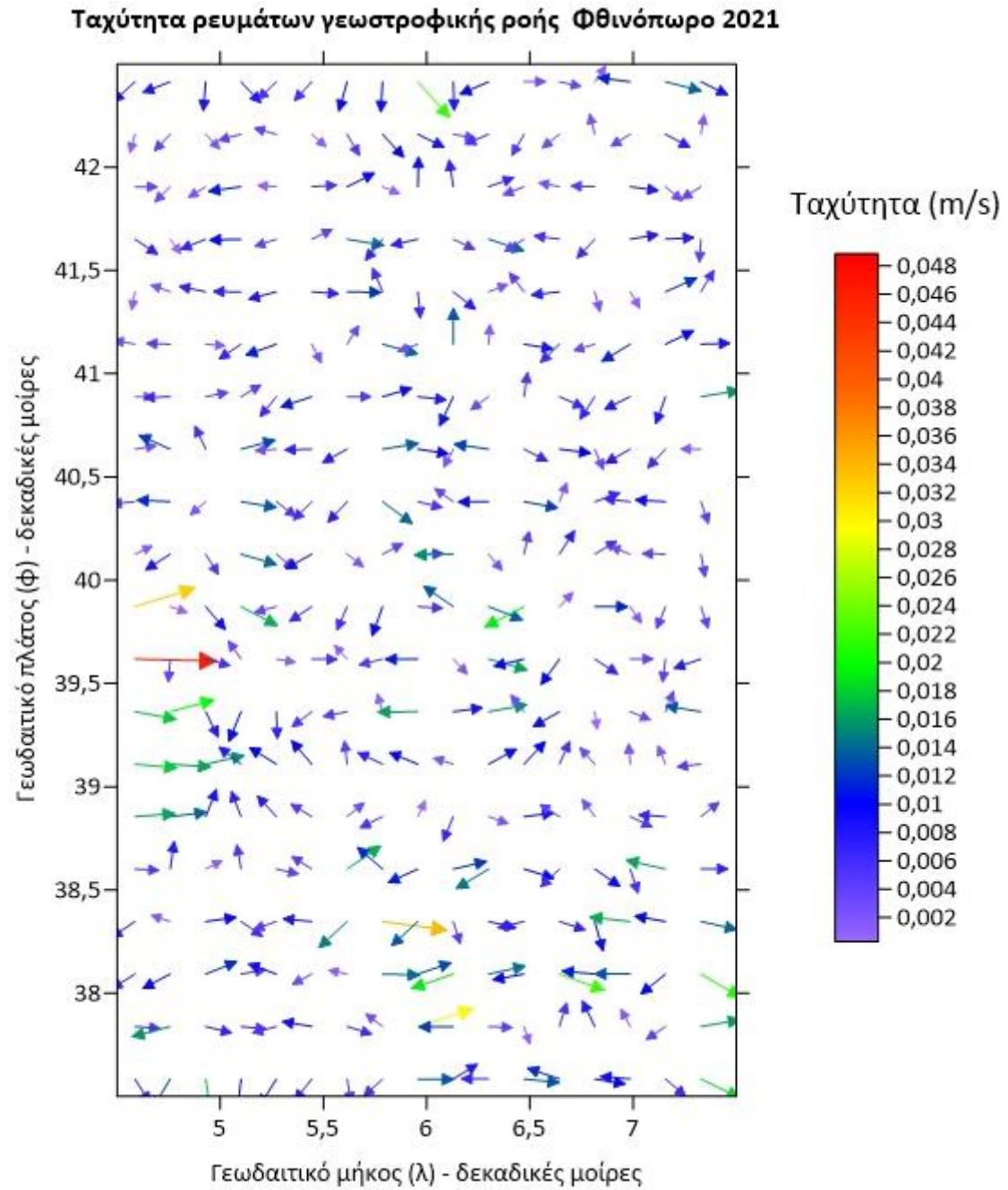
Εικόνα 185 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2020 2190_XGM_2019



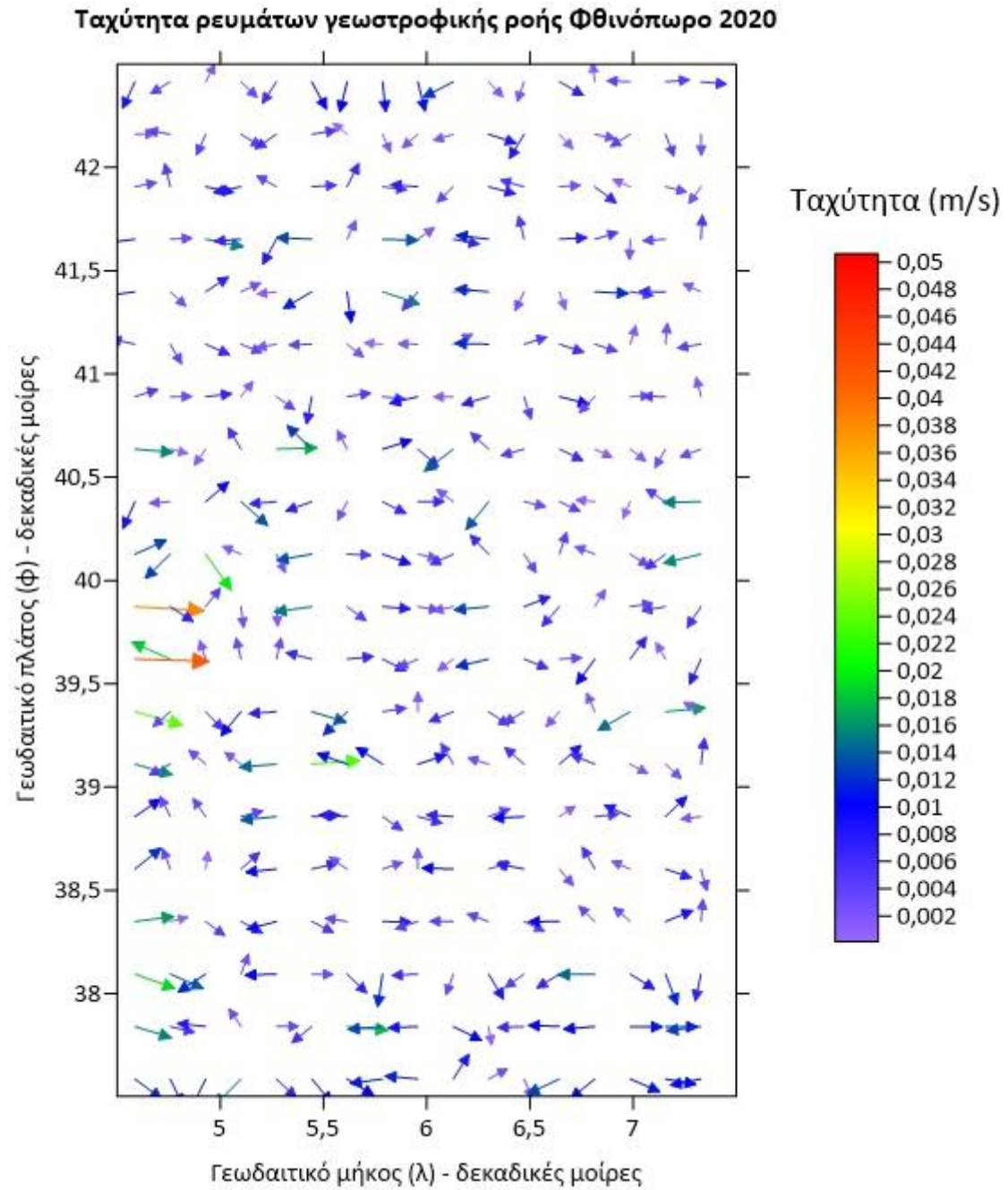
Εικόνα 186 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο2023 2190_XGM_2019



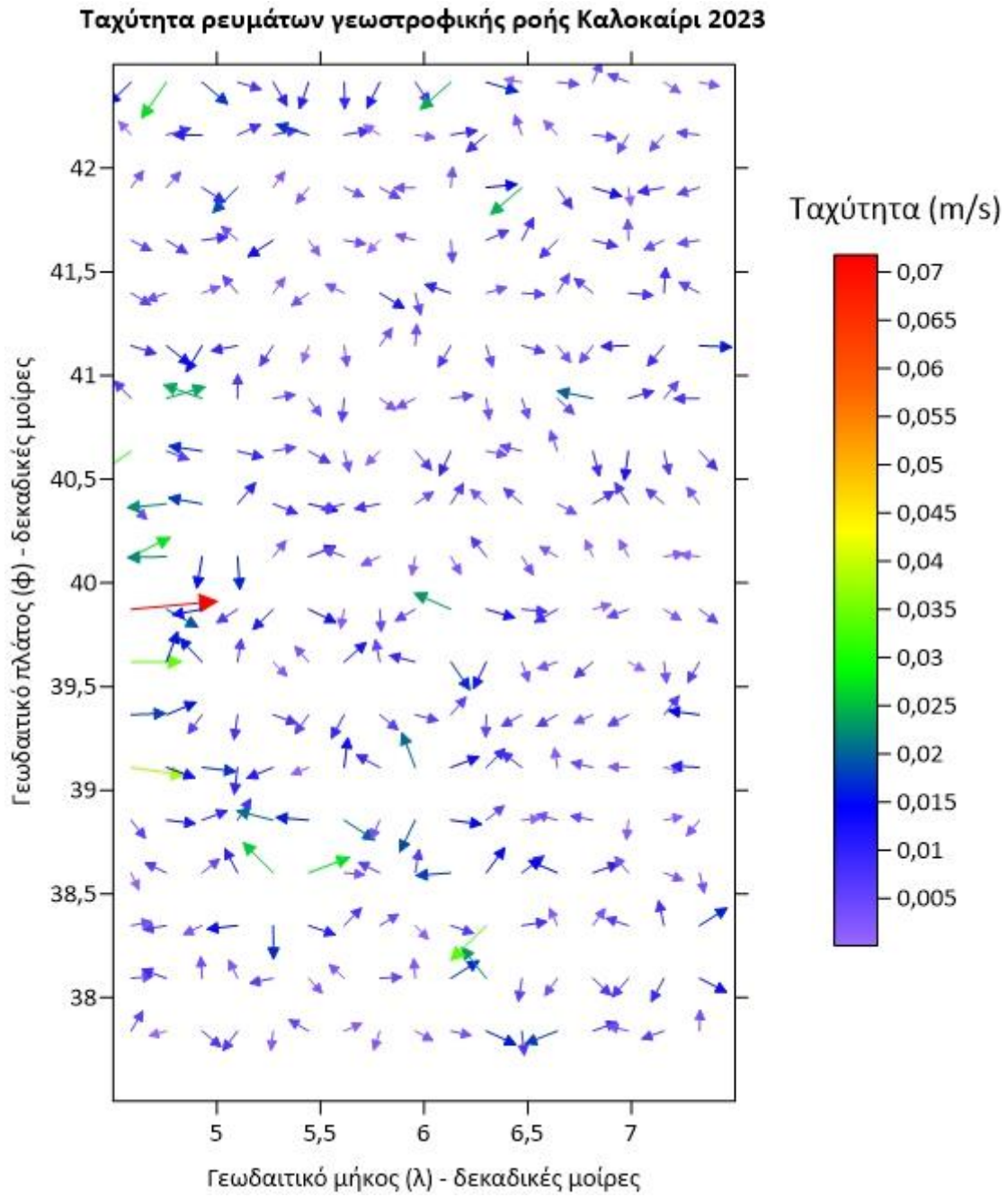
Εικόνα 187 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο2022 2190_XGM_2019



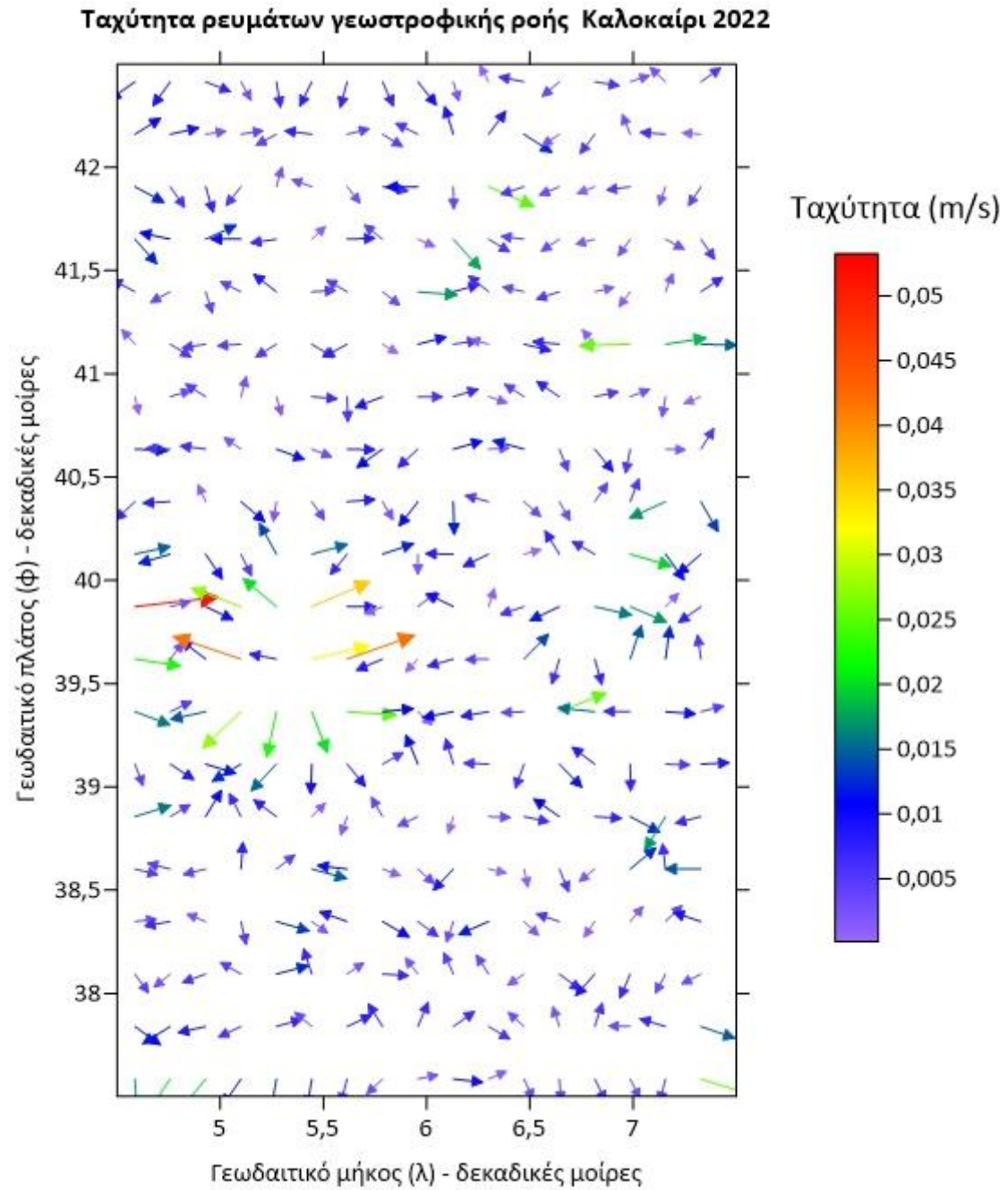
Εικόνα 188 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο2021 2190_XGM_2019



