



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΤΩΤΗΣ
& ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ

Σύγχρονοι μέθοδοι επεξεργασίας και ανάλυσης
ωκεανογραφικών δεδομένων με εφαρμογή
σε Ελληνικούς κόλπους και πελάγη

Μαλακ

Βόλος 2004



Επιβλέπων Καθηγητής Αθανάσιος Ι. Θεοδώρου



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 6836/1
Ημερ. Εισ.: 20-01-2009
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΖΠΥΠ
2004
ΜΑΛ

*Αφιερωμένο
στους αγαπημένους μου προγόνους
Μανόλη και Όλγα*

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 4
Ημερομηνία 18-9-04

Επιβλέπων:

Καθηγητής Αθανάσιος Ι. Θεοδώρου

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

Καθηγητής Αθανάσιος Ι. Θεοδώρου

Αν. Καθηγητής Ιωάννης Ε. Γεωργουλάκης

Επ. Καθηγήτρια Παναγιώτα Παναγιωτάκη

Πίνακας περιεχομένων

| | |
|--|----------|
| Πίνακας περιεχομένων | 1 |
| Πρόλογος | 4 |
| Εισαγωγή | 5 |
| Εφαρμογές | 7 |
| 1 ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ | 8 |
| 1.1 Εισαγωγή | 9 |
| 1.2 Πλατφόρμες | 9 |
| 1.2.1 Ερευνητικά σκάφη | 9 |
| 1.2.2 Αγκυροβόλια | 12 |
| 1.2.3 Δορυφόροι | 13 |
| 1.2.4 Υποβρύχια | 14 |
| 1.2.5 Ρυμουλκούμενα μέσα | 16 |
| 1.2.6 Ακυβέρνητα πλωτά μέσα | 17 |
| 1.3 Μετρήσεις των υδρογραφικών ιδιοτήτων | 18 |
| 1.3.1 Θερμόμετρα αντιστροφής | 18 |
| 1.3.2 Μπουκάλια Nansen και Niskin | 20 |
| 1.3.3 CTD | 21 |
| 1.3.4 XBT | 23 |
| 1.3.5 Συσκευές πολυδειγματοληπτών | 23 |
| 1.3.6 Θερμοαλατογράφοι | 24 |
| 1.3.7 Τηλεαισθητήρες | 24 |
| 1.4 Μετρήσεις δυναμικών ιδιοτήτων | 26 |
| 1.4.1 Ρευματογράφοι | 27 |
| 1.4.1.1 Μηχανικοί ρευματογράφοι | 27 |
| 1.4.1.2 Ηλεκτρομαγνητικοί ρευματογράφοι | 28 |

| | |
|---|-----------|
| 1.4.1.3 Ακουστικοί ρευματογράφοι | 29 |
| 1.4.1.4 ADCP | 30 |
| 1.4.2 Μετρήσεις κυμάτων | 32 |
| 1.4.3 Μετρητές παλίρροιας | 32 |
| 1.5 Σύγχρονα συστήματα προσδιορισμού θέσης | 34 |
| 1.5.1 Σύστημα LORAN | 34 |
| 1.5.2 Δορυφορικό σύστημα GPS | 35 |
| 2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ | 39 |
| 2.1 Εισαγωγή | 40 |
| 2.2 Έλεγχος δεδομένων | 40 |
| 2.3 Βαθμονόμηση | 42 |
| 2.3.1 Βαθμονόμηση πρότυπων και αντιστρεφόμενων θερμομέτρων | 43 |
| 2.3.2 Πρότυπο Θαλάσσιο Νερό | 47 |
| 2.3.3 Πίεση | 49 |
| 2.4 Πρακτική Κλίμακα Αλατότητας (1978) και Καταστατική Εξίσωση Θαλάσσιου Νερού (1980) | 50 |
| 2.4.1 Πρακτική Κλίμακα Αλατότητας 1978 (PSS – 78) | 50 |
| 2.4.2 Καταστατική Εξίσωση Θαλάσσιου Νερού 1980 (EOS – 80) | 53 |
| 2.4.3 Αποκλίσεις πυκνότητας και ειδικού όγκου | 54 |
| 2.5 Συνδυαστικοί κρίκοι μεταξύ των κλιμάκων απόκλισης θερμοκρασίας, αλατότητας και πυκνότητας | 55 |
| 2.5.1 Θερμοκρασία | 55 |
| 2.5.2 Αλατότητα | 55 |
| 2.5.3 Απόκλιση πυκνότητας | 57 |
| 2.6 Επιλεγμένοι ωκεανογραφικοί σταθμοί | 58 |
| 2.7 Παρεμβολή δεδομένων | 59 |
| 2.8 Παρεμβολή σε πρότυπες πιέσεις | 60 |
| 2.9 Υπολογιστικές επεξεργασίες δεδομένων CTD | 61 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 2.9.1 | Επεξεργασία δεδομένων CTD | 62 |
| 2.9.1.1 | Απόκλιση πυκνότητας | 62 |
| 2.9.1.2 | Ειδικός όγκος και απόκλιση αυτού | 64 |
| 2.9.1.3 | Απόκλιση δυναμικού βάθους (ύψους) και απόκλιση δυναμικής ενέργειας | 65 |
| 2.9.1.4 | Γεωστροφικά ρεύματα και μεταφορές όγκου και μάζας | 66 |
| 2.9.1.5 | Δυναμική θερμοκρασία και αδιαβατική ρύθμιση | 68 |
| 2.9.1.6 | Κατακόρυφη σταθερότητα και συχνότητα Brunt – Väisälä | 70 |
| 2.9.1.7 | Αναλογία πυκνότητας | 72 |
| 2.9.1.8 | Δυναμική περιδίνηση | 72 |
| 2.9.1.9 | Ταχύτητα του ήχου | 73 |
| 2.9.1.10 | Μετατροπή από βάθος σε πίεση | 75 |
| 2.9.1.11 | Αποτελέσματα – συζήτηση | 76 |
| | ΠΙΝΑΚΕΣ 2ου ΜΕΡΟΥΣ | 77 |
| | ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ 2ου ΜΕΡΟΥΣ | 105 |
| | 3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ | 112 |
| 3.1 | Εισαγωγή | 113 |
| 3.2 | Κατακόρυφα προφίλ | 116 |
| 3.3 | Κατακόρυφες τομές | 121 |
| 3.4 | Οριζόντιοι χάρτες | 126 |
| 3.5 | Προβολές χαρτών | 129 |
| 3.6 | Χαρακτηριστικά διαγράμματα | 132 |
| 3.7 | Χρονοσειρές | 135 |
| 3.8 | Νέες κατευθύνσεις στη γραφική παρουσίαση | 140 |
| | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι | 143 |
| | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ | 162 |
| | Βιβλιογραφία | 196 |

Πρόλογος

Το νερό των ωκεανών και των θαλασσών καλύπτει τη μεγαλύτερη έκταση στον πλανήτη Γη. Οι συνθήκες που επικρατούν στη Γη και ευνοούν τη διατήρηση της ζωής οφείλονται κατά μεγάλο ποσοστό στο θαλάσσιο περιβάλλον. Συνεπώς η μελέτη του απασχόλησε τον άνθρωπο από παλαιότερα, μέχρι σήμερα αλλά και στο μέλλον, με στόχο την κατανόησή του και απώτερο σκοπό τη λήψη μέτρων για την ορθή του διαχείρισή του και τη βελτιστοποίηση των συνθηκών διαβίωσης πάνω στον πλανήτη.

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η ανασκόπηση της μεθοδολογίας που χρησιμοποιείται από τους επιστήμονες της Ωκεανογραφίας, από το παρελθόν μέχρι σήμερα, για τη λήψη, την επεξεργασία και παρουσίαση δεδομένων που προέρχονται από ωκεανογραφικούς πλόες και σταθμούς δειγματοληψίας, με άμεση εφαρμογή σε θάλασσες και πελάγη από τον Ελλαδικό χώρο.

Το πρώτο κεφάλαιο πραγματεύεται τις αρχές λειτουργίας και τη χρήση των οργάνων που είναι απαραίτητα για τη συλλογή των πληροφοριών, από τους ωκεανούς και τις θάλασσες

Για την ολοκλήρωση αυτού θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Αθανάσιο Θεοδώρου για την επιτυχημένη καθοδήγηση, τις συμβουλές και τις διορθώσεις του καθώς και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ιωάννη Γεωργουλάκη και την Επίκουρο Καθηγήτρια κα. Παναγιώτα Παναγιωτάκη για τις πολύτιμες παρατηρήσεις και διορθώσεις που μου παρείχαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας. Ευχαριστώ επίσης το φίλο μου Γιάννη Μαλικουτσάκη για την επιμέλεια του εξώφυλλου της εργασίας αυτής. Τέλος ευχαριστώ θερμά τους αγαπημένους μου γονείς, για την πολύπλευρη στήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Εμμανουήλ Ε. Μαλανδράκης

Βόλος 2004

Εισαγωγή

Η φυσική ωκεανογραφία είναι μια επιστήμη που σκοπό έχει να παρατηρήσει, να καταγράψει και να ερμηνεύσει τα φαινόμενα, που συμβαίνουν στους ωκεανούς, στα πελάγη και στους κόλπους, χωρίς όμως να περιορίζεται μόνο σ' αυτά τα πλαίσια. Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, δεν αφήνει αδιάφορη αυτή την επιστήμη, εφόσον χρησιμοποιεί τα επιτεύγματα της πρώτης, ιδιαίτερα στην καταγραφή και απεικόνιση των δεδομένων, για την ερμηνεία του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Πριν περιγραφούν οι τεχνικές και οι μέθοδοι της φυσικής ωκεανογραφίας, θ' αναφερθούμε στους στόχους και στους περιορισμούς των παρατηρήσεων στο πεδίο.

Ένας θεμελιώδης στόχος ήταν πάντα ο προσδιορισμός της τρισδιάστατης κυκλοφορίας των ωκεανών συναρτήσει του χρόνου. Ένας προφανής τρόπος μελέτης θα ήταν να πάει κάποιος στη θάλασσα με ρευματογράφο και να τη μετρήσει άμεσα. Δυστυχώς όμως ένας ρευματογράφος δίνει πληροφορίες για την ταχύτητα και την κατεύθυνση του νερού στο σημείο που βρίσκεται το όργανο, ενώ στην πραγματικότητα η επιστημονική εμπειρία δείχνει ότι υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις σε μικρές αποστάσεις καθώς και σε μικρά χρονικά διαστήματα. Συνεπώς τέτοιου είδους παρατηρήσεις μπορούν να γίνουν μόνο για περιορισμένες περιοχές με αγκυροβολημένα όργανα ή με ερευνητικά σκάφη, κάτι το οποίο θα ήταν ιδιαίτερα χρονοβόρο και δαπανηρό. Κατά συνέπεια οι άμεσες ρευματομετρήσεις μπορούν να χρησιμεύσουν σε περιοχές άμεσου ενδιαφέροντος, με σκοπό την εξέταση συγκεκριμένων θεωριών.

Αποτυχούσης της άμεσης μέτρησης της κίνησης των υδάτων, οι ωκεανογράφοι οι καταφεύγουν σε έμμεσες μετρήσεις. Ίσως η κορυφαία έμμεση μέτρηση είναι η παρατήρηση των κατανομών των ιδιοτήτων του νερού (αλατότητα, θερμοκρασία), με σκοπό να συναχθεί η ροή του νερού απ' αυτές. Από την αλατότητα και τη θερμοκρασία υπολογίζεται η πυκνότητα, δηλαδή η οριζόντια κλίση της πίεσης στον ωκεανό. Είναι παράξενο το γεγονός ότι πολλά ρεύματα βρίσκονται σε γεωστροφική ισορροπία (ισορροπία ανάμεσα στη βαροβαθμίδα και την Κοριόλειο δύναμη). Συνήθως τα αποτελέσματα του γεωστροφικού υπολογισμού εκφράζονται ως δυναμικό ύψος και κατ' επέκταση σε μια περιοχή ως δυναμική τοπογραφία.

Ακόμα όμως και στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται έμμεσες μέθοδοι προσδιορισμού της ροής, ο παράγοντας του χρόνου παίζει σημαντικό ρόλο. Γι' αυτό

το λόγο συνήθως γίνεται η παραδοχή ότι τα στοιχεία έχουν συλλεχθεί ταυτόχρονα. Αυτή η δυνατότητα της ταυτόχρονης εικόνας σε ολόκληρο τον ωκεανό, τουλάχιστον για την επιφάνεια, έχει δοθεί με τους δορυφόρους και την τηλεπισκόπηση.

Παρακάτω παρατίθενται τα όργανα και οι αρχές λειτουργίας τους, τα οποία χρησιμοποιεί η ωκεανογραφία για την παρατήρηση και τη δειγματοληψία, από παλαιότερες εποχές μέχρι και σήμερα, στην εποχή της τεχνολογίας.

Εφαρμογές

Η μελέτη της μεθοδολογίας που χρησιμοποιείται παρακάτω βρίσκει ευρύτατη χρήση από τους επιστήμονες της ωκεανογραφίας. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται κάποια πιθανά προβλήματα που μπορεί να εμφανιστούν σε μια θαλάσσια περιοχή που ενδεχομένως θα μπορούσαν να μελετηθούν από την επιστήμη της ωκεανογραφίας, με σκοπό την πρόταση μέτρων αντιμετώπισης. Συνήθως τα προβλήματα που καλείται να λύσει μια τέτοια μεθοδολογία εντοπίζονται σε παράκτιες περιοχές, με συχνότερη εμφάνιση την εγκατάσταση μιας υδατοκαλλιεργητικής μονάδας, την τοποθέτηση ενός αποχετευτικού αγωγού και την επιβάρυνση από ρύπους ενός κόλπου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για την εγκατάσταση ιχθυοκλωβών σε έναν προστατευμένο κόλπο πρέπει να καταγραφούν οι μέσες θερμοκρασίες της περιοχής, οι διακυμάνσεις της αλατότητας, οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών και του φυτοπλαγκτού, το ύψος της παλίρροιας και των κυμάτων, η δυναμική τοπογραφία, τα ρεύματα, η μορφολογία του πυθμένα κ.λ.π. Τα παραπάνω μπορούν να υπολογιστούν με τη χρήση ωκεανογραφικών μεθόδων.

Οι μέθοδοι της ωκεανογραφίας δεν εφαρμόζονται μόνο σε παράκτιες περιοχές – όπου η χρήση τους είναι ευρύτατη – αλλά και σε υπεράκτιες θαλάσσιες περιοχές, σε πελάγη και ανοιχτούς ωκεανούς. Απαραίτητη δεν καθίσταται μόνο η ανάγκη για έρευνα και απλή παρατήρηση φαινομένων αλλά και η καταστολή προβλημάτων που ανακύπτουν και μπορεί να αποβούν μοιραία για την ανθρώπινη υγεία. Οι πετρελαιοκηλίδες, παραδείγματος χάριν, είναι δυνατό για παράδειγμα να παρακολουθηθούν και να προταθούν μέτρα αντιμετώπισης. Με τα σύγχρονα μέσα παρατήρησης, όπως οι δορυφόροι, δίνουν νέες δυνατότητες στην αντιμετώπιση τέτοιων καταστροφών. Οι επιστήμονες μ' αυτά τα μέσα έχουν τη δυνατότητα παρακολούθησης ιχθυοπληθυσμών, με απώτερο στόχο την αειφορική διαχείρισή τους.

Τα παραπάνω απασχολούν τον κλάδο της επιχειρησιακής ωκεανογραφίας, δηλαδή το τμήμα που ασχολείται με την εφαρμογή της μεθοδολογίας σε πρακτικό πλέον επίπεδο.

1 ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

1.1 Εισαγωγή

Η φυσική ωκεανογραφία είναι μια πειραματική επιστήμη και απαιτεί την παρατήρηση και την ακριβή μέτρηση για να επιτύχει τους στόχους της. Μπορεί να βασιστεί στην εμπειρία των σχετικών επιστημονικών τομέων της φυσικής και της χημείας και να χρησιμοποιήσει τα υπάρχοντα τεχνολογικά επιτεύγματα στους τομείς της εφαρμοσμένης μηχανικής, αλλά το ωκεάνιο περιβάλλον έχει μοναδικές απαιτήσεις σε όργανα που δεν ικανοποιούνται εύκολα από τον τυποποιημένο εργαστηριακό εξοπλισμό. Κατά συνέπεια, η ανάπτυξη και η κατασκευή των ωκεανογραφικών οργάνων έγινε με σκοπό μια εξειδικευμένη δραστηριότητα.

Το κεφάλαιο αυτό στοχεύει στην κάλυψη των τυποποιημένων κλασσικών οργάνων καθώς επίσης και των σύγχρονων εξελίξεων.

1.2 Πλατφόρμες

Όλες οι μετρήσεις και οι δειγματοληψίες εύλογα απαιτούν μια σταθερή πλατφόρμα για να φέρουν τα απαραίτητα όργανα. Η πλατφόρμα μπορεί να είναι στην επιφάνεια της θάλασσας, στον πυθμένα, στο εσωτερικό της υδάτινης στήλης ή στο διάστημα. Η επιλογή της πλατφόρμας εξαρτάται από τις ικανότητές της να συλλέξει τις απαραίτητες πληροφορίες στο χώρο και το χρόνο.

1.2.1 Ερευνητικά σκάφη

Όπως οποιοδήποτε σκάφος, τα ερευνητικά σκάφη πρέπει να είναι πλεύσιμα και ικανά να αντέξουν σε περιπτώσεις κακοκαιρίας. Οι καιρικές συνθήκες στην περιοχή έρευνας καθορίζουν το ελάχιστο μέγεθος του σκάφους. Οι πρόσθετες απαιτήσεις, όπως ο χειρισμός του βαρύτατου εξοπλισμού εν πλω ή η ανάγκη για πολυάριθμο επιστημονικό προσωπικό κατά τη διάρκεια μιας διεπιστημονικής μελέτης, μπορούν να αυξήσουν το ελάχιστο μέγεθος του σκάφους. Τα χαρακτηριστικά ωκεάνια ερευνητικά σκάφη είναι μήκους 50 – 80 μέτρων, έχουν μια συνολική άνωση 1000 – 2000 τόνων και παρέχουν τη φιλοξενία για 10 – 20 επιστήμονες.

Η μορφή ενός ερευνητικού σκάφους καθορίζεται από την ανάγκη για έναν εύλογα μεγάλο χώρο εργασίας, διάφορα ισχυρά βαρούλκα για την πόντιση και την ανέλκυση των οργάνων και τουλάχιστον ένα πλαίσιο σχήματος A μια δομή που

επιτρέπει σε ένα καλώδιο να κινηθεί το βαρούλκο έξω από την πλευρά ή την πρύμνη του σκάφους και κάθετα στο νερό.

Η απαίτηση να είναι εν πλω για εκτενείς χρονικές περιόδους, να παραμένει στάσιμο ενώ γίνεται χειρισμός του εξοπλισμού και να κινείται με πολύ αργή ταχύτητα όταν ρυμουλκείται ο εξοπλισμός πίσω από το σκάφος, αποτελούν πρόσθετες απαιτήσεις στο σχεδιασμό των ερευνητικών σκαφών. Για να αυξήσουν την αυτονομία τους (ο αριθμός ημερών που ένα σκάφος μπορεί να παραμείνει εν πλω πριν εξαντληθούν τα καύσιμα), τα ερευνητικά σκάφη μπορούν να κινούνται με μια μέτρια λειτουργική ταχύτητα 10 – 12 κόμβων (18-28 km/h.). Αυτό συγκρίνεται με τις λειτουργικές ταχύτητες 15 – 20 κόμβων για τα εμπορικά σκάφη. Τα περισσότερα ερευνητικά σκάφη έχουν μια αυτονομία 20 - 25 ημερών, η οποία τους δίνει μια ακτίνα κάλυψης 6000 - 8000 ναυτικών μιλίων (11.000 – 14.800 km), επαρκής για να λειτουργήσει σε μεγάλες θάλασσες αρκετές ημέρες πριν χρειαστεί να προσεγγίσει την ξηρά. Μόνο τα μεγάλα ωκεανογραφικά ιδρύματα χρησιμοποιούν ερευνητικά σκάφη με τέτοιου είδους σφαιρική ερευνητική ικανότητα.

Όλα τα σύγχρονα σκάφη (εικόνα 1.1) κινούνται με πετρελαιοκινητήρες. Τέτοιες μηχανές χρησιμοποιούνται καλύτερα για σχεδόν σταθερή ταχύτητα. Τα εμπορικά



Εικόνα 1.1 Σύγχρονο ερευνητικό σκάφος

σκάφη δεν είναι απαραίτητο να μεταβάλλουν την ταχύτητά τους κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους. Χρησιμοποιούνται έτσι διάφορες ρυθμίσεις που να επιτρέπουν

στα ερευνητικά σκάφη να κινούνται με πολύ αργές ταχύτητες. Στα πετρελαίου – ηλεκτρικά συστήματα οι δυνάμεις των πετρελαιομηχανών κινούν μια ηλεκτρική μηχανή που με τη σειρά της κινεί τον άξονα της προπέλας. Οι ηλεκτρικές μηχανές λειτουργούν αποτελεσματικά σε οποιαδήποτε ταχύτητα και επιτρέπουν στο σκάφος ακριβή έλεγχο της ταχύτητας. Σε μια άλλη ρύθμιση η πετρελαιομηχανή κινεί μια προπέλα μεταβαλλόμενης κλίσης. Σε μια τέτοια προπέλα η μεταβολή των πτερυγίου (η γωνία των πτερυγίων) μπορεί να ελεγχθεί ώστε να δώσει ώθηση πολύ χαμηλή ή μηδενική, ακόμη και σε πλήρη περιστροφή της προπέλας. Η πόντιση του εξοπλισμού από την πλευρά ενός σκάφους απαιτεί περισσότερες από μία ώθηση. Χωρίς ενεργό έλεγχο θέσης το σκάφος θα παρασυρθεί με τον αέρα και πάνω από το καλώδιο των οργάνων. Για να κρατηθεί κάθετος ο εξοπλισμός και μακριά από την καρίνα του σκάφους το σκάφος πρέπει να αντιδρά στα αποτελέσματα του αέρα και του ρεύματος. Αυτό επιτυγχάνεται συνήθως με τη βοήθεια ενός ζεύγους πρόσθετων προωστήρων, ένας στην πλώρη και ένας στην πρύμνη, οι οποίοι μπορούν να ωθήσουν το σκάφος λοξά. Ο προωστήρας της πλώρης είτε βρίσκεται σε μια οριζόντια σήραγγα μέσα στην καρίνα του σκάφους είτε σ' έναν άξονα που μπορεί να προσανατολιστεί σε οποιαδήποτε κατεύθυνση και να αποσυρθεί όταν το σκάφος είναι εν κινήσει. Ο πρυμναίος προωθητής είναι είτε μια παρόμοια σήραγγα είτε έχει τοποθετηθεί πάνω στο πηδάλιο του σκάφους (ενεργό πηδάλιο). Οι δύο προωθητές επιτρέπουν μαζί τον πολύ ακριβή έλεγχο της συμπεριφοράς του σκάφους στον αέρα, τα κύματα και τα ρεύματα και επιτρέπουν την επιτόπια περιστροφή αν αυτό κριθεί αναγκαίο.

Οι ελάχιστες εργαστηριακές απαιτήσεις αποτελούνται από ένα εργαστήριο για το χειρισμό των δειγμάτων του νερού, ένα άλλο υπολογιστών για την επεξεργασία των δεδομένων, ένα τρίτο ηλεκτρονικό για την προετοιμασία των οργάνων και τέλος ένα χημικό εργαστήριο για την ανάλυση των δειγμάτων του νερού. Τα μεγαλύτερα ερευνητικά σκάφη που σχεδιάζονται για διεπιστημονική έρευνα έχουν επιπρόσθετα βιολογικά, γεωφυσικά και γεωλογικά εργαστήρια. Τα ερευνητικά σκάφη απαιτούν 15.000 – 25.000 Ευρο ημερήσια έξοδα λειτουργίας.

Τα ερευνητικά σκάφη, για πολλές δεκαετίες, ήταν ο μόνος διαθέσιμος τύπος πλατφόρμας για τη συλλογή δεδομένων στους ωκεανούς. Η εμφάνιση των βαθιών αγκυροβολίων, οι δορυφόροι και οι αυτόνομες ανεμότρατες έχουν μειώσει τη σημασία τους, αλλά τα ερευνητικά σκάφη είναι ακόμα ένα ουσιαστικό εργαλείο στην ωκεανογραφική έρευνα. Τώρα πλέον χρησιμοποιούνται κυρίως για μεγάλης

κλίμακας έρευνες για τις ιδιότητες της ωκεάνιας υδάτινης στήλης και για τις μελέτες κάποιων διαδικασιών (όπως η μίξη στα μέτωπα, ο προσδιορισμός της θερμότητας των ωκεάνιων περιοχών κ.λ.π.).

1.2.2 Αγκυροβόλια

Τα αγκυροβόλια (εικόνα 1.2) είναι κατάλληλες πλατφόρμες οπουδήποτε απαιτούνται μετρήσεις σε μια θέση κατά τη διάρκεια ενός εκτεταμένου χρονικού διαστήματος. Το σχέδιό τους εξαρτάται από το βάθος της υδάτινης στήλης και από τον τύπο των οργάνων που χρησιμοποιούνται, αλλά τα βασικά στοιχεία ενός ωκεανογραφικού αγκυροβολίου είναι μια άγκυρα, μια γραμμή πρόσδεσης (καλώδιο ή σχοινί) και ένα ή περισσότερα στοιχεία πλευστότητας που κρατούν το αγκυροβόλιο όρθιο και κατά προτίμηση όσο το δυνατόν κατακόρυφο. Τα αγκυροβόλια κάτω από την επιφάνεια χρησιμοποιούνται σε μεγάλα θαλάσσια βάθη σε συνθήκες όπου οι πληροφορίες για το επιφανειακό στρώμα δεν είναι ουσιαστικές στο πείραμα. Ο κύριος πλωτήρας τοποθετείται στην κορυφή της γραμμής περίπου 20 – 50 m κάτω από την ωκεάνια επιφάνεια. Αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι το αγκυροβόλιο δεν εκτίθεται στη δράση των κυμάτων επιφανείας και δεν διατρέχει κίνδυνο καταστροφής από την κυκλοφορία σκαφών ή κλοπής. Για να προστατευθεί το αγκυροβόλιο από δαγκώματα ψαριών, χρησιμοποιείται σύρμα για τα ανώτερα 1000 m, ενώ κατωτέρω χρησιμοποιείται σχοινί. Για να κρατηθεί



Εικόνα 1.2 Αγκυροβόλιο με μετεωρολογικό εξοπλισμό

το αγκυροβόλιο κατακόρυφο πρέπει να έχει τις ελάχιστες μετατοπίσεις, κάτι που μπορεί να επιτευχθεί με καλώδια μικρής διαμέτρου. Αυτό απαιτεί επίσης μικρό φορτίο από όργανα πάνω στο καλώδιο. Η πρόσθετη άνωση επομένως κατανέμεται κατά μήκος του σύρματος για να αντισταθμίσει το βάρος των οργάνων.

Ένα πείραμα που περιλαμβάνει τη μελέτη του επιφανειακού στρώματος ή τη συλλογή μετεωρολογικών δεδομένων απαιτεί επιφανειακό αγκυροβόλιο. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο κεντρικός πλωτήρας έχει σχήμα βάσης, που επιπλέει στην επιφάνεια και μπορεί να φέρει μετεωρολογικά όργανα. Σε βαθύ ωκεανό τα επιφανειακά αγκυροβόλια είναι συνήθως «τεντωμένα». Χρησιμοποιούν μόνο σχοινί για τη γραμμή του αγκυροβολίου και είναι λίγο πιο κοντό από το βάθος της υδάτινης στήλης. Έτσι λόγω της τάσης του σχοινού το αγκυροβόλιο παραμένει κατακόρυφο. Σ' αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιείται μια ρύθμιση όπου ένα επιπλέον τμήμα της γραμμής του αγκυροβολίου συμπεριλαμβάνεται μεταξύ δύο βυθισμένων τμημάτων που αναγκάζουν το μήκος της γραμμής να διαμορφώσει μια μορφή S. Σε αυτήν την διαμόρφωση το μήκος της γραμμής είναι περίπου 25% μεγαλύτερο από το βάθος της υδάτινης στήλης.

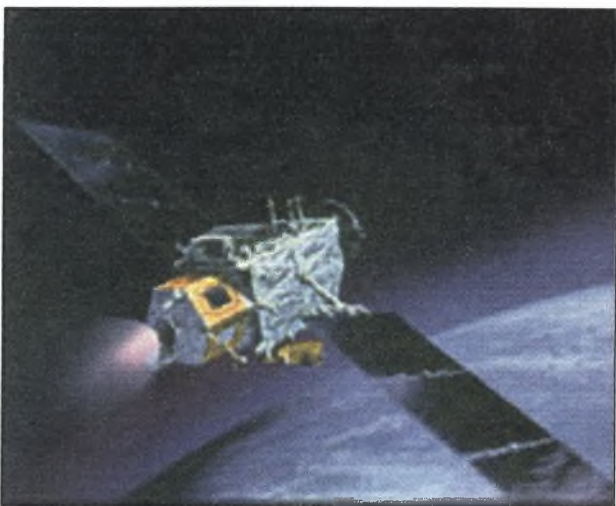
Στην ηπειρωτική κρηπίδα χρησιμοποιούνται τα αγκυροβόλια τύπου U επειδή το βάθος δεν ξεπερνά τα 200 μέτρα. Ένα τέτοιο αποτελείται από ένα επιφανειακό ή λίγο βυθισμένο αγκυροβόλι που επάνω του βρίσκεται ο εξοπλισμός, μια πυθμενική γραμμή κατά προσέγγιση δύο φορές μεγαλύτερη από το βάθος του νερού και ένα δεύτερο αγκυροβόλιο με μια μικρή σημαδούρα.

1.2.3 Δορυφόροι

Η εμφάνιση της δορυφορικής τεχνολογίας δημιούργησε τη δυνατότητα μέτρησης ιδιοτήτων και δυναμικών ποσοτήτων του νερού από το διάστημα. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η σχεδόν συνοπτική κάλυψη ολόκληρων ωκεανών και η ευκολία πρόσβασης σε μακρινές ωκεάνιες περιοχές. Οι δορυφόροι επομένως έχουν γίνει αναπόφευκτα ένα εργαλείο για την έρευνα του κλίματος. Ο σημαντικότερος περιορισμός της μεθόδου είναι ότι οι δορυφόροι βλέπουν μόνο την επιφάνεια του ωκεανού και επομένως δίνουν περιορισμένες πληροφορίες για το ωκεάνιο εσωτερικό.

Οι περισσότεροι δορυφόροι (εικόνα 1.3) ονομάζονται από τους αισθητήρες που φέρουν. Στην πραγματικότητα, ο δορυφόρος και οι αισθητήρες του είναι δύο χωριστά πράγματα: ο δορυφόρος είναι μια πλατφόρμα, οι αισθητήρες είναι όργανα. Ως πλατφόρμες, οι δορυφόροι emπίπτουν σε τρεις κατηγορίες. Οι περισσότεροι δορυφόροι ακολουθούν κεκλιμένες τροχιές: Οι ελλειπτικές τροχιές τους κλίνουν σε σχέση με τον Ισημερινό. Ο βαθμός κλίσης καθορίζει πόσο μακριά από τον

Ισημερινό μπορεί ο δορυφόρος να δει τη Γη. Οι χαρακτηριστικές κλίσεις είναι κοντά στις 60° , συνεπώς ο δορυφόρος καλύπτει την περιοχή από 60° Βόρεια ως 60° Νότια. Καλύπτει αυτήν την περιοχή συχνά, ολοκληρώνοντας μια περιστροφή γύρω από τη Γη σε περίπου 50 min.



Εικόνα 1.3 Ο δορυφόρος ARGOS

Μερικοί δορυφόροι έχουν μια κλίση περίπου 90° και μπορούν επομένως να δουν και τους δύο πόλους. Κινούνται δηλαδή πάνω από τις πολικές περιοχές. Ένα χαρακτηριστικό ύψος των δορυφόρων στις πολικές και κεκλιμένες τροχιές είναι 800 km. Η τρίτη και τελευταία ομάδα είναι οι γεωστατικοί δορυφόροι.

Κινούνται σε τροχιά με την ίδια ταχύτητα περιστροφής της Γης (γύρω από τον άξονά της) και μ' αυτό τον τρόπο είναι στάσιμοι σε σχέση με κάποιο σημείο πάνω στη Γη. Αυτό είναι δυνατόν εάν ο δορυφόρος κινείται πάνω από τον Ισημερινό και σε τροχιά με ύψος 35.800 km, πολύ ψηλότερα από όλους τους άλλους δορυφόρους. Οι γεωστατικοί δορυφόροι επομένως δεν μπορούν να δουν τους πόλους. Η επιλογή ενός δορυφόρου ως πλατφόρμα περιλαμβάνει λογικά την επιλογή σωστού αισθητήρα και κατάλληλης τροχιάς. Ένας αισθητήρας πάγου για να ελέγξει τα πολικά καλύμματα του πάγου δεν επιτυγχάνει πολλά σε έναν γεωστατικό δορυφόρο και ένας αισθητήρας νέφωσης για καιρική πρόβλεψη δεν τοποθετείται σε πολική τροχιά.

1.2.4 Υποβρύχια

Τα υποβρύχια βαθυσκάφη δε χρησιμοποιούνται συχνά ως πλατφόρμα στη φυσική ωκεανογραφία αλλά το γεγονός αυτό είναι κάτι που μεταβάλλεται με το πέρασμα των ετών. Τα υποβρύχια (εικόνα 1.4) μπορούμε να τα διακρίνουμε σε τρεις τύπους: τα επανδρωμένα, τα τηλεχειριζόμενα και τα αυτόνομα. Τα επανδρωμένα υποβρύχια χρησιμοποιούνται στη θαλάσσια γεωλογία για την εξερεύνηση του πυθμένα της θάλασσας και περιστασιακά στη θαλάσσια βιολογία για τη μελέτη των

πυθμενικών οικοσυστημάτων. Σίγουρα δεν αποτελούν εργαλείο για τη φυσική ωκεανογραφία.

Τα τηλεχειριζόμενα υποβρύχια χρησιμοποιούνται συνήθως στη βιομηχανία του πετρελαίου και του φυσικού αερίου και για την ανάκτηση οργάνων καταγραφής πτήσης από αεροσκάφη που κατέπεσαν στον ωκεανό. Στην επιστήμη βρίσκουν παρόμοιες χρήσεις με τα επανδρωμένα υποβρύχια σκάφη αλλά δεν αποτελούν πάλι εργαλείο για τη φυσική ωκεανογραφία. Τα αυτόνομα υποβρύχια είναι αυτό-προωθούμενα οχήματα που μπορούν να προγραμματιστούν για να ακολουθήσουν μια προκαθορισμένη πορεία κατάδυσης. Τέτοια σκάφη έχουν μεγάλες δυνατότητες για τη φυσική ωκεανογραφία. Μερικά μεγάλα ωκεανογραφικά ερευνητικά ιδρύματα τα αναπτύσσουν, ώστε να φέρουν

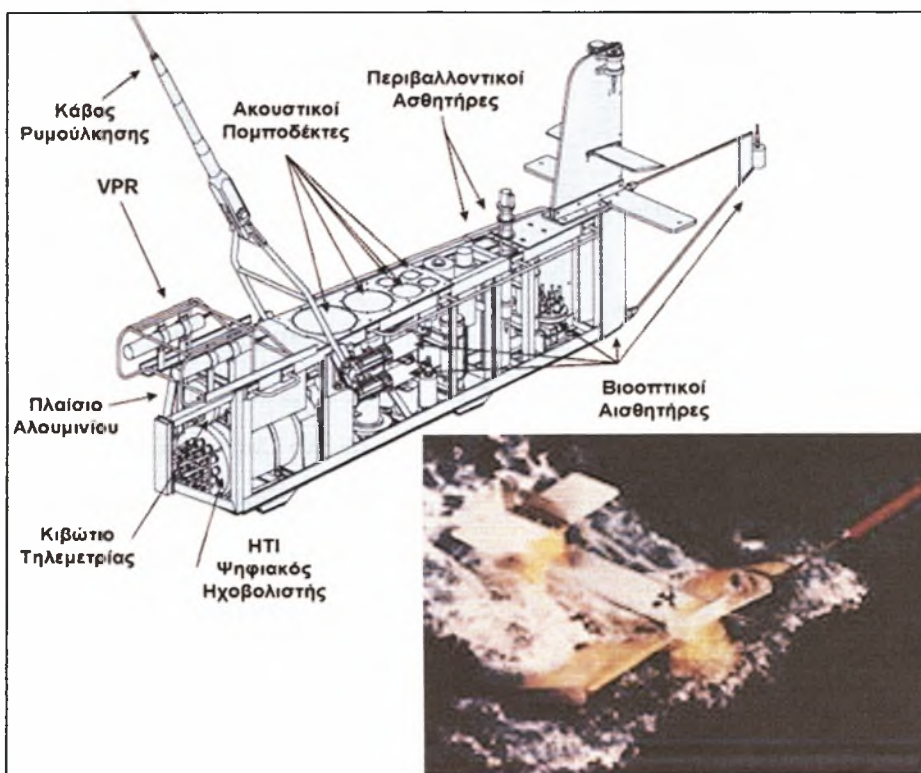


Εικόνα 1.4 Επανδρωμένο βαθυσκάφος

όργανα όπως ένα CTD για να ερευνήσουν μια ωκεάνια περιοχή καταδυόμενα κατά μήκος μιας διαδρομής και να διαβιβάσουν τα συλλεχθέντα στοιχεία μέσω δορυφόρου όταν βρίσκονται στην επιφάνεια. Εντούτοις θα περάσει κάποιο χρονικό διάστημα προτού αυτά μπου σε κανονική χρήση. Τελικά, τα αυτόνομα υποβρύχια θα μειώσουν πολύ την ανάγκη για ερευνητικά σκάφη στο άμεσο μέλλον.