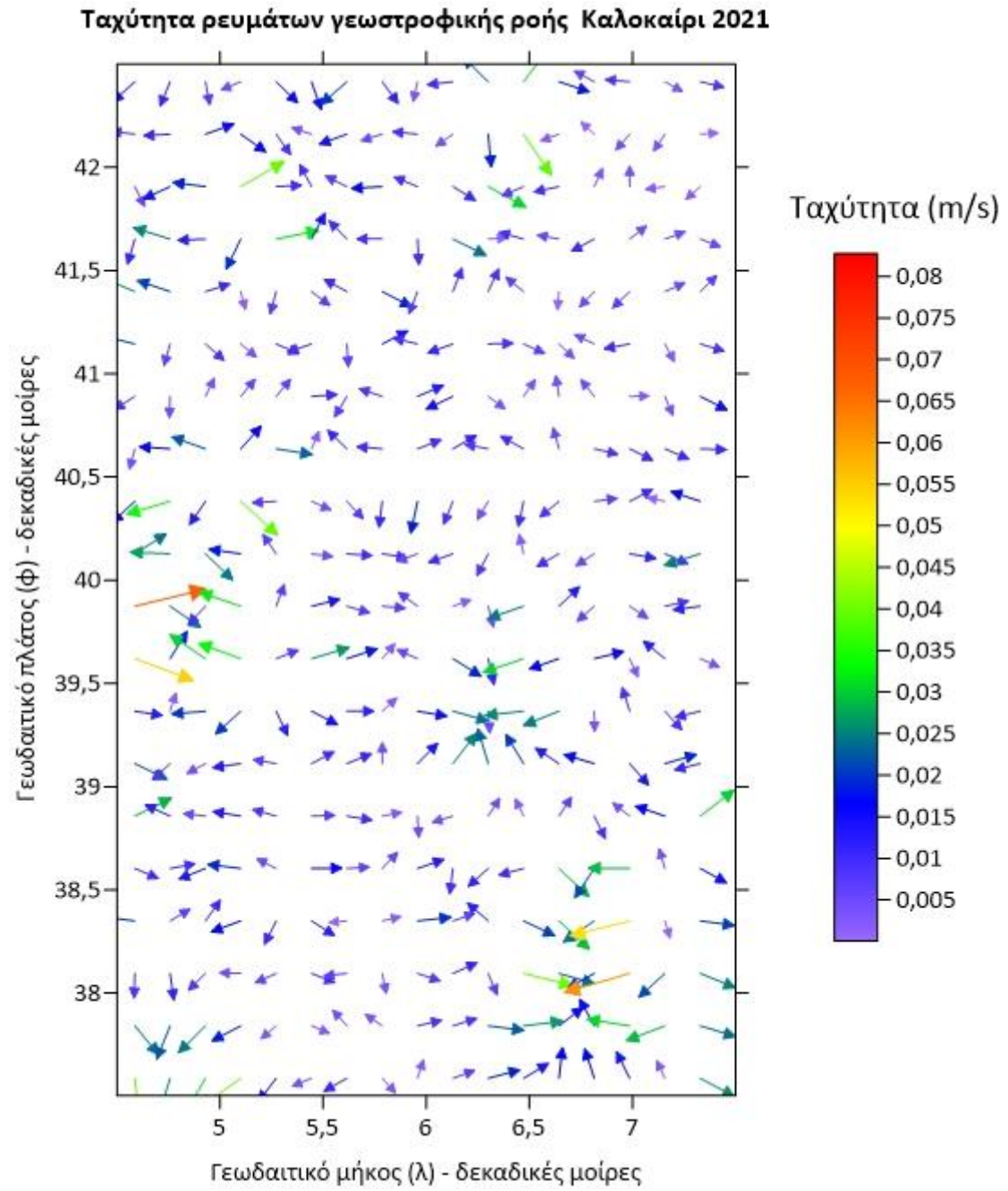
Εικόνα 189 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο2020 2190_XGM_2019



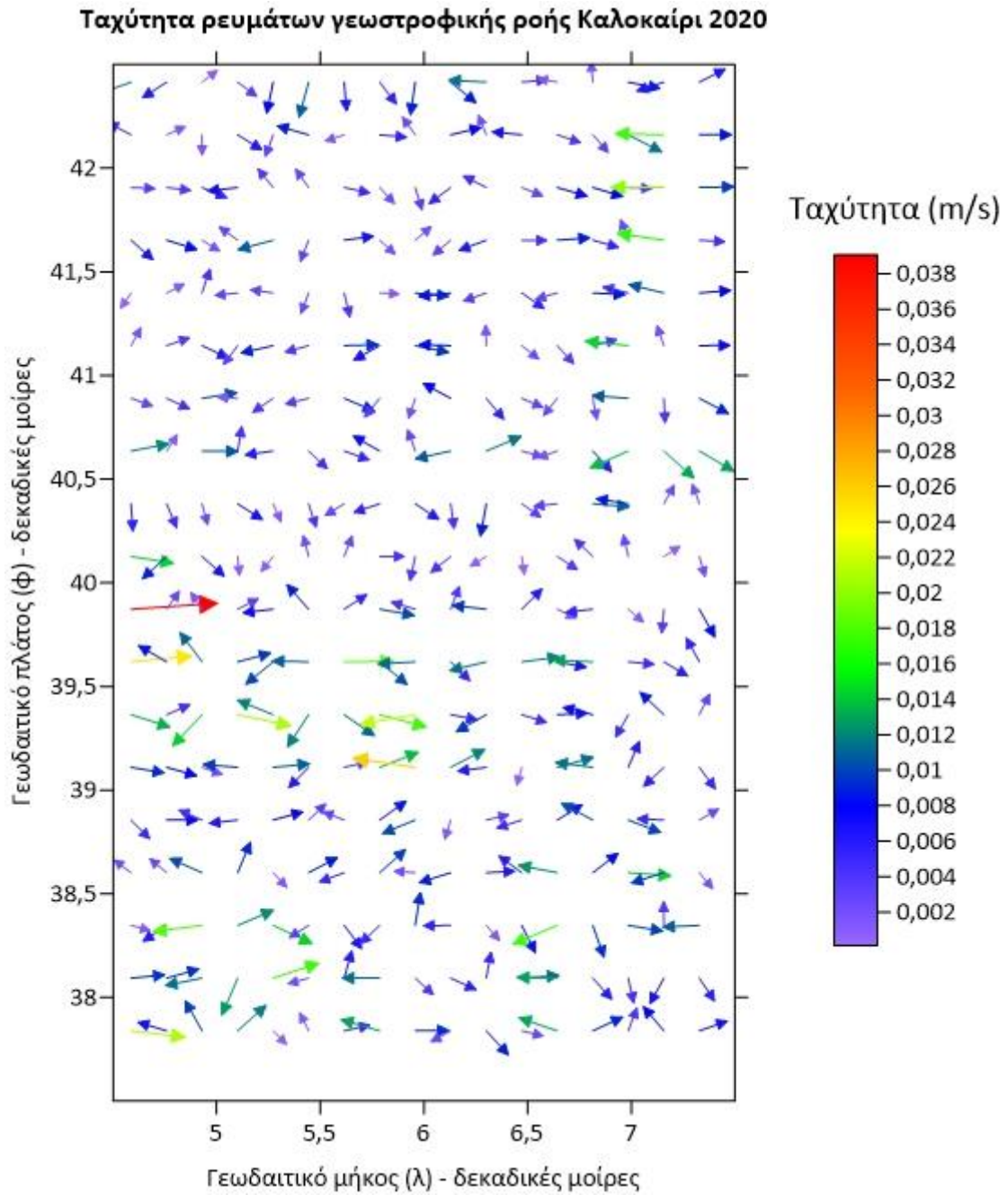
Εικόνα 190 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2023 2190_XGM_2019



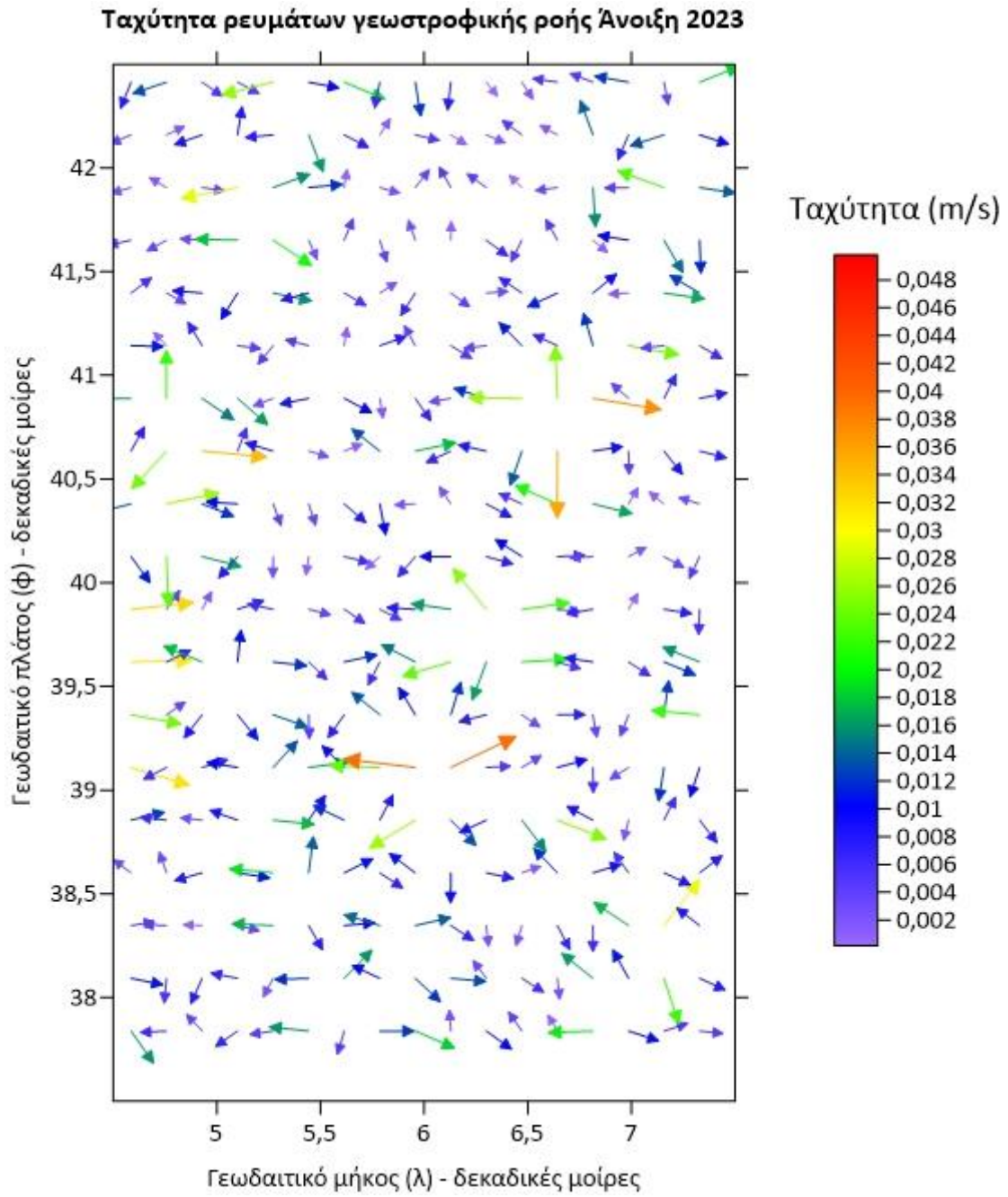
Εικόνα 191 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2022 2190_XGM_2019



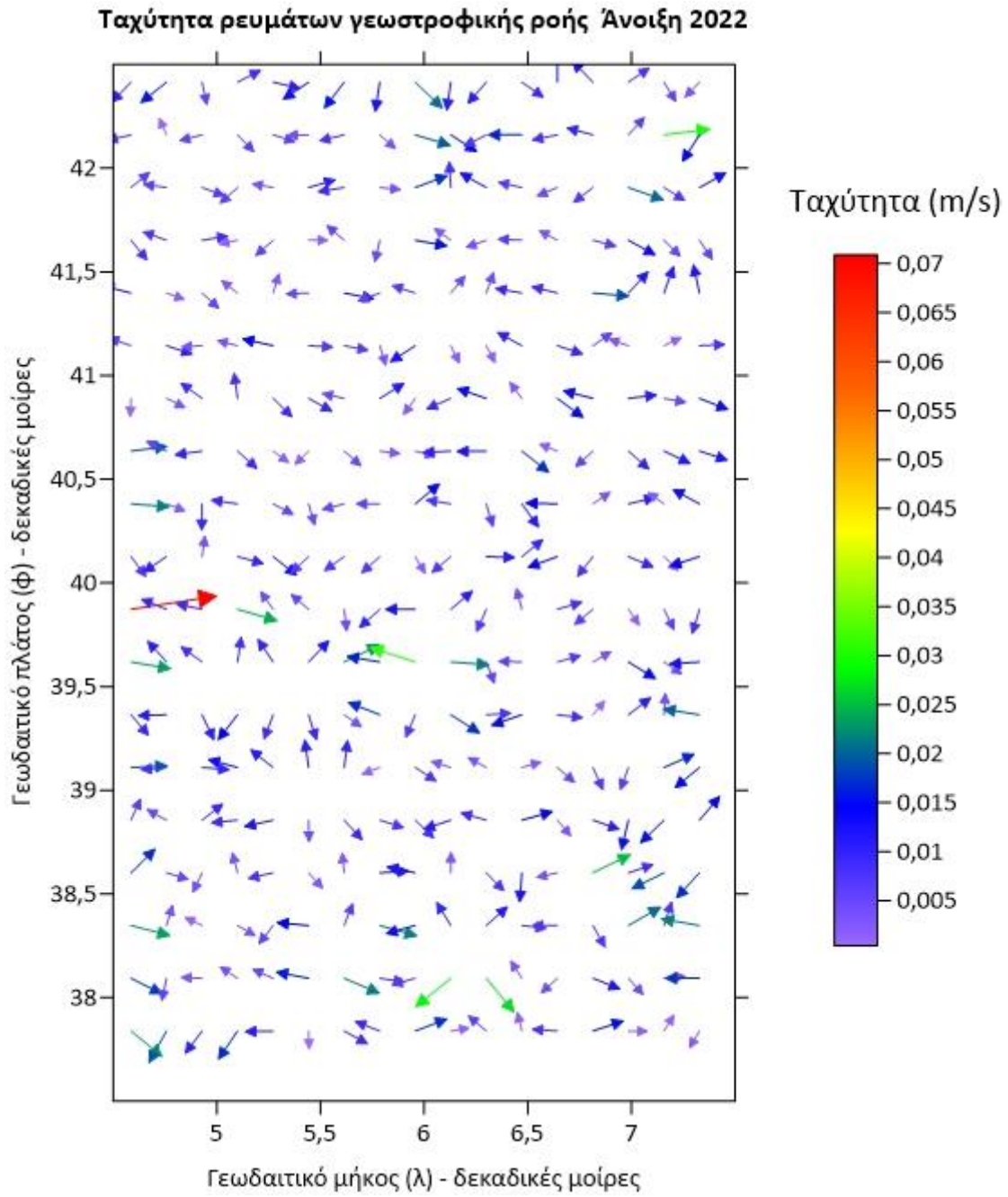
Εικόνα 192 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2021 2190_XGM_2019



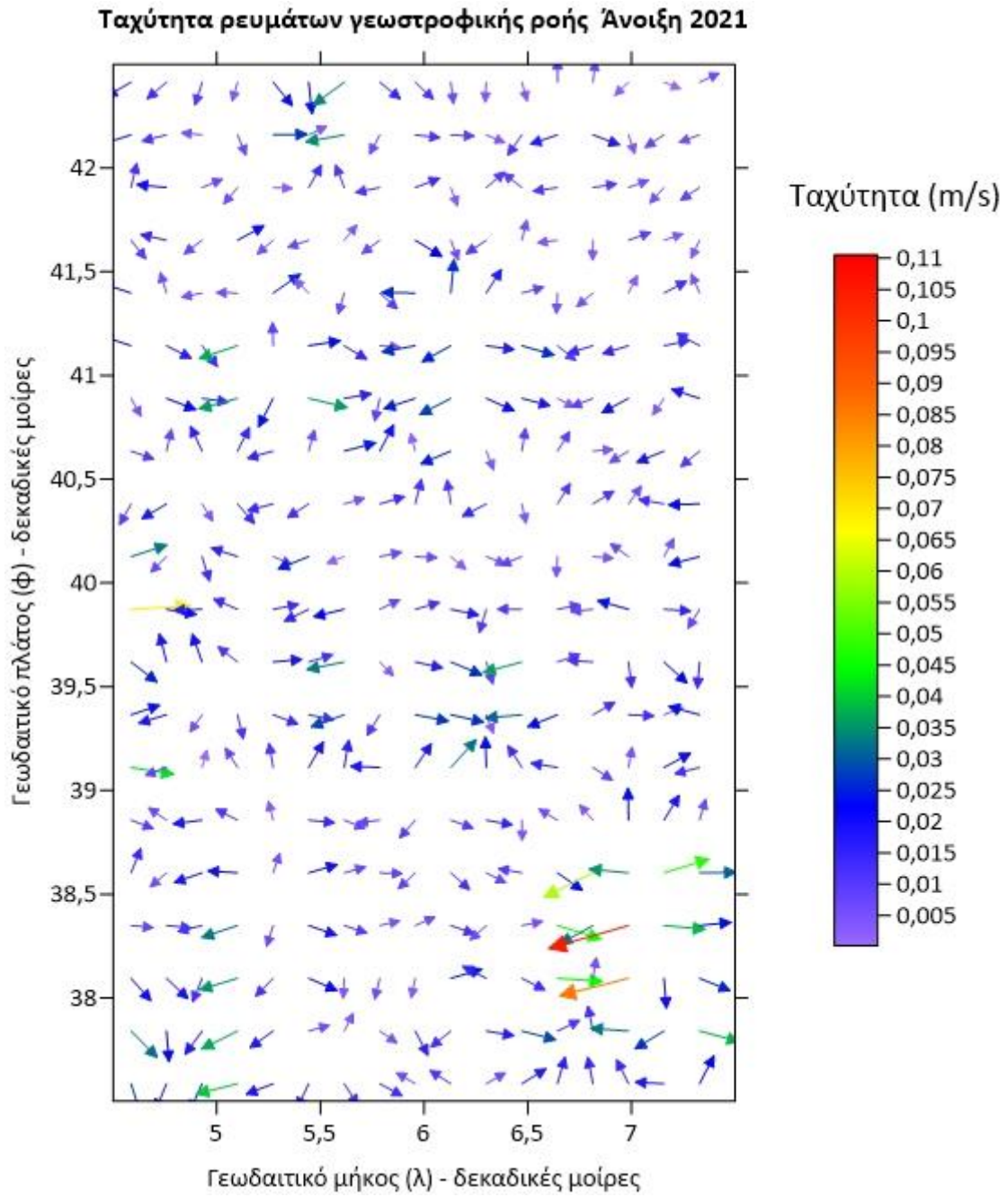
Εικόνα 193 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2020 2190_XGM_2019



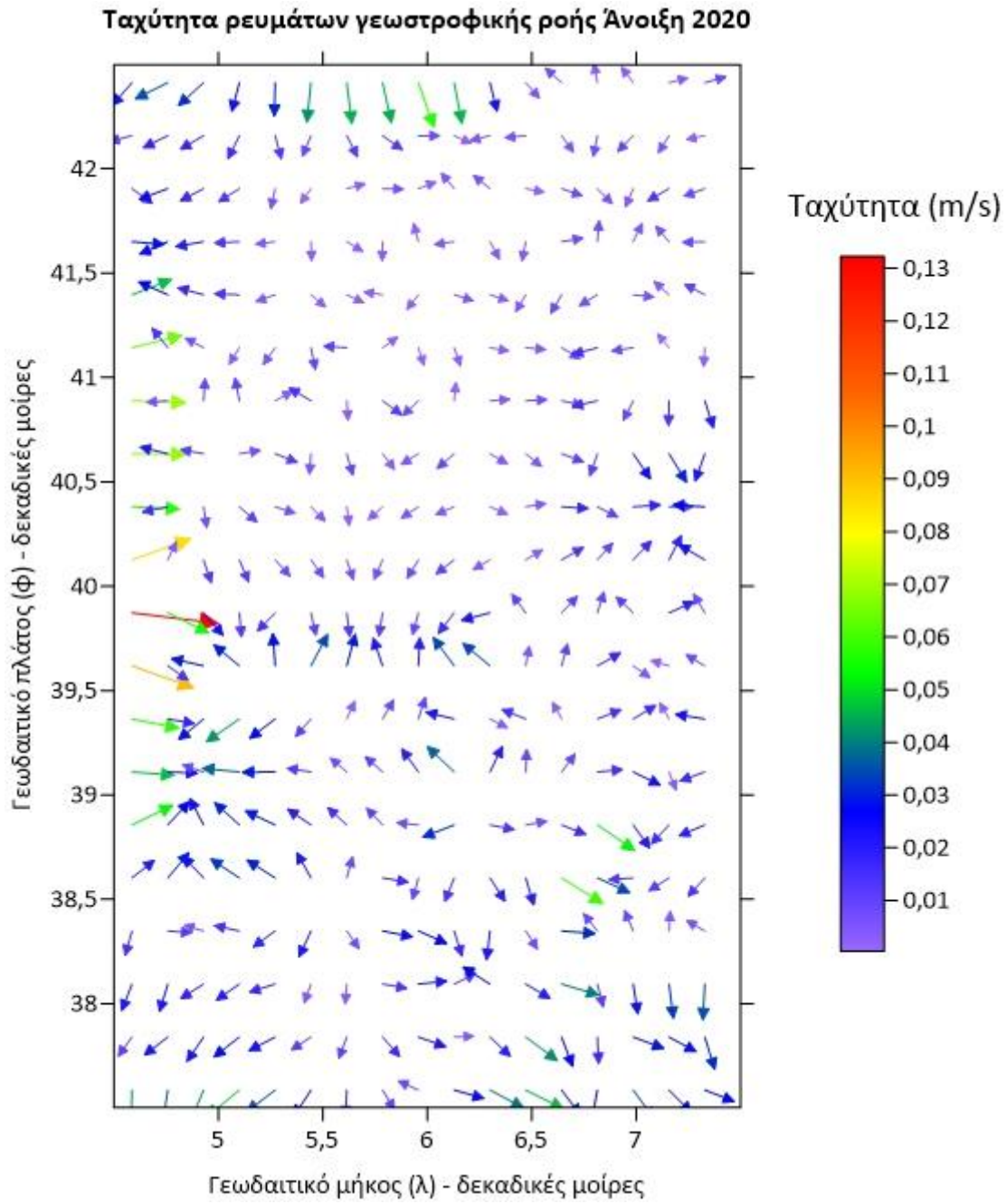
Εικόνα 194 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2023 2190_XGM_2019



Εικόνα 195 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2022 2190_XGM_2019



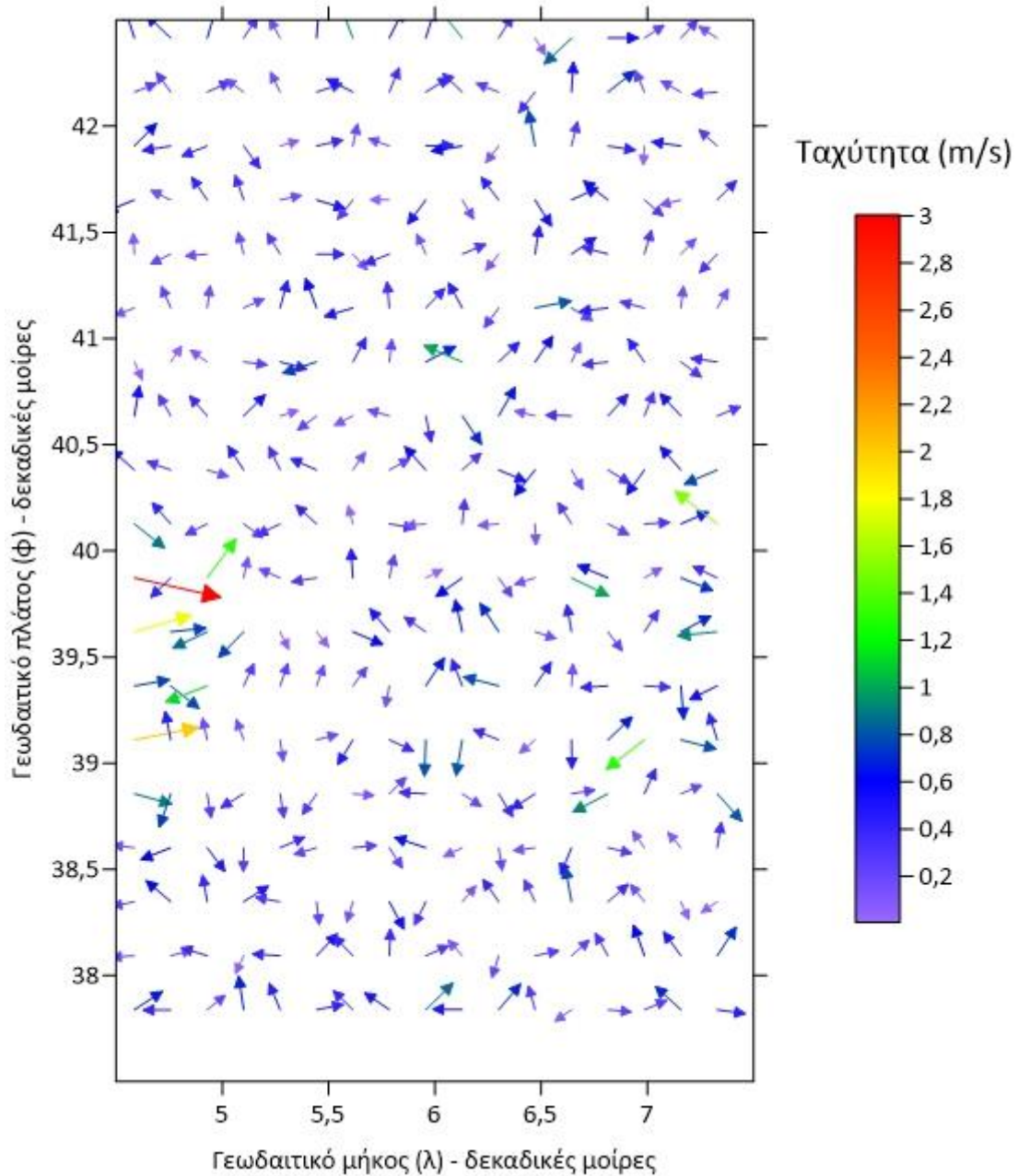
Εικόνα 196 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2021 2190_XGM_2019