1.2.5 Ρυμουλκούμενα μέσα

Τα ρυμουλκούμενα μέσα χρησιμοποιούνται από τα ερευνητικά σκάφη στις μελέτες που απαιτούν υψηλή χωρική ανάλυση όπως η μίξη στα μέτωπα και οι διάφορες διαδικασίες στο ιδιαίτερα ευμετάβλητο ανώτερο στρώμα του ωκεανού. Τα περισσότερα συστήματα αποτελούνται από ένα υδροδυναμικά διαμορφωμένο υποβρύχιο μέρος, ένα ηλεκτρομηχανικό καλώδιο ρυμούλκησης (συντά πολυαγωγός) και ένα βαρούλκο. Στο υποβρύχιο μέρος εγκαθίσταται ένα ζεύγος διαμορφωμένων πτερυγίων που ελέγχουν την κίνησή του μέσα στο νερό. Εκτός από το πακέτο των αισθητήρων (συνήθως ένα CTD και μερικές φορές πρόσθετοι αισθητήρες για χημικές μετρήσεις) φέρει αισθητήρες για την πίεση, την κλίση και τον κυματισμό για να ελεγχθεί η συμπεριφορά του και κίνησή του μέσα στην υδάτινη στήλη. Τα στοιχεία στέλνονται στο υπολογιστικό σύστημα του σκάφους μέσω του καλωδίου.



Εικόνα 1.5 Ρυμουλκούμενο μέσο και το εσωτερικό του με τα όργανα που φέρει.

Το ίδιο καλώδιο χρησιμοποιείται για να στείλει τις εντολές στο υποβρύχιο μέρος για να αλλάξει τη γωνία των πτερυγίων του.

Η εικόνα 1.5 παρουσιάζει ρυμουλκούμενο μέσο, το οποίο καλύπτει ένα εύρος μεταξύ της επιφάνειας και των 800 m βάθους. Το μέσο ρυμουλκείται με ταχύτητα

περίπου 6-10 knots (10 - 18 km/h) και περνά το βάθος των 250 m περίπου μια φορά κάθε 5 min.

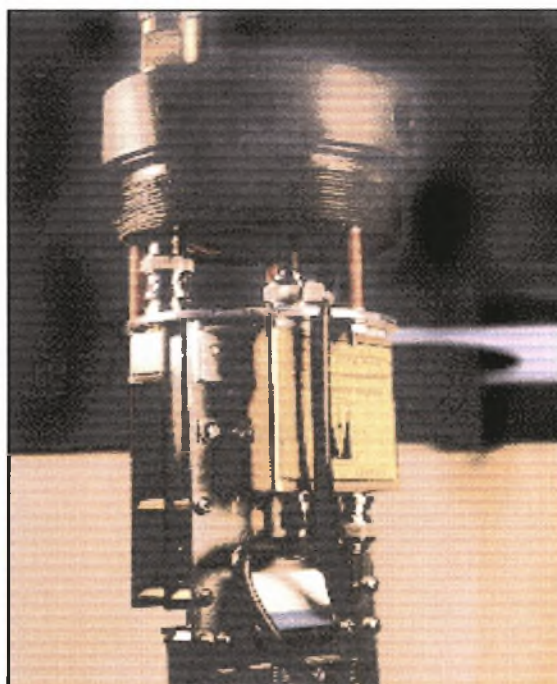
Ένα εναλλακτικό ρυμουλκούμενο σύστημα δεν χρησιμοποιεί ένα υποβρύχιο μέρος για να φέρει τους αισθητήρες, αλλά πάνω στο καλώδιο ρυμούλκησης ανά σταθερά διαστήματα, κάτι το οποίο χρησιμοποιείται σπάνια.

1.2.6 Ακυβέρνητα πλωτά μέσα

Το κύριο χαρακτηριστικό των ακυβέρνητων πλωτών μέσων είναι ότι κινούνται ελεύθερα με το ωκεάνιο ρεύμα και έτσι η θέση τους μπορεί οποιαδήποτε στιγμή να ελεγχθεί, δίνοντας εικόνες για την κίνηση του θαλάσσιου νερού. Αυτές οι πλατφόρμες χρησιμοποιούνται κυρίως σε μακρινές περιοχές, όπως ο νότιος ωκεανός και στα κεντρικά μέρη των μεγάλων ωκεάνιων λεκανών, που σπάνια διέρχονται ερευνητικά σκάφη και όπου είναι δύσκολο και ακριβό να τοποθετηθεί αγκυροβόλιο..

Στην πραγματικότητα πλωτό είναι ένας γενικός όρος για τα σώματα που δεν βυθίζονται στον ωκεανό. Ένα ακυβέρνητο πλωτό μέσο, αφ' ετέρου, είναι μια πλατφόρμα με σκοπό να κινηθεί με το ωκεάνιο ρεύμα. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να ενσωματωθεί μια συσκευή ή ένας πλωτήρας.

Τα επιφανειακά επιπλέουν στην επιφάνεια και μπορούν να διαβιβάσουν τα στοιχεία μέσω



Εικόνα 1.6 Η «καρδιά» ενός σύγχρονου πλωτού μέσου με τον μικροεπεξεργαστή, το GPS τους αισθητήρες.

δορυφόρου. Αν είναι σχεδιασμένα να συλλέξουν πληροφορίες για την ωκεάνια επιφάνεια φέρουν και μετεωρολογικά όργανα πάνω στον πλωτήρα και αισθητήρες για θερμοκρασία και αλατότητα από κάτω. Για να μην παρασυρθούν έξω απ' το πεδίο του ενδιαφέροντος από τους ισχυρούς ανέμους προσαρμόζεται μια «πλωτή άγκυρα» σε κάποιο βάθος. Αν είναι σχεδιασμένοι για να δώσουν πληροφορίες για το

εσωτερικό της υδάτινης στήλης, τότε τοποθετούνται αισθητήρες (εικόνα 1.6) μεταξύ του πλωτήρα και της άγκυρας. Η εμβέλεια τους δεν ξεπερνά τα 100 m. Τα όργανα που χρησιμοποιούνται για υποεπιφανειακές παρατηρήσεις, έχουν σχεδιαστεί να ισορροπούν ουδέτερα σε ένα επιλεγμένο βάθος. Έτσι έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς να ακολουθούν τα ωκεάνια ρεύματα στα διάφορα βάθη, από μερικές εκατοντάδες μέτρα μέχρι και το βάθος των 1000 m. Τα πρώτα τέτοια διαβίβαζαν τα δεδομένα τους ηχητικά μέσω του ωκεανού σε παράκτιους σταθμούς. Επειδή ο ήχος κινείται καλύτερα στο βάθος της ελάχιστης ταχύτητας του ήχου (το κανάλι SOFAR), αυτοί οι πλωτήρες SOFAR χρησιμοποιούνται περίπου στο βάθος των 1000 m. Τα σύγχρονα υποεπιφανειακά παραμένουν σε βάθος για αρκετές εβδομάδες και ανέρχονται στην επιφάνεια να διαβιβάσουν εν συντομία τα στοιχεία τους σε έναν δορυφόρο και επιστρέφουν στο προεπιλεγμένο βάθος τους. Αυτά τα σώματα μπορούν επομένως να προγραμματιστούν για οποιοδήποτε βάθος και μπορούν επίσης να λάβουν τα δεδομένα της θερμοκρασίας και της αλατότητας (CTD) κατά τη διάρκεια της ανόδου τους. Τα σύγχρονα ακυβέρνητα πλωτά μέσα (εικόνα μπορούν να λειτουργούν μέχρι και δύο έτη χωρίς συντήρηση.

1.3 Μετρήσεις των υδρογραφικών ιδιοτήτων

Αυτό το τμήμα δίνει μια επισκόπηση των αισθητήρων και των οργάνων για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, της αλατότητας, του οξυγόνου, των θρεπτικών και των ιχνοστοιχείων.

1.3.1 Θερμόμετρα αντιστροφής

Οι πρώτες μετρήσεις θερμοκρασίας σε κάποιο βάθος κάτω από την επιφάνεια έγιναν με δειγματοληψία από μονωμένο σωλήνα και τη μέτρηση της θερμοκρασίας των δειγμάτων, με ένα θερμόμετρο υδραργύρου, κατά την επάνοδό του στο κατάστρωμα. Αν και αυτές οι μετρήσεις δεν ήταν ακριβείς, έδωσαν τα πρώτα στοιχεία ότι κάτω από το βάθος των 1000 m ο ωκεανός είναι κρύος ακόμη και στους τροπικούς. Επίσης έδειξαν ότι απαιτούνται ιδιαίτερα ακριβείς μετρήσεις για να εντοπιστούν οι μικρές θερμοκρασιακές διαφορές των διαφορετικών περιοχών σε εκείνο το βάθος.

Το πρώτο όργανο (μέσω της χρήσης της πολλαπλών δειγματοληψιών και του υπολογισμού μέσου όρου) που επέτυχε την απαιτούμενη ακρίβεια των 0,01°C ήταν το θερμομέτρο αναστροφής. Αποτελείται από έναν γυάλινο σωλήνα υδραργύρου με μια σπείρα 360°. Ο σωλήνας είναι μικρού πλάτους μέσα στη σπείρα, όπου έχει μια τριχοειδή απόφυση.



Εικόνα 1.7 Θερμόμετρο αντιστροφής

Το όργανο βυθίζεται στο επιθυμητό βάθος. Ο υδράργυρος αυξάνεται αναλογικά με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Όταν φτάσει στο επιθυμητό βάθος ο εσωτερικός σωλήνας του θερμομέτρου γυρίζει ανάποδα (ανεστραμμένος), η ροή του υδραργύρου διακόπτεται από την τριχοειδή απόφυση, και μόνο ο υδράργυρος που ήταν επάνω απ' αυτό το σημείο παραμένει στο χαμηλότερο

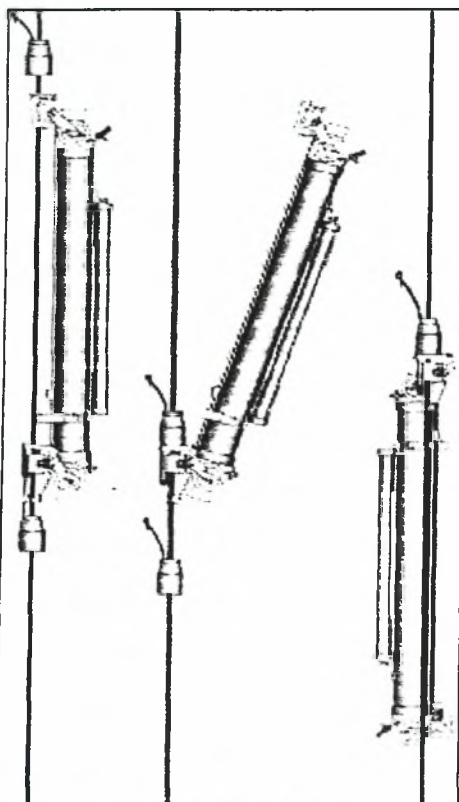
μέρος του γυάλινου σωλήνα. Ο σωλήνας έχει διαβαθμίσεις ώστε να επιτρέπει την ανάγνωση της θερμοκρασίας, όταν επιστραφεί στην επιφάνεια.

Για να εξαλειφθεί η επίδραση της πίεσης, που συμπιέζει το σωλήνα και αναγκάζει περισσότερο υδράργυρο να κινηθεί κατά τη διάρκεια της βύθισης, το θερμομέτρο εσωκλείεται σε ένα περίβλημα ανθεκτικό στην πίεση. Αν χρησιμοποιηθεί ένα τέτοιο «προστατευμένο» θερμομέτρο αναστροφής και ένα κανονικό, απ' τη διαφορά στη μέτρηση μπορεί να προσδιοριστεί η πίεση και επομένως και το βάθος μέτρησης.

Τα θερμομέτρα αντιστροφής (εικόνα 1.7) προϋποθέτουν ένα ερευνητικό σκάφος ως πλατφόρμα και χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με μπουκάλια Nansen ή Niskin ή πάνω σε συσκευές πολλαπλών δειγματοληψιών.

1.3.2 Μπουκάλια Nansen και Niskin

Η μέτρηση της αλατότητας και του οξυγόνου, των θρεπτικών ουσιών και των συγκεντρώσεων ιχνοστοιχείων απαιτεί τη συλλογή των δειγμάτων νερού από διάφορα βάθη. Αυτός ο ουσιαστικός στόχος επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης των δειγματοληπτικών μπουκαλιών νερού. Το πρώτο δειγματοληπτικό μπουκάλι νερού αναπτύχθηκε από τον Fritjof Nansen και είναι έτσι γνωστό ως μπουκάλι Nansen. Αποτελείται από έναν κύλινδρο μετάλλων με δύο περιστρεφόμενους μηχανισμούς στις δύο άκρες. Το μπουκάλι είναι συνδεδεμένο με ένα καλώδιο. Όταν το μπουκάλι βυθιστεί στο επιθυμητό βάθος, είναι ανοικτό και στις δύο άκρες και έτσι οι ροή του νερού μέσα από το μπουκάλι είναι ελεύθερη. Στο βάθος όπου πρόκειται να γίνει η δειγματοληψία του



Εικόνα 1.8 Μπουκάλι Nansen και ο τρόπος λειτουργίας του

νερού, το άνω άκρο του μπουκαλιού αποσυνδέεται από το καλώδιο και το μπουκάλι αναποδογυρίζει όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.8. Έτσι κλείνουν οι βαλβίδες των άκρων και παγιδεύεται το δείγμα, το οποίο έπειτα μπορεί μεταφερθεί στην επιφάνεια.

Σε μια ωκεανογραφική «σύνθεση» επισυνάπτονται διάφορα μπουκάλια κατά διαστήματα σε ένα λεπτό σύρμα και βυθίζονται μέσα στη θάλασσα. Όταν τα μπουκάλια φτάσουν στο επιθυμητό βάθος, απελευθερώνεται ένα μεταλλικό βαρίδι (αγγελιοφόρος), το οποίο δίνει το έναυσμα για το μηχανισμό αντιστροφής του ανώτερου μπουκαλιού. Ο ίδιος μηχανισμός απελευθερώνει ένα νέο «αγγελιοφόρο» που κινείται προς τα κάτω για να αντιστρέψει το δεύτερο μπουκάλι και ούτω καθ' εξής μέχρι το τελευταίο μπουκάλι.



Εικόνα 1.9 Μπουκάλι Niskin

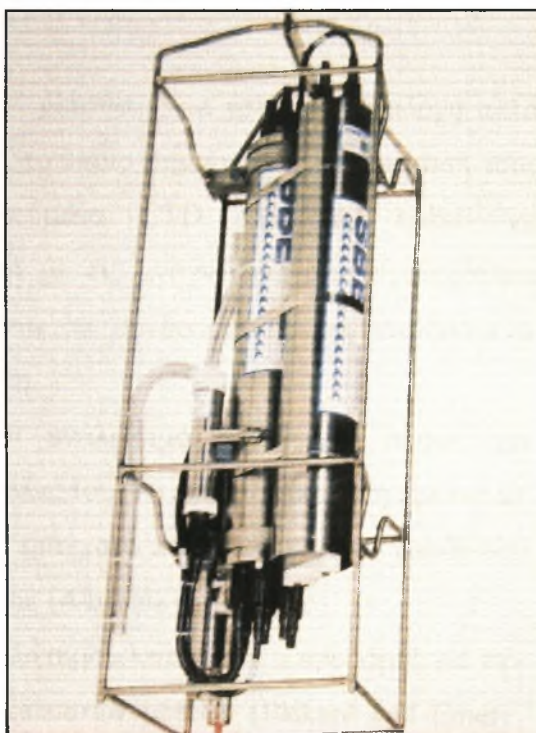
Τώρα το μπουκάλι Nansen έχει πλέον αντικατασταθεί από το μπουκάλι Niskin (εικόνα 1.9). Το μπουκάλι αυτό στηρίζεται βέβαια στην ίδια βασική αρχή, αλλά ενσωματώνει δύο βασικές τροποποιήσεις. Ο κύλινδρος είναι κατασκευασμένος από πλαστικό, ώστε να αποφεύγονται οι χημικές αντιδράσεις μεταξύ του μπουκαλιού και του δείγματος. Ο μηχανισμός κλεισίματος δεν απαιτεί αναστροφή του μπουκαλιού, ενώ οι ακραίες βαλβίδες κρατούνται ανοιχτές από χορδές και κλείνουν με ένα ελαστικό μάντα. Επειδή το μπουκάλι Niskin στηρίζεται από δύο σημεία πάνω στο καλώδιο (ενώ το Nansen

σε ένα) είναι εύκολο να αυξηθεί ο όγκος του δείγματος. Έτσι χρησιμοποιούνται μπουκάλια σε διάφορα μεγέθη για δειγματοληψία διαφόρων ιχθυοστοιχειών.

Τα μπουκάλια Nansen και Niskin χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με θερμόμετρα αντιστροφής. Στο μπουκάλι Nansen τα θερμόμετρα τοποθετούνται σε ένα σταθερό πλαίσιο, η αντιστροφή των οποίων επιτυγχάνεται με το αναποδογύρισμα του μπουκαλιού. Στα μπουκάλια Niskin τα θερμόμετρα τοποθετούνται σε ένα περιστρεφόμενο πλαίσιο.

1.3.3 CTD

Στην Πρακτική Κλίμακα Αλατότητας 1978 η αλατότητα ενός δείγματος θαλάσσιου νερού ορίζεται βάσει του λόγου της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του δείγματος σε θερμοκρασία 15 °C και με πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας, προς την



Εικόνα 1.10 Αυτογραφικό CTD τύπου SBE (Sea Bird Electronics)

αγωγιμότητα πρότυπου διαλύματος KCl ίδια θερμοκρασία και πίεση (Lewis, 1980). Ο υπολογισμός της αλατότητας από το αγωγιμετρικό πηλίκιο γίνεται με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή σύμφωνα με τους τύπους του Lewis (Θεοδώρου, 2000).

Το σύγχρονα καθιερωμένο όργανο για τη μέτρηση της αλατότητας, της θερμοκρασίας και συχνά του οξυγόνου είναι το CTD (εικόνα 1.10), το όνομα του οποίου προέρχεται από τις λέξεις Conductivity = αγωγιμότητα, Temperature = θερμοκρασία, Depth = βάθος. Χρησιμοποιεί την αρχή της ηλεκτρικής μέτρησης. Ένα θερμόμετρο λευκόχρυσου αλλάζει την ηλεκτρική αντίστασή του με τη θερμοκρασία. Εάν ενσωματωθεί σε έναν ηλεκτρικό ταλαντωτή, μια αλλαγή στην αντίστασή της παράγει μια αλλαγή της συχνότητας του ταλαντωτή, η οποία μπορεί να μετρηθεί. Η αγωγιμότητα του νερού της θάλασσας μπορεί να μετρηθεί με παρόμοιο τρόπο ως αλλαγή συχνότητας ενός δεύτερου ταλαντωτή και μια αλλαγή πίεσης παράγει μια αλλαγή συχνότητας σε ένα τρίτο ταλαντωτή. Το συνδυασμένο σήμα αποστέλλεται στην πλατφόρμα μέσω του καλωδίου – αγωγού, με το οποίο βυθίζεται το CTD. Αυτό παράγει μια συνεχή ανάγνωση της θερμοκρασίας και της αγωγιμότητας σε συνάρτηση με το βάθος και με ρυθμό 30 δειγμάτων ανά δευτερόλεπτο, μεγάλη βελτίωση σε σχέση με τα 12 σημεία δεδομένων που παράγονται από 12 μπουκάλια Nansen ή Niskin που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε μια ενιαία ρίψη.

Τα ηλεκτρικά κυκλώματα επιτρέπουν μετρήσεις με γρήγορη διαδοχή αλλά υφίστανται την "παρέκκλιση" του οργάνου, το οποίο σημαίνει η βαθμονόμησή τους μεταβάλλεται με το χρόνο. Τα συστήματα CTD επομένως πρέπει να βαθμονομούνται με την τακτική σύγκριση με τις αναγνώσεις από σταθερότερα όργανα. Επομένως χρησιμοποιούνται πάντα σε συνδυασμό με αντιστρεφόμενα θερμόμετρα και συσκευή πολυδειγματολήπτη.

Το XCTD (eXpendable CTD) είναι αναλώσιμο όργανο το οποίο έχει αναπτυχθεί κατά το δεύτερο μισό της δεκαετίας του '90 και η συγκριτική έρευνα με CTD έδειξε λειτουργικότητα και ακρίβεια, πράγματα που το καθιστούν αποδοτικό και βολικό όργανο στην υπηρεσία της έρευνας (Alberola et al., 1996).

Υπό μελέτη είναι και η κατασκευή αναλώσιμου κατατομές μικροδομής για την έρευνα της τυρβώδους ροής σε επίπεδο εκατοστών μέτρων (Pickard and Emery, 1996).

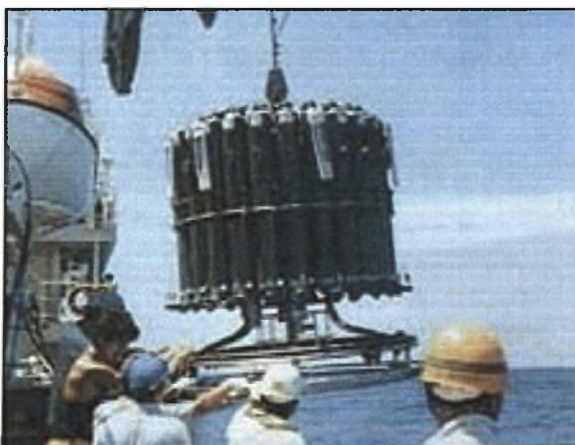
1.3.4 XBT

Ο αναλώσιμος βαθυθερμογράφος (eXpendable Bathy Thermograph) είναι ίσως ο πιο απλός, οικονομικός και εύκολος σε χρήση ανάμεσα σε διάφορα όργανα με την ικανότητα να μετρήσουν θερμικά δεδομένα του ανώτερου στρώματος του ωκεανού. Ένα απ' τα πλεονεκτήματά του είναι ότι το όργανο χρησιμοποιείται ενώ το σκάφος είναι εν πλω. Η θερμοκρασιακή βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε απ' το XBT είναι η μεγαλύτερη παγκοσμίως και χρησιμοποιείται ευρέως από την ωκεανογραφική κοινότητα. Το XBT είναι ένα θερμοκρασιακό όργανο ελεύθερης πόντισης, το οποίο συνδέεται με τον υπολογιστή του σκάφους μέσω ενός λεπτού καλωδίου το οποίο υποχωρεί μόλις το όργανο ξεπεράσει το όριο βάθους. Για να επιτευχθεί η ελεύθερη πόντιση ανεξάρτητα από την κίνηση του σκάφους το καλώδιο μεταφοράς δεδομένων έχει κατασκευαστεί από λεπτό σύρμα χαλκού με καρούλι τροφοδοσίας και στο μέρος του αισθητήρα και στο κιβώτιο εκτόξευσης (Pankajakshan et al., 2001).

Το AXBT είναι μετεξέλιξη του XBT με τη διαφορά ότι η ρίψη γίνεται από αεροσκάφος (Aircraft XBT) σ' ένα μικρό πλωτήρα ο οποίος περιέχει ραδιοπομπή ώστε να στέλνει τις πληροφορίες της θερμοκρασίας και του βάθους στο αεροσκάφος που συνεχίζει την πτήση του (Pickard and Emery, 1996).

1.3.5 Συσκευές πολυδειγματοληπτών

Οι συσκευές αυτές επιτρέπουν τη χρήση των μπουκαλιών Niskin με ηλεκτρικά



Εικόνα 1.11 Πολυδειγματολήπτης τύπου ροζέτας

αγώγιμο καλώδιο. Οι κατασκευαστές τους χρησιμοποιούν διαφορετικά ονόματα για τα προϊόντα τους, όπως ροζέτα ή καρουζέλ..

Σε όλα όμως η συστοιχία των μπουκαλιών Niskin τοποθετείται περιμετρικά πάνω σε ένα κυκλικό πλαίσιο (εικόνα 1.11), με ένα CTD να τοποθετείται συνήθως από κάτω ή στο κέντρο.

Το πλεονέκτημα των συσκευών

πολυδειγματοληψίας είναι ότι τα μπουκάλια Niskin μπορούν να κλείσουν με τηλεχειρισμό. Αυτό σημαίνει ότι τα βάθη δειγματοληψίας δεν είναι απαραίτητα να προκαθοριστούν πριν βυθιστεί η ροζέτα. Αφού βυθιστεί η συσκευή, λαμβάνονται δεδομένα από το CTD και γίνονται δειγματοληψίες στα στρώματα της υδάτινης στήλης που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την ερευνητική αποστολή.

1.3.6 Θερμοαλατογράφοι

Η εισαγωγή του CTD άνοιξε τη δυνατότητα για συνεχείς αναγνώσεις της θερμοκρασίας και της αλατότητας από την επιφάνεια. Νερό, από την εισαγωγή νερού ψύξης στις μηχανές του σκάφους, αντλείται μέσω μιας δεξαμενής στην οποία είναι εγκατεστημένος ένας αισθητήρας θερμοκρασίας και αγωγιμότητας. Ένα τέτοιο σύστημα καλείται θερμοαλατογράφος.

1.3.7 Τηλεαισθητήρες

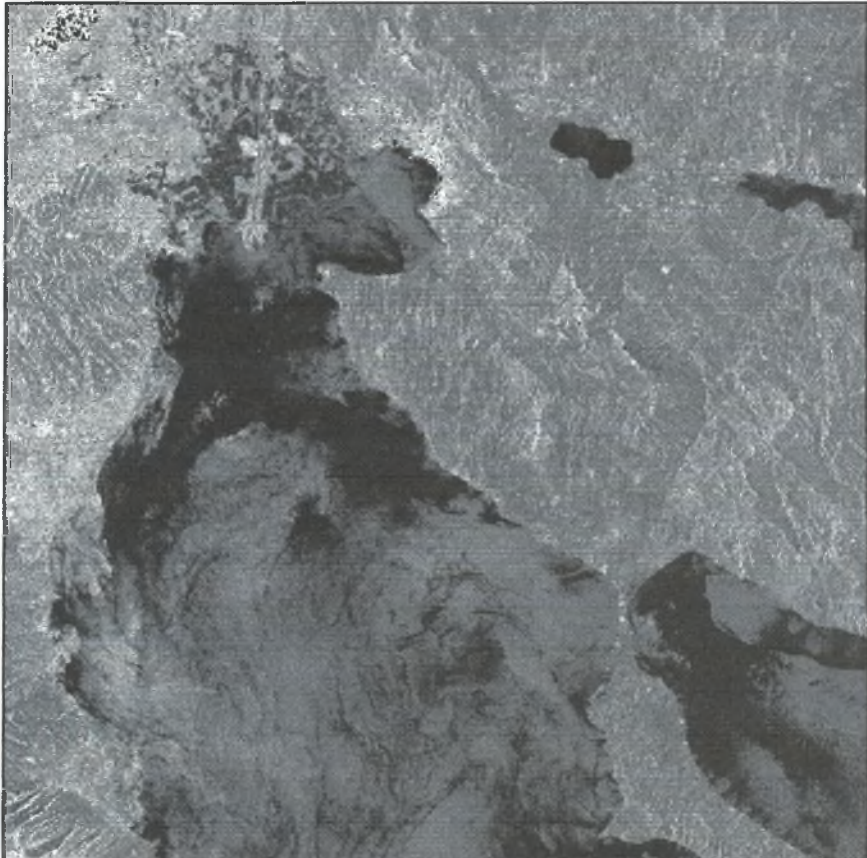
Οι περισσότερες ωκεανογραφικές μετρήσεις από το διάστημα ή τα αεροσκάφη είναι βασισμένες στη χρήση των ραδιόμετρων, όργανα που μετρούν την ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που ακτινοβολεί μια επιφάνεια. Αυτή η ακτινοβολία εμφανίζεται σ' ένα ευρύ φάσμα μηκών κύματος, συμπεριλαμβανομένης της εκπομπής του φωτός στην ορατή περιοχή, της θερμότητας στο φάσμα των υπέρυθρων και στα βραχέα μήκη κύματος όπως το ραντάρ και οι ακτίνες X. Τα περισσότερα ωκεανογραφικά ραδιόμετρα λειτουργούν σε διάφορες ζώνες μήκους κύματος.

Τα ραδιόμετρα που λειτουργούν στις υπέρυθρες ακτίνες χρησιμοποιούνται για να μετρήσουν τη θερμοκρασία στην επιφάνεια της θάλασσας. Η ανάλυση που διαθέτουν έχει αυξηθεί κατά τη διάρκεια των ετών. Το AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) είναι ραδιόμετρο που η ανάλυσή του ανέρχεται στους $0,2^{\circ}\text{C}$.

Τα πολυφασματικά ραδιόμετρα μετρούν σε διάφορες ζώνες μήκους κύματος. Με τη σύγκριση του σήματος ακτινοβολίας που λαμβάνεται σε διαφορετικά μήκη κύματος είναι δυνατό να μετρηθεί το κάλυμμα του πάγου, η ηλικία του πάγου, η

περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, το φορτίο των ιζημάτων, να καθοριστούν διάφορα στοιχεία και άλλες ποσότητες ενδιαφέρουσες για τη θαλάσσια βιολογία.

Οι μετρήσεις σε μήκη κύματος ραντάρ γίνονται από ένα όργανο γνωστό ως SAR (Synthetic Aperture Radar). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανιχνεύσει τις επιφανειακές εξωτερικεύσεις των εσωτερικών κυμάτων, την επίδραση της βροχοπτώσεις στα κύματα επιφάνειας, την επίδραση της πυθμενικής τοπογραφίας



Εικόνα 1.12 Εικόνα του Θερμαϊκού κόλπου από δορυφόρο

στα ρεύματα και τα κύματα και μια σειρά πολλών άλλων φαινομένων.

Η εικόνα 1.12 είναι μια καλή εικόνα SAR του Θερμαϊκού κόλπου. Η εικόνα λήφθηκε από τα SAR του δορυφόρου ERS-2 στις 25 Μαΐου του 1996 στις 22:43 ώρα Ελλάδος. Στην εικόνα φαίνονται διάφορα εμφανή ωκεανογραφικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα, γενικού ενδιαφέροντος. Οι πολυάριθμοι μαύροι στρόβιλοι και οι ζώνες στην επιφάνεια του νερού αντιστοιχούν σε επιφανειακές κηλίδες. Ένα μεγάλο μέρος του υλικού προέρχεται από την εκροή ποταμών στην άκρη της πόλης Θεσσαλονίκης, που φαίνεται στην κορυφή της εικόνας. Αυτό το υλικό συγκεντρώνεται στον εσωτερικό Θερμαϊκό και εξαπλώνεται έπειτα σε όλο τον

κόλπο από τους στροβίλους, τις παλίρροιες και τα ανεμογενή ρεύματα (Keogh et al., 1998).

Την τελευταία δεκαετία οι δορυφόροι ERS-1, ERS-2 και RADARSAT-1 που είναι εφοδιασμένοι με τον αισθητήρα SAR βελτίωσαν τη συστηματική ικανότητα ανίχνευσης πετρελαιοκηλίδων στην επιφάνεια της θάλασσας. Οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να καλύψουν μεγάλες περιοχές και δεν επηρεάζονται από περιπτώσεις νεφοκάλυψης ή άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας. Στα πλαίσια του προγράμματος MARS AIS (χρηματοδότησης Ε.Ε.) αναπτύχθηκαν αλγόριθμοι προσδιορισμού μέσω φωτογραφιών SAR του ανέμου, του κυματισμού, της επιφανειακής κυκλοφορίας καθώς και του προσδιορισμού πετρελαιοκηλίδων, τόσο σε προγνωστικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο προσομοίωσης περιστατικών σε προηγούμενες χρονικές περιόδους. Τα αριθμητικά πειράματα εστιάζονται στο 1999, περίοδο κατά την οποία υπάρχει διαθέσιμη μια εκτεταμένη βάση δεδομένων SAR στη Μεσόγειο. Περισσότερες από 1600 πετρελαιοκηλίδες προσδιορίστηκαν, οι οποίες συνδέονται άμεσα με παράνομη διάθεση πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον. Τα αριθμητικά πειράματα χρησιμοποιούν ένα αντιπροσωπευτικό τμήμα αυτών των στοιχείων και προσδιορίζουν τη διασπορά και την εξάπλωσή τους καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Περιβολιώτης και συν., 2003).

1.4 Μετρήσεις δυναμικών ιδιοτήτων

Ένας θεμελιώδης τρόπος παρατήρησης της κίνησης του ωκεανού είναι η χρήση σωμάτων που επιπλέουν στην επιφάνεια, τα οποία είναι σχεδιασμένες ώστε να φέρουν ωκεανογραφικά όργανα. Όλες όμως οι μετρήσεις που λαμβάνονται είναι περιορισμένες σε χρησιμότητα, εκτός κι αν συσχετιστούν με τη θέση τους στο χώρο. Μια συσκευή γεωγραφικού εντοπισμού στίγματος (GPS), της οποίας η λειτουργία παρατίθεται παρακάτω, μεταδίδει το στίγμα σε δορυφόρο και είναι απαραίτητη σε τέτοιου είδους πλατφόρμες, αποτελώντας όργανα για τη μέτρηση των ωκεάνιων ρευμάτων.

1.4.1 Ρευματογράφοι

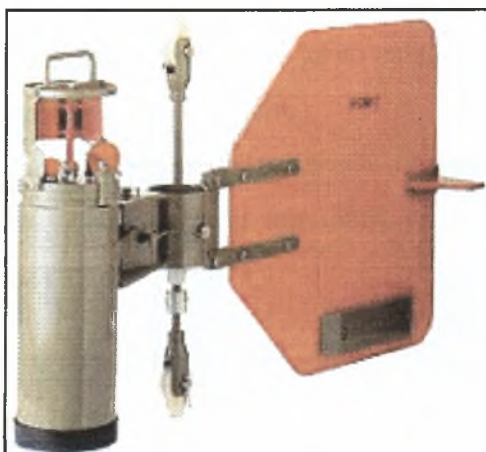
Υπάρχουν δύο θεμελιώδεις τρόποι για να περιγραφεί η κίνηση των ρευστών, η μέθοδος του Euler και η μέθοδος του Lagrange. Κατά την πρώτη η ταχύτητα (τιμή και διεύθυνση) ορίζεται σημειακά μέσα στο ρευστό, ενώ κατά τη δεύτερη ορίζεται η πορεία που ακολουθείται από κάθε μέρος του ρευστού ως συνάρτηση του χρόνου. Σε θεωρητικές μελέτες είναι πιο εύχρηστη η μέθοδος του Euler, ενώ στην περιγραφή της ωκεάνιας κυκλοφορίας χρησιμοποιείται συχνότερα η μέθοδος του Lagrange (Pickard and Emery, 1996).

Τα ωκεάνια ρεύματα μπορούν να μετρηθούν με δυο τρόπους. Ένα όργανο που μπορεί να μετρήσει την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ρεύματος ή τις ανατολικές – δυτικές και τις βόρειες – νότιες συνιστώσες του ρεύματος. Και οι δυο μέθοδοι απαιτούν πληροφορίες για τη διεύθυνση. Όλοι οι ρευματογράφοι περιλαμβάνουν μια πυξίδα που ορίζει τη θέση του οργάνου σε σχέση με το μαγνητικό βορρά. Ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του μεγέθους του ρεύματος μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερις τάξεις ρευματογράφων.

1.4.1.1 Μηχανικοί ρευματογράφοι

Οι μηχανικοί ρευματογράφοι (εικόνα 1.13) χρησιμοποιούν μια συσκευή τύπου προπέλας, ένας ρότορας του Savonius ή μια προπέλα που μετράει την ταχύτητα του ρεύματος και ένα πτερύγιο που δείχνει την κατεύθυνση. Συνήθως οι προπέλες – μετρητές μετρούν σωστά την ταχύτητα, μόνο αν βρίσκονται τοποθετημένοι αντικριστά μέσα στο ρεύμα, για όλο το χρόνο μέτρησης. Τέτοια όργανα προσαρμόζονται πάνω σ' ένα μεγάλο πτερύγιο, το οποίο στρέφει το όργανο μέσα στο ρεύμα. Οι προπέλες μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να σχηματίζουν κάποια γωνία με τη ροή του νερού.