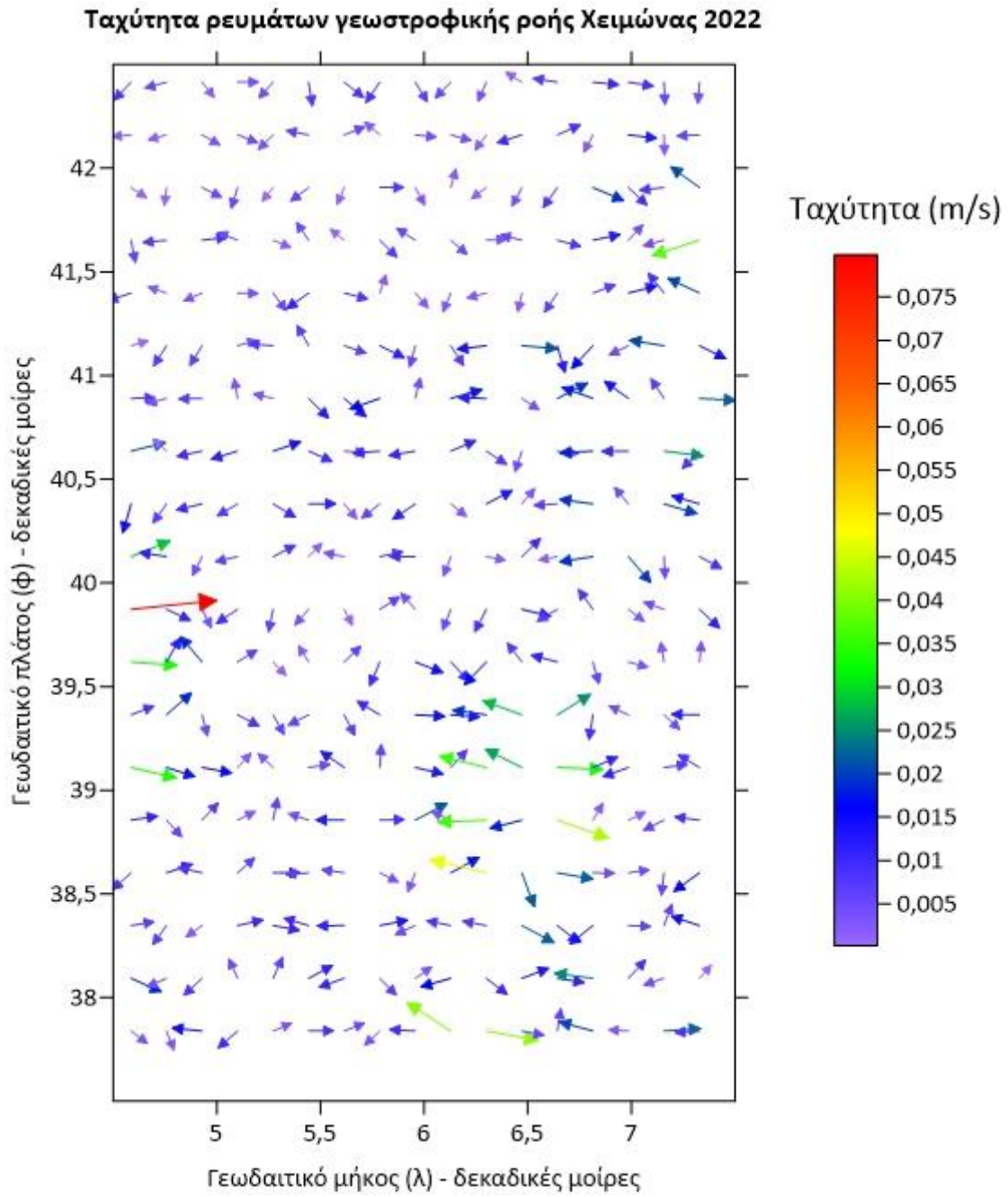
Εικόνα 197 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2020 2190_XGM_2019

ΧΑΡΤΕΣ ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΡΟΗΣ EGM2008 5540_XGM_2019

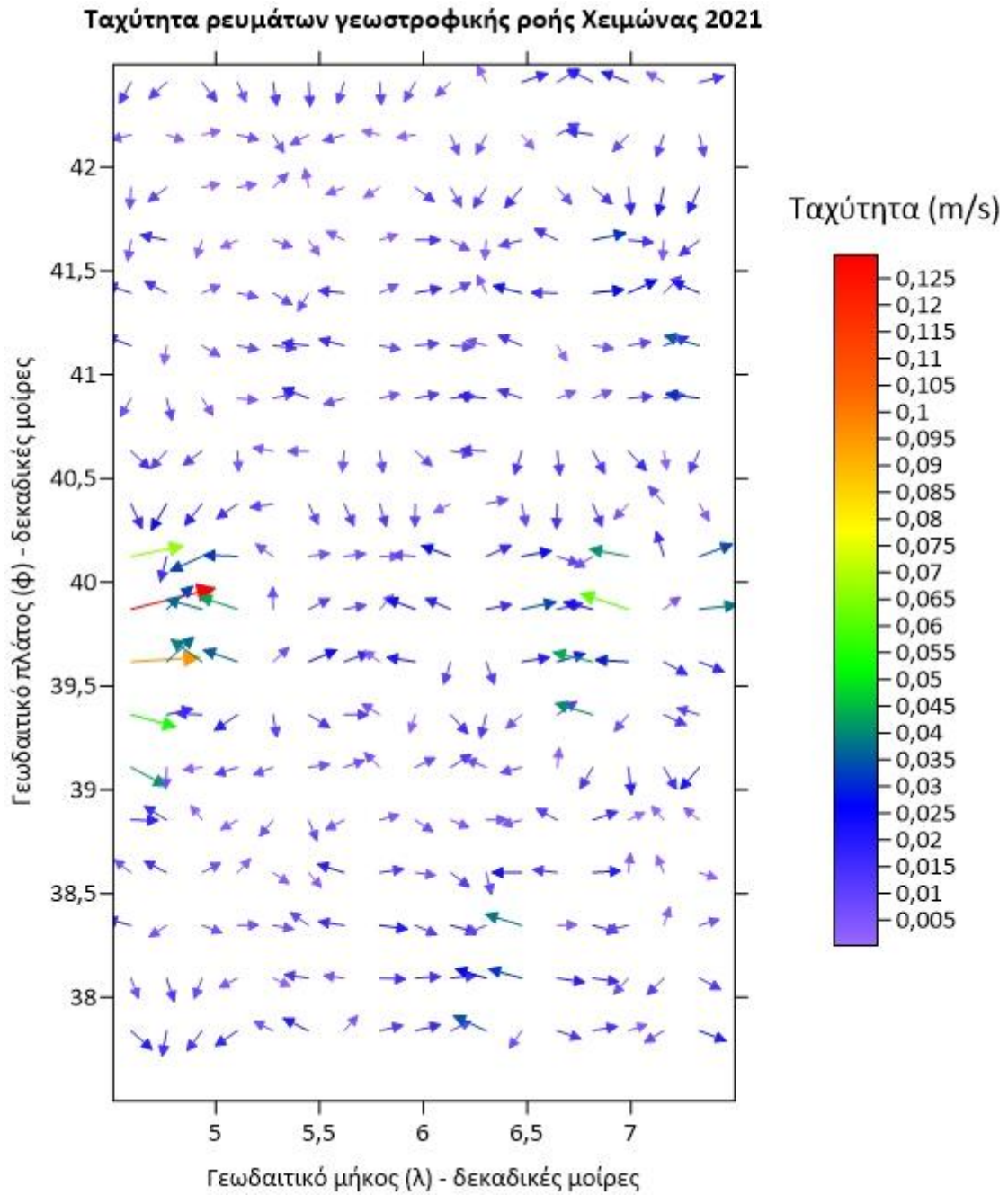
Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2023



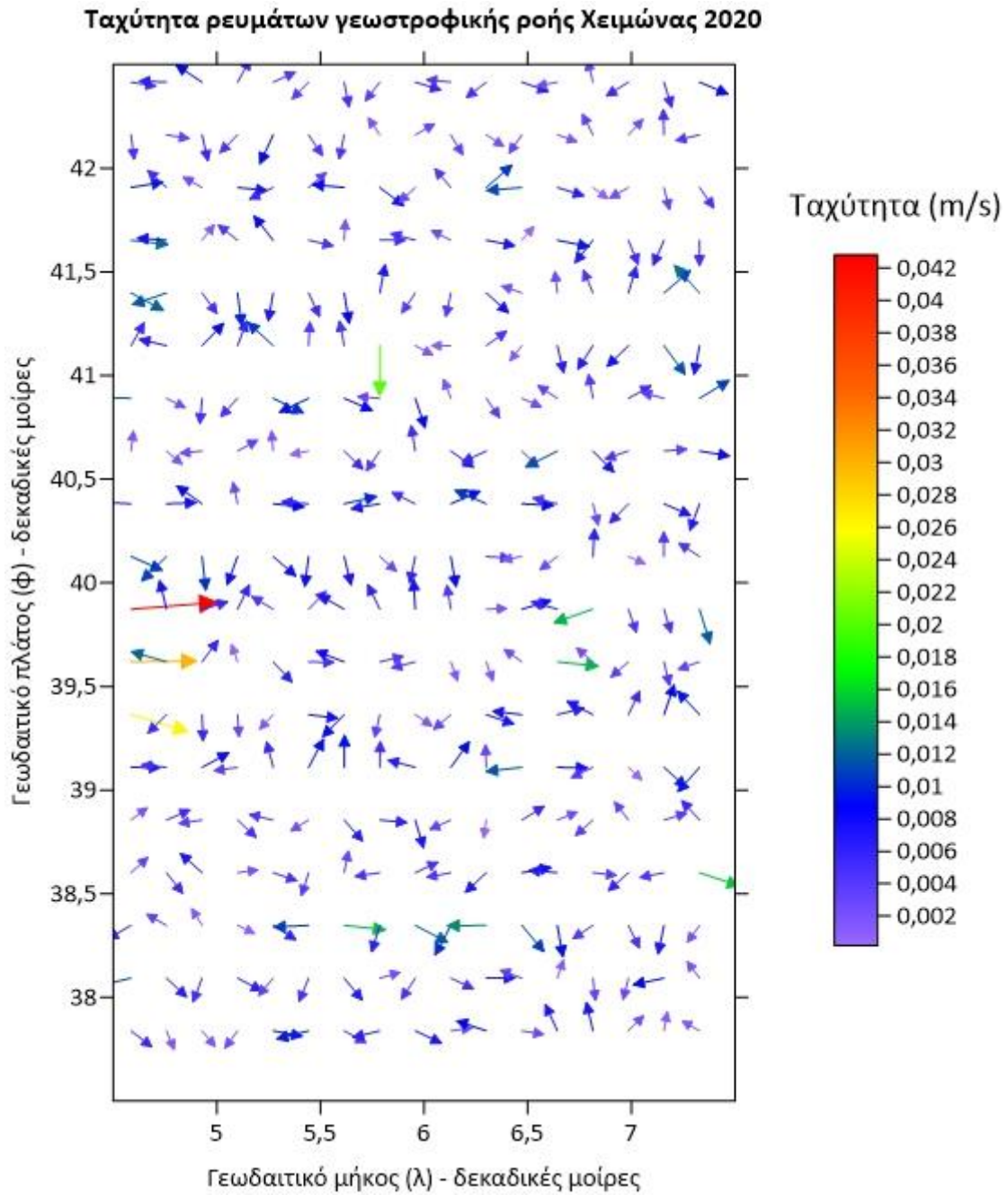
Εικόνα 198 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2023 5540_XGM_2019



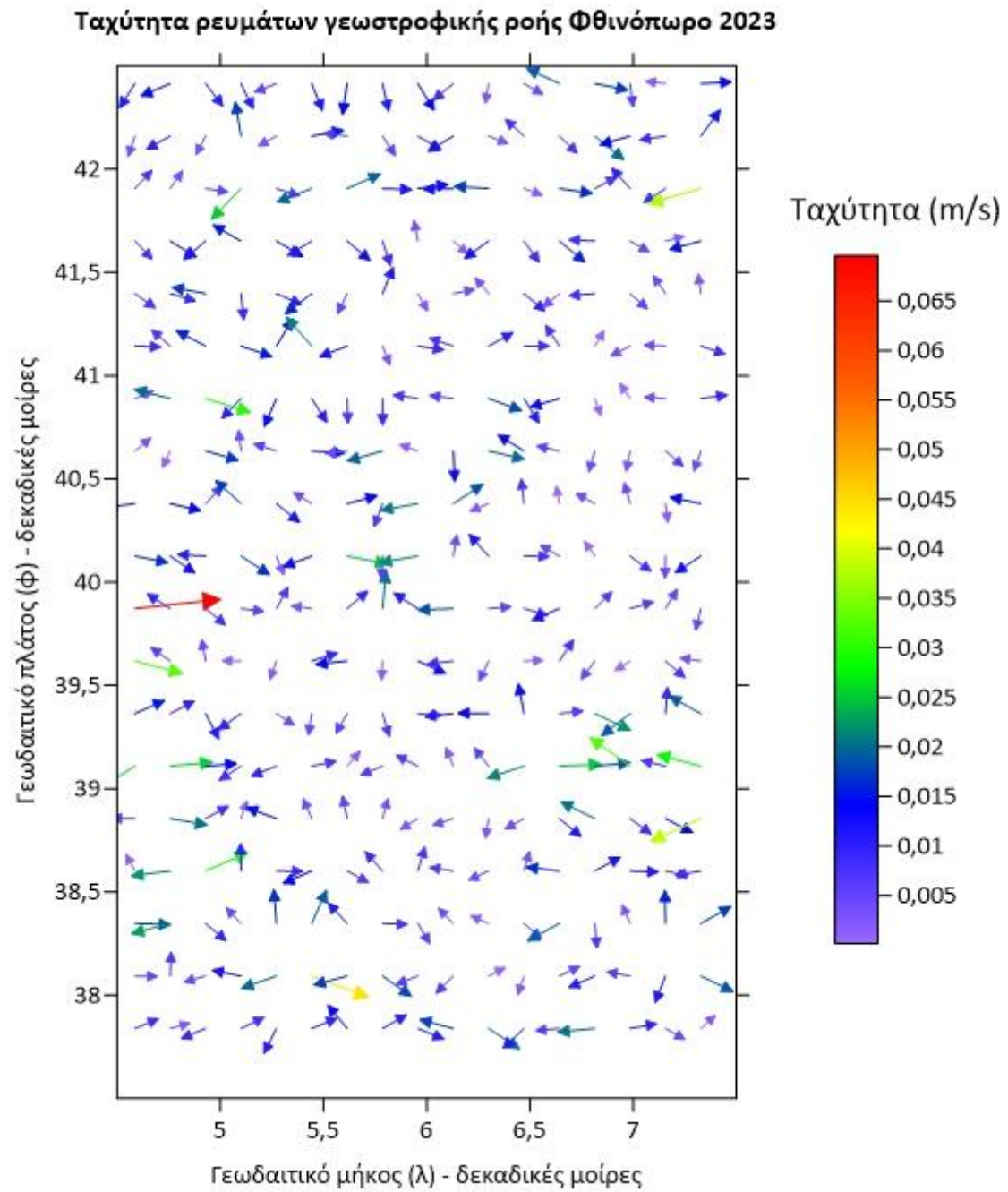
Εικόνα 199 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2022 5540_XGM_2019



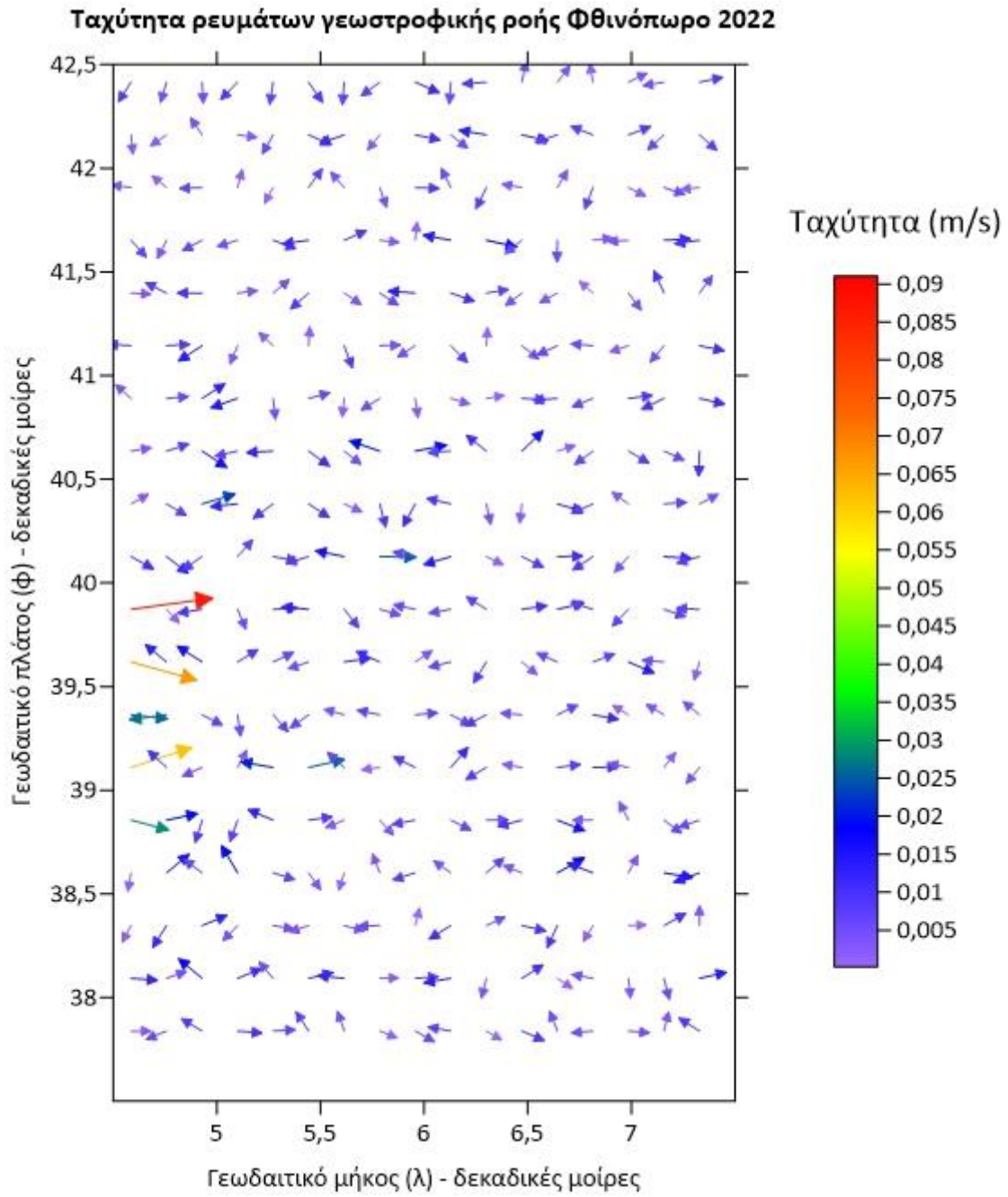
Εικόνα 200 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2021 5540_XGM_2019



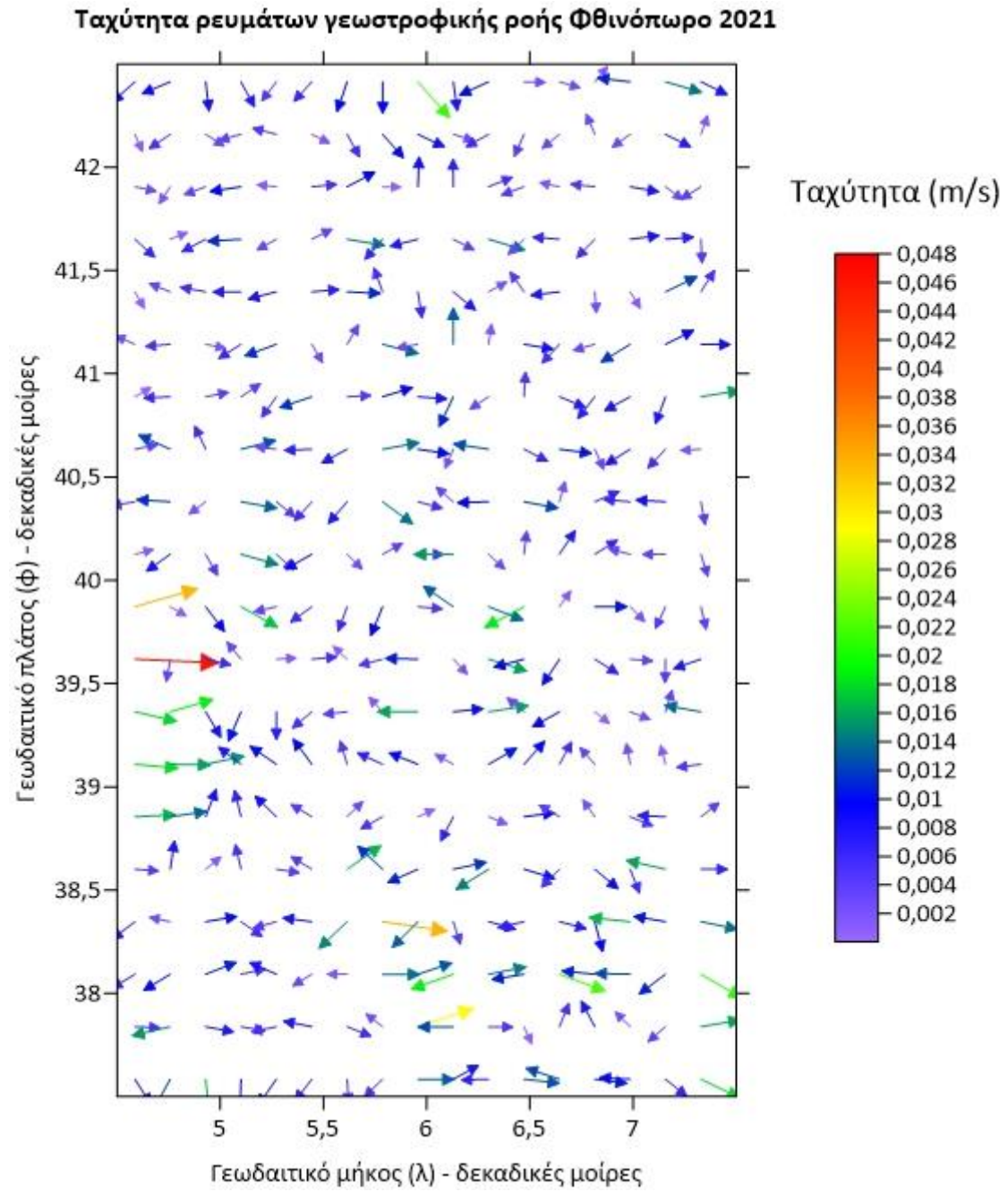
Εικόνα 201 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Χειμώνας 2020 5540_XGM_2019



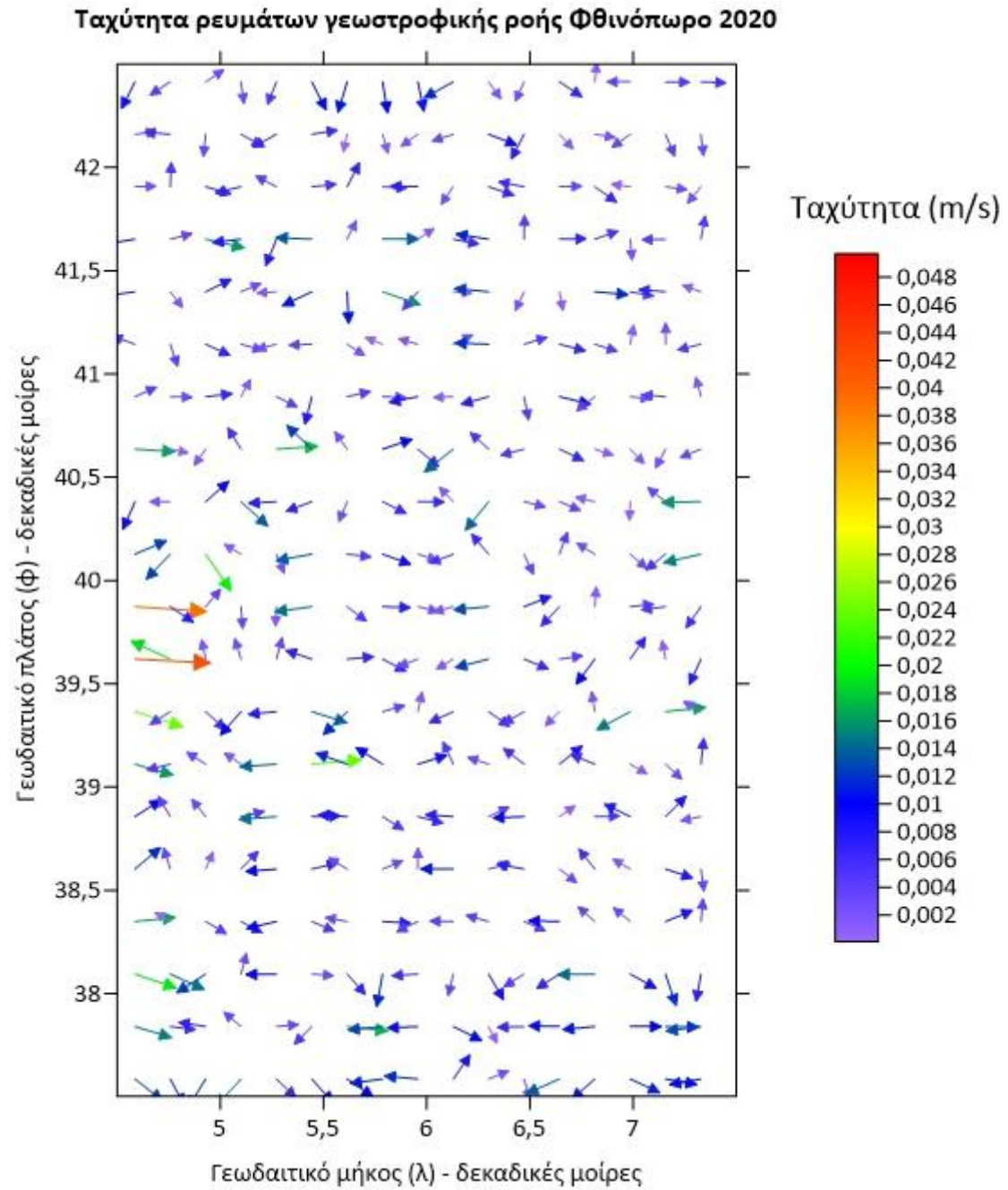
Εικόνα 202 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2023 5540_XGM_2019



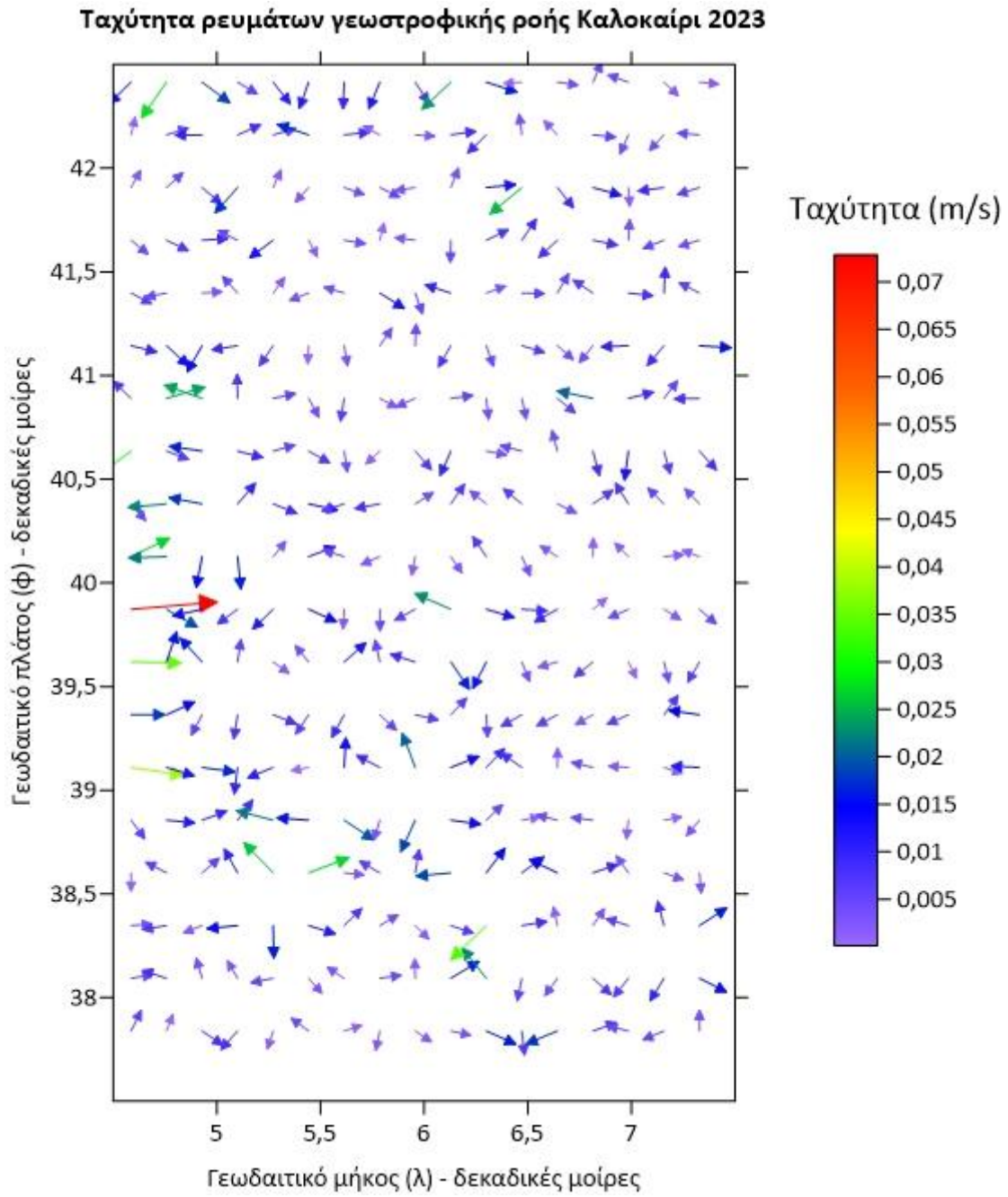
Εικόνα 203 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2022 5540_XGM_2019