Το πλεονέκτημα του ρότορα του Savonius είναι ότι η διεύθυνση στρέψης του είναι ανεξάρτητη απ' τη διεύθυνση της έκθεσής του στο ρεύμα. Ένας



Εικόνα 1.13 Μηχανικός ρευματογράφος

ρευματογράφος με ρότορα του Savonius δεν είναι υποχρεωτικό να βρίσκεται με συγκεκριμένη γωνία μέσα στο ρεύμα και το πτερύγιο του μπορεί να κινηθεί ανεξάρτητα. Το μέγεθος του πτερυγίου του είναι μικρό, αρκετό όμως να ακολουθεί το ρεύμα με αξιοπιστία.

Αν εξαιρέσουμε τους ρευματογράφους που χρησιμοποιούν δυο προπέλες που βρίσκονται υπό γωνία 90° μεταξύ τους, οι μηχανικοί ρευματογράφοι μετρούν την ταχύτητα του ρεύματος σύμφωνα με τον αριθμό των περιστροφών της προπέλας ή του ρότορα στη μονάδα του χρόνου και την κατεύθυνση, προσδιορίζοντας τον προσανατολισμό του πτερυγίου σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Με άλλα λόγια οι ρευματογράφοι συνδυάζουν μια μέση ταχύτητα σε καθορισμένο χρονικό διάστημα (ο αριθμός των περιστροφών ανάμεσα στις καταγραφές) με στιγμιαία ανάγνωση της κατεύθυνσης του ρεύματος (ο προσανατολισμός του πτερυγίου τη στιγμή της καταγραφής). Η μέτρηση είναι αξιόπιστη μόνο όταν το ρεύμα μεταβάλλεται αργά σε σχέση με το χρόνο. Τέτοια όργανα δεν είναι τα πλέον κατάλληλα για μετρήσεις στο ανώτερο επιφανειακό στρώμα, όπου οι περισσότερες κινήσεις των υδάτινων μαζών οφείλεται στον κυματισμό.

Ο ρότορας του Savonius είναι ιδιαίτερα προβληματικός σε τέτοιου είδους παρατηρήσεις. Ας υποθέσουμε ότι ο ρευματογράφος βρίσκεται μέσα σε μια κατάσταση όπου οι μοναδικές κινήσεις του νερού προέρχονται από τον κυματισμό. Το ρεύμα κινείται εμπρός και πίσω ενώ το μέσο ρεύμα είναι μηδενικό. Ο ρότορας θα συλλάβει τον κυματισμό ανεξάρτητα από τη διεύθυνση και η μέτρηση θα δώσει την εντύπωση δυνατό μέσου ρεύματος.

Ο ρότορας paddle – wheel είναι σχεδιασμένος ώστε να αποφεύγει τέτοιου είδους λάθη. Το paddle – wheel μπορεί να κινηθεί και εμπρός και πίσω με το ρεύμα, έτσι ώστε η μέτρηση να αποτελείται απ' την πραγματική μέση ταχύτητα.

Οι μηχανικοί ρευματογράφοι είναι ανθεκτικοί αξιόπιστοι και σχετικά φθηνοί σε κόστος. Χρησιμοποιούνται ευρέως σε κατάλληλες συνθήκες, για παράδειγμα σε βάθη έξω από την επίδραση του επιφανειακού κυματισμού.

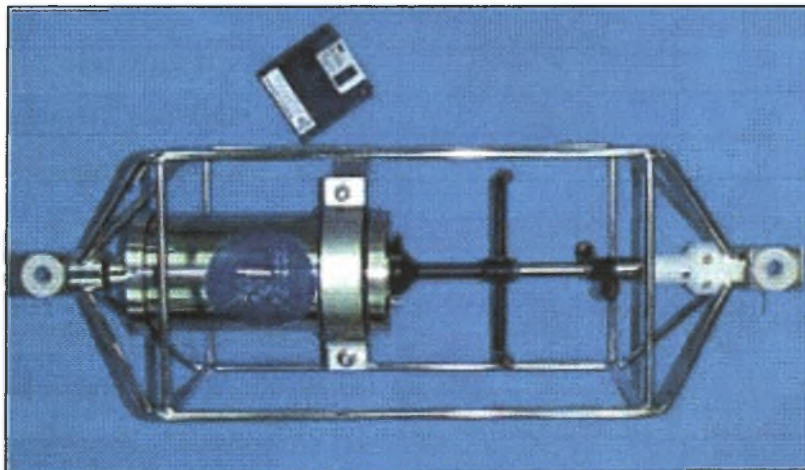
1.4.1.2 Ηλεκτρομαγνητικοί ρευματογράφοι

Οι ηλεκτρομαγνητικοί ρευματογράφοι εκμεταλλεύονται το γεγονός κατά το οποίο όταν ένας ηλεκτρικός αγωγός κινείται μέσα σ' ένα μαγνητικό πεδίο, προκαλεί ηλεκτρικό ρεύμα. Το θαλάσσιο νερό είναι πολύ καλός αγωγός και κατά συνέπεια αν κινείται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα είναι ανάλογο

της ταχύτητας του νερού ανάμεσα στα ηλεκτρόδια. Ένας ηλεκτρομαγνητικός ρευματογράφος έχει ένα πεδίο που παράγει μαγνητικό πεδίο και δυο ζεύγη ηλεκτροδίων, τοποθετημένα με τέτοια γωνία ώστε να προσδιορίζουν την ποσότητα του νερού που κινείται ανάμεσά τους. Συνδυάζοντας τις δυο συνιστώσες καθορίζεται απ' το όργανο η ταχύτητα και η διεύθυνση του θαλάσσιου ρεύματος.

1.4.1.3 Ακουστικοί ρευματογράφοι

Η αρχή λειτουργίας τους είναι βασισμένη στο γεγονός ότι ο ήχος είναι ένα κύμα πίεσης που κινείται μαζί με το μέσο διάδοσης. Ας υποθέσουμε μια διάταξη με



Εικόνα 1.14 Ακουστικός ρευματογράφος

μια ηχητική πηγή ανάμεσα σε δύο δέκτες μέσα σ' ένα θαλάσσιο κύμα. Έστω ότι ο δέκτης A βρίσκεται πριν απ' την πηγή και ο δέκτης B μετά πάνω στη διεύθυνση διάδοσης του ρεύματος. Ένα κύμα ήχου που θα δημιουργηθεί από την πηγή θα φτάσει συντομότερα στο δέκτη B απ' το δέκτη A λόγω της μεταφοράς του από το ωκεάνιο ρεύμα.

Ένας αντιπροσωπευτικός ακουστικός ρευματογράφος (εικόνα 1.14) έχει δύο ορθογώνιες ηχητικές διαδρομές μήκους 100 χιλιοστών περίπου με ένα πομποδέκτη σε κάθε άκρη. Ένας ηχητικός παλμός υψηλής συχνότητας εκπέμπεται ταυτόχρονα από κάθε πηγή και η διαφορά στο χρόνο στο χρόνο άφιξης που κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις δίνει την ταχύτητα του νερού κατά μήκος της διαδρομής.

Οι ηλεκτρομαγνητικοί και οι ακουστικοί ρευματογράφοι δεν έχουν κινητά μέρη και κατά συνέπεια μπορούν να πάρουν μετρήσεις με μεγάλη συχνότητα (πάνω από

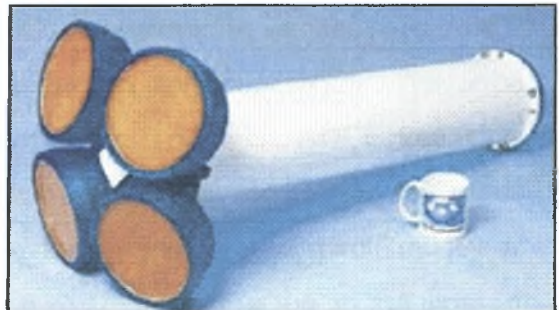
10 μετρήσεις ανά δευτερόλεπτο). Αυτό το γεγονός τους καθιστά χρήσιμους όχι μόνο για τη μέτρηση των ωκεάνιων ρευμάτων αλλά και για τη μέτρηση των ρευμάτων και των τυρβωδών ροών.

1.4.1.4 ADCP

Τα ακουστικά συστήματα Doppler για μετρήσεις ρεύματος και ροής είναι γνωστά ως «Broad – band Acoustic Doppler Current Profilers (BB-ADCP)».

Η μέτρηση με ADCP είναι εύκολη και γρήγορη ενώ γίνεται χωρίς βοηθητικά όργανα. Το σύστημα μεταφέρεται από ένα σκάφος κατά μήκος μιας περιοχής μελέτης ενώ σαρώνει ακουστικά το θαλάσσιο ρεύμα και τον πυθμένα. Κατά τη διάρκεια του περιήλου καταγράφονται συνεπώς τρεις παράμετροι: η ταχύτητα του ρευστού (μέγεθος και διεύθυνση), η ταχύτητα του σκάφους σε σχέση με τον πυθμένα (μέγεθος και διεύθυνση) και το βάθος του νερού. Το μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου ADCP είναι η δυνατότητα της μέτρησης εν κινήσει (Adler and Nicodemus, 2001).

Οι ρευματογράφοι αυτοί λειτουργούν με την ίδια αρχή όπως και οι απλοί ακουστικοί αλλά με τη διαφορά ότι έχουν πηγή και δέκτη σε μια συσκευή ενώ χρησιμοποιούν για τη



Εικόνα 1.15 ADCP: Μεγάλων βαθών (πάνω) και μικρών βαθών (κάτω)

μέτρηση ανακλάσεις του ηχητικού κύματος από κινούμενα σωματίδια. Το θαλασσινό νερό περιέχει πάντα ένα πλήθος από μικρά αιωρούμενα σωματίδια και άλλα στερεά υλικά τα οποία μπορεί να μην είναι αντιληπτά σε γυμνό μάτι αλλά ανακλούν τον ήχο. Όταν ο ήχος εκπέμπεται από τέσσερις κεκλιμένους πομπούς με ορθή γωνία μεταξύ τους, η συχνότητα Doppler του ήχου που ανακλάται δίνει την

ταχύτητα των σωματιδίων ανάκλασης κατά μήκος της εκπομπής. Κατά συνέπεια με τρεις εκπομπές κεκλιμένες προς την κάθετο μπορούν να προσδιοριστούν οι τρεις συνιστώσες της ροής του ρευστού στο χώρο. Διαφορετικοί χρόνοι άφιξης δείχνουν ότι ο ήχος ανακλάστηκε σε διαφορετικές αποστάσεις από τους πομποδέκτες, οπότε ένα ADCP μας αποκαλύπτει πληροφορίες για την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ρεύματος όχι μόνο σ' ένα συγκεκριμένο σημείο του ωκεανού αλλά σ' ένα εύρος βάθους. Με άλλα λόγια ένα ADCP παράγει το προφίλ του ρεύματος σε σχέση με το βάθος.

Διαφορετικά μοντέλα ADCP εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς. Τα ADCP μεγάλων βαθών έχουν κάθετα ανάλυση 8 μέτρων (μια ρευματομέτρηση ανά 8 μέτρα βάθους) και εύρος πάνω από 400 μέτρα (εικόνα 1.15). Τα ADCP που είναι σχεδιασμένα για μετρήσεις σε ρηγά νερά έχουν ανάλυση της τάξεως του μισού μέτρου και εύρος περί τα 30 μέτρα. Τα όργανα αυτά μπορούν να τοποθετηθούν σε αγκυροβόλια, να εγκατασταθούν σε καράβια ή να ποντιστούν με μια ροζέτα ώστε να μας δώσουν το προφίλ του ρεύματος για ένα μεγάλο εύρος του βάθους.

Υπάρχουν κάποιες στοιχειώδεις διαφορές ανάμεσα στις μετρήσεις των μηχανικών ρευματογράφων και των ADCP. Καταρχήν σε μετρήσεις ρευματογράφων με προπέλα, η κατατομή πρέπει να είναι κάθετη στις γραμμές ροής. Τέτοιου είδους προφίλ είναι σημαντικά για υπολογισμούς υδραυλικών μοντέλων και ονομάζονται προφίλ αναφοράς. Σε μετρήσεις με ADCP η κατατομή μελέτης μπορεί να είναι οποιαδήποτε. Κατά δεύτερον οι μετρήσεις με μηχανικούς ρευματογράφους αποτελούν σημειακές ταχύτητες (σημειακές μετρήσεις) ή μέση ταχύτητα κατά μήκος κάθετων γραμμών μελέτης (ολοκληρωμένη μέτρηση). Μια μέτρηση ADCP αποτελείται από συνεχόμενους προσδιορισμούς της κατανομής της ταχύτητας κάτω από την περιοχή έρευνας. Κατά τρίτον οι μετρητές με προπέλα μετρούν σε κάθε σημείο για 30 με 60 δευτερόλεπτα. Οι παλμοί της ροής αντιστοιχούν σε μέση τιμή. Οι ταχύτητες που μετρούνται με ADCP είναι σε στιγμιότυπα.

Το Γερμανικό Ομοσπονδιακό Ινστιτούτο Υδρολογίας ανέπτυξε πρόσφατα ένα πακέτο λογισμικού (Missing Link), το οποίο προσφέρει εξειδικευμένες δυνατότητες οπτικοποίησης και εκτίμησης δεδομένων που λαμβάνονται από ένα ADCP (Adler and Nicodemus, 2001).

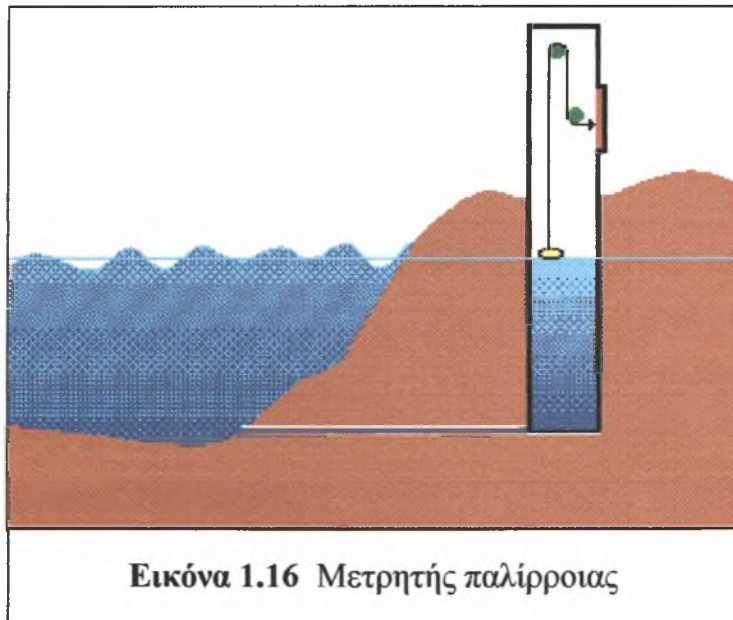
1.4.2 Μετρήσεις κυμάτων

Οι παράμετροι ενδιαφέροντος στη μέτρηση των επιφανειακών κυμάτων είναι το ύψος, η περίοδος και η κατεύθυνση. Σε παράκτιες περιοχές το ύψος και η περίοδος μπορούν να μετρηθούν χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του ακίνητου πηγαδιού, που περιγράφεται παρακάτω για τους μετρητές της παλίρροιας, με ένα άνοιγμα αρκετό ώστε να περνούν ανεμπόδιστα τα επιφανειακά κύματα. Μετρήσεις κυμάτων στην υφαλοκρηπίδα αλλά σε κάποια απόσταση απ' την ακτή μπορούμε να κάνουμε με μετρητές πίεσης. Ένα όργανο κατάλληλο για όλες τις περιοχές, συμπεριλαμβανομένου και του ανοιχτού ωκεανού είναι «ο καβαλάρης του κύματος», μια μικρή επιφανειακή σημαδούρα πάνω σ' ένα αγκυροβόλιο που, η οποία ακολουθεί την κίνηση του κύματος. Ένας κάθετα τοποθετημένος ταχογράφος μέσα στον καβαλάρη μετράει την επιτάχυνση της σημαδούρας που δημιουργείται από τα κύματα. Τα δεδομένα είτε αποθηκεύονται εσωτερικά για να εξαχθούν αργότερα είτε μεταδίδονται τηλεμετρικά στην ακτή. Τα όργανα αυτά δίνουν πληροφορίες για το ύψος και την περίοδο του κύματος. Αν σχηματίσουμε διάταξη του οργάνου με τρεις ταχογράφους τοποθετημένους υπό ορθή γωνία μεταξύ τους μπορούμε να καταγράψουμε και την κατεύθυνση του κύματος.

1.4.3 Μετρητές παλίρροιας

Οι παλίρροιας είναι κύματα μεγάλου μήκους κύματος και γνωστής περιόδου και κατά συνέπεια οι βασικές ιδιότητες ενδιαφέροντος είναι το ύψος ή παλιρροιακό εύρος το ρεύμα που προκάλεσε το κύμα. Το τελευταίο μετριέται με ρευματογράφους κάθε τύπου. Για τη μέτρηση του εύρους της παλίρροιας χρησιμοποιούνται δυο τύποι μετρητών. Ο μετρητής «ακίνητο πηγάδι» αποτελείται από ένα κύλινδρο που συνδέεται στο κάτω μέρος του με τη θάλασσα. Η σύνδεση αυτή δρα ως φίλτρο χαμηλής διόδου. Ουσιαστικά η αρχή λειτουργίας του στηρίζεται στην αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων. Το φίλτρο όμως περιορίζει την πίσω και εμπρός κίνηση του νερού που συνδέεται με ανεμογενή κύματα και άλλες κινήσεις μικρής περιόδου. Μόνο οι αργές μεταβολές του επιπέδου του νερού που σχετίζονται με την παλίρροια εισέρχονται μέσα στο πηγάδι. Οι μεταβολές αυτές του επιπέδου του νερού συλλαμβάνονται από ένα μικρό πλωτήρα και καταγράφονται (εικόνα

1.16). Τα όργανα αυτά επιτρέπουν την άμεση μέτρηση του επιπέδου του νερού ανά πάσα στιγμή αλλά προϋποθέτουν κάποιου είδους εργαστηριακή εγκατάσταση και δεν μπορούν να τοποθετηθούν μακριά απ' την ακτή. Σε υπεράκτιες ή απομακρυσμένες περιοχές είναι ευκολότερη η χρήση μετρητή πίεσης. Το μανόμετρο τοποθετείται στον πυθμένα της θάλασσας και μετράει την πίεση της υδάτινης στήλης πάνω απ' αυτό, η οποία είναι ανάλογη του ύψους της στήλης. Τα δεδομένα εγγράφονται εσωτερικά και δεν είναι προσβάσιμα μέχρι την ανάκτηση του οργάνου απ' το νερό. Οι μετρητές παλίρροιας χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση πιθανών μακροπρόθεσμων αλλαγών στο επίπεδο της θάλασσας, που συνδέονται με την περιβαλλοντική μεταβλητότητα και την αλλαγή του κλίματος. Η αναμενόμενη μεταβολή στο επίπεδο της θάλασσας είναι της τάξεως λίγων χιλιοστών το χρόνο, συνεπώς απαιτείται πολύ μεγάλη ακρίβεια για να επαληθευτούν τέτοιου είδους



αλλαγές. Οι πιο πολλοί μετρητές παλίρροιας δεν είναι κατάλληλοι για τέτοια μελέτη. Για παράδειγμα, ένας λάθος μέτρησης της στάθμης της θάλασσας μπορεί να προκληθεί από την άνοδο ή τη βύθιση της ξηράς που είναι τοποθετημένο το όργανο. Επίσης το καλώδιο που συνδέει τον πλωτήρα και τη μονάδα καταγραφής σ' ένα μετρητή μπορεί να επιμηκύνεται και να συστέλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα.

1.5 Σύγχρονα συστήματα προσδιορισμού θέσης

1.5.1 Σύστημα LORAN

Ένα από τα συνηθέστερα ηλεκτρονικά συστήματα προσδιορισμού με υπερβολικές γραμμές θέσης, είναι το Loran (LONg RANge navigational aid). Αν και το σύστημα Loran τέθηκε εκτός λειτουργίας το 1996, εξαιτίας της δαπανηρής συντήρησης των επίγειων σταθμών του, αποτελεί ένα τυπικό παράδειγμα υπερβολικού συστήματος και για το λόγο αυτό παρουσιάζεται στη συνέχεια. Η αρχή λειτουργίας του Loran βασίζεται στη μέτρηση της διαφοράς χρόνου άφιξης δύο σημάτων τα οποία ταυτόχρονα εκπέμπονται από διαφορετικούς σταθμούς. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η ταχύτητα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (ραδιοκυμάτων) είναι σταθερή και ίση με 300000 km/sec (ή 162000 nm/sec). Συνεπώς, είναι εύκολο για ένα συγκεκριμένο δέκτη να μετρήσει το χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ των αφίξεων δύο σημάτων των οποίων η εκπομπή έγινε την ίδια χρονική στιγμή από δύο διαφορετικούς σταθμούς, οι οποίοι απέχουν διαφορετικές αποστάσεις από το δέκτη. Το χρονικό διάστημα είναι βεβαίως εξαιρετικά μικρό και μετράται σε microsecond (μs).

Έστω δύο σταθμοί εκπομπής ραδιοκυμάτων που απέχουν μεταξύ τους 300 nm και οι οποίοι εκπέμπουν ταυτόχρονα. Εάν ένας δέκτης τοποθετείται σε οποιοδήποτε σημείο της μεσοκαθέτου XYZ της απόστασης (γραμμή βάσης) των πομπών, τότε θα λάβει τα σήματα την ίδια χρονική στιγμή και συνεπώς η διαφορά χρόνου άφιξης είναι 0 μs . Εάν ο δέκτης τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο στην επέκταση της γραμμής βάσης, δηλαδή στα διαστήματα AD και BE, τότε τα λαμβανόμενα σήματα θα έχουν χρονική διαφορά άφιξης $\sim 1800 \mu\text{s}$ ($=300 \text{ nm} : 162000 \text{ nm/sec}$). Αυτό θα συμβεί διότι το ένα σήμα θα πρέπει να διανύσει επιπλέον την απόσταση AB μεταξύ των πομπών. Ομοίως, όπου η διαφορά χρόνου άφιξης είναι 1200 μs , αυτό σημαίνει ότι η θέση του δέκτη είναι τέτοια ώστε να απέχει από τον ένα πομπό 200 nm περισσότερα από ότι από τον άλλο. Συνεπώς μπορεί να χαραχθούν δύο καμπύλες οι οποίες να συνιστούν τους γεωμετρικούς τόπους της προαναφερθείσας ιδιότητας. Η καμπύλη JKL έχει την ιδιότητα όλα τα σημεία της να βρίσκονται 200 nm πιο κοντά στο πομπό A από ότι στο B, και ανάλογα η καμπύλη NOP έχει την ιδιότητα όλα τα σημεία της να βρίσκονται 200nm πιο κοντά στο πομπό B από ότι στο A. Αυτό σημαίνει ότι αν μετρηθεί από τον πομπό μια διαφορά χρόνου 1200 μs , η θέση του

πομπού βρίσκεται είτε στην καμπύλη JKL είτε στη NOP, χωρίς να είναι δυνατός ο καθορισμός της σωστής καμπύλης θέσης.

Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα αυτό, στην πραγματικότητα, οι δυο πομποί δεν εκπέμπουν ταυτόχρονα αλλά με μία χρονική υστέρηση. Ο εκπεμπόμενος παλμός από τον πομπό A (master) χρησιμοποιείται για να πυροδοτήσει με τη σειρά του ένα παλμό από τον πομπό B (slave). Επιπροσθέτως, μια συγκεκριμένη χρονική καθυστέρηση παρατηρείται μέχρι την εκπομπή του παλμού από τον πομπό B. Στην καθυστέρηση αυτή προστίθεται μία επιπλέον καθυστέρηση για την αναγνώριση του πομπού B.

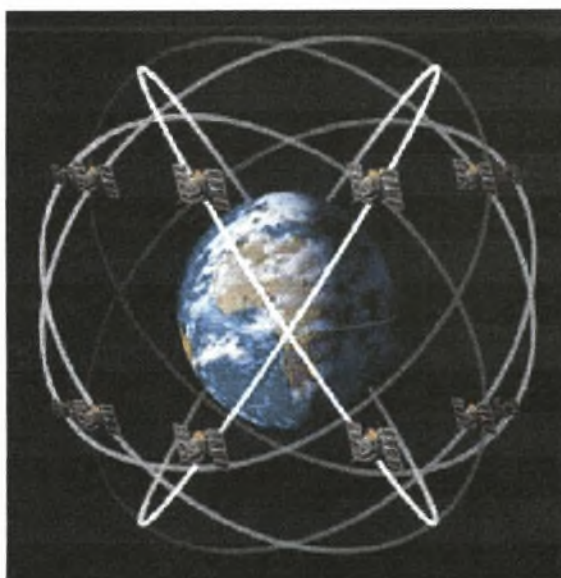
Με την εισαγωγή της χρονικής καθυστέρησης στην εκπομπή των ραδιοκυμάτων μεταξύ των διαφόρων πομπών εκπομπής, προκύπτει ένα δίκτυο υπερβολικών καμπυλών, στο οποίο κάθε υπερβολή αντιπροσωπεύει θέσεις με ίδιες διαφορές χρόνων άφιξης.

Με χρησιμοποίηση ενός δεύτερου και τρίτου δευτερεύοντος (slave) πομπού με συγκεκριμένη χρονική καθυστέρηση ο καθένας, σχηματίζεται ένα δίκτυο υπερβολών. Ο προσδιορισμός της θέσης ενός σκάφους καθορίζεται ως η τομή δύο τουλάχιστον υπερβολών (Παπαθεοδώρου, 1997).

1.5.2 Δορυφορικό σύστημα GPS

Τα δορυφορικά συστήματα αυτού του τύπου είναι ιδιαίτερα δημοφιλή γιατί είναι ακριβή, εύχρηστα και ικανά να κάνουν προσδιορισμό θέσης σε οποιοδήποτε σημείο του κόσμου, σε σχεδόν οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας.

Αποτελείται από 24 δορυφόρους, 5 γήινους σταθμούς και το δέκτη G.P.S. (Global Positioning System). Από τους 24 δορυφόρους (εικόνα 1.17) οι 21 είναι ενεργοί και οι 3 τίθενται σε λειτουργία σε περίπτωση



Εικόνα 1.17 Οι δορυφόροι GPS με τις τροχιές που περιγράφουν

βλάβης κάποιων από τους υπόλοιπους. Οι δορυφόροι περιστρέφονται γύρω από τη Γη σε ύψος 11000 μιλίων και ολοκληρώνουν μία πλήρη περιστροφή σε 12 ώρες. Οι δορυφόροι παρέχουν υποστήριξη στα συστήματα για 23,5 ώρες την ημέρα ενώ σχεδιάζεται η είσοδος και άλλων δορυφόρων ώστε να παρέχεται 24ωρη κάλυψη. Εκπέμπουν σήμα με συχνότητα 1575,42MHz και μήκος κύματος 19 cm. Το σήμα αυτό περιέχει λεπτομέρειες για τη θέση του δορυφόρου.

Οι 5 γήινοι σταθμοί ελέγχουν τη σωστή λειτουργία του συστήματος. Σκοπός τους είναι ο έλεγχος και η πρόβλεψη των τροχιών των δορυφόρων, με παρατηρήσεις προς αυτούς και τη συλλογή μετεωρολογικών στοιχείων, ενώ οι τρεις από τους πέντε μπορούν να στέλνουν στοιχεία στους δορυφόρους όπως διορθώσεις χρόνου, τροχιακές κινήσεις και διάφορα άλλα σήματα και οδηγίες τηλεμετρίας

Ο κεντρικός σταθμός του συστήματος είναι στο Colorado Springs. Αναλύει όλα τα στοιχεία των 4 σταθμών και έχει την ικανότητα της αντικατάστασης δορυφόρου, όταν αυτή κριθεί αναγκαία. Οι θέσεις των 5 σταθμών είναι γνωστές με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Ο δέκτης G.P.S. (εικόνα 1.18), αποτελείται από 4 ξεχωριστές μονάδες: την κεραία, τον κυρίως δέκτη, τον υπολογιστή και την οθόνη παρουσίασης.

Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στον υπολογισμό της απόστασης διάδοσης του σήματος από το δορυφόρο στο δέκτη (του σκάφους). Οι G.P.S. δέκτες έχουν την



Εικόνα 1.18 Δέκτης GPS τελευταίας γενιάς.

ικανότητα να προσλαμβάνουν σήμα από 8 δορυφόρους και να επιλέγουν αυτούς των οποίων η θέση δίνει μεγαλύτερη ακρίβεια στο προσδιορισμό της θέσης τους. Για τον προσδιορισμό θέσης ενός σημείου στην επιφάνεια της θάλασσας (ύψος = 0, δισδιάστατος προσδιορισμός) αρκούν 3 δορυφόροι ενώ ο προσδιορισμός σημείου, το οποίο παρουσιάζει κάποιο ύψος από την

επιφάνεια της θάλασσας απαιτεί 4 δορυφόρους.

Η ακρίβεια προσδιορισμού θέσης του σκάφους εξαρτάται από τη συχνότητα του εκπεμπόμενου σήματος και τη σχετική θέση των δορυφόρων.

Η εκπομπή σήματος συχνότητας 1575.42MHz, η οποία καλείται και εκπομπή τύπου C/A (Coarse Acquisition) είναι αυτή που χρησιμοποιείται για ερευνητικές και

άλλες γενικές χρήσεις και δίνει μία ακρίβεια περίπου $\pm 30m$. Ένας δεύτερος τύπος εκπομπής (P – τύπος 1227.6MHz) χρησιμοποιείται αποκλειστικά για στρατιωτικούς λόγους. Ο τύπος αυτός αυξάνει σημαντικά την ακρίβεια της μεθόδου.

Η σχετική θέση των δορυφόρων είναι δυνατό να προκαλέσει μείωση της ακρίβειας στον προσδιορισμό της θέσης του δέκτη. Η πηγή αυτή της μείωσης καλείται Γεωμετρική ή Οριζόντια Απώλεια της Ακρίβειας (GDOP, HDOP). Η μείωση της ακρίβειας προκαλείται όταν οι δορυφόροι εκπομπής βρίσκονται σχετικά κοντά μεταξύ τους.

Ο προσδιορισμός της θέσης επιτυγχάνεται με τη μέτρηση των αποστάσεων του δέκτη από τρεις δορυφόρους και την επίλυση των τριών εξισώσεων για τον τρισδιάστατο προσδιορισμό των συντεταγμένων. Το στίγμα προκύπτει από την τομή 3 σφαιρών με κέντρα τις θέσεις των δορυφόρων και ακτίνες τις αποστάσεις τους από το δέκτη.

Η μέτρηση των αποστάσεων επιτυγχάνεται μετρώντας το χρόνο διάδοσης του δορυφορικού σήματος από το δορυφόρο στο χρήστη. Αυτό σημαίνει ότι ο δορυφορικός χρόνος είναι «απόλυτα» συγχρονισμένος με το χρόνο του δέκτη. Αυτό όμως δεν είναι δυνατό να γίνει με την απόλυτη έννοια του όρου και γι' αυτό θεωρούμε ότι ο χρόνος του χρήστη είναι εσφαλμένος. Μία τέτοια μέτρηση απόστασης καλείται «ψευδοαπόσταση». Η ψευδοαπόσταση περιέχει σφάλματα χρόνου και καθυστερήσεις διάδοσης από την Ιονόσφαιρα και την Τροπόσφαιρα. Οι καθυστερήσεις προκαλούνται από πολλαπλές ανακλάσεις και διαθλάσεις στις ζώνες αυτές και εξαρτώνται από την πυκνότητα τους και τη συχνότητα των ραδιοκυμάτων.

Η ψευδοαπόσταση προσδιορίζεται από τη σχέση

$$PR=R+c\Delta T_A+c(\Delta T_V-\Delta T_S)$$

όπου:

PR: η ψευδοαπόσταση

c: η ταχύτητα του φωτός

ΔT_A : η διαφορά χρόνου (σφάλμα) του δορυφόρου από το χρόνο G.P.S.

ΔT_V : η διαφορά χρόνου (σφάλμα) του χρήστη από το χρόνο G.P.S.

ΔT_S : καθυστερήσεις διάδοσης και άλλα σφάλματα.

Το σφάλμα του χρήστη θεωρείται πάντα ο τέταρτος άγνωστος (σε ένα 3D προσδιορισμό) και μπορεί να προσδιοριστεί με ταυτόχρονες παρατηρήσεις σε 4 δορυφόρους. Επειδή όμως ο δέκτης υπολογίζει μία τιμή για το σφάλμα του χρόνου ανεξάρτητα με τους ποιους δορυφόρους χρησιμοποιεί, γι' αυτό είναι πολύ

σημαντικό ο χρόνος στα ρολόγια των δορυφόρων να είναι συγχρονισμένος με το κοινό χρόνο G.P.S. Έτσι κάθε δορυφόρος διαθέτει ένα ατομικό ρολόι υψηλής σταθερότητας με μία γνωστή ή άγνωστη παρέκκλιση (Offset) από το χρόνο G.P.S. Ο κύριος σταθμός εδάφους ελέγχει συνεχώς τα δορυφορικά ρολόγια και τα διορθώνει όταν χρειάζεται. Η διόρθωση αυτή περιλαμβάνεται στο μήνυμα που στέλνει ο δορυφόρος στους χρήστες. Γενικά κάθε δορυφορικό μήνυμα αποτελείται από διαφορετικούς κώδικες οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να διακρίνουμε τους δορυφόρους μεταξύ τους και να μετράμε το χρόνο διάδοσης του σήματος, δηλ. τη ψευδοαπόσταση.

Η ακρίβεια προσδιορισμού του στίγματος που επιτυγχάνεται με τη χρήση της μεθόδου των ψευδοαποστάσεων (επίλυση συστήματος εξισώσεων) κυμαίνεται από 15-30m.

Η ακρίβεια όμως αυτή μειώνεται στα ± 100 m εάν από την Υπηρεσία Άμυνας των Η.Π.Α. ενεργοποιηθεί ο υποβιβασμός του σήματος με εφαρμογή προγραμματισμένων Τυχαίων Μεταβολών ή το Selective Availability όπως ονομάζεται. Σε αυτή την περίπτωση για θαλάσσιες έρευνες που απαιτείται μεγάλη ακρίβεια προσδιορισμού θέσης, όπως μελέτες για εγκαταστάσεις υποθαλάσσιων καλωδίων, αγωγών κ.α. χρησιμοποιείται το δορυφορικό σύστημα D.G.P.S. που έχει την ίδια αρχή λειτουργίας με το G.P.S. με τη διαφορά ότι χρησιμοποιεί και έναν επιπλέον χερσαίο σταθμό που ονομάζεται και σταθμός αναφοράς (Παπαθεοδώρου, 1997).

2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΤΑΣΙΑΣ

2.1 Εισαγωγή

Ωκεανογραφικά δεδομένα προέρχονται από πολλές πηγές. Σκάφη, αεροπλάνα, δορυφόροι και αγκυροβολημένοι αισθητήρες συλλέγουν δεδομένα για επιστημονική ανάλυση. Αριθμητικές εξομοιώσεις παράγουν δεδομένα που χρησιμοποιούνται ώστε να βελτιώσουν την κατανόηση των διεργασιών που διεξάγονται στους ωκεανούς. Η οπτικοποίηση ροών και ιδιοτήτων έχει αποδειχθεί θεμελιώδες εργαλείο για δεδομένα που συλλέχθηκαν στο πεδίο ή παρήχθησαν από τον υπολογιστή (Rosenblum, 1989).

Σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι η αναδρομή σε μεθόδους επεξεργασίας του παρελθόντος και η ανάλυση της σύγχρονης μεθοδολογίας που αναπτύσσεται με το πέρασμα του χρόνου.

2.2 Έλεγχος δεδομένων

Με τη συλλογή των δεδομένων απαραίτητη είναι η επεξεργασία για τον έλεγχο λαθών και την αφαίρεση των λανθασμένων τιμών. Σε περίπτωση χρονικών μετρήσεων για παράδειγμα ένα απαραίτητο πρώτο βήμα είναι ο έλεγχος για λάθη συγχρονισμού. Τέτοια λάθη προκύπτουν λόγω προβλημάτων στο ρολόι του οργάνου καταγραφής και το οποίο προκαλεί αλλαγές στο διάστημα δειγματοληψίας (Δt) ή επειδή χάνονται ψηφιακά δείγματα κατά τη διάρκεια της καταγραφής. Αν N είναι ο αριθμός των συλλεχθέντων δειγμάτων τότε το γινόμενο $N\Delta t$ είναι ίσο με το συνολικό μέγεθος του αρχείου, το οποίο είναι T . Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να διατηρηθούν ακριβείς καταγραφές των χρόνων έναρξης και τέλους μέτρησης. Εάν $T \neq N\Delta t$ ο ερευνητής πρέπει να αναζητήσει πιθανή έλλειψη δεδομένων. Ταυτόχρονες και απότομες αλλαγές σε καταγεγραμμένες τιμές σε όλα τα κανάλια συχνά αποκαλύπτουν τους χρόνους απώλειας των δεδομένων. Αλλαγές που πιθανόν να συμβαίνουν στην αναλογία δειγματοληψίας του ρολογιού («ταχύτητα» του ρολογιού) είναι σοβαρό πρόβλημα και συχνά ο ερευνητής πρέπει να υποθέσει κάποιου είδους γραμμική αλλαγή στο διάστημα Δt κατά την περίοδο καταγραφής. Σε περίπτωση που υπάρχει αμφιβολία για τους χρόνους αρχής και τέλους πρέπει να βασιστεί σε άλλες τεχνικές για να εξακριβώσει την αξιοπιστία του ρολογιού και την αναλογία της δειγματοληψίας.

Κατά το στάδιο της πρώτης επεξεργασίας πρέπει να ληφθούν υπόψη δύο τύποι λαθών. Πρώτον τα μεγάλα τυχαία λάθη που είναι αποτέλεσμα του εξοπλισμού, μεταβολών της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος ή σημαντικές διακοπές στη ροή (από φυτοπλαγκτόν, μέδουσες, κ.α.). δεύτερον τα μικρά τυχαία λάθη ή «θόρυβου» που προκύπτουν από αλλαγές στη διαμόρφωση των αισθητήρων, πιθανός ηλεκτρικός και περιβαλλοντικός θόρυβος ή αποτελέσματα γενικότερα της περιβαλλοντικής μεταβλητότητας. Ο θόρυβος μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη χρήση στατιστικών μεθόδων ενώ η αποβολή των μεγάλων λαθών απαιτεί γενικότερα τη χρήση κάποιας υποκειμενικής διαδικασίας αξιολόγησης. Τα διαγράμματα και οι κατανομές των δεδομένων είναι χρήσιμα στην ταυτοποίηση των αποκλίσεων από το εύρος των τιμών ενώ η επεξεργασία των μικρότερων τυχαίων λαθών καθιστά απαραίτητη τη γνώση της λειτουργίας του πλήθους και της πυκνότητας των δεδομένων. Συχνά υποτίθεται ότι τα τυχαία λάθη είναι στατιστικώς ανεξάρτητα και ακολουθούν κανονική κατανομή κατά Gauss (κωδωνοειδής κατανομή).

Ένα συνοπτικό διάγραμμα συνήθως βοηθάει τον ερευνητή να εκτιμήσει προγράμματα τα οποία αφαιρούν αυτόματα τα σημεία των δεδομένων των οποίων τα μεγέθη υπερβαίνουν τη μέση τιμή από κάποιο πολλαπλάσιο ακέραιο της τυπικής απόκλισης. Για παράδειγμα μια σχέση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποβολή τέτοιων τιμών είναι $|x-X| > 3\sigma$, όπου τα X και σ είναι η μέση τιμή και τυπική απόκλιση του x , αντίστοιχα. Η παραπάνω έχει χρησιμοποιηθεί πολύ σε περιπτώσεις όπου παρουσιάστηκαν κρυφοί κίνδυνοι, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για ασταθή ή ευμετάβλητα συστήματα. Αν δεν εξετάσουμε σημειακά δεδομένα σε συνδυασμό με παρακείμενες τιμές, υπάρχει ο κίνδυνος να αποβάλλουμε τιμές που δεν φαίνονται μεν αξιόπιστες αλλά είναι πραγματικές. Για παράδειγμα κατά τη διάρκεια του ισχυρού El Niño 1983 – 84, οι θερμοκρασίες των νερών σε μέσα βάθη στο Νοτιοανατολικό Ειρηνικό υπερέβησαν τη μέση θερμοκρασία κατά 10 φορές την τυπική απόκλιση (10σ). Επειδή όμως δεν υπήρχαν στοιχεία για θέρμανση της ωκεάνιας λεκάνης κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, υπήρχε η τάση της αποβολής αυτών των «αφύσικων» τιμών θερμοκρασίας (Emergy and Thomson, 1998).

2.3 Βαθμονόμηση

Τα αρχεία των δεδομένων πριν εξεταστούν για λάθη και περαιτέρω ανάλυση πρέπει να μετατραπούν σε φυσικές μονάδες με νοηματικό περιεχόμενο. Συνήθως για αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων εν πλω χρησιμοποιείται το σύστημα των ακέραιων, το οποίο όμως δεν είναι χρήσιμο για απλή οπτική εξέταση. Τα δυο πιο συνηθισμένα συστήματα για αποθήκευση των ανεπεξέργαστων δεδομένων είναι το δυαδικό και το ASCII, με το δυαδικό να υπερτερεί, αφού καταλαμβάνει 20% του χώρου αποθήκευσης από τις ακέραιες τιμές του συστήματος ASCII.

Η μετατροπή των ανεπεξέργαστων τιμών προϋποθέτει τους κατάλληλους συντελεστές βαθμονόμησης για κάθε αισθητήρα. Οι συντελεστές αυτοί είναι σταθερές, καταγεγραμμένες και γνωστές τιμές για κάθε παράμετρο μέτρησης. Κατά συνέπεια η ακρίβεια των δεδομένων εξαρτάται από την αξιοπιστία της διαδικασίας βαθμονόμησης καθώς και από την απόδοση του οργάνου. Πολύ ακριβή όργανα με ανεπαρκή βαθμονόμηση παράγουν δεδομένα ανακριβή και επιρρεπή σε λάθη. Κοινή πρακτική είναι η προσαρμογή των καθιερωμένων τιμών βαθμονόμησης, με δευτεροβάθμια παράσταση ελαχίστων τετραγώνων, αποδίδοντας είτε λειτουργικές (μαθηματικές), είτε εμπειρικές σχέσεις ανάμεσα στις καταγεγραμμένες τιμές και στις κατάλληλες φυσικές μονάδες. Ο τρόπος αυτός απλοποιεί τη μετέπειτα επεξεργασία αφού τα δεδομένα περνούν εύκολα σε αποδοτικές παρατηρήσεις με σωστές μονάδες μέσω της φόρμουλας βαθμονόμησης. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι δεν πρέπει να γίνεται οποιουδήποτε είδους επεξεργασία σε ανεπεξέργαστα δεδομένα, αλλά σε αντίγραφα αυτών.

Σε μερικές περιπτώσεις τα δεδομένα της βαθμονόμησης δεν είναι εύκολο να περιγραφούν με πολυωνυμικές παραστάσεις. Με τη χρήση των σύγχρονων υπολογιστικών συστημάτων είναι πλέον πολύ εύκολη η δημιουργία πινάκων βαθμονόμησης, βάσει των οποίων οι τιμές μπορούν να μετατραπούν σε μαθηματική έκφραση. Ο σημαντικότερος σκοπός, εντούτοις, είναι η εξασφάλιση του γεγονότος ότι η βαθμονόμηση αντιπροσωπεύει το φάσμα της απόδοσης και τα χαρακτηριστικά του οργάνου. Η αδιαμφισβήτητη αποδοχή των τιμών βαθμονόμησης του κατασκευαστή του οργάνου δεν συνίσταται για την επεξεργασία νεοσυλλεχθέντων δεδομένων. Άντ' αυτού, θα μπορούσε να χρειαστεί ξεχωριστή βαθμονόμηση στο εργαστήριο και στο πεδίο για κάθε όργανο. Σε μερικές περιπτώσεις αυτό δεν είναι δυνατό (παραδείγματος χάριν, στην περίπτωση του XBT που έρχεται

πακεταρισμένο και έτοιμο για χρήση) και πρέπει να αναπτυχθεί μια μέση σχέση βαθμονόμησης, για το σύστημα μέτρησης, ανεξάρτητα από τον αισθητήρα.

Μερικά όργανα βαθμονομούνται και πριν και μετά τη μέτρηση, για να προσδιοριστούν τυχόν αλλαγές στους αισθητήρες κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους. Σ' αυτήν την περίπτωση για τη μετατροπή σε φυσικές μονάδες πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι δύο βαθμονομήσεις. Συχνά υπολογίζεται ο μέσος όρος τους ή χρησιμοποιούνται για να ορίσουν μια γραμμή τάσης, η οποία θα είναι η βάση για τη μετατροπή των μηχανικών μονάδων του οργάνου σε γεωφυσικές. Μερικές φορές μια βαθμονόμηση μετά τη δειγματοληψία μπορεί να αποκαλύψει μια σοβαρή δυσλειτουργία του οργάνου και το αρχείο των δεδομένων πρέπει να εξεταστεί ξανά για την εύρεση των λανθασμένων τιμών. Ακόμα και αν το όργανο λειτουργεί με λογικό τρόπο το ιστορικό της βαθμονόμησης είναι σημαντικό για την παραγωγή των γεωφυσικών μονάδων με ακρίβεια (Emery and Thomson, 1998).

2.3.1 Βαθμονόμηση πρότυπων και αντιστρεφόμενων θερμομέτρων

Η υψηλή ποιότητα των δεδομένων της πίεσης, της θερμοκρασίας και της αλατότητας εξαρτάται αυστηρά από τα καλά πρότυπα και τις μεθόδους βαθμονόμησης. Λόγω συγκεκριμένων δυσκολιών που συνδέονται με την ακρίβεια μέτρησης της θερμοκρασίας χρησιμοποιώντας τα θερμομέτρα αντιστροφής μεγάλων θαλασσιών βαθμών (DSRT), το παρόν κεφάλαιο αφιερώνεται στην περιγραφή των διορθώσεων στις ενδείξεις αυτών των θερμομέτρων. Τα πρότυπα για τη θερμοκρασία, την αλατότητα και την πίεση είναι ουσιαστικά για τις ακριβείς μετρήσεις, έτσι κάθε μια συζητείται εν συντομία.

Η θερμοκρασία στον ωκεανό είναι μια από τις σημαντικότερες πηγές πληροφοριών που είναι εύκολα προσιτές. Χρησιμοποιείται για να καθορίσει τη μεταφορά θερμότητας, τις εποχιακές μεταβολές και τις ποικίλες διαδικασίες μίξης. Η θερμοκρασία εξυπηρετεί στον καθορισμό, από κοινού με την κατανομή της αλατότητας και της πίεσης, της ωκεάνιας μάζας που στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να παράγει τη γεωστροφική ροή και την κάθετη σταθερότητα των στρωμάτων. Κατά συνέπεια οι μετρήσεις της θερμοκρασίας με ακρίβεια είναι απαραίτητες κατά τη διάρκεια μεγάλου χρονικού διαστήματος.

Εξ αιτίας του μεγάλου εύρους των τιμών της θερμοκρασίας στον ωκεανό (από -2°C ως 40 °C) και των δυσκολιών που συναντιούνται στη μέτρηση των ακριβών

επιτόπιων θερμοκρασιών, η απαραίτητη ακρίβεια μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί στις συγκεκριμένες ανάγκες του χρήστη.

Μέχρι σήμερα ήταν κοινώς αποδεκτή μια ακρίβεια της τάξης του 0,01 °C. Με τις σημαντικές προόδους που έχουν γίνει σήμερα στην κατανόηση της βαθιάς ωκεάνιας κυκλοφορίας, μια ακρίβεια καλύτερη από 0,005 °C με μια ευκρίνεια της τάξεως του 0,0005 °C είναι πλέον μια βέβαιη απαίτηση για τα συστήματα CTD και XBT.

Η καθιερωμένη τεχνική για την ακριβή μέτρηση της θερμοκρασίας στον ωκεανό είναι το DSRT (Deep Sea Reversing Thermometer). Η ακρίβειά του είναι της τάξεως του 0,01 °C στο βάθος της αντιστροφής. Τα DSRT με τις ευρείες κλίμακες (-2,0° C ως 2,0° C) είναι τώρα σε χρήση και επιτρέπουν μια ακρίβεια της τάξης των 0,004° C. Όπως αναφέρθηκε συνήθως χρησιμοποιούνται συνδυασμοί θερμομέτρων προστατευμένων και μη από την επίδραση της πίεσης. Ο τύπος για διόρθωση προστατευμένου DSRT έχει παραχθεί από τον Sverdrup (LaFond, 1951) και είναι:

$$\Delta T = \frac{(T' + V_0)(T' - t)}{K - (T' + V_0) - (T' - t)} + I \quad (1)$$

όπου ΔT είναι η διόρθωση που προστίθεται αλγεβρικά στη μη διορθωμένη ανάγνωση T' του θερμομέτρου αντιστροφής, t είναι η θερμοκρασία στην οποία διαβάζεται το θερμοόμετρο, V_0 είναι ο όγκος του μικρού δοχείου και του τριχοειδούς σωλήνα στους 0 °C και το K είναι μια σταθερά που για τα περισσότερα θερμοόμετρα αντιστροφής έχει τιμή 6100. Ο όρος I είναι η διόρθωση βαθμονόμησης και η οποία εξαρτάται από την τιμή του T' .

Ο ισοδύναμος τύπος για τη διόρθωση μη προστατευμένου DSRT είναι:

$$\Delta T = \frac{(T'_u + V_0)(T_w - t_u)}{K} + I \quad (2)$$

όπου T'_u και t_u είναι η ένδειξη του μη προστατευμένου DSRT και η θερμοκρασία στην οποία διαβάζεται αντίστοιχα, ενώ T_w είναι κανονική

θερμοκρασία που καθορίζεται από το προστατευμένο DSRT με το οποίο αποτελεί ζεύγος.

Συνδυασμός προστατευμένου και μη προστατευμένου DSRT γίνεται για να καθορίσει την πίεση (Wüst, 1933) που δέχονται τα θερμόμετρα. Λαμβάνεται παίρνοντας τη διαφορά μεταξύ των διορθωμένων θερμοκρασιών των θερμομέτρων και διαιρώντας την πίεση του μη προστατευμένου θερμομέτρου, που εκφράζεται με την αύξηση της θερμοκρασίας σε °C ανά $0,1 \text{ kg/cm}^2$ πίεσης (1 dbar).

Η πίεση της αντιστροφής υπολογίζεται από την έκφραση

$$P = \frac{T_u - T_w}{Q} \quad (3)$$

όπου το P είναι η πίεση σε dbars και το Q είναι η σταθερά πίεσης για καθένα θερμόμετρο.

Οι λεπτομερείς πίνακες και οι γραφικές παραστάσεις σχετικά με τη διόρθωση DSRT είναι σε LaFond (1951). Τα ψηφιακά θερμόμετρα (DDSRT), ανταποκρίνονται στα ποιοτικά χαρακτηριστικά που πληρούν και τα DSRT. Το πλεονέκτημά τους είναι κυρίως μια στιγμιαία μέτρηση και μια ψηφιακή ένδειξη. Αυτό αποτελεί κέρδος χρόνου αφού πρωτίτερα έπρεπε να προσαρμοστεί το θερμόμετρο στην περιβαλλοντική θερμοκρασία. Δεδομένου του ότι μια ερευνητική αποστολή μπορεί να διαρκέσει αρκετό χρόνο, το κέρδος αυτό είναι πολύ μεγάλο και γι' αυτό το λόγο τα θερμόμετρα τείνουν να αντικατασταθούν με DDSRT.

Για να διαπιστωθεί το βάθος μέτρησης θερμοκρασίας των DDSRT χρησιμοποιούνται ψηφιακοί αισθητήρες πίεσης με παρόμοιους συνδυασμούς όπως τα DSRT. Τα όργανα είναι διαθέσιμα για μετρήσεις πλήρους βάθους, και μια ανάλυση μεταξύ $\pm 0,01 \text{ dbar}$ και $\pm 1,0 \text{ dbar}$ και μια ακρίβεια $\pm 0,1\%$ της συνολικής κλίμακας.

Τα όργανα που σχεδιάζουν προφίλ όπως τα CTD δίνουν σχεδόν-συνεχείς μετρήσεις θερμοκρασίας. Προκειμένου να ανιχνευθούν οι αλλαγές στη συμπεριφορά τους χρησιμοποιούνται ποικίλοι τύποι αισθητήρων. Εδώ απαιτείται η ίδια ακρίβεια, δεδομένου ότι μια αλλαγή στη θερμοκρασία της τάξης του $0,001^\circ\text{C}$ δημιουργεί αλλαγή στην αγωγιμότητα της τάξης του $0,001 \text{ mS/cm}$ ($\text{mS} = \text{milli-Siemens}$). Αυτά τα θερμόμετρα πρέπει να ελέγχονται συνεχώς και να

βαθμονομούνται συνήθως πριν και μετά από τη χρήση για να διατηρήσουν την ακρίβεια και την ανάλυση που απαιτείται εν πλω. Για να ελεγχθούν οι βαθμονομήσεις επί τόπου, χρησιμοποιούνται DSRT, DDSRT και οι περιττοί αισθητήρες θερμοκρασίας των CTD.

Τα θερμοόμετρα από τα DSRT, DDSRT ή οι αισθητήρες CTD, χρειάζονται συχνή βαθμονόμηση για να εξασφαλιστεί η απόδοση τους. Τα θερμοόμετρα αντίστασης λευκόχρυσου (PRT) χρησιμοποιούνται ως πρότυπα μεταφοράς για να βαθμονομηθούν αυτά τα θερμοόμετρα. Η βαθμονόμηση των PRT πρέπει να γίνει ενάντια στα πρότυπα, με βάση την παράκτια περιοχή εγκατάστασης.

Για να βαθμονομηθούν τα PRT συνήθως χρησιμοποιείται ο ακόλουθος συνδυασμός: Νερό σε θερμοκρασία 0,0100 °C, Phenoxybenzene (διφαινυλικός αιθέρας) σε 26,8685 °C και ανθρακικό αιθυλένιο σε 36,3241 °C.

Η τιμή που ορίζεται στο τριπλό σημείο του νερού δίνεται στη Διεθνή Πρακτική Κλίμακα Θερμοκρασίας, IPTS – 1968 (Barber, 1969). Κι άλλα πρότυπα είναι διαθέσιμα αλλά συνήθως χρησιμοποιείται αυτό με προσθήκη γάλλιου (σημείο τήξης 29.771 °C). Έντονα συνιστάται να εκτελείται τακτικά η βαθμονόμηση στα τριπλά σημεία..

Μετά από απόφαση της Διεθνούς Επιτροπής Βαρών και Μέτρων, κατά τη συνεδρίασή της τον Σεπτέμβριο του 1989, εγκρίθηκε η Διεθνής Κλίμακα Θερμοκρασίας του 1990 (ITS – 90), με ισχύ από την 1η Ιανουαρίου 1990. Κατά συνέπεια από εκείνη την ημερομηνία όλες οι βαθμονομήσεις των θερμομέτρων πρέπει να πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας την ITS – 90, που καθιερώθηκε για να εκμεταλλευθεί τις τεχνολογικές προόδους και να προσεγγίσει περισσότερο τη θερμοδυναμική κλίμακα θερμοκρασίας, από τις προηγούμενες κλίμακες, συμπεριλαμβανομένης και της IPTS – 68. Στην ITS – 90 το τριπλό σημείο του νερού παραμένει αμετάβλητο στους 0,01 °C. Εντούτοις, στο επίπεδο της ατμοσφαιρικής πίεσης το σημείο βρασμού του νερού μειώνεται στους 99,974 °C. Πέρα απ' αυτό το εύρος η σχέση ανάμεσα στις κλίμακες της θερμοκρασίας είναι σχεδόν γραμμική. Κατά συνέπεια υπάρχουν μικρές διαφορές στις θερμοκρασίες: 10 °C και 20 °C σε ITS – 90 αντιστοιχούν σε 10,002 °C και 20,005 °C σε IPTS – 68. Συνοψίζοντας, οι θερμοκρασίες στον ωκεανό μπορούν να μετρηθούν με ποικίλα όργανα και στην υψηλή ακρίβεια που είναι απαραίτητη. Με την πρόοδο των συνεχών μεθόδων μέτρησης, τα DSRT έχουν γίνει αναγκαία να βαθμονομήσουν τους σχεδόν συνεχούς μέτρησης αισθητήρες. Η γνώση για τη χρήση και τη

βαθμονόμηση των DSRT πρέπει να διατηρηθεί. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή και επιμέλεια για να καθιερωθούν τα κατάλληλα δεδομένα βαθμονόμησης και να διατηρηθούν σ' ένα αρχείο για την καλύτερη απόδοση των αισθητήρων (Unesco, 1991).

2.3.2 Πρότυπο Θαλάσσιο Νερό

Επάνω από 80 χρόνια ήταν ευρέως αποδεκτό ότι η μεγαλύτερη ομοιομορφία θα επιτυγχανόταν για τους προσδιορισμούς αλατότητας εάν όλα τα εργαστήρια χρησιμοποιούσαν τα ίδια πρότυπα βαθμονόμησης. Τα πρότυπα που υιοθετήθηκαν ήταν πρότυπο θαλασσινό νερό της IAPSO, το οποίο είναι φιλτραρισμένο, φυσικό νερό της θάλασσας στο οποίο προστίθεται μόνο απεσταγμένο νερό. Το κύριο πρότυπο έχει αλατότητα 35 (σειρά P) και προορίζεται για τη βαθμονόμηση ενός σημείου σε αλατόμετρα εργαστηρίου. Πιστοποιείται με αγωγιμότητα (K_{15}) σε σχετικό καθαρό διάλυμα χλωριούχου καλίου και με χλωριότητα. Διαθέσιμα είναι επίσης δύο πρότυπα χαμηλής αλατότητας 10 και 30 (σειρά L) και ένα υψηλής αλατότητας 38 (σειρά H) που βαθμονομούνται με παρόμοιο τρόπο. Τα πρότυπα αυτά είναι κατάλληλα για τον έλεγχο των αλατόμετρων σε πολλά σημεία στην κλίμακα αλατότητας καθώς επίσης και για τη χρήση σε χαμηλές ή υψηλές περιοχές αλατότητας. Αυτά τα πρότυπα αλατότητας μπορούν να αποκτηθούν Υπηρεσία Πρότυπου Θαλάσσιου Νερού IAPSO, η οποία ως το 1975 είχε έδρα την Κοπεγχάγη ενώ από τότε μέχρι σήμερα στεγάζεται στο Ινστιτούτο Ωκεανογραφικών Επιστημών, στο Σάρει της Μεγάλης Βρετανίας.

Το πρότυπο θαλάσσιο νερό έχει πιστοποιηθεί σύμφωνα με τη χλωριότητα του και η διαδεδομένη χρήση του βοήθησε σε υπολογισμούς με μικρές αποκλίσεις μεταξύ διαφορετικών εργαστηρίων σε περίοδο που συνήθως χρησιμοποιούσαν τη χλωριότητα για την τιτλοδότηση και τον προσδιορισμό της αλατότητας. Εντούτοις, πριν από τριάντα με σαράντα χρόνια η τιτλοδότηση με χλωριότητα αντικαταστάθηκε από τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τον προσδιορισμό αλατότητας και αυτό οδήγησε σε σημαντικές εξελίξεις, συμπεριλαμβανομένων δύο αναθεωρήσεων του προσδιορισμού της αλατότητας, που αξιολογήθηκαν από τον Lewis (1980) και από την UNESCO (1981). Ειδικότερα, η JPOTS υποκίνησε και συντόνισε την εργασία σε διάφορα εργαστήρια για να καθιερώσει τις σχέσεις μεταξύ της αλατότητας, της αναλογίας αγωγιμότητας, της

θερμοκρασίας, της πίεσης και της πυκνότητας, που οδήγησαν στην υιοθέτηση της Πρακτικής Κλίμακας Αλατότητας – 1978 και της Διεθνούς Καταστατικής Εξίσωσης του Θαλάσσιου Νερού – 1980 (Unesco, 1981).

Όπως προαναφέρθηκε, στην Πρακτική Κλίμακα Αλατότητας του 1978, η πρακτική αλατότητα προσδιορίζεται από την αναλογία του K_{15} της ηλεκτρικής αγωγιμότητας δείγματος θαλάσσιου νερού, σε θερμοκρασία 15 °C και σε πίεση μιας ατμόσφαιρας (1 Atm), προς ένα διάλυμα χλωριούχου καλίου (KCl), του οποίου το κλάσμα της μάζας του KCl είναι 32.4356×10^{-3} στις ίδιες συνθήκες. Αυτό σημαίνει ότι όλες οι αναλογίες αγωγιμότητας αναφέρονται σε καθορισμένα και αναπαραγώγιμα πρότυπα. Το πρότυπο αυτό διάλυμα του χλωριούχου καλίου δεν είναι δυνατόν να παραχθεί μεμονομένα σε κάποια εργαστήρια. Άντ' αυτού, η JPTS σύστησε ότι το Πρότυπο Θαλασσινό Νερό της IAPSO πρέπει στο μέλλον να βαθμονομηθεί σύμφωνα με το πρότυπο διάλυμα του χλωριούχου καλίου και κατά συνέπεια μπορούν να έμμεσα βαθμονομηθούν και τα αλατόμετρα των εργαστηριακών πάγκων σύμφωνα με τον ορισμό της Πρακτικής Κλίμακας Αλατότητας. Το Πρότυπο Θαλάσσιο Νερό της IAPSO πιστοποιείται ακόμα μέσω της χλωριότητας, αλλά πρέπει να τονιστεί ότι θεωρείται χωριστή και ανεξάρτητη μεταβλητή σχέση με την αλατότητα.

Από την άποψη του χρήστη – ερευνητή, η νέα βαθμολόγηση του Πρότυπου Θαλάσσιου Νερού της IAPSO με K_{15} , απλοποιεί τη βαθμονόμηση των εργαστηριακών αλατόμετρων. Η διαδικασία είναι να γεμιστεί η μεμβράνη του αλατόμετρου με Πρότυπο Θαλάσσιο Νερό και είτε να ρυθμιστεί το όργανο για να διαβάσει την τιμή του K_{15} λαμβάνοντας υπόψη στην ετικέτα, είτε να σημειωθεί η διόρθωση που εφαρμόζεται για να δώσει την τιμή. Θεωρείται βέβαια χρήσιμο να σημειώσουμε κάποια σημεία σχετικά με τη χρήση του Πρότυπου Θαλάσσιου Νερού.

Για διάφορους λόγους, ορισμένες χώρες έχουν καθιερώσει στις κεντρικές εργαστηριακές εγκαταστάσεις για την προετοιμασία των φιαλιδίων τους με δευτεροβάθμια πρότυπα θαλάσσια νερά. Έντονα συστήνεται (UNESCO, 1985) ότι αυτός πρέπει να γίνονται αυτές οι βαθμονομήσεις μέσω του Πρότυπου Θαλάσσιου Νερού της IAPSO και όχι με πρότυπο καθαρού KCl.

Τα φιαλίδια της IAPSO με Πρότυπο Θαλάσσιο Νερό είναι υψηλής ποιότητας και πολύ σπάνια μπορεί να βρεθεί ελαττωματικό φιαλίδιο, που συνήθως προέρχεται

από μικρές ρωγμές στο σημείο σφραγίσματός του. Επομένως δεν θα ήταν σοφή κίνηση η βαθμονόμηση ενός αλατόμετρου με τη χρήση ενός μόνο φιαλιδίου.

Διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι η σχέση χλωριότητας –αγωγιμότητας δεν ήταν η ίδια για όλες τις παρτίδες Πρότυπου Θαλάσσιου Νερού. Αυτό οδήγησε σε αποκλίσεις στα αποτελέσματα αλατότητας από τις διαφορετικές αποστολές στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές παρτίδες Πρότυπου Θαλάσσιου Νερού.

Σε εκθέσεις αποτελεσμάτων με υπολογισμούς αλατότητας, πρέπει να αναφερθεί ο αριθμός της παρτίδας του Πρότυπου Θαλάσσιου Νερού που χρησιμοποιήθηκε (Unesco, 1991).

2.3.3 Πίεση

Οι διορθώσεις που είναι απαραίτητες για να ληφθεί η πίεση από τα απροστάτευτα θερμομέτρα αντιστροφής έχουν ήδη περιγραφεί. Τα CTD μέσα στο σύνολο των αισθητήρων που διαθέτουν έχουν και μετρητές πίεσης, για τη μέτρηση αυτής. Αυτοί οι αισθητήρες βαθμονομούνται στο εργαστήριο με ελεγκτή νεκρού βάρους (Deadweight Tester – DWT) (Fofonoff και λοιποί, 1974). Το DWT χρησιμοποιεί μια σειρά τιτλοδοτημένων βαρών (μάζες) που εφαρμόζονται σε ένα έμβολο γνωστής διατομής, για να βαθμονομήσει εν συνεχεία το μετατροπέα πίεσης του CTD. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες DWT, όμως για μετρήσεις υψηλής ακρίβειας συστήνεται αυτό της πρώτης κατηγορίας.

Πρέπει να εφαρμοστεί μια σειρά διορθώσεων στην τιμή της πίεσης του DWT για να επιτύχει ακριβή αποτελέσματα της τάξεως του 0,02% της κλίμακας του DWT πρώτης κατηγορίας:

- i) τοπική διόρθωση βαρύτητας από την καθορισμένη βαρύτητα που είναι ίση $9,80665 \text{ m/s}^2$,
- ii) διόρθωση στην επίδραση του ατμοσφαιρικού αέρα στα βάρη σε σχέση με το κενό αέρος
- iii) επίδραση λόγω ροής
- iv) θερμική διαστολή του εμβόλου και
- v) ελαστική διαστρέβλωση του εμβόλου με τη φόρτωση.

Η ακριβής μέτρηση της πίεσης είναι ιδιαίτερα σημαντική για τις μετρήσεις του CTD, δεδομένου ότι ένα λάθος της τάξεως 2,5 dbar προξενεί λάθος στην κατακόρυφη θέση της μέτρησης καθώς επίσης και στην αλατότητα κατά 0,001. Μια

ρύθμιση πίεσης είναι σημαντική για τους μετατροπείς μέτρησης πίεσης, προκειμένου να μετρήσουν και τις μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης καθώς το όργανο μεταφέρεται από σταθμό σε σταθμό (Unesco, 1991).

2.4 Πρακτική Κλίμακα Αλατότητας (1978) και Καταστατική Εξίσωση Θαλάσσιου Νερού (1980)

2.4.1 Πρακτική Κλίμακα Αλατότητας 1978 (PSS – 78)

Το θεμελιώδες βήμα στη διατύπωση της Πρακτικής Κλίμακας Αλατότητας (PSS – 78) απαρτίστηκε από τον ορισμό ενός ενιαίου σημείου αναφοράς ($S = 35$) στην κλίμακα, έχοντας την ίδια ηλεκτρική αγωγιμότητα με ένα διάλυμα χλωριούχου καλίου αναφοράς (KCl) στους $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ και στην ατμοσφαιρική πίεση 1 Atm. Η μετάβαση από την προηγούμενη κλίμακα έγινε με την επιλογή μιας παρτίδας (P79) Πρότυπου Θαλάσσιου Νερού που εξισώνει τη νέα κλίμακα με την παλιά μέσω της σχέσης της χλωριότητας $S = 1,80655\text{ Cl}$ για εκείνη τη συγκεκριμένη παρτίδα. Δεδομένου ότι η αλατότητα στην Πρακτική Κλίμακα ορίζεται ως συντηρητική όσον αφορά την προσθήκη και την αποβολή νερού, το εύρος της αλατότητας είναι προσιτό μέσω της ακριβούς ζύγισης της προσθήκης ή της εξάτμισης χωρίς πρόσθετους προσδιορισμούς. Εντούτοις, η Πρακτική Κλίμακα ορίζεται από την αναλογία της αγωγιμότητας και όχι από τις συντηρητικές ιδιότητές της. Κατά συνέπεια το δεύτερο μέρος του ορισμού κατασκευάστηκε με τη μέτρηση της αναλογίας της αγωγιμότητας με πρότυπα ή ισοδύναμα δευτεροβάθμια πρότυπα KCl σε ολόκληρο το εύρος των αλατοτήτων (1 έως 42) των δειγμάτων που προετοιμάζονται με την εξάτμιση ή τη διάλυση της παρτίδας P79 του Πρότυπου Νερού και ο υπολογισμός ενός εμπειρικού τύπου $S = S(R_{15})$, όπου R_{15} είναι η αναλογία αγωγιμότητας σε 15°C και 1 Atm πίεση με πρότυπα KCl. Κατά συνέπεια οι αλατότητες στην κλίμακα PSS – 78 ορίζονται μόνο από τις αναλογίες της αγωγιμότητας. Οι αλατότητες που ορίζονται με οποιαδήποτε άλλη μέθοδο δε συμπίπτουν απαραίτητως με την κλίμακα PSS – 78 και θα έπρεπε να προσδιοριστούν χωριστά. Οι Lewis και Perkin (1981) και ο Mamayev (1986) συγκρίνουν τις διαφορές μεταξύ PSS – 78 και των προηγούμενων κλιμάκων και παρέχουν αλγορίθμους και πίνακες για τη μετατροπή των παλαιότερων δεδομένων στη νέα κλίμακα.

Ο αλγόριθμος για τη μετατροπή της αγωγιμότητας σε αλατότητα κατασκευάζεται υπό όρους της αναλογίας R της αγωγιμότητας που ορίζεται ως εξής:

$$R = C(S, t, p) / C(35, 15, 0) \quad (4)$$

όπου C(S,t,p) είναι ηλεκτρική αγωγιμότητα συναρτήσει της αλατότητας S, της θερμοκρασίας t και της πίεσης p. Η αναλογία είναι προϊόν των συναρτήσεων:

$$R = r_t(t) \cdot R_t(S, t) \cdot R_p(R, t, p) \quad (5)$$

όπου

$$\begin{aligned} r_t(t) &= C(35, t, 0) / C(35, 15, 0) \\ R_t(S, t) &= C(S, t, 0) / C(35, t, 0) \\ R_p(R, t, p) &= C(S, t, p) / C(S, t, 0) \end{aligned}$$

Η αλατότητα δίνεται από τη συνάρτηση:

$$S = \sum_{n=0}^5 \left[a_n + \frac{\Delta t}{1 + k\Delta t} b_n \right] \cdot R_t^n \quad (6)$$

με συντελεστές

| | | |
|-----------------------|------------------|---------------------|
| $\alpha_0 = +0,0080$ | $b_0 = +0,0005$ | $k = +0,0162$ |
| $\alpha_1 = - 0,1692$ | $b_1 = - 0,0056$ | $\Delta t = t - 15$ |
| $\alpha_2 = +25,3851$ | $b_2 = - 0,0066$ | |
| $\alpha_3 = +14,0941$ | $b_3 = - 0,0375$ | |
| $\alpha_4 = - 7,0261$ | $b_4 = +0,0636$ | |
| $\alpha_5 = +2,7081$ | $b_5 = - 0,0144$ | |

Σε θερμοκρασία $t = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ η (6) ανάγεται στον τύπο που ορίζει η Πρακτική Κλίμακα Αλατότητας (Perkin και Lewis, 1980).

Οι παράγοντες r_t και R_p δίνονται από τη σχέση:

$$r_t = \sum_0^4 C_n t^n \quad (7)$$

όπου

| | |
|-----------------------------|----------------------------|
| $C_0 = +0,6766097$ | $C_3 = - 6,9698\text{E-}7$ |
| $C_1 = +2,00564\text{E-}2$ | $C_4 = +1,10031\text{E-}9$ |
| $C_2 = +1,104259\text{E-}4$ | |

και

$$R_p = 1 + \frac{e_1 p + e_2 p^2 + e_3 p^3}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + (d_3 + d_4 t) \cdot R} \quad (8)$$

$$= 1 + \frac{C}{B + AR}$$

με

| | |
|----------------------------|---------------------------|
| $e_1 = +2,070\text{E-}5$ | $d_1 = +3,426\text{E-}2$ |
| $e_2 = - 6,370\text{E-}10$ | $d_2 = +4,464\text{E-}4$ |
| $e_3 = +3,989\text{E-}15$ | $d_3 = +4,215\text{E-}1$ |
| | $d_4 = - 3,107\text{E-}3$ |

για τη θερμοκρασία σε $^\circ\text{C}$ και την πίεση σε dbar.

Με δεδομένες τις μετρήσεις των R , t και p , υπολογίζουμε την αλατότητα με την επίλυση της (5) προς R_t ($R_t = R / (\Gamma R_p)$) και εκτιμούμε την αλατότητα S από την (6). Αν ζητείται το ποσοστό αγωγιμότητας R , δεδομένων των S , t και p , το ποσοστό R_t μπορεί να βρεθεί με αριθμητική αντιστροφή της (5) και το R μπορεί να βρεθεί λύνοντας τη δευτεροβάθμια εξίσωση:

$$R = r_t \cdot R_t \cdot R_p = r_t \cdot R_t \cdot \left[1 + \frac{C}{AR + B} \right]$$

ή

$$R = \frac{\left[(Ar_t R_t - B)^2 + 4r_t R_t A(B + C) \right]^{1/2} + [Ar_t R_t - B]}{2A} \quad (8)$$

Πιο λεπτομερείς περιγραφές, συμπεριλαμβανομένων των προγραμμάτων της Fortran, οι τιμές των ελέγχων, τα όρια της ισχύος τους και διάφοροι πίνακες δίνονται στην Unesco (1983).

Αυτή η περιγραφή της PSS – 78 έχει προσαρμοστεί από τον Fofonoff (1985).