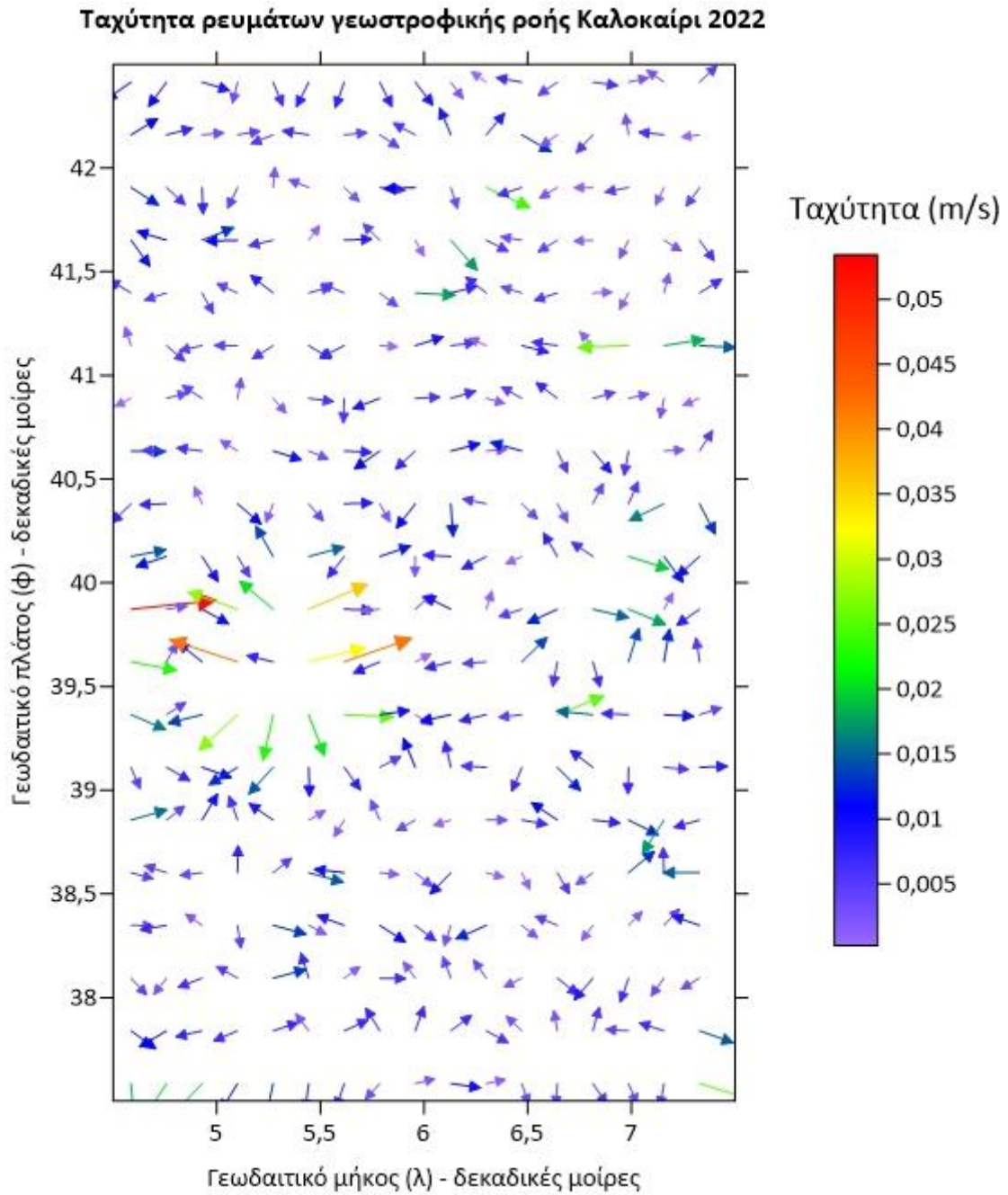
Εικόνα 204 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2021 5540_XGM_2019



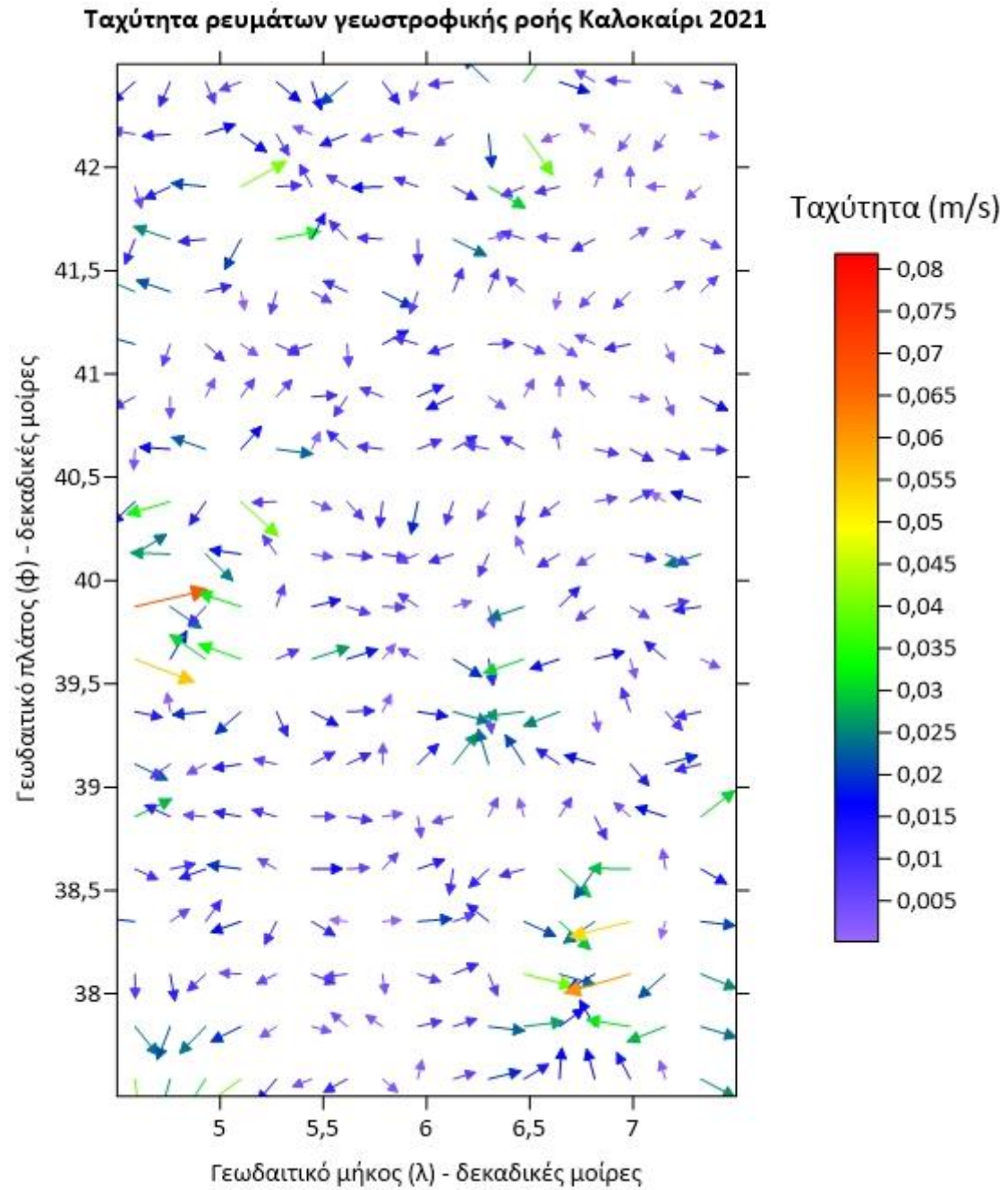
Εικόνα 205 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Φθινόπωρο 2020 5540_XGM_2019



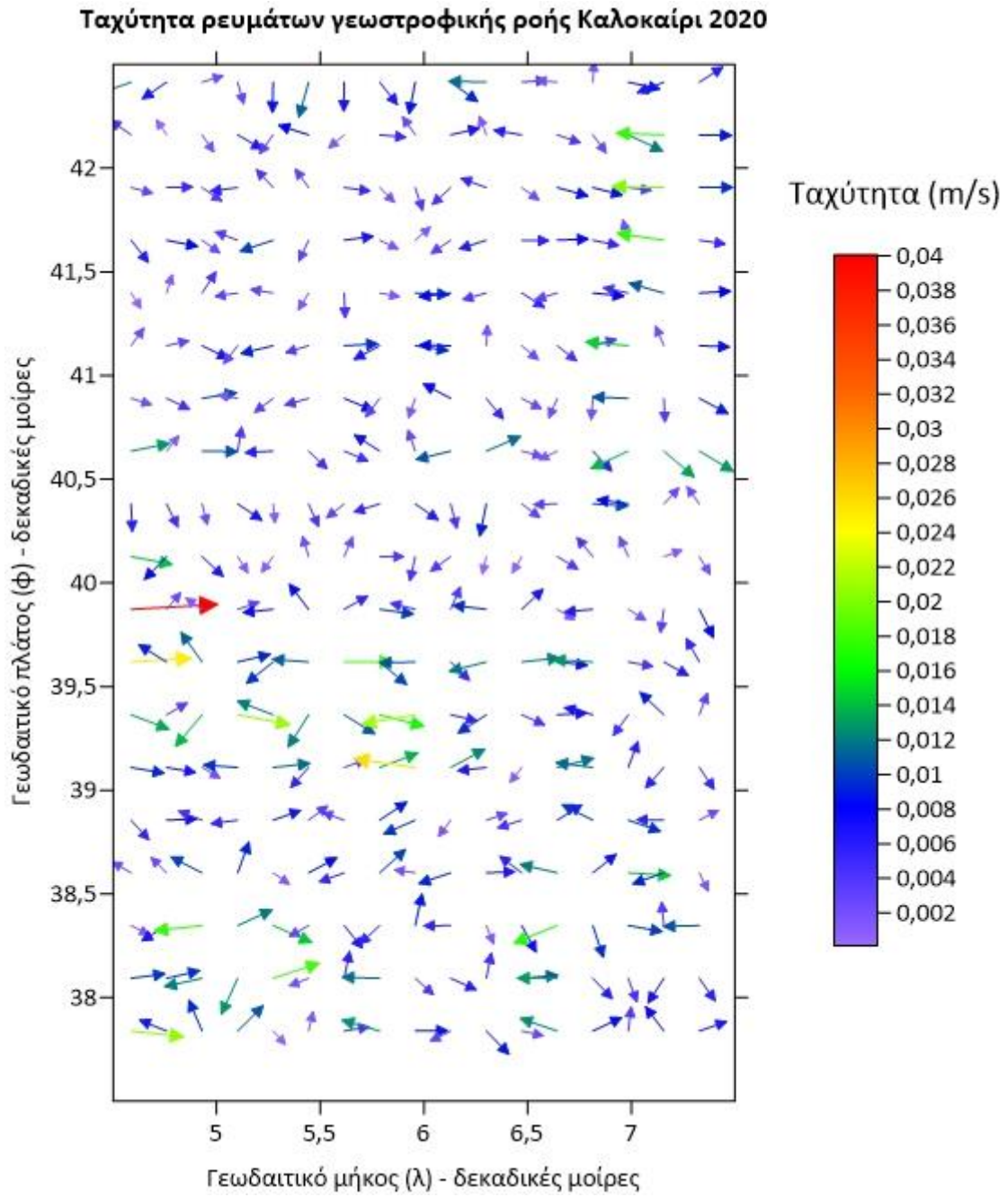
Εικόνα 206 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2023 5540_XGM_2019



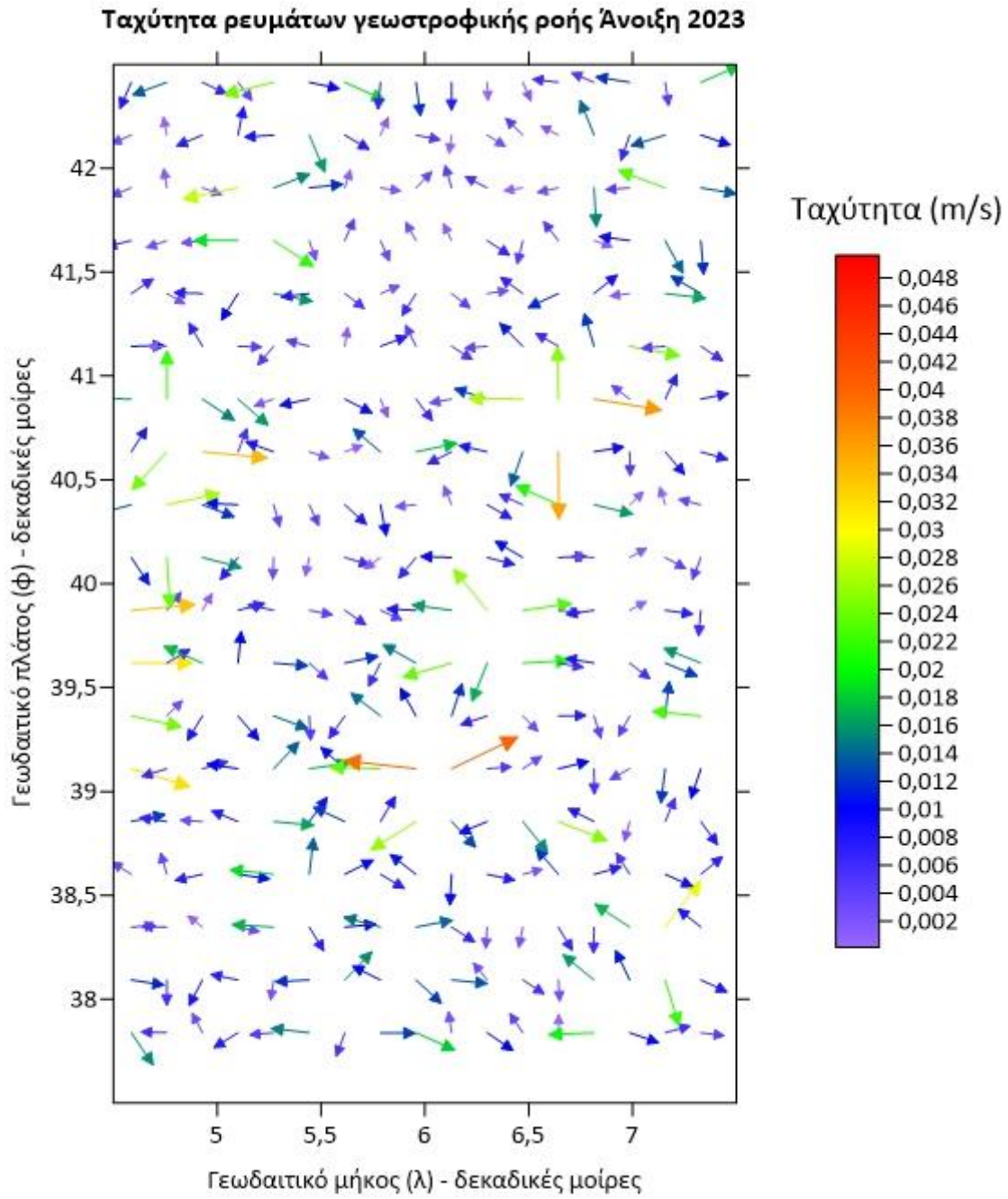
Εικόνα 207 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2022 5540_XGM_2019