2.4.2 Καταστατική Εξίσωση Θαλάσσιου Νερού 1980 (EOS – 80)

Η καταστατική εξίσωση του θαλάσσιου νερού είναι η μαθηματική έκφραση για τον υπολογισμό της πυκνότητας από τις μετρήσεις της θερμοκρασίας, της πίεσης και της αλατότητας. Ουσιαστικά όλοι οι υπολογισμοί της πυκνότητας του θαλάσσιου νερού που έγιναν από την αρχή του αιώνα έχουν βασιστεί στις άμεσες μετρήσεις της πυκνότητας, της χλωριότητας και της αλατότητας που έγιναν από τους Knudsen, Forch και Sorensen (1902) και της συμπίεσης του νερού που έγινε από τον Ekman (1908). Αυτή η εξίσωση δημιουργήθηκε από τις μετρήσεις της πυκνότητας του φυσικού θαλάσσιου νερού στο οποίο δεν είναι αμετάβλητα τα ποσοστά των διάφορων ιόντων. Για να είναι σύμφωνη με τον σχετικά νέο καθορισμό της Πρακτικής Αλατότητας του 1978, η νέα καταστατική εξίσωση βασίστηκε στις μετρήσεις της πυκνότητας των πρότυπων διαλυμάτων του θαλάσσιου νερού που λήφθηκαν από τη ζύγιση της αραίωσης με αποσταγμένο νερό και με εξάτμιση. Δεδομένου ότι η απόλυτη πυκνότητα του καθαρού ύδατος δεν είναι γνωστή με μεγάλη ακρίβεια, η πυκνότητα του αποσταγμένου νερού που χρησιμοποιήθηκε για αυτές τις μετρήσεις, ορίστηκε από την εξίσωση του Πρότυπου Μέσου Ωκεάνιου Νερού (SMOW) του οποίου ισοτοπική σύνθεση είναι προσδιορισμένη με σαφήνεια.

Η νέα καταστατική εξίσωση (EOS – 80) που υιοθετήθηκε από τη JPOTS του 1981 (Unesco, 1981) είναι:

$$\left. \begin{aligned} v(S, t, p) &= v(S, t, 0)[1 - p / K(S, t, p)] \\ \rho(S, t, 0) &= 1 / v(S, t, 0) = A + BS + CS^{3/2} + DS^2 \\ K(S, t, p) &= E + FS + GS^{3/2} + (H + IS + JS^{3/2})p + (M + NS)p^2 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

όπου οι συντελεστές A, B, ... N είναι πολυώνυμα της θερμοκρασίας t. Οι μονάδες είναι: η αλατότητα σε PSS – 78 (psu), η θερμοκρασία σε °C, η πίεση (p) σε bar, η πυκνότητα (ρ) σε kg/m³, ο ειδικός όγκος (v). Αυτοί οι συντελεστές δίνονται στον πίνακα 2.1.

2.4.3 Αποκλίσεις πυκνότητας και ειδικού όγκου

Η πλήρης τιμή της πυκνότητας ή του ειδικού όγκου είναι περιττή για ωκεανογραφική χρήση. Επειδή η μέγιστη απόκλιση στο μέγεθος του ωκεάνιου εύρους της αλατότητας, της θερμοκρασίας, και της πίεσης είναι μόνο 7%, μια αξιοσημείωτη βελτίωση στην αριθμητική ανάλυση επιτυγχάνεται με τη χρήση των αποκλίσεων του ειδικού όγκου και της πυκνότητας. Η απόκλιση του ειδικού όγκου δ (m³/kg) και η απόκλιση της πυκνότητας γ (kg/m³) ορίζονται από τις σχέσεις:

$$\begin{aligned} \delta(S, t, p) &= v(S, t, p) - v(35, 0, p) \\ \gamma(S, t, p) &= \rho(S, t, p) - 1000.0(\text{kg} / \text{m}^3) \end{aligned} \quad (11)$$

όπου το v(35, 0, p) δίνεται από έναν χωριστό τύπο (πίνακας 2.2). Στην Unesco (1983) οι Fofonoff και Millard υπολόγισαν τους συντελεστές των διαφορετικών τύπων που χρειάστηκαν για να διατηρήσουν την αριθμητική ακρίβεια στην εκτίμηση των δ και γ. Λαμβάνοντας υπόψη τις δύο αποκλίσεις, οι τιμές του ειδικού όγκου v και της πυκνότητας ρ υπολογίζονται με υψηλότερη ακρίβεια απ' ό,τι από τον πλήρη τύπο για τον υπολογισμό μεταβλητής μονής ακρίβειας που χρησιμοποιεί ένα μήκος λέξης 32 bit σε υπολογιστή. Η αυξανόμενη αριθμητική ανάλυση είναι ιδιαίτερα σημαντική στον υπολογισμό της στατικής σταθερότητας όπου πρέπει να επιλυθούν και οι μικρές κατακόρυφες κλίσεις της πυκνότητας.

2.5 Συνδυαστικοί κρίκοι μεταξύ των κλιμάκων απόκλισης θερμοκρασίας, αλατότητας και πυκνότητας.

2.5.1 Θερμοκρασία

Η Πρακτική Κλίμακα PSS – 78 και η Καταστατική Εξίσωση EOS – 80 είναι βασισμένες σε μετρήσεις που με τη σειρά τους στηρίζονταν στη Διεθνή Πρακτική Κλίμακα Θερμοκρασίας του 1968 (IPTS – 68). Οι θερμοκρασίες t_{48} με βάση μια πρωτότερη κλίμακα την IPTS – 48, μπορούν να μετατραπούν σε IPTS – 68 (Fofonoff και Bryden, 1975) χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$t_{68} = t_{48} - 4,4 \cdot 10^{-6} \cdot t_{48} (100 - t_{48}) \quad (12)$$

που είναι έγκυρος στο εύρος από $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ως $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, το οποίο δίνει τη μέγιστη διαφορά στις θερμοκρασίες των $0,009\text{ }^{\circ}\text{C}$. Αυτή η διαφορά οδηγεί σε μια αβεβαιότητα 3,10 του ειδικού βάρους ($3 \cdot 10^{-6}$ σε μονάδες του SI).

Όπως επισημαίνεται στην παράγραφο 2.3.1, η Διεθνής Κλίμακα Θερμοκρασίας του 1990 (ITS – 90) τέθηκε σε ισχύ την 1^η Ιανουαρίου του 1990. Κατά συνέπεια όλα τα δεδομένα θερμοκρασίας που προέρχονται από τις παρατηρήσεις που βαθμονομήθηκαν χρησιμοποιώντας την ITS – 90 πρέπει επίσης να προσαρμοστούν στην IPTS – 68 πριν γίνει δυνατή η χρήση των αλγόριθμων των PSS – 78 και EOS – 80. Η ρύθμιση που χρειάζεται είναι:

$$t_{68} = 1,00024t_{90} \quad (13)$$

Η χρήση των κλιμάκων θερμοκρασίας πριν από την IPTS – 48 δεν είχε τεκμηριωθεί και επομένως η μετατροπή δεν μπορεί να είναι σίγουρη.

2.5.2 Αλατότητα

Οι κλίμακες αλατότητας των Knudsen και Cox χρησιμοποιήθηκαν πριν από την PSS – 78, η οποία εκτόπισε στους υπολογισμούς και τις δύο κλίμακες. Αυτές οι κλίμακες ορίστηκαν ως εξής:

1. Η κλίμακα Knudsen

$$S_K = 0,030 + 1.8050C_l \quad (14)$$

είναι αποκλειστικά βασισμένη στον προσδιορισμό της χλωριότητας ως αναλογία της ισοδύναμης μάζας των χλωριδίων στη μάζα του θαλάσσιου νερού.

2. Η κλίμακα Cox

$$S_{Cox} = 1,80655C_l \quad (15)$$

καθορίζοντας την αλατότητα ως ανάλογη της χλωριότητας για να ικανοποιήσει την αρχή διατήρησης της μάζας και επίσης επιλέχθηκε ώστε να συμπίπτει με την κλίμακα Knudsen σε αλατότητα 35.

Η διαφορά μεταξύ αυτών των κλιμάκων δηλαδή διαφορά μεταξύ (14) και (15) είναι:

$$S_K - S_{Cox} = 0,03(1 - S_{Cox} / 35) \quad (16)$$

Αυτή η διαφορά στις διαφορετικές αλατότητες είναι ταξινομημένη παρακάτω (πίνακας 2.3).

Η διαφορά μεταξύ της PSS – 78 και της κλίμακας Cox, $S_{78} - S_{Cox}$ έχει εξερευνηθεί εκτενώς και έχει ταξινομηθεί σε πίνακες από τους Lewis και Perkin (1981) καθώς επίσης και από τους Millero, Gonzales και Ward (1976). Αυτές οι διαφορές για διάφορες αλατότητες και θερμοκρασίες και σε πρότυπη ατμοσφαιρική πίεση παρουσιάζονται στον πίνακα 2.3.

Προκύπτει από την (16) ότι η διαφορά μεταξύ της PSS – 78 και της κλίμακας Knudsen είναι:

$$S_{78} - S_K = (S_{78} - S_{Cox}) - (S_K - S_{Cox}) \quad (17)$$

Αυτή η διαφορά παρουσιάζεται επίσης για τις ίδιες αλατότητες και τις ίδιες θερμοκρασίες στον πίνακα 2.3 (κατώτερη γραμμή).

Επιπλέον, ο πίνακας 2.3 παρουσιάζει την αμελητέα διαφορά μεταξύ της PSS – 78 και της κλίμακας Knudsen στο ωκεάνιο εύρος της αλατότητας (30 έως 40), ενώ το S_K καταγράφεται με ακρίβεια 10^{-2} .

2.5.3 Απόκλιση πυκνότητας

Η καταστατική εξίσωση του Knudsen στην ατμοσφαιρική πίεση εκφράζεται μέσω της απόκλισης του ειδικού βάρους (σίγμα – t)

$$\sigma_t = 10^3 (\rho / \rho_m - 1) \quad (18)$$

όπου ρ_m είναι η μέγιστη πυκνότητα του καθαρού νερού η οποία γίνεται αποδεκτή από τον Knudsen και ως ίση με 1 g/cm^3 .

Η νέα καταστατική εξίσωση EOS – 80, εκφράζεται μέσω της απόκλισης της πυκνότητας:

$$\gamma = \rho - 1000[\text{kg} / \text{m}^3] \quad (19)$$

Επιλύοντας τη (18) ως προς ρ και αντικαθιστώντας στη (19) λαμβάνουμε τον ακόλουθο τύπο της απόκλισης της πυκνότητας γ σε σχέση με την απόκλιση του ειδικού βάρους σ_t :

$$\gamma = 10^{-3} \rho_m \sigma_t = (\rho_m - 1000)[\text{kg} / \text{m}^3] \quad (20)$$

Χρησιμοποιώντας την πρόσφατα αποδεκτή τιμή της μέγιστης πυκνότητας του νερού SMOW ($\rho = 999.975 \text{ kg/m}^3$) η (20) γίνεται:

$$\gamma = 0,999975 \sigma_t - 0,025[\text{kg} / \text{m}^3] \quad (21)$$

Αυτός ο τύπος καθορίζει την κύρια διαφορά μεταξύ της καταστατικής εξίσωσης Knudsen – Ekman και της EOS – 80. Εκτός από τις διαφορές στα όργανα μέτρησης, υπάρχει μια συστηματική αριθμητική μετατόπιση μεταξύ των σ_t και γ ίση με 0,025

kg/m^3 , με τις τιμές του γ να είναι μικρότερες απ' αυτές του γ (οι διαστάσεις είναι διαφορετικές). Επομένως δεν μπορεί να γίνει άμεση αντικατάσταση του γ με το σ_t .

Η εξαίρεση της ανωτέρω συστηματικής διαφοράς των $0,025 \text{ kg/m}^3$ μας αφήνει με την υπόλοιπη διαφορά που είναι αποτέλεσμα της διαφοράς κλίμακας της αλατότητας καθώς επίσης και των ανισοτήτων των οργάνων. Αυτές οι διαφορές παρουσιάζονται στον πίνακα 2.4 (το άθροισμα κάθε ζευγαριού αριθμών συν 25 μας δίνει τη συνολική διαφορά μεταξύ του σ_t και των τιμών της EOS (Mamayev, 1986).

Η απόκλιση ειδικού όγκου, $\delta = v(S,t,p) - v(35,0,p)$, που υπολογίζεται από την εξίσωση Knudsen – Ekman διαφέρει λιγότερο από την ακρίβεια της μέτρησης από τις τιμές της EOS – 80 (Fofonoff, 1962).

Οι διαφορές στις πυκνότητες μεταξύ της εξίσωσης Knudsen – Ekman και της EOS – 80 σε υψηλές πιέσεις παρουσιάζονται για το Πρότυπο Θαλάσσιο Νερό ($S = 35$) στον πίνακα 2.5. Η σύγκριση σε υψηλές πιέσεις χρήζει προσεκτικής αντιμετώπισης.

Οι διαφορές μεταξύ της απόκλισης του ειδικού όγκου και του ειδικού όγκου, ανάμεσα στην εξίσωση των Knudsen – Ekman και της EOS – 80 παρουσιάζονται στον πίνακα 2.6.

Τέλος, οι δυναμικοί υπολογισμοί δεν επηρεάζονται σημαντικά από τη διαφορά μεταξύ της καταστατικής εξίσωσης των Knudsen – Ekman και της EOS – 80.

2.6 Επιλεγμένοι ωκεανογραφικοί σταθμοί

Με σκοπό την παράθεση των τεχνικών για την επεξεργασία των ωκεανογραφικών δεδομένων, θα χρησιμοποιηθούν δυο ωκεανογραφικοί σταθμοί από το Κρητικό Πέλαγος.

Οι σταθμοί όπως φαίνεται στην εικόνα 2.1, στο Κρητικό είναι ο 1 και ο 89 κατά τον ερευνητικό πλόα στα πλαίσια του προγράμματος PELAGOS 1.



Ο σταθμός 1 είναι νότια της Πελοποννήσου σε βάθος 2180 m ενώ ο σταθμός 89 είναι ανατολικά της Κρήτης με βάθος νερού 2400 m.

Το Κρητικό Πέλαγος (Cretan Sea) το οποίο αποτελεί το μεγαλύτερο τμήμα της θάλασσας του Νοτίου Αιγαίου (Southern Aegean Sea), κείται μεταξύ των Κυκλάδων νήσων και των νήσων του Κρητικού τόξου. Το Κρητικό Πέλαγος επικοινωνεί με τη Λεβαντινή λεκάνη μέσω των στενών της Κάσου, της Καρπάθου και της Ρόδου και με το Ιόνιο Πέλαγος μέσω των τριών Κυθήριων στενών. Οι μετρήσεις έγιναν με αυτογραφικό όργανο CTD τύπου 9 της SBE. (Sea Bird Electronics).

Οι πρότυποι πίνακες από τον υπολογιστή του σκάφους είναι ο Πίνακας 2.7 και ο Πίνακας 2.8 (σελ 82-84).

2.7 Παρεμβολή δεδομένων

Τα κενά ή «τρύπες» των δεδομένων είναι στοιχειώδες πρόβλημα για πολλά αρχεία γεωφυσικών δεδομένων. Τα κενά αυτά είναι είτε συνέπεια ακανόνιστης ή ασύμμετρης δειγματοληψίας (χωρικά ή χρονικά), είτε αποτέλεσμα της απομάκρυνσης λανθασμένων τιμών, ενώ κάποιες φορές μπορεί να συμβαίνουν λόγω

σποραδικών διακοπών κατά τη διάρκεια της καταγραφής. Οι σημαντικές δυσκολίες προκύπτουν όταν τα κενά υπερβαίνουν ένα σημαντικό μέρος του αρχείου που μας ενδιαφέρει με απώλειες της τάξεως του 20 – 30 %. Τα κενά παρατηρούνται εντονότερα σε αδύνατα σήματα απ’ ότι στα ισχυρά. Κατά συνέπεια είναι απαραίτητη η χρήση μιας διαδικασίας παρεμβολής για να δημιουργηθεί το απαραίτητο σύνολο τιμών πριν γίνει η επεξεργασία τους (Emery και Thomson, 1998).

2.8 Παρεμβολή σε πρότυπες πιέσεις

Για να αποδοθούν οι κλίσεις της θερμοκρασίας και της αλατότητας, η γεωστρωφική διακοπή κ.λπ., και για να χαρτογραφηθούν οι ωκεανογραφικές ιδιότητες σε σταθερούς ορίζοντες πίεσης από τις παρατηρήσεις της θερμοκρασίας, της αλατότητας και της πίεσης, είναι απαραίτητο να παραπεμφθούν τα δεδομένα σε πρότυπους ορίζοντες πίεσης. Στην περίπτωση των παρατηρήσεων με δειγματοληπτικά μπουκάλια, που είναι συνήθως σε ελαφρώς διαφορετικά βάθη σε κάθε σταθμό λόγω της επιρροής των ρευμάτων στα καλώδια (σχηματισμός κλίσεων), της φουσκοθαλασσίας κ.λπ., πρέπει να χρησιμοποιηθούν τεχνικές παρεμβολής που θα ανάγουν τις τιμές των δεδομένων σε πρότυπους ορίζοντες πίεσης. Τα επιλεγμένα πρότυπα επίπεδα πίεσης πρέπει κατά προτίμηση να συμπίπτουν με εκείνους που συστήνονται από την IAPSO, αλλά η επιλογή πρέπει τελικά να εξαρτηθεί από τους ακριβείς στόχους του εκάστοτε επιστημονικού προγράμματος.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι παρεμβολής που θα μπορούσαν να υιοθετηθούν χρησιμοποιώντας τις πολύ βασικές εγκαταστάσεις. Η πρώτη απ’ αυτές χρησιμοποιήθηκε στο εγχειρίδιο του LaFond και αποτελείται από τον σχεδιασμό με το χέρι των κατακόρυφων διαγραμμάτων της θερμοκρασίας και της αλατότητας και την εξαγωγή των απαραίτητων δεδομένων από τις καμπύλες που προκύπτουν. Μερικοί επιστήμονες θεωρούν ότι είναι μια πολύ αξιόπιστη μέθοδος. Η δεύτερη απλή μέθοδος χρησιμοποιεί έναν αριθμητικά στατιστικό μέσο των τιμών από βάθη αμέσως επάνω και κάτω από το ζητούμενο βάθος. Εντούτοις, και οι δύο μέθοδοι

έχουν προφανή μειονεκτήματα στις περισσότερες περιπτώσεις και δε συνίσταται η χρήση τους.

Οι τυποποιημένες υπολογιστικές μέθοδοι για τις ανάλογες τιμές στις πρότυπες πιέσεις αναπτύχθηκαν με την ραγδαία αύξηση των υπολογιστικών δυνατοτήτων στις αρχές της δεκαετίας του '60. Μία απ' τις πρώτες που αναπτύχθηκε οφείλεται στον Rattray (1962) και τροποποιήθηκε αργότερα από τους Reiniger και Ross (1968) για να υπερνικήσει τα προβλήματα της μεθόδου σε περιοχές με πολύ απότομες κλίσεις. Αυτές οι μέθοδοι, οι οποίες χρησιμοποιούνται από πολλά ωκεανογραφικά ιδρύματα, αξιοποιούν την παρεμβολή κατά Lagrange με την δημιουργία ενός ζεύγους παραβολών μέσω τριών ή τεσσάρων σημείων παρατήρησης.

Δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί αυτή η τεχνική για την παρεμβολή πυκνά συλλεχθέντων τιμών CTD σε πρότυπα επίπεδα, καθώς οι μέθοδοι φιλτραρίσματος που προτείνονται από τη SCOR 51 (Unesco, 1988) και περιγράφηκαν παραπάνω είναι καταλληλότερες. Εντούτοις, μια βασική αφετηρία για τους περισσότερους κατακόρυφους συνδυασμούς παραμέτρων είναι η επιφάνεια, αλλά οι τιμές σ' αυτό το επίπεδο δεν είναι διαθέσιμες λόγω των φυσικών περιορισμών που προκύπτουν από τις τεχνικές μέτρησης. Κατά συνέπεια, εκτός από μια χωριστή παρατήρηση της επιφάνειας που λαμβάνεται και χρησιμοποιεί για παράδειγμα μονωμένο δειγματοληπτικό μπουκάλι είναι απαραίτητο να υπολογιστεί κατά προσέγγιση στην επιφάνεια. Η μέθοδος των Reiniger και Ross (1968) είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την επίτευξη αυτού καθώς χρησιμοποιεί μια τεχνική εναντιόμορφου ειδώλου που δημιουργεί ζεύγη παραβολών, ώστε να εξαχθούν πραγματικές επιφανειακές τιμές από τρία ρηχότερα σημεία του προφίλ.

2.9 Υπολογιστικές επεξεργασίες δεδομένων CTD

Αυτό το τμήμα περιγράφει τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για να υπολογιστούν οι τιμές των ιδιοτήτων του νερού της θάλασσας από τα δεδομένα του CTD που ανάγονται στα πρότυπα επίπεδα.

Τα πρότυπα επίπεδα πίεσης που επιλέγονται συμπίπτουν αριθμητικά με τις τιμές των πρότυπων επιπέδων βάθους της IAPSO (Sverdrup, Johnson και Fleming, 1942). Επιπλέον οι τιμές που βρίσκονται εντός παρενθέσεως [] προστέθηκαν στα

επίπεδα της IAPSO σύμφωνα με τον Levitus (1982). Τα παρακάτω είναι τα διαστήματα για την πίεση σε dbars:

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------|--------------|
| <u>0</u> | <u>100</u> | <u>1000</u> | <u>4500</u> |
| <u>10</u> | [<u>125</u>] | [<u>1100</u>] | <u>5000</u> |
| <u>20</u> | <u>150</u> | <u>1200</u> | <u>5500</u> |
| <u>30</u> | <u>200</u> | [<u>1300</u>] | <u>6000</u> |
| <u>50</u> | [<u>250</u>] | [<u>1400</u>] | <u>6500</u> |
| <u>75</u> | <u>300</u> | <u>1500</u> | <u>7000</u> |
| | <u>400</u> | [<u>1750</u>] | <u>7500</u> |
| | <u>500</u> | <u>2000</u> | <u>8000</u> |
| | <u>600</u> | <u>2500</u> | <u>8500</u> |
| | [<u>700</u>] | <u>3000</u> | <u>9000</u> |
| | <u>800</u> | <u>3500</u> | <u>9500</u> |
| | [<u>900</u>] | <u>4000</u> | <u>10000</u> |

Μια περιγραφή των αλγορίθμων της Fortran για όλες τις παραμέτρους εκτός από εκείνες που περιλαμβάνουν τα ολοκληρώματα, τις κλίσεις και την αδιαβατική μετακίνηση έχει τεκμηριωθεί από τους Fofonoff και Millard στην Unesco (1983).

2.9.1 Επεξεργασία δεδομένων CTD

Οι ακόλουθες υποενότητες παρουσιάζουν τις θεμελιώδεις εξισώσεις που οδηγούν στην προέλευση των συναρτήσεων και εξηγούν την προσαρμογή τους για υπολογισμούς με το χέρι. Αυτοί οι υπολογισμοί μπορούν να εκτελεσθούν με την αναφορά στις γραφικές παραστάσεις αυτών των συναρτήσεων.

2.9.1.1 Απόκλιση πυκνότητας

Η απόκλιση της πυκνότητας $\gamma(S,t,0)$, στην ατμοσφαιρική πίεση ορίζονται ως εξής:

$$\gamma(S,t,0) = 1/\nu(S,t,0) - 1000[\text{kg}/\text{m}^3] \quad (2)$$

όπου v είναι ο ειδικός όγκος.

Οι τιμές της απόκλισης παρατίθενται στον πίνακα I (Παράρτημα II, σελίδες 164-165) με διαστήματα $t = 0,1$ °C και $S = 1$. Αυτά τα διαστήματα επιτρέπουν τη γραμμική παρεμβολή χωρίς τα σημαντικά λάθη που προκύπτουν από τη μη γραμμικότητα της καταστατικής εξίσωσης. Η διαδικασία είναι, εντούτοις, μάλλον κουραστική και επομένως δεν συνίσταται για υπολογισμούς με το χέρι. Για παράδειγμα ας εξετάσουμε για $t = 15,413$ °C, $S = 39,026$ (σταθμός 89, ορίζοντας 100 dbar). Η γραμμική παρεμβολή (υπογραμμισμένες τιμές) των γειτονικών τιμών δίνει:

| t°C | Αλατότητα | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 39 | <u>39.026</u> | 40 |
| 15,400 | 28,969 | | 29,741 |
| <u>15.413</u> | <u>28.966</u> | <u>28.986</u> | <u>29.738</u> |
| 15,500 | 28,946 | | 29,718 |

Το αποτέλεσμα είναι $\gamma = 28,986$ που προσεγγίζει την τιμή 28.993 (απευθείας υπολογισμός).

Πριν από την εισαγωγή της EOS – 80, ήταν δυνατό να υπολογιστεί η απόκλιση της πυκνότητας (δηλ., σ_T) με τη χρήση των νομογραμμάτων (βλ. LaFond (1951), σελ. 17). Εντούτοις δεν έχει κατασκευαστεί κανένα νέο νομόγραμμα βασισμένος στην EOS – 80, αλλά το $\gamma(S,t,0)$ μπορεί να υπολογιστεί, όπως επίσης προτείνεται από τον LaFond (1951) για το σ_T , με τη σχεδίαση γραμμών σταθερής απόκλισης πυκνότητας σε ένα διάγραμμα $T - S$. Τέτοιες γραμμές μπορούν να κατασκευαστούν εύκολα με τη βοήθεια του πίνακα XXV του IOT-4, ο οποίος έχει παραχθεί με τη βοήθεια μιας αριθμητικής αντιστροφής του αλγόριθμου της πυκνότητας (Unesco, 1991).

2.9.1.2 Ειδικός όγκος και απόκλιση αυτού.

Εάν το $\gamma(S,t,0)$ είναι γνωστό, η απόκλιση του ειδικού όγκου $\delta(S,t,0)$ μπορεί να υπολογιστεί από την απόκλιση πυκνότητας $\gamma(S,t,0)$ με τη βοήθεια του πίνακα II του IOT – 4 (σελίδα 166) ή με τη χρήση του τύπου:

$$\delta(S,t,0) = 1/[\gamma(S,t,0) + 1000] - \nu(35,0,0) \quad (3)$$

όπου $\nu(35,0,0) = 9,7266204 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{kg}$

Στην περίπτωση του σταθμού 89 του Κρητικού Πελάγους ο ορίζοντας των 100 dbar, όπου $\gamma(S,t,0)$ είναι 28,986 (κεφ. 2.9.1.1) ο τύπος (3) δίνει $\delta(S,t,0) = -83,813 \times 10^{-8}$. Εναλλακτικά το $\delta(S,t,0)$ μπορεί να υπολογιστεί άμεσα με τη βοήθεια του πίνακα III από τον IOT – 4 (σελ. 167 – 173), που δίνουν -83,206. Το αποτέλεσμα έχει μικρή διαφορά από το -83,813 που προκύπτει απ' τον τύπο (3).

Οι λεπτομερείς συμβουλές για τη χρήση αυτών των πινάκων δίνονται στον IOT – 4.

Οι τιμές της απόκλισης του ειδικού όγκου στην ανώτερη πίεση (in situ) υπολογίζονται σύμφωνα με τον τύπο:

$$\delta(S,t,p) = \delta(S,t,p) + \delta(t,p) + \delta(S,p) \quad (4)$$

όπου $\delta(t,p)$ και $\delta(S,p)$ οι διορθώσεις θερμοκρασίας – πίεσης και αλατότητας – πίεσης σε ατμοσφαιρικές τιμές, υπολογιζόμενες από τους τύπους (13) και (14) του IOT – 4 και περιέχονται στους πίνακες V και VI του IOT – 4 αντίστοιχα.

Ο ειδικός όγκος, που ουσιαστικά είναι το αντίστροφο μέγεθος της πυκνότητας υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\nu(S,t,p) = \nu(35,0,p) + \delta(S,t,p) \quad (5)$$

όπου $\nu(35,0,p)$ είναι ο ειδικός όγκος στον «Πρότυπο Ωκεανό» και είναι ταξινομημένος στον πίνακα IV του IOT – 4.

Ο υπολογισμός με το χέρι της απόκλισης του ειδικού όγκου για τους σταθμούς I και 89 δίνεται στους **πίνακες 2.11 και 2.12 (σελίδες 89 – 92)**. Η επεξεργασία των βαθιών ωκεανογραφικών σταθμών περιέχει γενικά τον υπολογισμό της απόκλισης του ειδικού όγκου δ μόνο και όχι του ειδικού όγκου ν , αλλά αν είναι απαραίτητο,

μπορεί εύκολα να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τον τύπο (5). Αυτό διευκρινίζεται στην επεξήγηση των τίτλων των στηλών του πίνακα 2.11 (σελίδα 89).

2.9.1.3 Απόκλιση δυναμικού βάθους (ύψους) και απόκλιση δυναμικής ενέργειας

Οι αποκλίσεις δυναμικού ύψους (γεωδυναμικό) και δυναμικής ενέργειας χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό της γεωστροφικής ταχύτητας καθώς και των μεταφορών όγκου και μάζας.

Εάν η μάζα είναι γνωστή, η εσωτερική πίεση μπορεί να οριστεί από την εξίσωση της στατικής ισορροπίας

$$dD = g dz = -v dp \quad (6)$$

όπου το D είναι το δυναμικό ύψος (J/kg ή m^2/s^2), g η επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s^2), v ο ειδικός όγκος (m^3/kg) και p η πίεση (Pascals).

Κατά τους Sverdrup, Johnson και Fleming (1946) η απόκλιση δυναμικού ύψους ΔD σε δυναμικά μέτρα (1 δυναμικό μέτρο = $10 J/kg$), είναι:

$$\Delta D = 10^{-5} \int_{p_0}^{p_n} \delta dp \quad (7)$$

όπου δ είναι η απόκλιση του ειδικού όγκου ($10^{-8} m^3/kg$), η πίεση είναι σε dbar (1 dbar = 10^4 Pascals). Ο παράγοντας, 10^{-5} , είναι απαραίτητος για τη μετατροπή μεταξύ των μονάδων που επιλέγονται για τις μεταβλητές.

Χρησιμοποιώντας την τραπεζοειδή ολοκλήρωση έπεται:

$$\Delta D = 0,5 \cdot 10^{-5} [(\delta_0 + \delta_1)(p_1 - p_0) + (\delta_1 + \delta_{21})(p_2 - p_1) + \dots + (\delta_{n-1} + \delta_n)(p_n - p_{n-1})] \quad (8)$$

όπου $0,1,2,\dots,n$ είναι πρότυποι οριζόντες για αποτελέσματα υπολογισμένα με το χέρι υπολόγισε τα ή για μεμονωμένες παρατηρήσεις στα 2 dbar για τιμές παραγόμενες από υπολογιστή.

Η απόκλιση της δυναμικής ενέργειας χ σε μονάδες 10^{-5} J/m^2 , καθορίζεται από το ακόλουθο ολοκλήρωμα (Fofonoff, 1962b)

$$\chi = 10^{-5} \int_{p_0}^{p_n} \frac{p \delta}{g} dp \quad (9)$$

όπου το g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s^2). Η απόκλιση χ , χρησιμοποιείται για να υπολογίσει την γεωστροφική μεταφορά μάζας από τα δεδομένα. Μπορεί να οριστεί και ένα ανάλογο δυναμικό Q , ως εξής:

$$Q = 10^{-6} \int_{p_0}^{p_n} (z_0 - z) \delta dp \quad (10)$$

για τον υπολογισμό των μεταφορών όγκου από τα δεδομένα.

Οι υπολογισμοί για την απόκλιση δυναμικού βάθους και την απόκλιση δυναμικής ενέργειας διευκρινίζονται στους πίνακες 2.13 και 2.14 (σελίδες 93 – 96) για τους σταθμούς 1 και 89 του Κρητικού Πελάγους, αντίστοιχα.

2.9.1.4 Γεωστροφικά ρεύματα και μεταφορές όγκου και μάζας

Η γεωστροφική ταχύτητα v (m/s), που υπολογίζεται από τη διαφορά του δυναμικού ύψους μεταξύ ενός ζεύγους σταθμών για παράδειγμα A και B, δίνεται από τη σχέση:

$$v - v_r = \frac{10(\Delta D_r - \Delta D)}{fL} \Big|_A^B \quad (11)$$

όπου $f=2\omega \sin \phi$ είναι η Κοριόλια παράμετρος (s^{-1}), ω είναι η γωνιακή ταχύτητα της Γης που αντιστοιχεί σε $7,29 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, ϕ είναι το γεωγραφικό πλάτος, L είναι η απόσταση μεταξύ των δύο σταθμών σε μέτρα και το $v - v_r$ είναι η γεωστροφική ταχύτητα σε m/s , κάθετη στη γραμμή που ενώνει τους δύο σταθμούς και ανάλογη του επίπεδου αναφοράς της πίεσης. Ο παράγοντας 10 είναι απαραίτητος αν το δυναμικό ύψος εκφράζεται στα δυναμικά μέτρα. Η ταχύτητα v_r αναφοράς δεν είναι

γενικά γνωστή. Συνήθως υποτίθεται ότι τα ρεύματα στο επίπεδο αναφοράς είναι γενικά ασθενή.

Η μεταφορά όγκου T_y , μπορεί να υπολογιστεί σε σχέση με το επίπεδο αναφοράς p_r , σύμφωνα με τη σχέση:

$$T_y = \int_A^B \int_{z_n}^{z_0} (v - v_r) dz dx = L \int_{z_n}^{z_0} (v - v_r) dz \quad (12)$$

όπου τα A, B είναι τα οριζόντια όρια και τα z_0, z_n τα κάθετα όρια της ολοκλήρωσης.

Με αντικατάσταση από την (11) προκύπτει:

$$\begin{aligned} 10^6 T_y &= \frac{10}{f} \int_{z_n}^{z_0} [\Delta D_r - \Delta D] dz \Big|_A^B \\ &= \frac{10}{f} \int_{z_n}^{z_0} 10^{-5} \int_{p_0}^{p_n} \delta p dz \Big|_A^B \end{aligned} \quad (13)$$

Ολοκληρώνοντας

$$10^6 T_y = \frac{10^{-4}}{f} \left(z \int_{p_0}^{p_n} \delta p \Big|_{z_n}^{z_0} - \int_{z_n}^{z_0} z \left[\frac{d \int_{p_0}^{p_n} \delta p}{dz} \right] dz \right) \Big|_A^B = \frac{10^{-4}}{f} \int_{p_0}^{p_n} (z_0 - z) \delta p \Big|_A^B$$

όπου z_0 είναι η ανώτερη επιφάνεια, p_0 .

Κατ' αντιστοιχία με το δυναμικό Q:

$$T_y = \frac{Q_B - Q_A}{10^4 f} \quad (14)$$

Η διαφορά, $z_0 - z$, είναι το βάθος της παρατήρησης, αν το z_0 αντιστοιχεί στην ωκεάνια επιφάνεια. Η μεταφορά T_y είναι ανεξάρτητη από την απόσταση L μεταξύ των σταθμών. Για τις μονάδες που επιλέγονται, η μεταφορά είναι σε μονάδες Sverdrups, ($10^6 \text{ m}^3/\text{s}$).

Από ένα παρόμοιο επιχειρήμα, η μαζική μεταφορά M_y λαμβάνεται από τον τύπο:

$$10^9 M_y = \int_A^B \int_{z_n}^{z_0} \rho(v - v_r) dz dx = L \int_{z_n}^{z_0} \rho(v - v_r) dz$$

$$= \frac{10^5}{f} \int_{p_0}^{p_n} \frac{\rho \delta}{g} dp \Big|_A^B$$

ή

$$M_y = \frac{\chi_B - \chi_A}{10^4 f} \quad (15)$$

Για τις μονάδες που επιλέγονται, η μεταφορά μάζας είναι σε μονάδες 10^9 kg/s , που είναι περίπου αριθμητικό ισοδύναμο των Sverdrups.

2.9.1.5 Δυναμική θερμοκρασία και αδιαβατική ρύθμιση

Όπως δηλώνεται από τους Sverdrup, Johnson και Fleming (1942) η θερμοκρασία που θα είχε μια ποσότητα νερού αν μεταφερόταν αδιαβατικά στην επιφάνεια, χωρίς την προσθήκη ή απώλεια θερμότητας από το περιβάλλον ονομάζεται δυναμική θερμοκρασία (Helland – Hansen, 1912) και συμβολίζεται με Θ .

Κατά συνέπεια,

$$\Theta = t - \Delta T_A \quad (16)$$

όπου το t είναι η επιτόπια θερμοκρασία και το ΔT_A είναι το ποσό της αδιαβατικής μείωσης της θερμοκρασίας αν το δείγμα ανέβει στην επιφάνεια. Όπως εξηγείται στο

IOT – 4 «γενικότερα, η δυναμική θερμοκρασία μπορεί να οριστεί ως η θερμοκρασία που είναι αποτέλεσμα μιας αδιαβατικής μετατόπισης σε μια πίεση αναφοράς p_r η οποία μπορεί να είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την αρχική πίεση p », (Unesco, 1991).

Ο δεύτερος όρος του δεξιού μέρους της (16) το ΔT_A είναι στην πραγματικότητα το ολοκλήρωμα στο βάθος του αδιαβατικού ποσοστού σφάλματος Kelvin, Γ. Η αξιολόγηση αυτού του ολοκληρώματος δεν είναι μια απλή διαδικασία, και γίνεται με «σταδιακούς υπολογισμούς» (Sverdrup, Johnson και Fleming, 1942, Fofonoff, 1977). Οι τεχνικές λεπτομέρειες αυτής της ολοκλήρωσης εξηγούνται στην Unesco (1983). Οι πρώτοι πίνακες για τους αδιαβατικούς υπολογισμούς συντάχθηκαν από τους Helland και Hansen (1930) και χρησιμοποιήθηκαν στη φυσική ωκεανογραφία έως ότου εκτοπίστηκαν από τους πίνακες του IOT – 4. Αυτοί οι νέοι πίνακες έχουν μια κάπως διαφορετική μορφή παρουσίασης και είναι βασισμένοι σε πρόσφατα δεδομένα όσον αφορά τη θερμική εκτόνωση και την ειδική θερμότητα (c_p) του θαλάσσιου νερού.