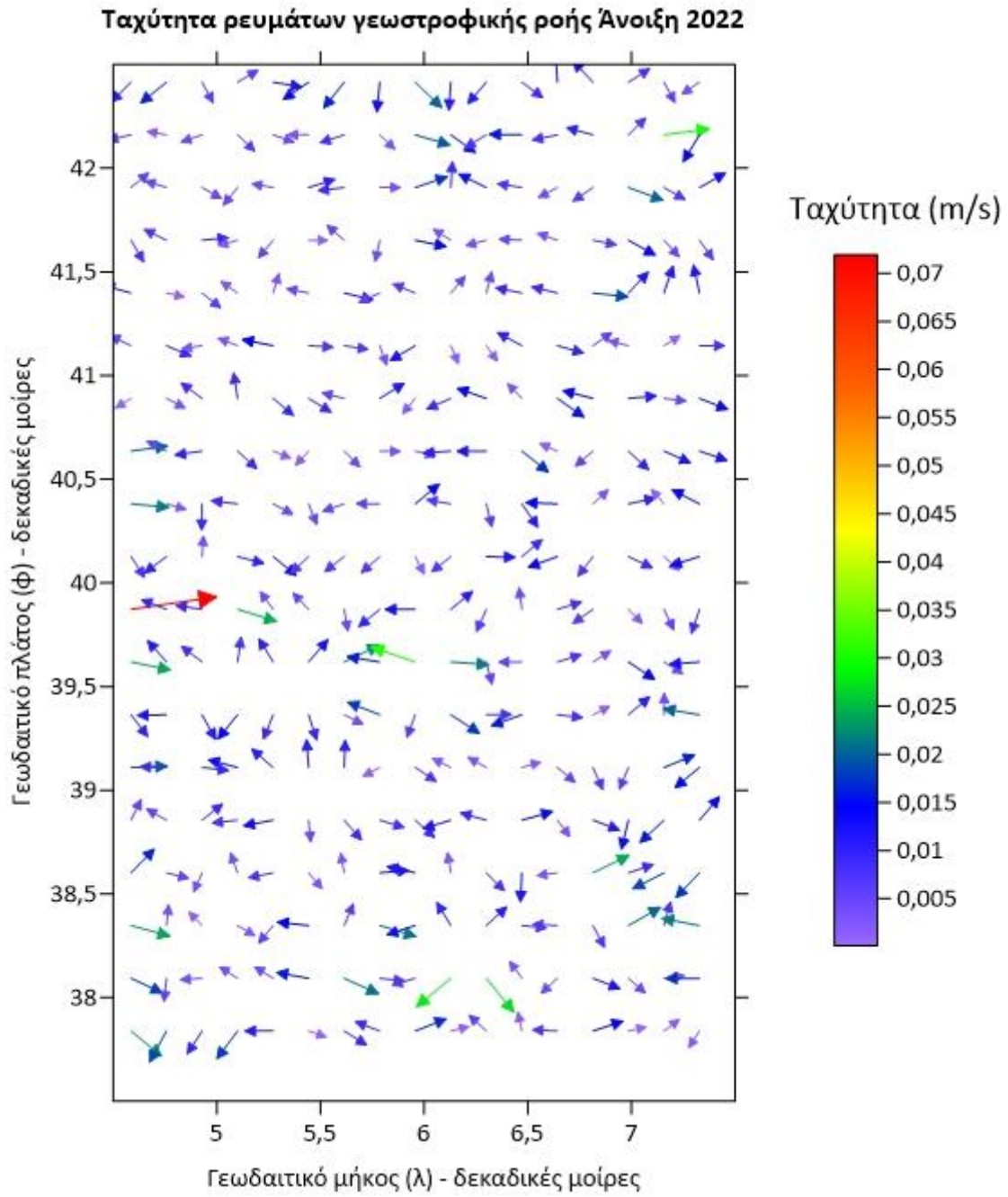
Εικόνα 208 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2021 5540_XGM_2019



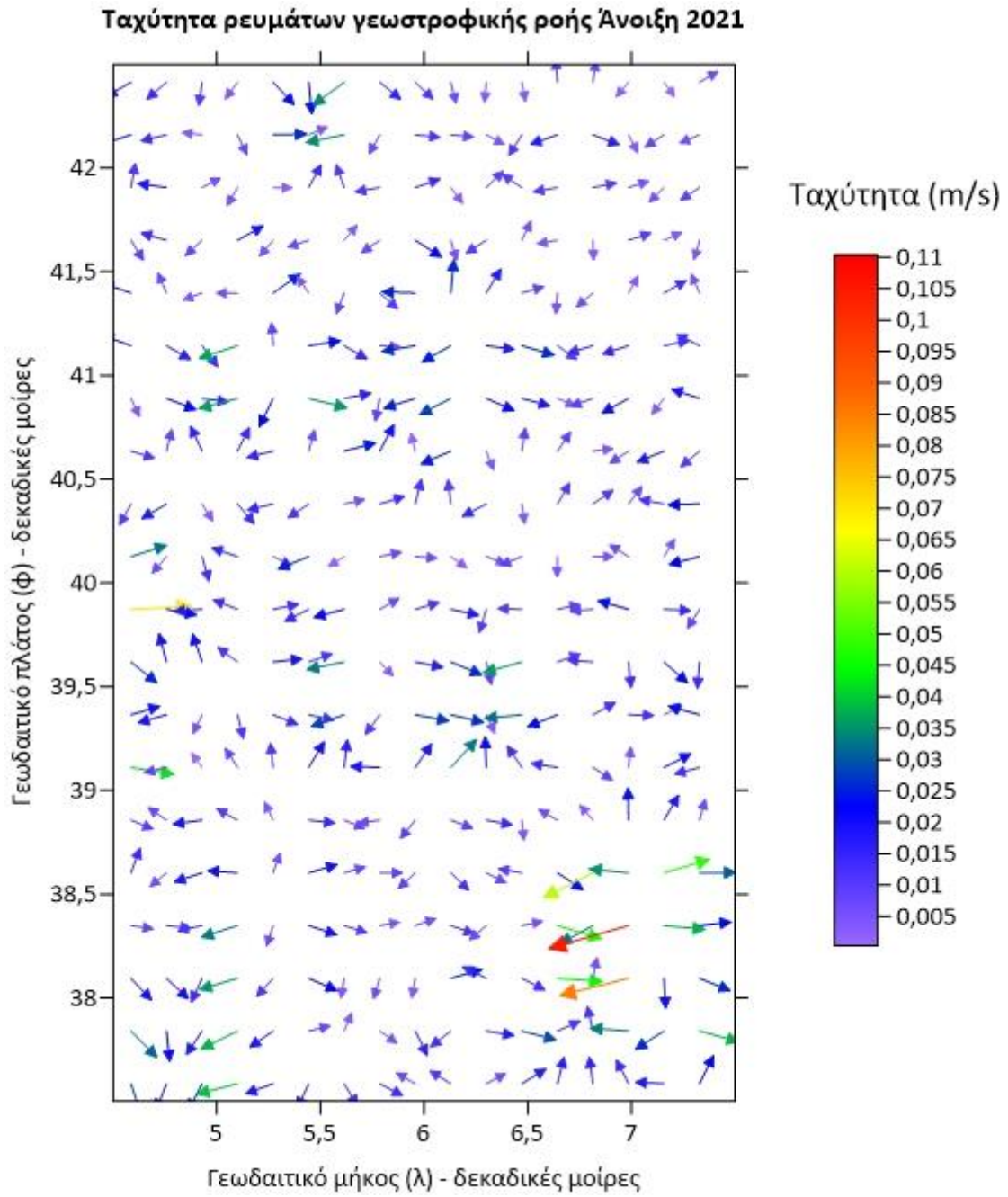
Εικόνα 209 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Καλοκαίρι 2020 5540_XGM_2019



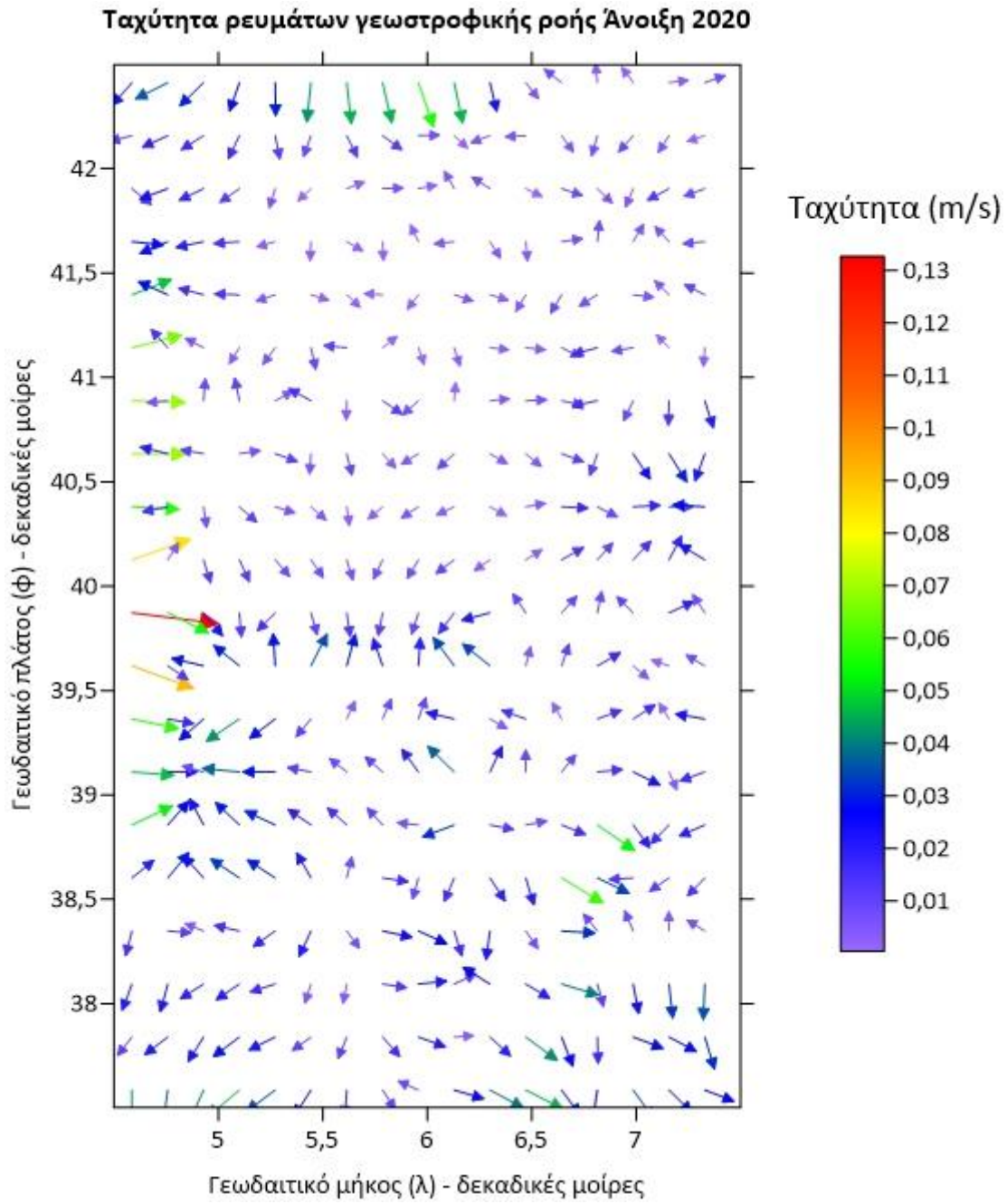
Εικόνα 210 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2023 5540_XGM_2019



Εικόνα 211 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2022 5540_XGM_2019

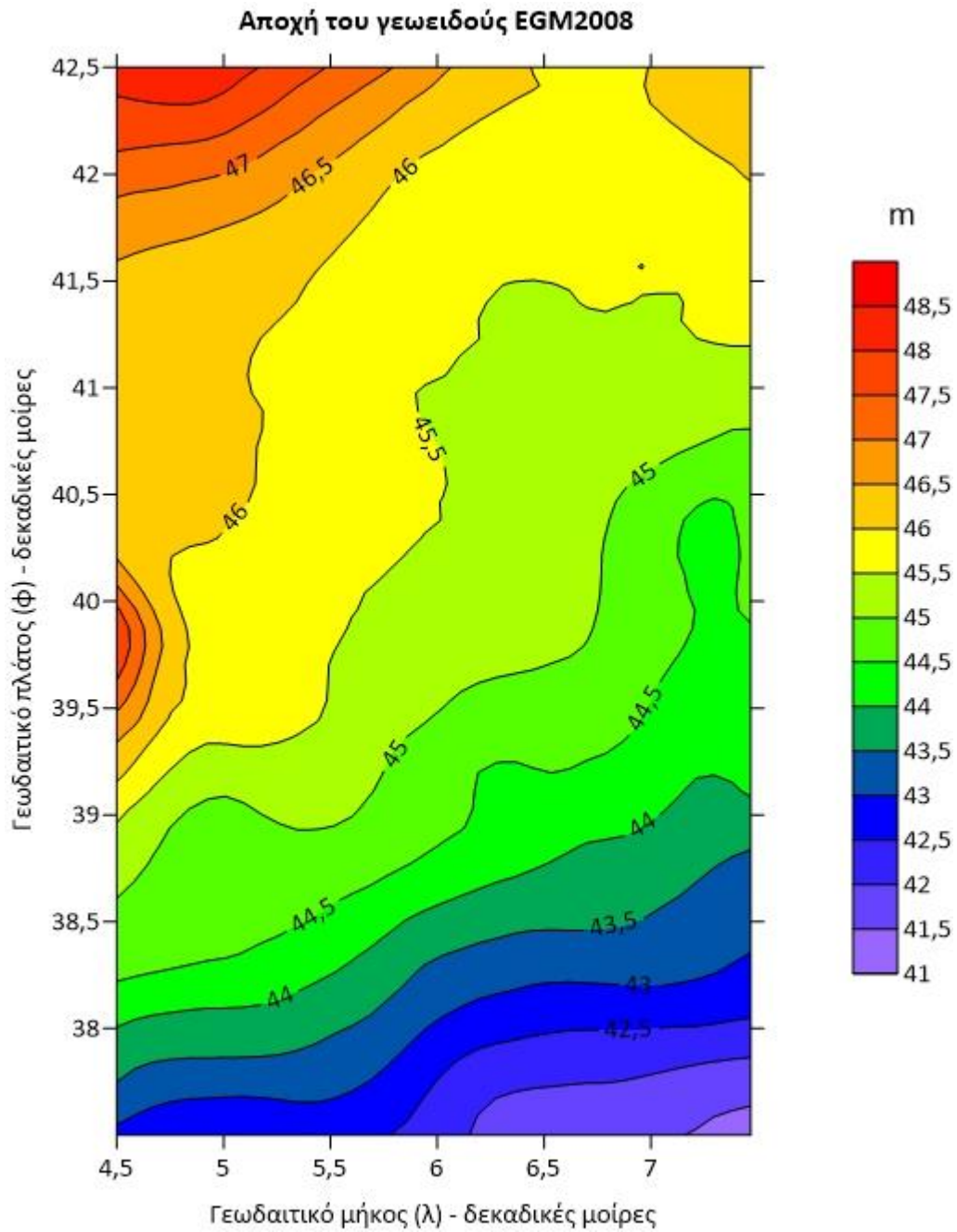


Εικόνα 212 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2021 5540_XGM_2019

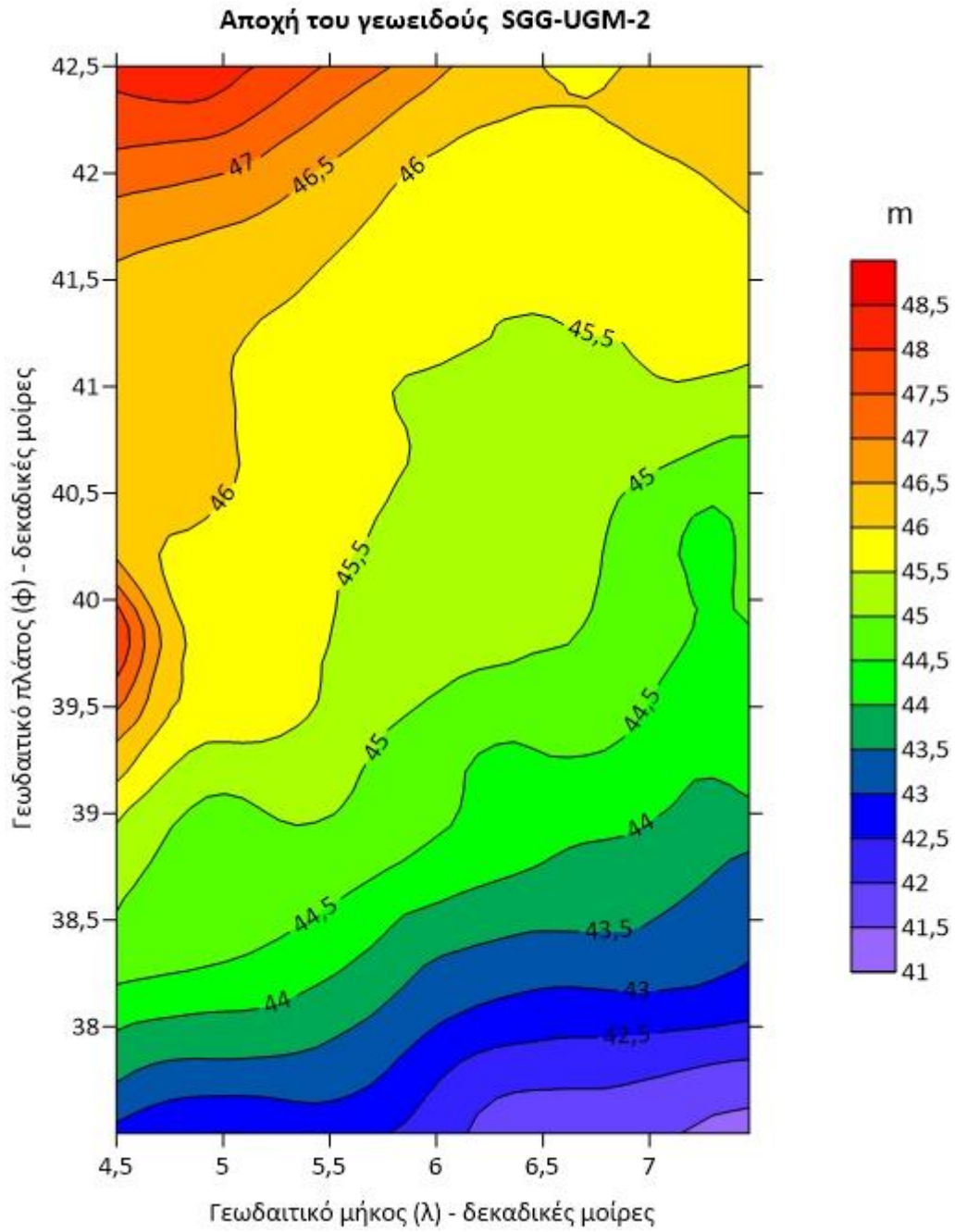


Εικόνα 213 Ταχύτητα ρευμάτων γεωστροφικής ροής Άνοιξη 2020 5540_XGM_2019

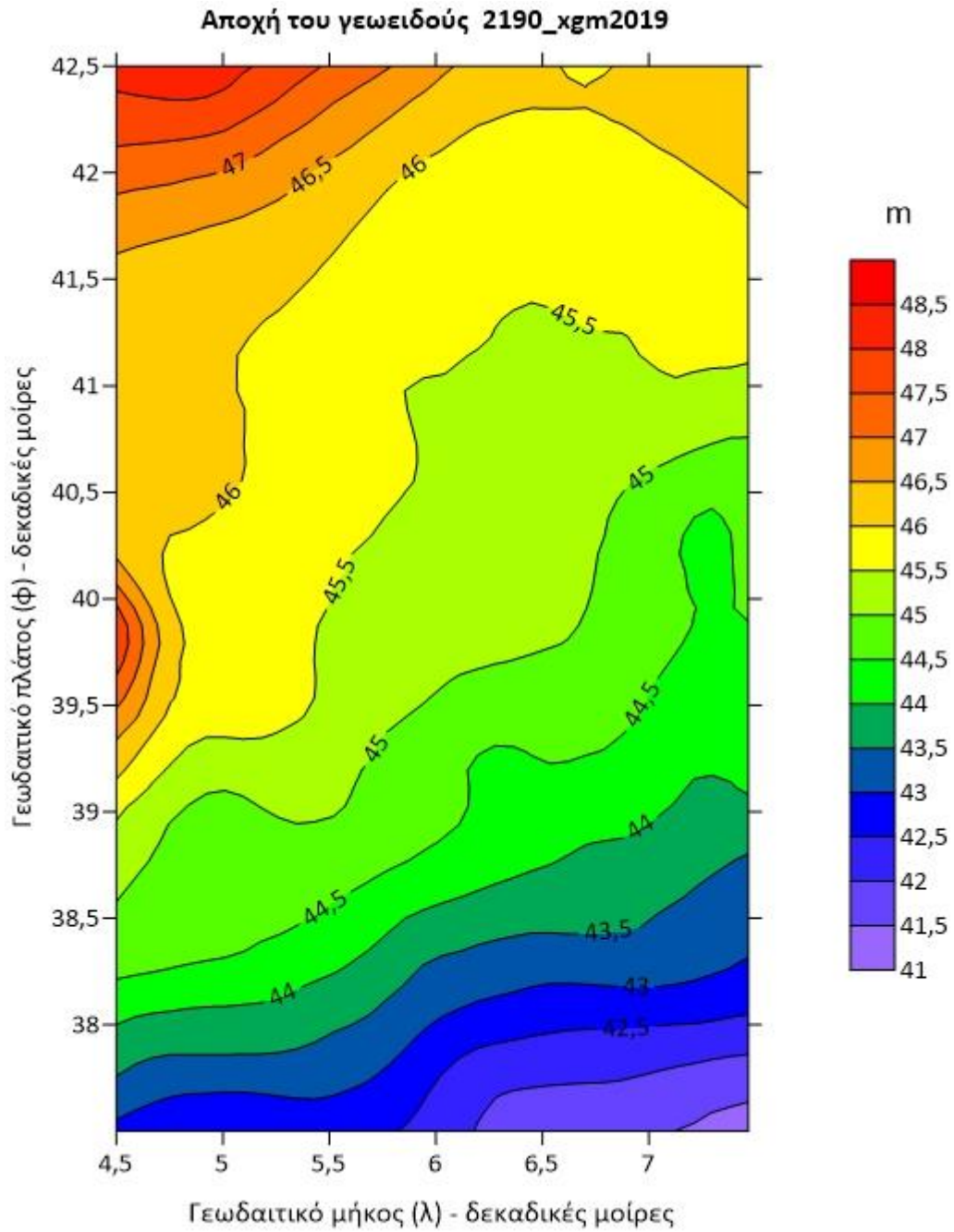
ΧΑΡΤΕΣ ΑΠΟΧΗΣ ΤΟΥ ΓΕΩΕΙΔΟΥΣ



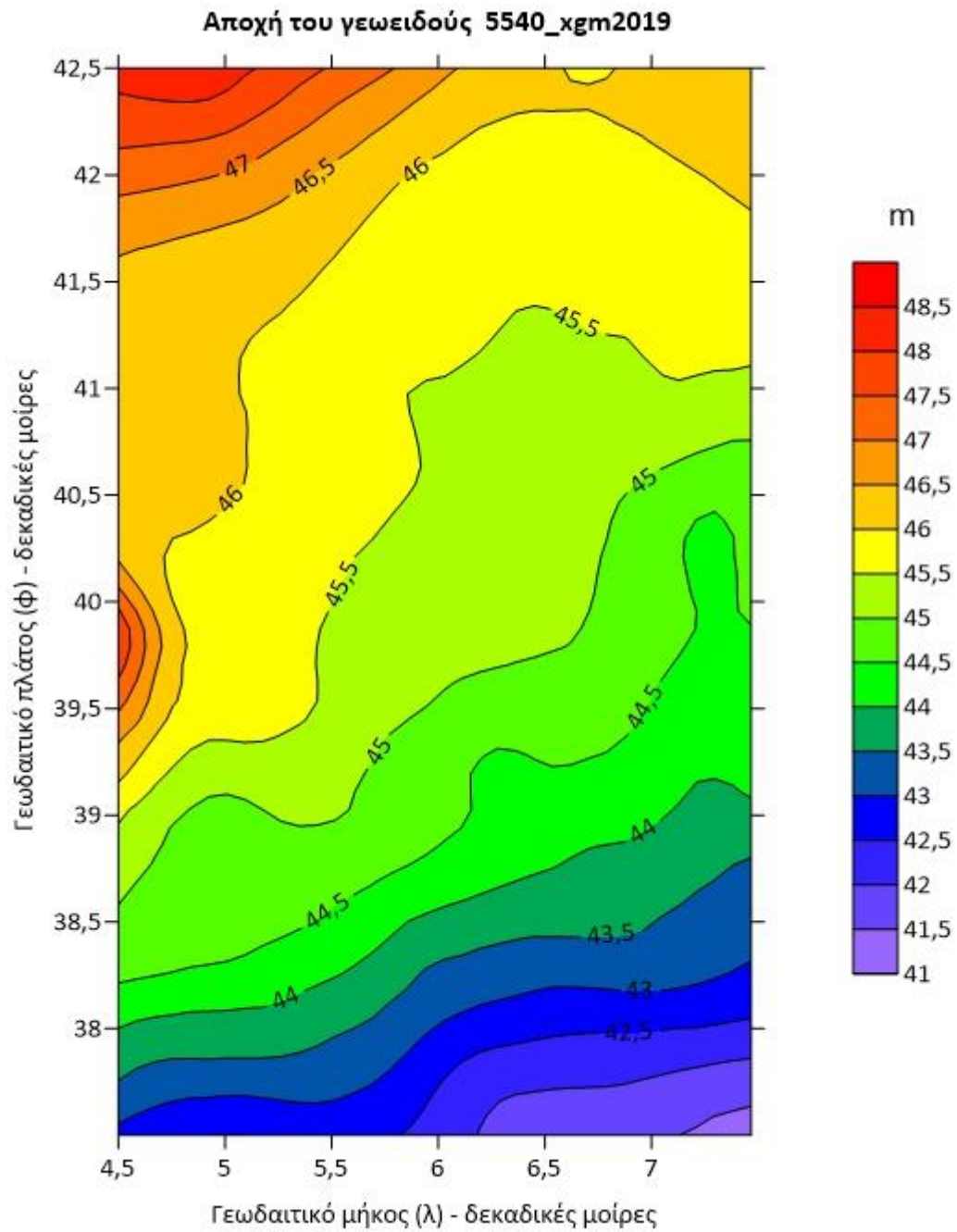
Εικόνα 214 Χάρτης αποχής γεωειδούς EGM2008



Εικόνα 215 Χάρτης αποχής γεωειδούς SGG-UGM-2



Εικόνα 216 Χάρτης αποχής γεωειδούς 2190_ΧGM_2019



Εικόνα 217 Χάρτης αποχής γεωειδούς 5540_XGM_2019