Η μέθοδος για τον υπολογισμό της δυναμικής θερμοκρασίας στην περίπτωση μετακίνησης μιας ποσότητας νερού περιγράφεται λανθασμένα στο IOT – 4 με τη χρήση των πινάκων XVII – XXI. Η σωστή διαδικασία είναι η ακόλουθη:

Μετακινείται αδιαβατικά μια ποσότητα νερού αρχικής θερμοκρασίας t , από το αρχικό επίπεδο p_i προς την επιφάνεια ($p = 0.0$) χρησιμοποιώντας τον πίνακα αδιαβατικής ψύξης (πίνακας XVIII) με διορθώσεις από τους Πίνακες XIX και XX σύμφωνα με την εξίσωση 44 του IOT-4. Κατόπιν μετακινείται η ποσότητα του νερού από την επιφάνεια στο τελικό επίπεδο πίεσης με τη χρήση του πίνακα αδιαβατικής θέρμανσης (πίνακας XXI) και της εξίσωσης 45 του IOT – 4. Σύμφωνα με το παράδειγμα που δίνεται στις σελίδες 114 – 115 του IOT – 4:

$$p_i = 3000\text{dbar}, T_i = 3^\circ\text{C}, S_i = 33, p_t = 6000\text{dbar}$$

$$\Theta(S_i, t_i, p_i, p_t) = \Theta(S_t, t_0, 0, p_t)$$

όπου το t_0 λαμβάνεται από τον πίνακα αδιαβατικής ψύξης XVIII χρησιμοποιώντας την εξίσωση 44.

1. Αδιαβατική άνοδος της ποσότητας του νερού στην επιφάνεια:

$$t_0 = \Theta(S_i, t_i, p_i, 0)$$

$$\Theta(S_i, t_i, p_i, 0) = \Theta(35, t_i, p_i, 0) + \Delta\Theta_1(S_i, 0, p_i, 0) + p_i \cdot \Delta\Theta_2(S_i, t_i, 1000, 0)/10000$$

| | | | |
|--|-------|-----|----|
| Πίνακες | XVIII | XIX | XX |
| $\Theta(33,3,3000,0) = t_0 = 2,749 + 0,010 + 3 \cdot (-0.002) \text{ } ^\circ\text{C}$ | | | |
| $t_0 = 2,7584 \text{ } ^\circ\text{C}$ (2,758474 $^\circ\text{C}$ άμεσα) | | | |

2. Αδιαβατική βύθιση από την επιφάνεια στο τελικό επίπεδο πίεσης χρησιμοποιώντας τον πίνακα αδιαβατικής θέρμανσης (Πίνακας XXI) και την εξίσωση 45.

$$\Theta(S_i, t_0, 0, p_f) = \Theta(35, t_0, 0, p_f) + \Delta\Theta_1(S_i, 0, p_i, 0) - p_i \cdot \Delta\Theta_2(S_i, t_0, 1000, 0)/10000$$

| | | | |
|---|-----|-----|----|
| Πίνακες | XXI | XIX | XX |
| $\Theta(33,2.7584,0,6000) = 3,396 - 0,018 - 0,6 \cdot (-0,002) \text{ } ^\circ\text{C}$ | | | |
| $\Theta(33,3,3000,6000) = 3,3791 \text{ } ^\circ\text{C}$ (3,3784 $^\circ\text{C}$ άμεσα) | | | |



Εδώ πρέπει να σημειωθεί η διαφωνία των 0,0007 $^\circ\text{C}$ ανάμεσα στο αποτέλεσμα του πίνακα και τους άμεσους μηχανικούς υπολογισμούς σε σύγκριση με τη διαφορά του IOT – 4 της τάξης των 0,004 $^\circ\text{C}$.

Για χάρη συντομίας στους σταθμούς 1 και 89 του Κρητικού Πελάγους η δυναμική θερμοκρασία υπολογίστηκε σε ηλεκτρονικό υπολογιστή με γλώσσα προγραμματισμού Fortran (Παράρτημα I, σελ. 160-161) και με αλγόριθμους από την Unesco (1983). Τα αποτελέσματα των υπολογισμών αυτών παρατίθενται στους Πίνακες 2.9 – 2.10.

2.9.1.6 Κατακόρυφη σταθερότητα και συχνότητα Brunt – Väisälä

Στην ωκεανογραφία συνήθως χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι για τον υπολογισμό της κατακόρυφης σταθερότητας. Δύο από αυτές, η τεχνική αδιαβατικής ισοπέδωσης (Bray και Fofonoff, 1981) και η κλασσική μέθοδος από τους Hesselberg και Sverdrup (1915) χρησιμοποιούνται σ' αυτό το εγχειρίδιο. Η πρώτη μέθοδος

χρησιμοποιείται σε υπολογισμούς με ηλεκτρονικό υπολογιστή των προφίλ σε ωκεανογραφικούς σταθμούς. Η δεύτερη μέθοδος χρησιμοποιείται σε υπολογισμούς με το χέρι. Μια σύγκριση των υπολογισμών μ' αυτές τις δύο μεθόδους για την κατακόρυφη σταθερότητα δίνεται από τους Millard, Owens και Fofonoff (1990).

Η σταθερότητα που χρησιμοποιεί τη μέθοδο Hesselberg – Sverdrup υπολογίζεται από τον τύπο:

$$gE = \rho g^2 \left[-\alpha \left(\frac{dt}{dp} - \Gamma \right) + \beta \frac{dS}{dp} \right] = N^2 \quad (17)$$

όπου το g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας, $E = (1/\rho)(dp/dz)$ είναι η παράμετρος σταθερότητας. Οι τιμές α , β είναι οι συντελεστές της θερμικής διαστολής και της αλατούχου συστολής, ενώ το Γ είναι το αδιαβατικό ποσοστό σφάλματος, δηλ.

$$\alpha = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial p}, \quad \beta = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial S}, \quad \Gamma = \frac{T}{C_p} \frac{\partial v}{\partial t} \quad (18)$$

όπου $T = t + 273,15$ είναι η απόλυτη θερμοκρασία (Kelvin) και C_p είναι η ειδική θερμότητα. Οι τιμές α , β και Γ , είναι συναρτήσεις των t , S και p και υπολογίζονται σύμφωνα με τους τύπους:

$$\alpha(S, t, p) = \alpha(S, t, 0) + \Delta\alpha'(t, p) + \Delta\alpha(S, p) \quad (19)$$

$$\beta(S, t, p) = \beta(S, t, 0) + \Delta\beta'(S, p) + \Delta\beta(t, p) \quad (20)$$

$$\Gamma(S, t, p) = \Gamma(S, t, 0) + \Delta\Gamma'(t, p) + \Delta\Gamma(S, p) \quad (21)$$

όπου οι όροι Δ είναι οι διορθώσεις θερμοκρασίας – πίεσης και αλατότητας – πίεσης σε τιμές ατμοσφαιρικής πίεσης. Ένα παράδειγμα του υπολογισμού αυτών των παραμέτρων με το χέρι παρουσιάζεται στους πίνακες 2.17 – 2.18 (σελ. 101 – 104).

Όπως φαίνεται στην εξίσωση (17), η σταθερότητα είναι ανάλογη προς το N^2 , το οποίο είναι το τετράγωνο της συχνότητας Brunt – Väisälä, η φυσική συχνότητα της

ταλάντωσης για μια ποσότητα νερού που μετατοπίζεται αδιαβατικά από τη θέση του. Κατά την πάροδο των ετών έχουν εξελιχθεί διάφορες μέθοδοι για τον υπολογισμό του N και περιγράφονται από τους Millard, Owens και Fofonoff (1990).

2.9.1.7 Αναλογία πυκνότητας

Η αναλογία πυκνότητας R_p ορίζεται ως η αναλογία του θερμικού μέρους της σταθερότητας προς το μέρος της αλατότητας, δηλαδή:

$$R_p = \frac{\alpha(dt/dp)}{\beta(dS/dp)} = -\frac{E_t}{E_s} \quad (22)$$

όπου α και β είναι οι συντελεστές της θερμικής διαστολής και της αλατούχου συστολής αντίστοιχα, (α/β είναι το ισόπυκνο παράγωγο). Η αντίστροφη αναλογία $-(E_t/E_s)$, βρίσκεται στην επιστημονική βιβλιογραφία.

Η αναλογία πυκνότητας παρουσιάζει σχετική επιρροή της θερμοκρασίας και της αλατότητας στη θερμοαλατική σταθερότητα στον ωκεανό ως ένδειξη του χαρακτήρα των εσωτερικών διαδικασιών μίξης και της σύνθεσης των υδάτινων μαζών. Η χρήση αυτής της ωκεανογραφικής μεταβλητής αποδεικνύεται μεταξύ άλλων και από τον Schmitt (1981). Τίθεται ως αξίωμα, ότι η αναλογία πυκνότητας μέσα στις Κεντρικές Υδάτινες Μάζες των ωκεανών είναι σχεδόν σταθερή σε κάθε ωκεανό. Στην περίπτωση της περιοχής του Ρεύματος του Κόλπου η αναλογία πυκνότητας, σε βάθη 100-1000 m (κεντρικά νερά) είναι περίπου -2.0, αλλά δεν μπορεί να αποδειχθεί άμεσα για την περιοχή του ρεύματος Κουροσίο.

Τα αποτελέσματα της αναλογίας πυκνότητας με υπολογισμούς το χέρι στους πίνακες 2.17 – 2.18 (σελ. 101 – 104).

2.9.1.8 Δυναμική περιδίνηση

Η δυναμική περιδίνηση (Q) για την απλή περίπτωση ενός ομοιογενούς ωκεανού ή ενός στρώματος με βάθος H είναι (βλέπε Stommel, 1966)

$$Q = \frac{f + \zeta}{H} \quad (23)$$

όπου f είναι η Κοριόλεια παράμετρος, το $\zeta = \partial v / \partial x - \partial u / \partial y$ είναι η σχετική περιδίνηση που εισάγεται από την οριζόντια τομή του ρεύματος.

Ο Rossby (1940) επέκτεινε την ιδέα της δυναμικής περιδίνησης στα πολυστρωματικά συστήματα συμπεριλαμβανομένης της περίπτωσης ενός συνεχώς στρωματοποιημένου ρευστού. Για συνθήκες πολύ μικρών οριζόντιων ρευμάτων το ζ παραλείπεται ($f \gg \zeta$) και η δυναμική περιδίνηση μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$Q = \frac{f}{\rho_\theta} \frac{d\rho_\theta}{dp} = fE \quad (24)$$

όπου ρ_θ είναι η δυναμική πυκνότητα και E η παράμετρος σταθερότητας. Η θεωρητική παραγωγή αυτής της εξίσωσης μπορεί να βρεθεί, παραδείγματος χάριν, στους Luyten, Pedlosky και Stommel (1983).

Δυναμική περιδίνηση μιας στήλης νερού διατηρείται σε ωκεανό χωρίς τριβή. Αυτή είναι μια ιδιότητα η οποία αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για τις μελέτες του δυναμικού ανιχνευτή των κινήσεων των υδάτινων μαζών και του μετασχηματισμού τους κάτω από τις διαφορετικές συνθήκες. Η πρακτική χρήση της δυναμικής περιδίνησης στις μελέτες της ωκεάνιας κυκλοφορίας και των υδάτινων μαζών, συμπεριλαμβανομένων των τρόπων επιλογής των ισόπυκνων στρωμάτων για τον υπολογισμό της. Η μεθοδολογία έχει μελετηθεί από τους Keffer (1985) και Talley (1988).

Η δυναμική περιδίνηση δεδομένου ότι είναι ανάλογη με το E , με τη σταθερά αναλογίας του f (εξίσωση (24)), συμπεριλαμβάνεται στους πίνακες **2.17 – 2.18 (σελ. 101 – 104)**.

2.9.1.9 Ταχύτητα του ήχου

Σύμφωνα με τη θεωρία της διάδοσης ηχητικών κυμάτων (Lamb, 1932), η ταχύτητα του ήχου δίνεται από τον τύπο:

$$c^2 = \left(\frac{dp}{d\rho} \right)_s \quad (25)$$

όπου $(dp/d\rho)_A$ είναι η αντίστροφη της αδιαβατικής κλίσης της πυκνότητας στο συμπίεσιμο ρευστό. Στην πράξη η ταχύτητα του ήχου υπολογίζεται χρησιμοποιώντας εμπειρικούς τύπους, όπως των Chen και Millero (1977). Ο συμπυκνωμένος πίνακας για την ταχύτητα του ήχου στον ωκεανό ως συνάρτηση της πίεσης, της θερμοκρασίας και της αλατότητας δημοσιεύθηκε από την Unesco (1983) και επαναλήφθηκε από το IOT – 4. Δεδομένου ότι η ακρίβεια της ταχύτητας του ήχου του 1 m/s είναι ικανή για τη διόρθωση του ηχοβολιστή και άλλων εφαρμογών που χρησιμοποιούν αυτήν την παράμετρο είναι πέρα από το πεδίο αυτού του εγχειριδίου, δεν περιλαμβάνεται καμία πρόσθετη λεπτομέρεια εκτός από αυτές που περιλαμβάνονται στον πίνακα XXIII του IOT – 4 και στις γραφικές παραστάσεις που παρουσιάζουν τη σχέση μεταξύ της ταχύτητας του ήχου και του βάθους στους σταθμούς 1 και 89 του Κρητικού Πελάγους (Διάγραμμα 6 σελ. 111, Παράρτημα Ι).

Στον ωκεανό η πίεση αυξάνεται σταθερά ενώ η θερμοκρασία μειώνεται κανονικά με την αύξηση του βάθους, ειδικά στα ανώτερα 1000 m, και πιο προοδευτικά κάτω από αυτά. Κατά συνέπεια, η επιρροή της μείωσης της θερμοκρασίας στην ταχύτητα του ήχου, στα ανώτερα στρώματα, είναι μεγαλύτερη από την αντίθετη επίδραση της αυξανόμενης πίεσης και η ταχύτητα του ήχου επομένως μειώνεται με το βάθος. Κάτω από το θερμοκλινές, η μειωμένη επιρροή της θερμοκρασίας στην ταχύτητα του ήχου οδηγεί σε μια αύξηση της με το βάθος. Κατά συνέπεια, το ελάχιστο της ταχύτητας του ήχου, εμφανίζεται στο βάθος στο οποίο η επίδραση της πίεσης ισορροπεί μ' αυτή της θερμοκρασίας, ανάλογα με τις τοπικές ωκεανογραφικές συνθήκες.

Οι ανωτέρω εκτιμήσεις είναι σαφείς στην ερμητική γραμμή της γραφικής παράστασης 11, η οποία είναι το σχεδιάγραμμα της ταχύτητας του ήχου από το Hakuho Maru, στο σταθμό I.T. Αυτό το παράδειγμα δείχνει ότι το ελάχιστο της ταχύτητας σ' αυτό το σταθμό είναι σε ένα βάθος περίπου 900 m. Το «κανάλι» της ελάχιστης ταχύτητας λειτουργεί ως ακουστικός κυματοδηγός, ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα που τον καθιστά ικανό να ανιχνεύει πλατφόρμες SOFAR σε μεγάλες αποστάσεις. Σε αυτό το κανάλι μερικά Watt ήχου μπορούν να ακουστούν περίπου 2000 km μακριά (Rossby, 1979).

2.9.1.10 Μετατροπή από βάθος σε πίεση

Οι πίνακες 2.9 και 2.10 δίνουν την πίεση σε dbars που λαμβάνεται από το βάθος σε m για τους σταθμούς 1 και 89 του Κρητικού Πελάγους. Ο πίνακας αυτός είναι βοήθημα του πίνακα XXIV του IOT – 4 για μετατροπή από πίεση σε βάθος και προορίζεται για τη μετατροπή των υπαρχόντων δεδομένων για τα οποία είναι διαθέσιμο μόνο το βάθος σε m.

Οι τιμές πίεσης που λαμβάνονται από την αριθμητική ολοκλήρωση της υδροστατικής σχέσης:

$$p = \sum_0^z g(\phi, p') \rho(35,0, p') \Delta z \quad (26)$$

με τη χρήση της τραπεζοειδούς μεθόδου ολοκλήρωσης.

Η βαρύτητα (g) και η πυκνότητα (ρ) περιλαμβάνουν την πίεση (p') η οποία υπολογίζεται παρακάτω. Η προηγούμενη εκτίμηση της πίεσης $p(z - \Delta z)$ χρησιμοποιείται για να διαμορφώσει μια πρώτη εκτίμηση της πίεσης (p') προκειμένου να εκτιμηθούν τα g και ρ .

$$p' = p(z - \Delta z) + \rho[35,0, p(z - \Delta z)] \cdot g \cdot [\phi, p(z - \Delta z)] \cdot \Delta z \quad (25)$$

όπου το ϕ είναι το γεωγραφικό πλάτος και $g(\rho, \phi)$ είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας, ο τύπος για την οποία μπορεί να βρεθεί στην Unesco (1983), σελ. 27, και

$$\rho(35,0, p) = [1000 + \gamma(35,0, p)] \text{kg} / \text{m}^3$$

είναι η πυκνότητα πρότυπου ωκεανού αλατότητας 35 και θερμοκρασίας 0 °C. Το $\gamma(35,0, p)$ είναι η απόκλιση πυκνότητας που μπορεί να υπολογιστεί από την απόκλιση ειδικού όγκου που περιγράφεται στην Unesco (1983). Το $\rho(35,0, p)$ είναι επίσης ταξινομημένο σε πίνακες του IOT – 4 (πίνακας IV, σελ. 174).

Μια σύγκριση του $p(z)$ που υπολογίστηκε από αυτόν τον αλγόριθμο με την άμεση αντικατάσταση των πιέσεων που χρησιμοποιούν τον αλγόριθμο βάθους, δημοσιεύθηκε στην Unesco (1983) και παρουσίασε μέγιστη διαφορά σε

οποιοδήποτε γεωγραφικό πλάτος λιγότερο από 0,1 m. Αυτό εμπερικλείεται στην ακρίβεια του αλγορίθμου βάθους.

2.9.1.11 Αποτελέσματα – συζήτηση

Η πλειοψηφία των ωκεανογραφικών υπολογισμών γίνεται από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και η χρήση των υπολογισμών με το χέρι είναι πλέον ξεπερασμένη. Οι υπολογισμοί με το χέρι υπό αυτή τη μορφή δεν υποστηρίζονται, αλλά παρέχουν δυνατότητα πρόβλεψης και διασταύρωσης αποτελεσμάτων για διάφορες ωκεανογραφικές παραμέτρους.

Στην πραγματικότητα η σπονδυλική στήλη αποτελείται από το σύνολο της δουλειάς που πραγματοποιείται με το χέρι και ειδικά στο σύνολο των υπολογιστικών λαθών που αποκαλύφθηκαν μετά από την ευρεία χρήση των διαθέσιμων υπολογιστικών δυνατοτήτων. Πράγματι, οι περιπλοκές της EOS – 80 είναι τέτοιες που οι υπολογισμοί με το χέρι ως ρουτίνα πρέπει να αποθαρρυνθούν, αλλά είναι χρήσιμοι ως γνώσεις υποβάθρου για τους σπουδαστές που ασχολούνται με τη ωκεανογραφία. Είναι σημαντικό το γεγονός ότι αποδίδονται οι θεμελιώδεις ιδιότητες της EOS – 80 και οι πίνακες που παρατίθενται δίνουν τη δυνατότητα στον ερευνητή να τους χρησιμοποιήσει ως παράδειγμα σε αντίστοιχες μελέτες. Ο αναγνώστης δεν πρέπει να επικεντρώνει την προσοχή του στις διαφορές ή τις ελλείψεις στην επεξεργασία με υπολογιστή ή με το χέρι. Σαφώς όμως οι υπολογισμοί με το χέρι παράγουν αποτελέσματα που είναι άμεσα συγκρίσιμα με εκείνους που παράγονται από τον υπολογιστή.

Σίγουρο είναι όμως ότι η εμφάνιση των υπολογιστών έχει δώσει τη δυνατότητα για καλύτερη κατανόηση της ωκεανογραφικής μεθοδολογίας, μειώνοντας το χρόνο των υπολογισμών και επιτρέποντας στους επιστήμονες την ανάληψη πιο εποικοδομητικών έργων.

ΠΙΝΑΚΕΣ 2^ο ΜΕΡΟΥΣ

Πίνακας 2.1 Συντελεστές της Διεθνούς Καταστατικής Εξίσωσης του Θαλάσσιου Νερού 1980 (πηγή Unesco, 1980)

| | A | B | C | D |
|-------|---------------|-------------|--------------|------------|
| t^0 | +999,842594 | +8,24493E- | - 5,72466E-3 | +4,8314E-4 |
| | | 1 | | |
| t^1 | +6,793952E-2 | - 4,0899E-3 | +1,0227E-4 | |
| t^2 | - 9,095290E-3 | +7,6438E-5 | - 1,6546E-6 | |
| t^3 | +1,001685E-4 | - 8,2467E-7 | | |
| t^4 | - 1,120083E-6 | +5,3875E-9 | | |
| t^5 | +6,536332E-9 | | | |
| | E | F | G | |
| t^0 | 19652,21* | +54,6746 | +7,944E-2 | |
| t^1 | +148,4206 | - 0,603459 | +1,6483E-2 | |
| t^2 | -2,327105 | +1,09987E- | - 5,3009E-4 | |
| | | 2 | | |
| t^3 | +1,360477E-2 | - 6,1670E-5 | | |
| t^4 | - 5,155288E-5 | | | |
| | H | I | J | |
| t^0 | +3,239908* | +2,2838E-3 | +1,91075E-4 | |
| t^1 | +1,43713E-3 | - 1,0981E-5 | | |
| t^2 | +1,16092E-4 | - 1,6078E-6 | | |
| t^3 | - 5,77905E-7 | | | |
| | M | N | | |
| t^0 | +8,50935E-5* | - 9,9348E-7 | | |
| t^1 | - 6,12293E-6 | +2,0816E-7 | | |
| t^2 | +5,2787E-8 | +9,1697E- | | |
| | | 10 | | |

*Τροποποιημένοι συντελεστές για τον υπολογισμό των αποκλίσεων του ειδικού όγκου

Πίνακας 2.2 Συντελεστές για τα $v(35,0,p)$ και $K(35,0,p)$ στην EOS – 1980.

| Συντελεστές | |
|---|---|
| $v(35,0,p)$ | $= v(35,0,0)[1-p/K(35,0,p)]$ |
| $K(35,0,p)$ | $= E_{35}+H_{35}p+M_{35}p^2$ |
| $\Delta K(S,t,p)$ | $= K(S,t,p)-K(35,0,p)$ $= \Delta E_{35}+\Delta H_{35}p+\Delta M_{35}p^2$ |
| $E_{35} = +21582,27$ | $\Delta E_{35} = - 1930,06$ |
| $H_{35} = +3,359406$ | $\Delta H_{35} = - 0,1194975$ |
| $M_{35} = +5,03217E-5$ | $\Delta M_{35} = +3,47718^E-5$ |
| $v(35,0,0) = 972,662039 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{kg}$ | |
| $\rho(35,0,0) = 1028,106331 \text{ kg/m}^3$ | |
| $\rho(35,0,0) - \rho(0,0,0) = +28,263737 \text{ kg/m}^3$ | |

Η πίεση είναι σε bars.

(πηγή Unesco, 1980)

Πίνακας 2.3 Διαφορά αλατότητας $10^3 (S_{78} - S_{\text{Cox}})$ (ανώτερη γραμμή) και 10^3 (κατώτερη γραμμή) σε ατμοσφαιρική πίεση 1 Atm. Φαίνεται και η διαφορά μεταξύ της κλίμακας του Knudsen και της κλίμακας του Cox, η εξίσωση (16).

| $t \text{ } ^\circ\text{C}$ | Αλατότητα | | | | | |
|------------------------------|-----------|-----|-----|-----|------|------|
| | 2 | 10 | 20 | 30 | 35 | 40 |
| -2 | +29 | +66 | +50 | +18 | 0 | - 16 |
| | +1 | +45 | +37 | +14 | 0 | - 12 |
| 0 | +27 | +59 | +42 | +15 | 0 | - 14 |
| | - 1 | +38 | +29 | +11 | 0 | - 10 |
| 10 | +21 | +41 | +22 | +6 | - 10 | - 8 |
| | - 7 | +20 | +9 | +2 | - 10 | - 4 |
| 20 | +20 | +39 | +10 | +4 | 0 | - 8 |
| | - 8 | +18 | +3 | 0 | 0 | - 4 |
| 30 | +22 | +43 | +15 | +2 | 0 | - 6 |
| | - 6 | +22 | +2 | - 2 | 0 | - 2 |
| $10^3(S_K - S_{\text{Cox}})$ | +28 | +21 | +13 | +4 | 0 | - 4 |

(πηγή Unesco, 1980)

Πίνακας 2.4 Διαφορές πυκνότητας ($10^3 \Delta\rho \text{ kg/m}^3$), αποτελέσματα από τις διαφορές των κλιμάκων αλατότητας (άνωτερη γραμμή) και μεταξύ των διαφορών Knudsen και EOS - 80 (κατώτερη γραμμή) σε πρότυπη ατμοσφαιρική πίεση

| t °C | Αλατότητα | | | | | |
|------|-----------|-----|-----|------|-----|------|
| | 5 | 10 | 20 | 30 | 35 | 40 |
| -2 | +16 | +37 | +29 | +12 | 0 | - 10 |
| | +16 | - 3 | - 3 | - 10 | - 9 | - 5 |
| 0 | +12 | +32 | +23 | - 10 | 0 | - 8 |
| | +20 | +2 | +3 | - 7 | - 6 | - 2 |
| 10 | +3 | +16 | +7 | +2 | +1 | - 3 |
| | +31 | +20 | +20 | 0 | - 8 | - 7 |
| 20 | +2 | +13 | +2 | 0 | 0 | - 3 |
| | +33 | +26 | +27 | +4 | - 8 | - 11 |
| 30 | +2 | +16 | +1 | - 2 | 0 | - 2 |
| | +26 | +11 | +15 | - 1 | - 9 | - 3 |

(πηγή Unesco, 1980)

Πίνακας 2.5 Διαφορές πυκνοτήτων ($10^3 \Delta\rho \text{ kg/m}^3$). Knudsen - Ekman μείον EOS - 80 για αλατότητα S=35.

| Πίεση (dbar) | t °C | | | |
|-----------------|------|-----|-----|-----|
| | - 2 | 0 | 4 | 10 |
| 0 | - 9 | - 6 | - 4 | - 7 |
| 2000 | +17 | +21 | +20 | +14 |
| 4000 | +16 | +20 | +19 | +14 |
| 6000 | +8 | +13 | +13 | |
| 8000 | +16 | +21 | +21 | |
| 10000 | +580 | +60 | +56 | |

(πηγή Unesco, 1980)

Πίνακας 2.6 Διαφορές μεταξύ ειδικού όγκου και απόκλισης ειδικού όγκου ανάμεσα στην Knudsen – Ekman και την EOS – 80.

| S | Δv (x 10 ⁻⁹ m ³ /kg) | $\Delta \delta$ (x 10 ⁻⁹ m ³ /kg) | | | | |
|----|---|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 °C | 5 °C | 10 °C | 15 °C | 20 °C |
| | | p = 0 dbar | | | | |
| 34 | | - 1,6 | - 2,3 | - 0,3 | 0,7 | 0,1 |
| 35 | - 18,9 | 0,0 | -1,0 | 1,2 | 2,5 | 2,0 |
| 36 | | 1,4 | 0,1 | 2,4 | 4,0 | 3,5 |
| | | p = 2000 dbar | | | | |
| 34 | | - 1,6 | - 0,3 | 4,3 | 6,8 | 6,4 |
| 35 | - 43,4 | 0,0 | 1,2 | 5,9 | 8,6 | 8,2 |
| 36 | | 1,4 | 2,4 | 7,3 | 10,1 | 9,8 |
| | | p = 4000 dbar | | | | |
| 34 | | -1,6 | - 0,9 | 3,4 | 5,4 | 5,1 |
| 35 | - 41,6 | 0,0 | 0,7 | 5,1 | 7,1 | 6,9 |
| 36 | | 1,5 | 2,0 | 6,5 | 8,7 | 8,5 |

(πηγή Unesco, 1980)

Πίνακας 2.7 Ο πρωτότυπος πίνακας από τον υπολογιστή του ερευνητικού σκάφους στο σταθμό 1 του Κρητικού Πελάγους.

| STATION 1 | | | | | | | | |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|
| Latitude 36.25 | | | | | | | | |
| Longitude 22.5 | | | | | | | | |
| Bottom 2180 | | | | | | | | |
| Date 14 4 1994 | | | | | | | | |
| NLevel 41 | | | | | | | | |
| P(dbar) | T (C) | SAL | THETA | SIGMA0 | SIGSTP | ALPHA | DELTA | GEOPOT |
| 1 | 15,042 | 38,882 | 15,042 | 28,962 | 28,967 | 0,97185 | -0,00081 | 0,00000 |
| 10 | 15,052 | 38,895 | 15,050 | 28,971 | 29,014 | 0,9718 | -0,00081 | -0,00730 |
| 20 | 15,036 | 38,898 | 15,033 | 28,977 | 29,064 | 0,97176 | -0,00082 | -0,01544 |
| 30 | 14,956 | 38,938 | 14,951 | 29,026 | 29,158 | 0,97167 | -0,00086 | -0,02381 |
| 50 | 14,701 | 38,903 | 14,693 | 29,057 | 29,276 | 0,97156 | -0,00088 | -0,04119 |
| 70 | 14,583 | 38,895 | 14,572 | 29,078 | 29,385 | 0,97145 | -0,00089 | -0,05892 |
| 100 | 14,564 | 38,920 | 14,549 | 29,103 | 39,541 | 0,97131 | -0,00091 | -0,08588 |
| 150 | 14,477 | 38,928 | 14,454 | 29,130 | 29,787 | 0,97107 | -0,00091 | -0,13133 |
| 200 | 14,422 | 38,922 | 14,352 | 29,139 | 30,015 | 0,97086 | -0,00090 | -0,17673 |
| 250 | 14,369 | 38,912 | 14,331 | 29,145 | 30,239 | 0,97065 | -0,00089 | -0,22161 |
| 300 | 14,359 | 38,912 | 14,313 | 29,149 | 30,462 | 0,97044 | -0,00088 | -0,26582 |
| 350 | 14,327 | 38,903 | 14,274 | 29,150 | 30,682 | 0,97023 | -0,00086 | -0,30927 |
| 400 | 14,220 | 38,876 | 14,159 | 29,155 | 30,904 | 0,97002 | -0,00085 | -0,35201 |
| 450 | 14,206 | 38,877 | 14,138 | 29,160 | 31,128 | 0,96981 | -0,00084 | -0,39411 |
| 500 | 14,107 | 38,844 | 14,031 | 29,158 | 31,344 | 0,96961 | -0,00082 | -0,43544 |
| 550 | 14,002 | 38,820 | 13,919 | 29,163 | 31,568 | 0,96940 | -0,00081 | -0,47603 |
| 600 | 13,976 | 38,815 | 13,885 | 29,167 | 31,789 | 0,96919 | -0,00079 | -0,51600 |
| 650 | 13,917 | 38,801 | 13,819 | 29,170 | 32,010 | 0,96898 | -0,00078 | -0,55529 |
| 700 | 13,870 | 38,788 | 13,764 | 29,172 | 32,230 | 0,96878 | -0,00076 | -0,59389 |
| 750 | 13,849 | 38,784 | 13,736 | 29,175 | 32,450 | 0,96857 | -0,00075 | -0,63176 |
| 800 | 13,843 | 38,780 | 13,722 | 29,175 | 32,666 | 0,96837 | -0,00073 | -0,66887 |
| 850 | 13,834 | 38,781 | 13,705 | 29,179 | 32,887 | 0,96816 | -0,00072 | -0,70522 |
| 900 | 13,837 | 38,778 | 13,701 | 29,178 | 33,101 | 0,96796 | -0,00070 | -0,74081 |
| 950 | 13,849 | 38,785 | 13,705 | 29,183 | 33,322 | 0,96775 | -0,00069 | -0,77563 |
| 1000 | 13,859 | 38,790 | 13,707 | 29,186 | 33,540 | 0,96755 | -0,00068 | -0,80978 |
| 1050 | 13,876 | 38,792 | 13,716 | 29,186 | 33,755 | 0,96735 | -0,00066 | -0,84315 |
| 1100 | 13,889 | 38,796 | 13,721 | 29,188 | 33,972 | 0,96714 | -0,00064 | -0,87571 |
| 1150 | 13,909 | 38,801 | 13,733 | 29,189 | 34,187 | 0,96694 | -0,00063 | -0,90749 |
| 1200 | 13,923 | 38,805 | 13,739 | 29,191 | 34,404 | 0,96674 | -0,00061 | -0,93849 |
| 1250 | 13,941 | 38,810 | 13,749 | 29,192 | 34,619 | 0,96654 | -0,00060 | -0,96872 |
| 1300 | 13,953 | 38,812 | 13,752 | 29,193 | 34,834 | 0,96634 | -0,00058 | -0,99816 |
| 1350 | 13,968 | 38,815 | 13,759 | 29,194 | 35,048 | 0,96614 | -0,00056 | -1,02679 |
| 1400 | 13,984 | 38,818 | 13,767 | 29,195 | 35,262 | 0,96594 | -0,00055 | -1,05461 |
| 1450 | 13,991 | 38,819 | 13,766 | 29,196 | 35,476 | 0,96574 | -0,00053 | -1,08161 |
| 1500 | 13,996 | 38,820 | 13,763 | 29,197 | 35,691 | 0,96554 | -0,00052 | -1,10784 |
| 1550 | 14,025 | 38,829 | 13,783 | 29,200 | 35,905 | 0,96534 | -0,00050 | -1,13332 |
| 1600 | 14,038 | 38,830 | 13,788 | 29,199 | 36,117 | 0,96514 | -0,00049 | -1,15799 |
| 1650 | 14,053 | 38,833 | 13,795 | 29,200 | 36,330 | 0,96494 | -0,00047 | -1,18184 |
| 1700 | 14,067 | 38,835 | 13,800 | 29,201 | 36,542 | 0,96475 | -0,00045 | -1,20487 |
| 1705 | 14,069 | 38,835 | 13,802 | 29,200 | 36,563 | 0,96473 | -0,00045 | -1,20713 |
| 1708 | 14,069 | 38,836 | 13,801 | 29,201 | 36,577 | 0,96451 | -0,00045 | -1,20848 |

Πίνακας 2.8 Ο πρωτότυπος πίνακας από τον υπολογιστή του ερευνητικού σκάφους στο σταθμό 89 του Κρητικού Πελάγους.

| STATION 89 | | | | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|
| Latitude 35 | | | | | | | | |
| Longitude 26.75 | | | | | | | | |
| Bottom 2400 | | | | | | | | |
| Date 17 3 1994 | | | | | | | | |
| Nlevel 59 | | | | | | | | |
| P(dbar) | T (C) | SAL | THETA | SIGMA0 | SIGSTP | ALPHA | DELTA | GEOPOT |
| 2 | 15,442 | 38,973 | 15,442 | 28,941 | 28,950 | 0,97186 | -0,00079 | 0,00000 |
| 10 | 15,446 | 38,973 | 15,444 | 28,941 | 28,984 | 0,97183 | -0,00078 | -0,00629 |
| 20 | 15,453 | 38,976 | 15,450 | 28,942 | 29,029 | 0,97179 | -0,00078 | -0,01413 |
| 30 | 15,498 | 38,997 | 15,493 | 28,948 | 29,079 | 0,97174 | -0,00078 | -0,02195 |
| 50 | 15,434 | 39,000 | 15,426 | 28,966 | 29,184 | 0,97164 | -0,00079 | -0,03773 |
| 70 | 15,408 | 39,006 | 15,397 | 28,977 | 29,283 | 0,97155 | -0,00080 | -0,05362 |
| 100 | 15,413 | 39,026 | 15,397 | 28,993 | 29,429 | 0,97141 | -0,00080 | -0,07757 |
| 150 | 14,363 | 38,879 | 14,340 | 29,117 | 29,775 | 0,97109 | -0,00090 | -0,12009 |
| 200 | 14,056 | 38,826 | 14,026 | 29,145 | 30,022 | 0,97085 | -0,00091 | -0,16537 |
| 250 | 13,993 | 38,823 | 13,956 | 29,158 | 30,254 | 0,97063 | -0,00091 | -0,21077 |
| 300 | 13,955 | 38,816 | 13,910 | 29,162 | 30,478 | 0,97042 | -0,00089 | -0,25571 |
| 350 | 13,910 | 38,806 | 13,858 | 29,166 | 30,700 | 0,97021 | -0,00088 | -0,29999 |
| 415 | 13,814 | 38,783 | 13,752 | 29,171 | 30,989 | 0,96994 | -0,00086 | -0,35654 |
| 450 | 13,791 | 38,779 | 13,724 | 29,174 | 31,145 | 0,96980 | -0,00085 | -0,38653 |
| 500 | 13,764 | 38,772 | 13,698 | 29,176 | 31,365 | 0,96959 | -0,00084 | -0,42887 |
| 550 | 13,752 | 38,770 | 13,670 | 29,178 | 31,586 | 0,96938 | -0,00082 | -0,47027 |
| 600 | 13,756 | 38,770 | 13,666 | 29,179 | 31,804 | 0,96918 | -0,00081 | -0,51101 |
| 650 | 13,752 | 38,769 | 13,655 | 29,181 | 32,023 | 0,96897 | -0,00079 | -0,55095 |
| 700 | 13,732 | 38,764 | 13,627 | 29,183 | 32,242 | 0,96876 | -0,00078 | -0,59014 |
| 750 | 13,747 | 38,768 | 13,634 | 29,184 | 32,461 | 0,96856 | -0,00076 | -0,62857 |
| 800 | 13,755 | 38,769 | 13,635 | 29,185 | 32,678 | 0,96836 | -0,00074 | -0,66620 |
| 850 | 13,762 | 38,770 | 13,634 | 29,186 | 32,895 | 0,96815 | -0,00073 | -0,70302 |
| 900 | 13,772 | 38,772 | 13,636 | 29,187 | 33,112 | 0,96795 | -0,00071 | -0,73904 |
| 950 | 13,762 | 38,768 | 13,618 | 29,188 | 33,329 | 0,96775 | -0,00070 | -0,77426 |
| 1000 | 13,768 | 38,768 | 13,616 | 29,188 | 33,545 | 0,96754 | -0,00068 | -0,80867 |
| 1050 | 13,776 | 38,770 | 13,617 | 29,190 | 33,761 | 0,96734 | -0,00066 | -0,84229 |
| 1100 | 13,785 | 38,771 | 13,618 | 29,190 | 33,977 | 0,96714 | -0,00065 | -0,87511 |
| 1150 | 13,799 | 38,774 | 13,624 | 29,191 | 34,192 | 0,96694 | -0,00063 | -0,90713 |
| 1200 | 13,820 | 38,779 | 13,637 | 29,192 | 34,408 | 0,96674 | -0,00062 | -0,93835 |
| 1250 | 13,856 | 38,790 | 13,664 | 29,195 | 34,624 | 0,96653 | -0,00060 | -0,96879 |
| 1300 | 13,889 | 38,800 | 13,689 | 29,197 | 34,840 | 0,96633 | -0,00059 | -0,99848 |
| 1350 | 13,912 | 38,805 | 13,704 | 29,198 | 35,054 | 0,96613 | -0,00057 | -1,02737 |
| 1400 | 13,946 | 38,815 | 13,729 | 29,200 | 35,269 | 0,96593 | -0,00055 | -1,05548 |
| 1450 | 13,971 | 38,822 | 13,746 | 29,202 | 35,483 | 0,96573 | -0,00054 | -1,08281 |
| 1500 | 13,999 | 38,830 | 13,766 | 29,204 | 35,698 | 0,96553 | -0,00052 | -1,10937 |
| 1550 | 14,005 | 38,831 | 13,764 | 29,206 | 35,912 | 0,96533 | -0,00051 | -1,13515 |
| 1600 | 14,014 | 38,834 | 13,764 | 29,208 | 36,126 | 0,96513 | -0,00049 | -1,16019 |
| 1650 | 14,023 | 38,836 | 13,765 | 29,209 | 36,340 | 0,96493 | -0,00048 | -1,18446 |
| 1700 | 14,036 | 38,841 | 13,770 | 29,212 | 36,554 | 0,96473 | -0,00046 | -1,20800 |
| 1750 | 14,044 | 38,841 | 13,769 | 29,212 | 36,766 | 0,96454 | -0,00045 | -1,23077 |
| 1800 | 14,064 | 38,848 | 13,781 | 29,215 | 36,980 | 0,96434 | -0,00043 | -1,25276 |

(συνέχεια)

| P(dbar) | T (C) | SAL | THETA | SIGMA0 | SIGSTP | ALPHA | DELTA | GEOPOT |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|
| 1850 | 14,095 | 38,862 | 13,803 | 29,221 | 37,197 | 0,96414 | -0,00042 | -1,27411 |
| 1900 | 14,115 | 38,869 | 13,815 | 29,224 | 37,410 | 0,96394 | -0,00041 | -1,29481 |
| 1950 | 14,128 | 38,872 | 13,819 | 29,225 | 37,622 | 0,96374 | -0,00039 | -1,31476 |
| 2005 | 14,140 | 38,874 | 13,822 | 29,226 | 37,855 | 0,96353 | -0,00037 | -1,33580 |
| 2050 | 14,148 | 38,874 | 13,822 | 29,226 | 38,044 | 0,96335 | -0,00036 | -1,35229 |
| 2100 | 14,157 | 38,875 | 13,823 | 29,227 | 38,255 | 0,96316 | -0,00034 | -1,36984 |
| 2150 | 14,168 | 38,877 | 13,825 | 29,228 | 38,465 | 0,96296 | -0,00033 | -1,38660 |
| 2200 | 14,182 | 38,879 | 13,830 | 29,228 | 38,675 | 0,96277 | -0,00031 | -1,40257 |
| 2250 | 14,191 | 38,880 | 13,831 | 29,229 | 38,885 | 0,96257 | -0,00030 | -1,41773 |
| 2300 | 14,201 | 38,881 | 13,832 | 29,230 | 39,095 | 0,96238 | -0,00028 | -1,43209 |
| 2340 | 14,208 | 38,881 | 13,832 | 29,230 | 39,262 | 0,96222 | -0,00027 | -1,44301 |
| 2342 | 14,208 | 38,882 | 13,832 | 29,230 | 39,271 | 0,96221 | -0,00027 | -1,44354 |
| 2344 | 14,209 | 38,881 | 13,833 | 29,229 | 39,278 | 0,96221 | -0,00026 | -1,44407 |
| 2346 | 14,209 | 38,881 | 13,832 | 29,230 | 39,287 | 0,96220 | -0,00026 | -1,44460 |
| 2348 | 14,209 | 38,881 | 13,832 | 29,230 | 39,295 | 0,96219 | -0,00026 | -1,44513 |
| 2350 | 14,210 | 38,881 | 13,833 | 29,229 | 39,303 | 0,96218 | -0,00026 | -1,44565 |
| 2352 | 14,210 | 38,881 | 13,832 | 29,230 | 39,312 | 0,96218 | -0,00026 | -1,44618 |
| 2353 | 14,210 | 38,881 | 13,832 | 29,230 | 39,316 | 0,96217 | -0,00026 | -1,44644 |

Πίνακας 2.9 Επεξήγηση των στηλών

1. Πίεση (p) σε dbar.
2. Θερμοκρασία (t) σε $^{\circ}\text{C}$ που βαθμονομείται από τη Διεθνή Πρακτική Κλίμακα Θερμοκρασίας του 1968 (IPTS – 1968) (Barber 1969).
3. Αλατότητα (S) που υπολογίζεται από την αγωγιμότητα (C), τη θερμοκρασία και την πίεση σύμφωνα με την Πρακτική Κλίμακα Αλατότητας (1978). (Unesco, 1983, σελ. 6–12).
4. Δυναμική θερμοκρασία (Θ) σε $^{\circ}\text{C}$ που υπολογίζεται με την ολοκλήρωση τον αδιαβατικού ποσοστού σφάλματος (Bryden, 1973, Unesco, 1983). Το επίπεδο αναφοράς p_r για τον υπολογισμό είναι μηδέν dbar. $\Theta = \Theta(S, t, p, 0)$.
5. Ταχύτητα του ήχου σε m/s που υπολογίστηκε από τον πίνακα XXIII του IOT – 4.
6. Απόκλιση δυναμικής πυκνότητας (γ_{θ}) σε kg/m^3 . Εξήχθη από την απόκλιση πυκνότητας γ ($\rho - 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$) σε ατμοσφαιρική πίεση και αντικατάσταση της επιτόπιας θερμοκρασίας με τη δυναμική Θ που έχει αναχθεί σε ατμοσφαιρική πίεση $\gamma_{\theta} = \gamma(S, \Theta, 0)$.
7. Επιτόπια απόκλιση πυκνότητας (γ) σε kg/m^3 , που λαμβάνεται με τον υπολογισμό απόκλισης πυκνότητας σε μετρημένη πίεση, θερμοκρασία, και αλατότητα. $\gamma = \gamma(S, t, p)$.
8. Απόκλιση ειδικού όγκου (δ), ο ειδικός όγκος μείον αυτού ενός πρότυπου ωκεανού ($t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $S = 35$, πίεση) σε μονάδες $10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$.
9. Απόκλιση ειδικού όγκου (ΔD) σε μονάδες δυναμικών μέτρων ($10 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ή $10 \text{ J}/\text{kg}$) είναι το ολοκλήρωμα του ειδικού όγκου με την πίεση.
10. Απόκλισης δυναμικής ενέργειας (χ) σε μονάδες $10 \text{ kg}/\text{s}^2$ ($10^5/\text{m}^2$) είναι το ολοκλήρωμα της απόκλισης του ειδικού όγκου με την πίεση (από Fofonoff, 1962).
11. Η παράμετρος σταθερότητας (E) σε μονάδες 10^{-8} m^{-1} που υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη μέθοδο αδιαβατικής συμπίεσης του Fofonoff (Bray και Fofonoff, 1981, Millard, Owens και Fofonoff, 1990).
12. Συχνότητα Brunt – Väisälä σε 10^{-3} s^{-1} . Αυτός ο υπολογισμός χρησιμοποιεί την αδιαβατική συμπίεση της απόκλισης του ειδικού όγκου (Fofonoff, 1985).
13. Το βάθος (z) σε m, υπολογισμός με Fortran (Παράρτημα I),(Unesco, 1983).

Πίνακας 2.9 Σταθμός 1, Κρητικό Πέλαγος. Αποτελέσματα επεξεργασίας σε πρότυπους ορίζοντες.

| Σταθμός 1 Κρητικού Πελάγους 14/4/1994 Γ.Π.: 36.25 Γ.Μ.: 22.5 g=9.7984 m/s ² Βάθος: 2180m | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|---------|---------|-------|------|---------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 15.042 | 38.882 | 15,042 | 1510,3 | 28,962 | 28,967 | -80,6738 | 0,0000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.99 |
| 10 | 15.052 | 38.895 | 15.050 | 1510.5 | 28.971 | 29.014 | -81,3094 | -0.7289 | -0.4 | 87.1 | 2.92 | 9.93 |
| 20 | 15.036 | 38.898 | 15.033 | 1510.7 | 28.977 | 29.064 | -81,1796 | -0.8124 | -1.6 | 61.5 | 2.45 | 19.85 |
| 30 | 14.956 | 38.938 | 14.951 | 1510.6 | 29.026 | 29.158 | -85,3984 | -0.8329 | -3,8 | 481.0 | 6.87 | 29.78 |
| 50 | 14.701 | 38.903 | 14.693 | 1510.1 | 29.057 | 29.276 | -87.4397 | -1.7284 | -10.8 | 153.7 | 3.88 | 49.63 |
| 70 | 14.583 | 38.895 | 14.572 | 1510.1 | 29.078 | 29.385 | -88.5921 | -1.7603 | -21.5 | 102.5 | 3.17 | 69.48 |
| 100 | 14.564 | 38.920 | 14.549 | 1510.5 | 29.103 | 29.541 | -89.6026 | -2.6729 | -44.6 | 79.8 | 2.80 | 99.24 |
| 150 | 14.477 | 38.928 | 14.454 | 1511.1 | 29.130 | 29.787 | -90.9092 | -4.5128 | -102.0 | 53.5 | 2.29 | 148.85 |
| 200 | 14.422 | 38.922 | 14,352 | 1511.7 | 29.139 | 30.015 | -89.9270 | -4.5209 | -182.5 | 18.5 | 1.35 | 198.44 |
| 250 | 14.369 | 38.912 | 14.331 | 1512.4 | 29.145 | 30.239 | -88.9426 | -4.4717 | -284.8 | 11.8 | 1.08 | 248.02 |
| 300 | 14.359 | 38.912 | 14.313 | 1513.2 | 29.149 | 30.462 | -87.7813 | -4.4181 | -408.4 | 7.9 | 0.88 | 297.59 |
| 350 | 14.327 | 38.903 | 14.274 | 1513.9 | 29.150 | 30.682 | -85.5683 | -4.3337 | -551.7 | 4.1 | 0.63 | 347.14 |
| 400 | 14.220 | 38.876 | 14.159 | 1514.4 | 29.155 | 30.904 | -84.2069 | -4.2444 | -713.6 | 10.2 | 1.00 | 396.68 |
| 450 | 14.206 | 38.877 | 14.138 | 1515.2 | 29.160 | 31.128 | -82.9385 | -4.1786 | -894.2 | 11.2 | 1.05 | 446.22 |
| 500 | 14.107 | 38.844 | 14.031 | 1515.6 | 29.158 | 31.344 | -81.0409 | -4.0995 | -1092.3 | 2.1 | 0.45 | 495.74 |
| 550 | 14.002 | 38.820 | 13.919 | 1516.1 | 29.163 | 31.568 | -79.9927 | -4.0258 | -1307.3 | 13.8 | 1.16 | 545.24 |
| 600 | 13.976 | 38.815 | 13.885 | 1516.9 | 29.167 | 31.789 | -78.6199 | -3.9653 | -1539.2 | 7.5 | 0.86 | 594.74 |
| 650 | 13.917 | 38.801 | 13.819 | 1517.5 | 29.170 | 32.010 | -77.2697 | -3.8972 | -1786.9 | 8.6 | 0.92 | 644.23 |
| 700 | 13.870 | 38.788 | 13.764 | 1518.2 | 29.172 | 32.230 | -75.7259 | -3.8249 | -2049.5 | 4.9 | 0.69 | 693.70 |
| 750 | 13.849 | 38.784 | 13.736 | 1518.9 | 29.175 | 32.450 | -74.2816 | -3.7502 | -2326.1 | 7.0 | 0.83 | 743.16 |
| 800 | 13.843 | 38.780 | 13.722 | 1519.7 | 29.175 | 32.666 | -72.5232 | -3.6701 | -2615.4 | 0.3 | 0.18 | 792.61 |
| 850 | 13.834 | 38.781 | 13.705 | 1520.5 | 29.179 | 32.887 | -71.1901 | -3.5928 | -2916.9 | 9.2 | 0.95 | 842.05 |
| 900 | 13.837 | 38.778 | 13.701 | 1521.4 | 29.178 | 33.101 | -69.3148 | -3.5126 | -3229.5 | 2.1 | 0.45 | 891.47 |
| 950 | 13.849 | 38.785 | 13.705 | 1522.2 | 29.183 | 33.322 | -68.0411 | -3.4339 | -3552.6 | 8.8 | 0.93 | 940.88 |
| 1000 | 13.859 | 38.790 | 13.707 | 1523.1 | 29.186 | 33.540 | -66.6649 | -3.3677 | -3886.6 | 6.8 | 0.82 | 990.29 |
| 1050 | 13.876 | 38.792 | 13.716 | 1524.0 | 29.186 | 33.755 | -64.8930 | -3.2889 | -4229.5 | 0.9 | 0.30 | 1039.68 |
| 1100 | 13.889 | 38.796 | 13.721 | 1524.9 | 29.188 | 33.972 | -63.3478 | -3.2060 | -4580.0 | 4.0 | 0.62 | 1089.06 |
| 1150 | 13.909 | 38.801 | 13.733 | 1525.8 | 29.189 | 34.187 | -61.6659 | -3.1253 | -4937.6 | 2.3 | 0.47 | 1138.42 |
| 1200 | 13.923 | 38.805 | 13.739 | 1526,6 | 29.191 | 34.404 | -60.0364 | -3.0426 | -5301.3 | 3,5 | 0,59 | 1187.78 |
| 1250 | 13.941 | 38.810 | 13,749 | 1527,5 | 29.192 | 34.619 | -58.4348 | -2.9618 | -5670.3 | 3.2 | 0,56 | 1237.12 |
| 1300 | 13.953 | 38.812 | 13,752 | 1528,4 | 29.193 | 34.834 | -56.7507 | -2.8796 | -6043.7 | 1.5 | 0.38 | 1286.45 |
| 1350 | 13.968 | 38.815 | 13,759 | 1529,3 | 29.194 | 35.048 | -55.1484 | -2.7975 | -6420.8 | 1.6 | 0.40 | 1335.78 |
| 1400 | 13.984 | 38.818 | 13,767 | 1530,2 | 29.195 | 35.262 | -53.5213 | -2.7167 | -6800.7 | 1.2 | 0.34 | 1385.08 |
| 1450 | 13.991 | 38.819 | 13,766 | 1531,0 | 29.196 | 35.476 | -51.8729 | -2.6349 | -7182,6 | 2.4 | 0,48 | 1434.38 |
| 1500 | 13.996 | 38.820 | 13,763 | 1531,9 | 29.197 | 35.691 | -50.2688 | -2.5535 | -7565,7 | 3,4 | 0,57 | 1483.67 |
| 1550 | 14.025 | 38.829 | 13,783 | 1532,8 | 29.200 | 35.905 | -48.7197 | -2.4747 | -7949,6 | 4,2 | 0,64 | 1532.94 |
| 1600 | 14.038 | 38.830 | 13,788 | 1533,7 | 29.199 | 36.117 | -46.9676 | -2.3922 | -8332,8 | 0,4 | 0,20 | 1582.20 |
| 1650 | 14.053 | 38.833 | 13,795 | 1534,6 | 29.200 | 36.330 | -45.3088 | -2.3069 | -8714,1 | 1,7 | 0,41 | 1631.46 |
| 1700 | 14.067 | 38.835 | 13,800 | 1535,4 | 29.201 | 36.542 | -43.6002 | -2.2227 | -9092,8 | 0,7 | 0,27 | 1680.70 |
| 1705 | 14.069 | 38.835 | 13,802 | 1535,5 | 29.200 | 36.563 | -43.4052 | -2.2215 | -9130,5 | 5,1 | 0,71 | 1685.62 |
| 1708 | 14.069 | 38.836 | 13,801 | 1535,6 | 29.201 | 36.577 | -43.3867 | -2.2212 | -9153,1 | 29,6 | 1,70 | 1688.57 |

Πίνακας 2.10 Επεξήγηση των στηλών

1. Πίεση (p) σε dbar.
2. Θερμοκρασία (t) σε $^{\circ}\text{C}$ που βαθμονομείται από τη Διεθνή Πρακτική Κλίμακα Θερμοκρασίας του 1968 (PTS – 1968) (Barber 1969).
3. Αλατότητα (S) που υπολογίζεται από την αγωγιμότητα (C), τη θερμοκρασία και την πίεση σύμφωνα με την Πρακτική Κλίμακα Αλατότητας (1978). (Unesco, 1983, σελ. 6 – 12).
4. Δυναμική θερμοκρασία (Θ) σε $^{\circ}\text{C}$ που υπολογίζεται με την ολοκλήρωση του αδιαβατικού ποσοστού σφάλματος (Bryden, 1973, Unesco, 1983). Το επίπεδο αναφοράς p_r για τον υπολογισμό είναι μηδέν dbar. $\Theta = \Theta(S, t, p, 0)$.
5. Ταχύτητα του ήχου σε m/s που υπολογίστηκε από τον πίνακα XXIII του IOT – 4.
6. Απόκλιση δυναμικής πυκνότητας (γ_{θ}) σε kg/m^3 . Εξήχθη από την απόκλιση πυκνότητας γ ($\rho - 1000 \text{ kg/m}^3$) σε ατμοσφαιρική πίεση και αντικατάσταση της επιτόπιας θερμοκρασίας με τη δυναμική Θ που έχει αναχθεί σε ατμοσφαιρική πίεση $\gamma_{\theta} = \gamma(S, \Theta, 0)$.
7. Επιτόπια απόκλιση πυκνότητας (γ) σε kg/m^3 , που λαμβάνεται με τον υπολογισμό απόκλισης πυκνότητας σε μετρημένη πίεση, θερμοκρασία και αλατότητα. $\gamma = \gamma(S, t, p)$.
8. Απόκλιση ειδικού όγκου (δ), ο ειδικός όγκος μείον αυτού ενός πρότυπου ωκεανού ($t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $S = 35$, πίεση) σε μονάδες $10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$.
9. Απόκλιση ειδικού όγκου (ΔD) σε μονάδες δυναμικών μέτρων ($10 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ή 10 J/kg) είναι το ολοκλήρωμα του ειδικού όγκου με την πίεση.
10. Απόκλισης δυναμικής ενέργειας (χ) σε μονάδες 10 kg/s^2 ($10^5/\text{m}^2$) είναι το ολοκλήρωμα της απόκλισης του ειδικού όγκου με την πίεση (από Fofonoff, 1962).
11. Η παράμετρος σταθερότητας (E) σε μονάδες 10^{-8} m^{-1} που υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη μέθοδο αδιαβατικής συμπίεσης του Fofonoff (Bray και Fofonoff, 1981, Millard, Owens και Fofonoff, 1990).
12. Συχνότητα Brunt – Väisälä σε 10^{-3} s^{-1} . Αυτός ο υπολογισμός χρησιμοποιεί την αδιαβατική συμπίεση της απόκλισης του ειδικού όγκου (Fofonoff, 1985).
13. Το βάθος (z) σε m υπολογισμός με Fortran (Παράρτημα I),(Unesco, 1983).

Πίνακας 2.10 Σταθμός 89, Κρητικό Πέλαγος. Αποτελέσματα επεξεργασίας σε πρότυπους ορίζοντες.

| Σταθμός 89 Κρητικού Πελάγους 17/3/1994 Γ.Π.: 35 Γ.Μ.: 26.75 g=9.7973 m/s ² Βάθος: 2400m | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|-------|-------|---------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 2 | 15,442 | 38,973 | 15,442 | 1511,7 | 28,941 | 28,950 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,99 |
| 10 | 15,446 | 38,973 | 15,444 | 1511,9 | 28,941 | 28,984 | -78,90 | -621,1 | -0,4 | 7,7 | 0 | 9,93 |
| 20 | 15,453 | 38,976 | 15,450 | 1512,1 | 28,942 | 29,029 | -78,90 | -776,2 | -1,6 | 10,4 | 10,07 | 19,85 |
| 30 | 15,498 | 38,997 | 15,493 | 1512,4 | 28,948 | 29,079 | -79,00 | -778,7 | -3,6 | 59,8 | 24,21 | 29,78 |
| 50 | 15,434 | 39,000 | 15,426 | 1512,5 | 28,966 | 29,184 | -79,56 | -1578,2 | -10,0 | 86,8 | 29,17 | 49,63 |
| 70 | 15,408 | 39,006 | 15,397 | 1512,8 | 28,977 | 29,283 | -81,26 | -1603,5 | -19,8 | 55,3 | 23,28 | 69,48 |
| 100 | 15,413 | 39,026 | 15,397 | 1513,3 | 28,993 | 29,429 | -82,30 | -2438,8 | -41,0 | 49,9 | 22,11 | 99,25 |
| 150 | 14,363 | 38,879 | 14,340 | 1510,7 | 29,117 | 29,775 | -83,81 | -4285,5 | -95,7 | 252,5 | 49,74 | 148,86 |
| 200 | 14,056 | 38,826 | 14,026 | 1510,5 | 29,145 | 30,022 | -95,52 | -4500,0 | -176,0 | 56,1 | 23,45 | 198,46 |
| 250 | 13,993 | 38,823 | 13,956 | 1511,1 | 29,158 | 30,254 | -98,17 | -4517,4 | -279,8 | 25,9 | 15,92 | 248,04 |
| 300 | 13,955 | 38,816 | 13,910 | 1511,8 | 29,162 | 30,478 | -99,39 | -4477,5 | -405,5 | 9,1 | 9,45 | 297,62 |
| 350 | 13,910 | 38,806 | 13,858 | 1512,5 | 29,166 | 30,700 | -99,77 | -4415,9 | -551,9 | 7,7 | 8,67 | 347,18 |
| 415 | 13,814 | 38,783 | 13,752 | 1513,2 | 29,171 | 30,989 | -100,15 | -5648,9 | -772,5 | 8,5 | 9,12 | 411,59 |
| 450 | 13,791 | 38,779 | 13,724 | 1513,7 | 29,174 | 31,145 | -100,62 | -2999,4 | -904,9 | 8,9 | 9,34 | 446,27 |
| 500 | 13,764 | 38,772 | 13,698 | 1514,5 | 29,176 | 31,365 | -100,90 | -4229,5 | -1110,0 | 4,5 | 6,64 | 495,79 |
| 550 | 13,752 | 38,770 | 13,670 | 1515,3 | 29,178 | 31,586 | -101,09 | -4161,0 | -1332,9 | 5,6 | 7,42 | 545,30 |
| 600 | 13,756 | 38,770 | 13,666 | 1516,1 | 29,179 | 31,804 | -101,28 | -4090,7 | -1573,0 | 1,7 | - | 594,81 |
| 650 | 13,752 | 38,769 | 13,655 | 1516,9 | 29,181 | 32,023 | -101,38 | -4019,4 | -1829,4 | 3,7 | 6,03 | 644,30 |
| 700 | 13,732 | 38,764 | 13,627 | 1517,7 | 29,183 | 32,242 | -101,57 | -3950,1 | -2101,6 | 4,7 | 6,80 | 693,77 |
| 750 | 13,747 | 38,768 | 13,634 | 1518,6 | 29,184 | 32,461 | -101,75 | -3877,9 | -2388,5 | 3,0 | 5,46 | 743,24 |
| 800 | 13,755 | 38,769 | 13,635 | 1519,4 | 29,185 | 32,678 | -101,85 | -3802,4 | -2689,3 | 1,6 | 3,96 | 792,69 |
| 850 | 13,762 | 38,770 | 13,634 | 1520,3 | 29,186 | 32,895 | -101,94 | -3727,2 | -3003,2 | 2,1 | 4,50 | 842,14 |
| 900 | 13,772 | 38,772 | 13,636 | 1521,1 | 29,187 | 33,112 | -102,04 | -3651,9 | -3329,3 | 2,3 | 4,75 | 891,57 |
| 950 | 13,762 | 38,768 | 13,618 | 1521,9 | 29,188 | 33,329 | -102,13 | -3579,1 | -3667,2 | 2,1 | 4,50 | 940,99 |
| 1000 | 13,768 | 38,768 | 13,616 | 1522,8 | 29,188 | 33,545 | -102,23 | -3505,9 | -4016,1 | 1,1 | - | 990,39 |
| 1050 | 13,776 | 38,770 | 13,617 | 1523,6 | 29,190 | 33,761 | -102,23 | -3433,7 | -4375,4 | 3,3 | 5,65 | 1039,79 |
| 1100 | 13,785 | 38,771 | 13,618 | 1524,5 | 29,190 | 33,977 | -102,42 | -3360,6 | -4744,1 | 1,3 | 3,55 | 1089,18 |
| 1150 | 13,799 | 38,774 | 13,624 | 1525,4 | 29,191 | 34,192 | -102,42 | -3283,5 | -5121,1 | 2,1 | 4,54 | 1138,55 |
| 1200 | 13,820 | 38,779 | 13,637 | 1526,3 | 29,192 | 34,408 | -102,51 | -3206,8 | -5505,7 | 2,0 | 4,41 | 1187,91 |
| 1250 | 13,856 | 38,790 | 13,664 | 1527,2 | 29,195 | 34,624 | -102,60 | -3134,6 | -5897,7 | 4,4 | 6,56 | 1237,26 |
| 1300 | 13,889 | 38,800 | 13,689 | 1528,2 | 29,197 | 34,840 | -102,89 | -3064,9 | -6296,5 | 4,1 | 6,36 | 1286,56 |
| 1350 | 13,912 | 38,805 | 13,704 | 1529,1 | 29,198 | 35,054 | -103,08 | -2993,1 | -6701,3 | 1,1 | 3,31 | 1335,92 |
| 1400 | 13,946 | 38,815 | 13,729 | 1530,0 | 29,200 | 35,269 | -103,17 | -2922,9 | -7111,5 | 3,7 | 6,01 | 1385,24 |
| 1450 | 13,971 | 38,822 | 13,746 | 1531,0 | 29,202 | 35,483 | -103,36 | -2852,7 | -7526,4 | 3,3 | 5,65 | 1434,54 |
| 1500 | 13,999 | 38,830 | 13,766 | 1531,9 | 29,204 | 35,698 | -103,55 | -2780,6 | -7945,1 | 3,4 | 5,78 | 1483,83 |
| 1550 | 14,005 | 38,831 | 13,764 | 1532,7 | 29,206 | 35,912 | -103,74 | -2710,6 | -8367,0 | 2,9 | 5,36 | 1533,11 |
| 1600 | 14,014 | 38,834 | 13,764 | 1533,6 | 29,208 | 36,126 | -103,93 | -2642,9 | -8791,9 | 4,7 | 6,75 | 1582,38 |
| 1650 | 14,023 | 38,836 | 13,765 | 1534,5 | 29,209 | 36,340 | -104,11 | -2602,9 | -9223,6 | 3,1 | 5,55 | 1631,63 |
| 1700 | 14,036 | 38,841 | 13,770 | 1535,3 | 29,212 | 36,554 | -104,21 | -2593,3 | -9667,0 | 5,9 | 7,62 | 1680,88 |
| 1750 | 14,044 | 38,841 | 13,769 | 1536,2 | 29,212 | 36,766 | -104,49 | -2493,3 | -10105,9 | 0,6 | - | 1730,11 |
| 1800 | 14,064 | 38,848 | 13,781 | 1537,1 | 29,215 | 36,980 | -104,49 | -2365,1 | -10534,4 | 5,7 | 7,49 | 1779,34 |
| 1850 | 14,095 | 38,862 | 13,803 | 1538,0 | 29,221 | 37,197 | -104,78 | -2306,6 | -10964,1 | 11,3 | 10,51 | 1828,55 |
| 1900 | 14,115 | 38,869 | 13,815 | 1538,9 | 29,224 | 37,410 | -105,34 | -2247,1 | -11394,2 | 5,7 | 7,48 | 1877,75 |
| 1950 | 14,128 | 38,872 | 13,819 | 1539,8 | 29,225 | 37,622 | -105,62 | -2178,5 | -11822,2 | 2,9 | 5,37 | 1926,93 |
| 2005 | 14,140 | 38,874 | 13,822 | 1540,8 | 29,226 | 37,855 | -105,72 | -2313,7 | -12289,2 | 2,1 | 4,56 | 1981,03 |
| 2050 | 14,148 | 38,874 | 13,822 | 1541,5 | 29,226 | 38,044 | -105,81 | -1827,0 | -12667,3 | 0,3 | - | 2025,28 |
| 2100 | 14,157 | 38,875 | 13,823 | 1542,4 | 29,227 | 38,255 | -105,81 | -1960,5 | -13082,5 | 1,8 | 4,26 | 2074,43 |

Πίνακας 2.11 Επεξήγηση των στηλών

- 1 Πίεση (p) σε dbar.
- 2 Θερμοκρασία (t) σε $^{\circ}\text{C}$ (με 2 δεκαδικά ψηφία).
- 3 Αλατότητα (S) (με 3 δεκαδικά ψηφία).
- 4 Απόκλιση ειδικού όγκου $\delta(S,t,0)$ σε μονάδες $10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$, όπως δίνεται από τον πίνακα II του IOT – 4.
- 5,6 Διορθώσεις θερμοκρασίας – πίεσης και αλατότητας – πίεσης $\delta(S,t,0)$, με παρεμβολή από τους πίνακες V και VI του IOT – 4.
- 7 Απόκλιση ειδικού όγκου $\delta(S,t,p)$ σε δεδομένη πίεση το σύνολο των τιμών από τις στήλες 4, 5 και 6 σε μονάδες $10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$.

Πίνακας 2.11 Σταθμός 1, Κρητικού Πελάγους. Υπολογισμός απόκλισης ειδικού όγκου.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|-------|--------|----------|--------|-------|----------|
| 1 | 15,04 | 38,882 | -80,7086 | 0,029 | 0,006 | -80,6738 |
| 10 | 15,05 | 38,895 | -81,6578 | 0,291 | 0,058 | -81,3094 |
| 20 | 15,04 | 38,898 | -81,8763 | 0,581 | 0,116 | -81,1796 |
| 30 | 14,96 | 38,938 | -86,6231 | 1,048 | 0,176 | -85,3984 |
| 50 | 14,70 | 38,903 | -89,4621 | 1,732 | 0,290 | -87,4397 |
| 70 | 14,58 | 38,895 | -91,4124 | 2,415 | 0,405 | -88,5921 |
| 100 | 14,56 | 38,920 | -93,6343 | 3,448 | 0,584 | -89,6026 |
| 150 | 14,48 | 38,928 | -96,0262 | 4,235 | 0,882 | -90,9092 |
| 200 | 14,42 | 38,922 | -96,7302 | 5,627 | 1,177 | -89,9270 |
| 250 | 14,37 | 38,912 | -97,1003 | 6,967 | 1,191 | -88,9426 |
| 300 | 14,36 | 38,912 | -97,3080 | 8,318 | 1,209 | -87,7813 |
| 350 | 14,33 | 38,903 | -97,3150 | 9,700 | 2,047 | -85,5683 |
| 400 | 14,22 | 38,876 | -97,5645 | 11,032 | 2,326 | -84,2069 |
| 450 | 14,21 | 38,877 | -97,9283 | 12,376 | 2,614 | -82,9385 |
| 500 | 14,11 | 38,844 | -97,5731 | 13,657 | 2,875 | -81,0409 |
| 550 | 14,00 | 38,820 | -98,0003 | 14,902 | 3,106 | -79,9927 |
| 600 | 13,98 | 38,815 | -98,1708 | 16,199 | 3,352 | -78,6199 |
| 650 | 13,92 | 38,801 | -98,3618 | 17,471 | 3,621 | -77,2697 |
| 700 | 13,87 | 38,788 | -98,3613 | 18,747 | 3,888 | -75,7259 |
| 750 | 13,85 | 38,784 | -98,4894 | 20,045 | 4,162 | -74,2816 |
| 800 | 13,84 | 38,780 | -98,3171 | 21,358 | 4,436 | -72,5232 |
| 850 | 13,83 | 38,781 | -98,5705 | 22,654 | 4,726 | -71,1901 |
| 900 | 13,84 | 38,778 | -98,2911 | 23,965 | 5,011 | -69,3148 |
| 950 | 13,85 | 38,785 | -98,5625 | 25,262 | 5,260 | -68,0411 |
| 1000 | 13,86 | 38,790 | -98,7279 | 26,557 | 5,506 | -66,6649 |
| 1050 | 13,88 | 38,792 | -98,5337 | 27,853 | 5,788 | -64,8930 |
| 1100 | 13,89 | 38,796 | -98,5661 | 29,145 | 6,074 | -63,3478 |
| 1150 | 13,91 | 38,801 | -98,5265 | 30,489 | 6,372 | -61,6659 |
| 1200 | 13,92 | 38,805 | -98,5309 | 31,826 | 6,669 | -60,0364 |
| 1250 | 13,94 | 38,810 | -98,5260 | 33,133 | 6,958 | -58,4348 |
| 1300 | 13,95 | 38,812 | -98,4251 | 34,432 | 7,243 | -56,7507 |
| 1350 | 13,97 | 38,815 | -98,3355 | 35,698 | 7,489 | -55,1484 |
| 1400 | 13,98 | 38,818 | -98,2253 | 36,968 | 7,736 | -53,5213 |
| 1450 | 13,99 | 38,819 | -98,1542 | 38,261 | 8,020 | -51,8729 |
| 1500 | 14,00 | 38,820 | -98,1242 | 39,551 | 8,304 | -50,2688 |
| 1550 | 14,03 | 38,829 | -98,1802 | 40,895 | 8,565 | -48,7197 |
| 1600 | 14,04 | 38,830 | -97,9833 | 42,207 | 8,809 | -46,9676 |
| 1650 | 14,05 | 38,833 | -97,8909 | 43,475 | 9,108 | -45,3088 |
| 1700 | 14,07 | 38,835 | -97,7463 | 44,742 | 9,404 | -43,6002 |
| 1705 | 14,07 | 38,835 | -97,7048 | 44,871 | 9,428 | -43,4052 |
| 1708 | 14,07 | 38,836 | -97,7778 | 44,946 | 9,445 | -43,3867 |

Πίνακας 2.12 Επεξήγηση των στηλών

- 1 Πίεση (p) σε dbar.
- 2 Θερμοκρασία (t) σε °C (με 2 δεκαδικά ψηφία).
- 3 Αλατότητα (S) (με 3 δεκαδικά ψηφία).
- 4 Απόκλιση ειδικού όγκου $\delta(S,t,0)$ σε μονάδες $10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$, όπως δίνεται από τον πίνακα II του IOT – 4.
- 5,6 Διορθώσεις θερμοκρασίας – πίεσης και αλατότητας – πίεσης $\delta(S,t,0)$, με παρεμβολή από τους πίνακες V και VI του IOT – 4.
- 7 Απόκλιση ειδικού όγκου στη δεδομένη πίεση ανύψωσης $\delta(S,t,p)$ το σύνολο των τιμών από τις στήλες 4, 5 και 6 σε μονάδες $10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$.

Πίνακας 2.12 Σταθμός 89 Κρητικού Πελάγους. Υπολογισμός της απόκλισης ειδικού όγκου.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|-------|--------|----------|---------|--------|----------|
| 2 | 15,44 | 38,973 | -78,902 | 0,2574 | 0,012 | -78,6326 |
| 10 | 15,45 | 38,973 | -78,902 | 0,2640 | 0,058 | -78,5793 |
| 20 | 15,45 | 38,976 | -78,996 | 0,2736 | 0,117 | -78,6054 |
| 30 | 15,50 | 38,997 | -79,563 | 0,3068 | 0,179 | -79,0767 |
| 50 | 15,43 | 39,000 | -81,263 | 0,2778 | 0,300 | -80,6852 |
| 70 | 15,41 | 39,006 | -82,302 | 0,2709 | 0,420 | -81,6106 |
| 100 | 15,41 | 39,026 | -83,813 | 0,2891 | 0,603 | -82,9214 |
| 150 | 14,36 | 38,879 | -95,523 | 4,2099 | 0,870 | -90,4431 |
| 200 | 14,06 | 38,826 | -98,166 | 5,5168 | 1,148 | -91,5019 |
| 250 | 13,99 | 38,823 | -99,394 | 6,8274 | 1,429 | -91,1372 |
| 300 | 13,96 | 38,816 | -99,772 | 8,1578 | 1,708 | -89,9057 |
| 350 | 13,91 | 38,806 | -100,149 | 9,4832 | 1,993 | -88,6727 |
| 415 | 13,81 | 38,783 | -100,621 | 11,1871 | 2,353 | -87,0809 |
| 450 | 13,79 | 38,779 | -100,904 | 12,1021 | 2,545 | -86,2571 |
| 500 | 13,76 | 38,772 | -101,093 | 13,4101 | 2,818 | -84,8656 |
| 550 | 13,75 | 38,770 | -101,282 | 14,7016 | 3,066 | -83,5145 |
| 600 | 13,76 | 38,770 | -101,377 | 16,0053 | 3,316 | -82,0552 |
| 650 | 13,75 | 38,769 | -101,565 | 17,3144 | 3,592 | -80,6588 |
| 700 | 13,73 | 38,764 | -101,754 | 18,6066 | 3,864 | -79,2835 |
| 750 | 13,75 | 38,768 | -101,849 | 19,9342 | 4,145 | -77,7695 |
| 800 | 13,76 | 38,769 | -101,943 | 21,2558 | 4,423 | -76,2644 |
| 850 | 13,76 | 38,770 | -102,037 | 22,5649 | 4,713 | -74,7600 |
| 900 | 13,77 | 38,772 | -102,132 | 23,8790 | 4,998 | -73,2543 |
| 950 | 13,76 | 38,768 | -102,226 | 25,1416 | 5,237 | -71,8478 |
| 1000 | 13,77 | 38,768 | -102,226 | 26,4259 | 5,475 | -70,3251 |
| 1050 | 13,78 | 38,770 | -102,415 | 27,7018 | 5,755 | -68,9582 |
| 1100 | 13,79 | 38,771 | -102,415 | 28,9803 | 6,034 | -67,4011 |
| 1150 | 13,80 | 38,774 | -102,509 | 30,3063 | 6,327 | -65,8760 |
| 1200 | 13,82 | 38,779 | -102,604 | 31,6468 | 6,624 | -64,3327 |
| 1250 | 13,86 | 38,790 | -102,887 | 32,9794 | 6,922 | -62,9857 |
| 1300 | 13,89 | 38,800 | -103,076 | 34,3113 | 7,220 | -61,5445 |
| 1350 | 13,91 | 38,805 | -103,170 | 35,5893 | 7,470 | -60,1112 |
| 1400 | 13,95 | 38,815 | -103,359 | 36,8920 | 7,730 | -58,7371 |
| 1450 | 13,97 | 38,822 | -103,548 | 38,2200 | 8,026 | -57,3017 |
| 1500 | 14,00 | 38,830 | -103,737 | 39,5579 | 8,326 | -55,8528 |
| 1550 | 14,01 | 38,831 | -103,926 | 40,8511 | 8,570 | -54,5047 |
| 1600 | 14,01 | 38,834 | -104,114 | 42,1519 | 8,818 | -53,1442 |
| 1650 | 14,02 | 38,836 | -104,209 | 43,4041 | 7,901 | -52,9037 |
| 1700 | 14,04 | 38,841 | -104,492 | 44,6671 | 7,065 | -52,7596 |
| 1750 | 14,04 | 38,841 | -104,492 | 45,9291 | 9,660 | -48,9024 |
| 1800 | 14,06 | 38,848 | -104,775 | 47,2226 | 9,920 | -47,6326 |
| 1850 | 14,10 | 38,862 | -105,342 | 48,5380 | 10,241 | -46,5624 |
| 1900 | 14,12 | 38,869 | -105,625 | 49,8282 | 10,546 | -45,2503 |
| 1950 | 14,13 | 38,872 | -105,719 | 51,1020 | 10,798 | -43,8192 |
| 2005 | 14,14 | 38,874 | -105,814 | 52,4963 | 11,074 | -42,2431 |
| 2050 | 14,15 | 38,874 | -105,814 | 53,6128 | 11,317 | -40,8836 |
| 2100 | 14,16 | 38,875 | -105,908 | 54,8548 | 11,590 | -39,4631 |
| 2150 | 14,17 | 38,877 | -106,002 | 56,1040 | 11,866 | -38,0323 |
| 2200 | 14,18 | 38,879 | -106,002 | 57,3638 | 12,142 | -36,4961 |

Πίνακας 2.13 Επεξήγηση των στηλών

- 1 Πίεση (p) σε dbar.
- 2 Θερμοκρασία (t) σε °C (ανά δεκαδικές θέσεις).
- 3 Αλατότητα (S) (ανά 3 δεκαδικές θέσεις).
- 4 Απόκλιση ειδικού όγκου in situ $\delta(S,t,0)$ από τον Πίνακα 2.5.
- 5 $\bar{\delta}$ η μέση τιμή του $\delta(S,t,0)$ ανάμεσα σε δυο συνεχόμενα επίπεδα ($\Delta p = p_n - p_{n-1}$)
- 6 Απόκλιση δυναμικού βάθους για κάθε στρώμα (ΔD), ($10^{-5} \bar{\delta} \Delta p$, σε δυναμικά μέτρα)
- 7 Απόκλιση δυναμικού βάθους από την επιφάνεια σε κάθε επίπεδο ($\Sigma \Delta D$), σε δυναμικά μέτρα.
- 8 Τιμές του μεγέθους $10^{-5} \bar{\rho} \bar{\delta} \Delta p$ (προϊόν της στήλης 6 και του $\bar{\rho}$, της κεντρικής πίεσης του στρώματος), για κάθε στρώμα.
- 9 Σύνολο των τιμών της στήλης 8 από επάνω.
- 10 Απόκλιση δυναμικής ενέργειας χ σε μονάδες 10^{-3} kg/s^2 (10^{-5} J/m^2). (Διαίρεση της στήλης 9 με την επιτάχυνση βαρύτητας g , για κάθε σταθμό)

Πίνακας 2.13 Σταθμός 1 Κρητικό Πέλαγος. Υπολογισμός αποκλίσεων δυναμικού ύψους και δυναμικής ενέργειας

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------|--------|--------|----------|------------|---------|-----------|----------|-----------|---------|
| 1 | 15,042 | 38,882 | -80,7086 | | | 0 | | 0 | 0 |
| 10 | 15,052 | 38,895 | -81,6578 | -80,991580 | -0,7289 | -0,7289 | -4,01 | -4,01 | -0,4 |
| 20 | 15,036 | 38,898 | -81,8763 | -81,244479 | -0,8124 | -1,5414 | -12,19 | -16,20 | -1,6 |
| 30 | 14,956 | 38,938 | -86,6231 | -83,288970 | -0,8329 | -2,3743 | -20,82 | -37,02 | -3,8 |
| 50 | 14,701 | 38,903 | -89,4621 | -86,419060 | -1,7284 | -4,1026 | -69,14 | -106,15 | -10,8 |
| 70 | 14,583 | 38,895 | -91,4124 | -88,015931 | -1,7603 | -5,8630 | -105,62 | -211,77 | -21,5 |
| 100 | 14,564 | 38,920 | -93,6343 | -89,097349 | -2,6729 | -8,5359 | -227,20 | -438,97 | -44,6 |
| 150 | 14,477 | 38,928 | -96,0262 | -90,255910 | -4,5128 | -13,0487 | -564,10 | -1003,07 | -102,0 |
| 200 | 14,422 | 38,922 | -96,7302 | -90,418106 | -4,5209 | -17,5696 | -791,16 | -1794,23 | -182,5 |
| 250 | 14,369 | 38,912 | -97,1003 | -89,434768 | -4,4717 | -22,0413 | -1006,14 | -2800,37 | -284,8 |
| 300 | 14,359 | 38,912 | -97,3080 | -88,361909 | -4,4181 | -26,4594 | -1214,98 | -4015,35 | -408,4 |
| 350 | 14,327 | 38,903 | -97,3150 | -86,674782 | -4,3337 | -30,7932 | -1408,47 | -5423,81 | -551,7 |
| 400 | 14,220 | 38,876 | -97,5645 | -84,887582 | -4,2444 | -35,0375 | -1591,64 | -7015,45 | -713,6 |
| 450 | 14,206 | 38,877 | -97,9283 | -83,572664 | -4,1786 | -39,2162 | -1775,92 | -8791,37 | -894,2 |
| 500 | 14,107 | 38,844 | -97,5731 | -81,989687 | -4,0995 | -43,3156 | -1947,26 | -10738,63 | -1092,3 |
| 550 | 14,002 | 38,820 | -98,0003 | -80,516790 | -4,0258 | -47,3415 | -2113,57 | -12852,19 | -1307,3 |
| 600 | 13,976 | 38,815 | -98,1708 | -79,306280 | -3,9653 | -51,3068 | -2280,06 | -15132,25 | -1539,2 |
| 650 | 13,917 | 38,801 | -98,3618 | -77,944807 | -3,8972 | -55,2040 | -2435,78 | -17568,02 | -1786,9 |
| 700 | 13,870 | 38,788 | -98,3613 | -76,497813 | -3,8249 | -59,0289 | -2581,80 | -20149,83 | -2049,5 |
| 750 | 13,849 | 38,784 | -98,4894 | -75,003727 | -3,7502 | -62,7791 | -2718,89 | -22868,71 | -2326,1 |
| 800 | 13,843 | 38,780 | -98,3171 | -73,402384 | -3,6701 | -66,4492 | -2844,34 | -25713,05 | -2615,4 |
| 850 | 13,834 | 38,781 | -98,5705 | -71,856653 | -3,5928 | -70,0421 | -2964,09 | -28677,14 | -2916,9 |
| 900 | 13,837 | 38,778 | -98,2911 | -70,252466 | -3,5126 | -73,5547 | -3073,55 | -31750,68 | -3229,5 |
| 950 | 13,849 | 38,785 | -98,5625 | -68,677978 | -3,4339 | -76,9886 | -3176,36 | -34927,04 | -3552,6 |
| 1000 | 13,859 | 38,790 | -98,7279 | -67,353013 | -3,3677 | -80,3562 | -3283,46 | -38210,50 | -3886,6 |
| 1050 | 13,876 | 38,792 | -98,5337 | -65,778932 | -3,2889 | -83,6452 | -3371,17 | -41581,67 | -4229,5 |
| 1100 | 13,889 | 38,796 | -98,5661 | -64,120404 | -3,2060 | -86,8512 | -3446,47 | -45028,14 | -4580,0 |
| 1150 | 13,909 | 38,801 | -98,5265 | -62,506854 | -3,1253 | -89,9766 | -3516,01 | -48544,15 | -4937,6 |
| 1200 | 13,923 | 38,805 | -98,5309 | -60,851115 | -3,0426 | -93,0191 | -3575,00 | -52119,16 | -5301,3 |
| 1250 | 13,941 | 38,810 | -98,5260 | -59,235568 | -2,9618 | -95,9809 | -3628,18 | -55747,33 | -5670,3 |
| 1300 | 13,953 | 38,812 | -98,4251 | -57,592725 | -2,8796 | -98,8605 | -3671,54 | -59418,87 | -6043,7 |
| 1350 | 13,968 | 38,815 | -98,3355 | -55,949522 | -2,7975 | -101,6580 | -3706,66 | -63125,53 | -6420,8 |
| 1400 | 13,984 | 38,818 | -98,2253 | -54,334814 | -2,7167 | -104,3747 | -3735,52 | -66861,05 | -6800,7 |
| 1450 | 13,991 | 38,819 | -98,1542 | -52,697074 | -2,6349 | -107,0096 | -3754,67 | -70615,71 | -7182,6 |
| 1500 | 13,996 | 38,820 | -98,1242 | -51,070837 | -2,5535 | -109,5631 | -3766,47 | -74382,19 | -7565,7 |
| 1550 | 14,025 | 38,829 | -98,1802 | -49,494265 | -2,4747 | -112,0379 | -3773,94 | -78156,12 | -7949,6 |
| 1600 | 14,038 | 38,830 | -97,9833 | -47,843693 | -2,3922 | -114,4300 | -3767,69 | -81923,81 | -8332,8 |
| 1650 | 14,053 | 38,833 | -97,8909 | -46,138247 | -2,3069 | -116,7369 | -3748,73 | -85672,55 | -8714,1 |
| 1700 | 14,067 | 38,835 | -97,7463 | -44,454503 | -2,2227 | -118,9597 | -3723,06 | -89395,61 | -9092,8 |

Πίνακας 2.14 Επεξήγηση των στηλών

- 1 Πίεση (p) σε dbar.
- 2 Θερμοκρασία (t) σε $^{\circ}\text{C}$ (ανά δεκαδικές θέσεις).
- 3 Αλατότητα (S) (ανά 3 δεκαδικές θέσεις).
- 4 Απόκλιση ειδικού όγκου *in situ* $\delta(S,t,0)$ από τον Πίνακα 2.5.
- 5 $\bar{\delta}$ η μέση τιμή του $\delta(S,t,0)$ ανάμεσα σε δυο συνεχόμενα επίπεδα ($\Delta p = p_n - p_{n-1}$)
- 6 Απόκλιση δυναμικού βάθους για κάθε στρώμα (ΔD), ($10^{-5} \bar{\delta} \Delta p$, σε δυναμικά μέτρα)
- 7 Απόκλιση δυναμικού βάθους από την επιφάνεια σε κάθε επίπεδο ($\Sigma \Delta D$), σε δυναμικά μέτρα.
- 8 Τιμές του μεγέθους $10^{-5} \bar{\rho} \bar{\delta} \Delta p$ (προϊόν της στήλης 6 και του $\bar{\rho}$, της κεντρικής πίεσης του στρώματος), για κάθε στρώμα.
- 9 Σύνολο των τιμών της στήλης 8 από επάνω.
- 10 Απόκλιση δυναμικής ενέργειας χ σε μονάδες 10^{-5} kg/s^2 (10^{-5} J/m^2). (Διαίρεση της στήλης 9 με την επιτάχυνση βαρύτητας g , για κάθε σταθμό)

Πίνακας 2.14 Σταθμός 89 Κρητικό Πέλαγος. Υπολογισμός αποκλίσεων δυναμικού ύψους και δυναμικής ενέργειας.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------|-------|--------|----------|-----------|---------|-----------|----------|------------|----------|
| 2 | 15.44 | 38.973 | -78.6326 | | | 0 | | 0 | 0 |
| 10 | 15.45 | 38.973 | -78,5793 | -78,6060 | -0,6211 | -0,6211 | -3,73 | -3,73 | -0,4 |
| 20 | 15.45 | 38.976 | -78.6054 | -78,5924 | -0,7762 | -1,3973 | -11,64 | -15,37 | -1,6 |
| 30 | 15.50 | 38,997 | -79,0767 | -78,8410 | -0,7787 | -2,1759 | -19,47 | -34,84 | -3,6 |
| 50 | 15.43 | 39,000 | -80,6852 | -79,8809 | -1,5782 | -3,7541 | -63,13 | -97,96 | -10,0 |
| 70 | 15.41 | 39,006 | -81,6106 | -81,1479 | -1,6035 | -5,3576 | -96,21 | -194,17 | -19,8 |
| 100 | 15.41 | 39,026 | -82,9214 | -82,2660 | -2,4388 | -7,7964 | -207,30 | -401,47 | -41,0 |
| 150 | 14.36 | 38,879 | -90,4431 | -86,6822 | -4,2855 | -12,0819 | -535,69 | -937,16 | -95,7 |
| 200 | 14.06 | 38,826 | -91,5019 | -90,9725 | -4,5000 | -16,5820 | -787,51 | -1724,67 | -176,0 |
| 250 | 13.99 | 38,823 | -91,1372 | -91,3195 | -4,5174 | -21,0994 | -1016,41 | -2741,08 | -279,8 |
| 300 | 13.96 | 38,816 | -89,9057 | -90,5215 | -4,4775 | -25,5769 | -1231,31 | -3972,39 | -405,5 |
| 350 | 13.91 | 38,806 | -88,6727 | -89,2892 | -4,4159 | -29,9928 | -1435,17 | -5407,56 | -551,9 |
| 415 | 13.81 | 38,783 | -87,0809 | -87,8768 | -5,6489 | -35,6416 | -2160,70 | -7568,26 | -772,5 |
| 450 | 13.79 | 38,779 | -86,2571 | -86,6690 | -2,9994 | -38,6411 | -1297,26 | -8865,51 | -904,9 |
| 500 | 13.76 | 38,772 | -84,8656 | -85,5613 | -4,2295 | -42,8706 | -2009,03 | -10874,54 | -1110,0 |
| 550 | 13.75 | 38,770 | -83,5145 | -84,1900 | -4,1610 | -47,0316 | -2184,52 | -13059,06 | -1332,9 |
| 600 | 13.76 | 38,770 | -82,0552 | -82,7849 | -4,0907 | -51,1224 | -2352,17 | -15411,24 | -1573,0 |
| 650 | 13.75 | 38,769 | -80,6588 | -81,3570 | -4,0194 | -55,1417 | -2512,10 | -17923,33 | -1829,4 |
| 700 | 13.73 | 38,764 | -79,2835 | -79,9712 | -3,9501 | -59,0918 | -2666,30 | -20589,64 | -2101,6 |
| 750 | 13.75 | 38,768 | -77,7695 | -78,5265 | -3,8779 | -62,9696 | -2811,44 | -23401,08 | -2388,5 |
| 800 | 13.76 | 38,769 | -76,2644 | -77,0169 | -3,8024 | -66,7720 | -2946,85 | -26347,93 | -2689,3 |
| 850 | 13.76 | 38,770 | -74,7600 | -75,5122 | -3,7272 | -70,4992 | -3074,91 | -29422,84 | -3003,2 |
| 900 | 13.77 | 38,772 | -73,2543 | -74,0072 | -3,6519 | -74,1511 | -3195,43 | -32618,26 | -3329,3 |
| 950 | 13.76 | 38,768 | -71,8478 | -72,5511 | -3,5791 | -77,7302 | -3310,69 | -35928,96 | -3667,2 |
| 1000 | 13.77 | 38,768 | -70,3251 | -71,0864 | -3,5059 | -81,2361 | -3418,26 | -39347,21 | -4016,1 |
| 1050 | 13.78 | 38,770 | -68,9582 | -69,6417 | -3,4337 | -84,6698 | -3519,52 | -42866,73 | -4375,4 |
| 1100 | 13.79 | 38,771 | -67,4011 | -68,1797 | -3,3606 | -88,0304 | -3612,63 | -46479,37 | -4744,1 |
| 1150 | 13.80 | 38,774 | -65,8760 | -66,6385 | -3,2835 | -91,3139 | -3693,99 | -50173,35 | -5121,1 |
| 1200 | 13.82 | 38,779 | -64,3327 | -65,1043 | -3,2068 | -94,5208 | -3768,04 | -53941,39 | -5505,7 |
| 1250 | 13.86 | 38,790 | -62,9857 | -63,6592 | -3,1346 | -97,6554 | -3839,88 | -57781,28 | -5897,7 |
| 1300 | 13.89 | 38,800 | -61,5445 | -62,2651 | -3,0649 | -100,7203 | -3907,75 | -61689,03 | -6296,5 |
| 1350 | 13.91 | 38,805 | -60,1112 | -60,8279 | -2,9931 | -103,7133 | -3965,80 | -65654,82 | -6701,3 |
| 1400 | 13.95 | 38,815 | -58,7371 | -59,4242 | -2,9229 | -106,6362 | -4018,96 | -69673,78 | -7111,5 |
| 1450 | 13.97 | 38,822 | -57,3017 | -58,0194 | -2,8527 | -109,4889 | -4065,03 | -73738,81 | -7526,4 |
| 1500 | 14.00 | 38,830 | -55,8528 | -56,5773 | -2,7806 | -112,2694 | -4101,32 | -77840,13 | -7945,1 |
| 1550 | 14.01 | 38,831 | -54,5047 | -55,1788 | -2,7106 | -114,9801 | -4133,73 | -81973,86 | -8367,0 |
| 1600 | 14.01 | 38,834 | -53,1442 | -53,8245 | -2,6429 | -117,6230 | -4162,62 | -86136,48 | -8791,9 |
| 1650 | 14.02 | 38,836 | -52,9037 | -53,40239 | -2,6029 | -120,2259 | -4229,75 | -90366,23 | -9223,6 |
| 1700 | 14.04 | 38,841 | -52,7596 | -52,8316 | -2,5933 | -122,8192 | -4343,81 | -94710,03 | -9667,0 |
| 1750 | 14.04 | 38,841 | -48,9024 | -50,8310 | -2,4933 | -125,3125 | -4300,93 | -99010,96 | -10105,9 |
| 1800 | 14.06 | 38,848 | -47,6326 | -48,2675 | -2,3651 | -127,6777 | -4198,11 | -103209,07 | -10534,4 |
| 1850 | 14.10 | 38,862 | -46,5624 | -47,0975 | -2,3066 | -129,9843 | -4209,62 | -107418,69 | -10964,1 |
| 1900 | 14.12 | 38,869 | -45,2503 | -45,9063 | -2,2471 | -132,2314 | -4213,30 | -111631,99 | -11394,2 |
| 1950 | 14.13 | 38,872 | -43,8192 | -44,5347 | -2,1785 | -134,4099 | -4193,66 | -115825,65 | -11822,2 |
| 2005 | 14.14 | 38,874 | -42,2431 | -43,0311 | -2,3137 | -136,7236 | -4575,32 | -120400,98 | -12289,2 |
| 2050 | 14.15 | 38,874 | -40,8836 | -41,5634 | -1,8270 | -138,5506 | -3704,20 | -124105,18 | -12667,3 |
| 2100 | 14.16 | 38,875 | -39,4631 | -40,1734 | -1,9605 | -140,5111 | -4068,01 | -128173,19 | -13082,5 |

Πίνακας 2.15 Επεξήγηση στηλών

- 1 Πίεση (p) σε dbar. 2.3
- 2,3 Θερμοκρασία (t) και αλατότητα (S).
- 4,5 Μέσες τιμές της θερμοκρασίας και της αλατότητας.
- 6-8 Τιμές σύμφωνα με τον τύπο (19)
- 9 Άθροισμα των στηλών 6, 7 και 8 ($\alpha(S,t,p)$).
- 10 Κάθετη κλίση θερμοκρασίας ($\times 10^{-4}$)(dt/dp).
- 11-13 Τιμές σύμφωνα με τον τύπο (21)
- 14 Άθροισμα των στηλών 11, 12 και 13 ($\Gamma(S,t,p)$).
- 15 Στήλη 10 μείον τη στήλη 14 ($dt/dp - \Gamma$).
- 16 Θερμοκρασία ως μέρος της σταθερότητας (το αρνητικό γινόμενο των στηλών 9 και 15) ($-\alpha(dt/dp) = E_t$)
- 17-19 Τιμές σύμφωνα με τον τύπο (18)
- 20 Άθροισμα των στηλών 17, 18 και 19 ($\beta(S,t,p)$).
- 21 Κατακόρυφη κλίση αλατότητας ($\times 10^4$) (dS/dp).
- 22 Αλατότητα ως μέρος της σταθερότητας (το γινόμενο των στηλών 20 και 21) (E_s).
- 23 Συνολική σταθερότητα (το άθροισμα των στηλών 16 και 22) (E).

Σημείωση: Οι τιμές των στηλών 16, 22 και 23 είναι σε μονάδες 10^{-8} m^{-1} .

Πίνακας 2.15 Σταθμός 1 Κρητικού Πελάγους, υπολογισμός της κατακόρυφης σταθερότητας Ε με τη μέθοδο Hesselberg – Sverdrup.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|------|--------|--------|------|------|------|------|-----|------|--------|------|------|----|------|--------|-------|------|-------|------|------|--------|--------|-------|----|
| 1 | 15,042 | 38,882 | 15,0 | 38,9 | 2,22 | 0,00 | 0,0 | 2,22 | 11,1 | 1,55 | 0,00 | 0 | 1,55 | 9,6 | -21,2 | 7,50 | 0,00 | 0,00 | 7,50 | 14,44 | 108,3 | 87,1 | |
| 10 | 15,052 | 38,895 | 15,0 | 38,9 | 2,22 | 0,00 | 0,0 | 2,22 | -16,0 | 1,55 | 0,00 | 0 | 1,55 | -17,6 | 39,0 | 7,50 | 0,00 | 0,00 | 7,50 | 3,00 | 22,5 | 61,5 | |
| 20 | 15,036 | 38,898 | 15,0 | 38,9 | 2,22 | 0,00 | 0,0 | 2,22 | -80,0 | 1,55 | 0,00 | 0 | 1,55 | -81,6 | 181,0 | 7,50 | 0,00 | 0,00 | 7,50 | 40,00 | 300,0 | 481,0 | |
| 30 | 14,956 | 38,938 | 15,0 | 38,9 | 2,22 | 0,00 | 0,0 | 2,22 | -127,5 | 1,53 | 0,00 | 0 | 1,53 | -129,0 | 285,2 | 7,51 | 0,00 | 0,00 | 7,51 | -17,50 | -131,4 | 153,7 | |
| 50 | 14,701 | 38,903 | 14,8 | 38,9 | 2,20 | 0,01 | 0,0 | 2,21 | -59,0 | 1,52 | 0,00 | 0 | 1,52 | -60,5 | 132,5 | 7,51 | 0,00 | 0,00 | 7,51 | -4,00 | -30,0 | 102,5 | |
| 70 | 14,583 | 38,895 | 14,6 | 38,9 | 2,18 | 0,01 | 0,0 | 2,19 | -6,3 | 1,53 | 0,01 | 0 | 1,54 | -7,9 | 17,2 | 7,52 | -0,01 | 0,00 | 7,51 | 8,33 | 62,6 | 79,8 | |
| 100 | 14,564 | 38,920 | 14,6 | 38,9 | 2,18 | 0,01 | 0,0 | 2,19 | -17,4 | 1,54 | 0,02 | 0 | 1,56 | -19,0 | 41,5 | 7,52 | -0,01 | 0,00 | 7,51 | 1,60 | 12,0 | 53,5 | |
| 150 | 14,477 | 38,928 | 14,5 | 38,9 | 2,17 | 0,02 | 0,0 | 2,19 | -11,0 | 1,53 | 0,03 | 0 | 1,56 | -12,6 | 27,5 | 7,52 | -0,02 | 0,00 | 7,50 | -1,20 | -9,0 | 18,5 | |
| 200 | 14,422 | 38,922 | 14,4 | 38,9 | 2,17 | 0,02 | 0,0 | 2,19 | -10,6 | 1,54 | 0,04 | 0 | 1,58 | -12,2 | 26,8 | 7,52 | -0,02 | 0,00 | 7,50 | -2,00 | -15,0 | 11,8 | |
| 250 | 14,369 | 38,912 | 14,4 | 38,9 | 2,17 | 0,03 | 0,0 | 2,20 | -2,0 | 1,54 | 0,05 | 0 | 1,59 | -3,6 | 7,9 | 7,52 | -0,03 | 0,00 | 7,49 | 0,00 | 0,0 | 7,9 | |
| 300 | 14,359 | 38,912 | 14,4 | 38,9 | 2,17 | 0,04 | 0,0 | 2,21 | -6,4 | 1,54 | 0,06 | 0 | 1,6 | -8,0 | 17,6 | 7,53 | -0,03 | 0,00 | 7,50 | -1,80 | -13,5 | 4,1 | |
| 350 | 14,327 | 38,903 | 14,3 | 38,9 | 2,15 | 0,05 | 0,0 | 2,20 | -21,4 | 1,55 | 0,07 | 0 | 1,62 | -23,0 | 50,6 | 7,53 | -0,04 | 0,00 | 7,49 | -5,40 | -40,4 | 10,2 | |
| 400 | 14,220 | 38,876 | 14,3 | 38,9 | 2,15 | 0,05 | 0,0 | 2,20 | -2,8 | 1,55 | 0,07 | 0 | 1,62 | -4,4 | 9,7 | 7,53 | -0,04 | 0,00 | 7,49 | 0,20 | 1,5 | 11,2 | |
| 450 | 14,206 | 38,877 | 14,2 | 38,9 | 2,14 | 0,06 | 0,0 | 2,20 | -19,8 | 1,55 | 0,07 | 0 | 1,62 | -21,4 | 47,3 | 7,53 | -0,05 | 0,01 | 7,49 | -6,60 | -49,4 | 2,1 | |
| 500 | 14,107 | 38,844 | 14,0 | 38,8 | 2,12 | 0,08 | 0,0 | 2,20 | -5,2 | 1,55 | 0,08 | 0 | 1,63 | -6,8 | 15,0 | 7,53 | -0,06 | 0,01 | 7,48 | -1,00 | -7,5 | 7,5 | |
| 600 | 13,976 | 38,815 | 13,9 | 38,8 | 2,12 | 0,09 | 0,0 | 2,21 | -9,4 | 1,55 | 0,09 | 0 | 1,64 | -11,0 | 24,4 | 7,53 | -0,07 | 0,03 | 7,49 | -2,60 | -19,5 | 4,9 | |
| 700 | 13,870 | 38,788 | 13,8 | 38,8 | 2,10 | 0,13 | 0,0 | 2,23 | -1,2 | 1,55 | 0,09 | 0 | 1,64 | -2,8 | 6,3 | 7,52 | -0,09 | 0,05 | 7,48 | -0,80 | -6,0 | 0,3 | |
| 800 | 13,843 | 38,780 | 13,8 | 38,8 | 2,10 | 0,14 | 0,0 | 2,24 | 0,6 | 1,55 | 0,10 | 0 | 1,65 | -1,0 | 2,4 | 7,52 | -0,10 | 0,06 | 7,48 | -0,60 | -4,5 | 2,1 | |
| 900 | 13,837 | 38,778 | 13,8 | 38,8 | 2,10 | 0,14 | 0,0 | 2,24 | 2,0 | 1,58 | 0,11 | 0 | 1,69 | 0,3 | -0,7 | 7,53 | -0,11 | 0,08 | 7,50 | 1,00 | 7,5 | 6,8 | |
| 1000 | 13,859 | 38,790 | 13,9 | 38,8 | 2,12 | 0,15 | 0,0 | 2,27 | 2,6 | 1,59 | 0,12 | 0 | 1,71 | 0,9 | -2,0 | 7,53 | -0,12 | 0,10 | 7,51 | 0,80 | 6,0 | 4,0 | |
| 1100 | 13,889 | 38,796 | 13,9 | 38,8 | 2,12 | 0,17 | 0,0 | 2,29 | 2,8 | 1,59 | 0,13 | 0 | 1,72 | 1,1 | -2,5 | 7,53 | -0,13 | 0,12 | 7,52 | 0,80 | 6,0 | 3,5 | |
| 1200 | 13,923 | 38,805 | 13,9 | 38,8 | 2,12 | 0,18 | 0,0 | 2,30 | 2,4 | 1,59 | 0,14 | 0 | 1,73 | 0,7 | -1,6 | 7,53 | -0,14 | 0,14 | 7,53 | 0,40 | 3,0 | 1,5 | |
| 1300 | 13,953 | 38,812 | 14,0 | 38,8 | 2,13 | 0,21 | 0,0 | 2,34 | 3,2 | 1,63 | 0,15 | 0 | 1,78 | 1,4 | -3,3 | 7,54 | -0,15 | 0,16 | 7,55 | 0,60 | 4,5 | 1,2 | |
| 1400 | 13,984 | 38,818 | 14,0 | 38,8 | 2,13 | 0,22 | 0,0 | 2,35 | 1,0 | 1,63 | 0,16 | 0 | 1,79 | -0,8 | 1,9 | 7,54 | -0,16 | 0,18 | 7,56 | 0,20 | 1,5 | 3,4 | |
| 1500 | 13,996 | 38,820 | 14,0 | 38,8 | 2,13 | 0,23 | 0,0 | 2,36 | 2,6 | 1,63 | 0,16 | 0 | 1,79 | 0,8 | -1,9 | 7,54 | -0,18 | 0,19 | 7,55 | 0,20 | 1,5 | 0,4 | |
| 1600 | 14,038 | 38,830 | 14,1 | 38,8 | 2,14 | 0,25 | 0,0 | 2,39 | 2,8 | 1,66 | 0,18 | 0 | 1,84 | 1,0 | -2,3 | 7,54 | -0,19 | 0,20 | 7,55 | 0,40 | 3,0 | 0,7 | |
| 1700 | 14,067 | 38,835 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Πίνακας 2.16 Επεξήγηση στηλών

- 1 Πίεση (p) σε dbar. 2.3
- 2,3 Θερμοκρασία (t) και αλατότητα (S).
- 4,5 Μέσες τιμές της θερμοκρασίας και της αλατότητας.
- 6-8 Τιμές σύμφωνα με τον τύπο (19)
- 9 Άθροισμα των στηλών 6, 7 και 8 ($\alpha(S,t,p)$).
- 10 Κάθετη κλίση θερμοκρασίας ($\times 10^{-4}$)(dt/dp).
- 11-13 Τιμές σύμφωνα με τον τύπο (21)
- 14 Άθροισμα των στηλών 11, 12 και 13 ($\Gamma(S,t,p)$).
- 15 Στήλη 10 μείον τη στήλη 14 ($dt/dp - \Gamma$).
- 16 Θερμοκρασία ως μέρος της σταθερότητας (το αρνητικό γινόμενο των στηλών 9 και 15) ($-\alpha(dt/dp) = E_t$)
- 17-19 Τιμές σύμφωνα με τον τύπο (18)
- 20 Άθροισμα των στηλών 17, 18 και 19 ($\beta(S,t,p)$).
- 21 Κατακόρυφη κλίση αλατότητας ($\times 10^{-4}$) (dS/dp).
- 22 Αλατότητα ως μέρος της σταθερότητας (το γινόμενο των στηλών 20 και 21) (E_s).
- 23 Συνολική σταθερότητα (το άθροισμα των στηλών 16 και 22) (E).

Σημείωση: Οι τιμές των στηλών 16, 22 και 23 είναι σε μονάδες 10^{-8} m^{-1} .

Πίνακας 2.16 Σταθμός 89 Κριτικού Πελάγους, υπολογισμός της κατακόρυφης σταθερότητας με τη μέθοδο Hesselberg – Sverdrup.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|--------|------|------|------|------|---|------|-------|------|------|----|------|-------|-------|------|------|------|------|--------|-------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 2 | 15,44 | 38,973 | 15,4 | 39,0 | 2,24 | 0,01 | 0 | 2,25 | 1,7 | 1,58 | 0,01 | 0 | 1,59 | 0,1 | -0,2 | 7,50 | 0,01 | 0,00 | 7,51 | 6,67 | 50,1 | 49,9 |
| 100 | 15,41 | 39,026 | 14,2 | 38,9 | 2,13 | 0,03 | 0 | 2,16 | -61,4 | 1,52 | 0,02 | 0 | 1,54 | -62,9 | 136,0 | 7,51 | 0,02 | 0,00 | 7,53 | -10,60 | -79,8 | 56,1 |
| 200 | 14,06 | 38,826 | 14,0 | 38,8 | 2,11 | 0,04 | 0 | 2,15 | -7,6 | 1,52 | 0,03 | 0 | 1,55 | -9,2 | 19,7 | 7,51 | 0,03 | 0,00 | 7,54 | -1,40 | -10,6 | 9,1 |
| 300 | 13,96 | 38,816 | 13,9 | 38,8 | 2,11 | 0,05 | 0 | 2,16 | -14,8 | 1,52 | 0,03 | 0 | 1,55 | -16,3 | 35,2 | 7,52 | 0,04 | 0,00 | 7,56 | -3,54 | -26,8 | 8,5 |
| 415 | 13,81 | 38,783 | 13,8 | 38,8 | 2,10 | 0,07 | 0 | 2,17 | -5,4 | 1,52 | 0,04 | 0 | 1,56 | -7,0 | 15,1 | 7,52 | 0,05 | 0,00 | 7,57 | -1,40 | -10,6 | 4,5 |
| 500 | 13,76 | 38,772 | 13,8 | 38,8 | 2,10 | 0,09 | 0 | 2,19 | 0,8 | 1,52 | 0,06 | 0 | 1,58 | -0,8 | 1,7 | 7,52 | 0,06 | 0,01 | 7,59 | 0,00 | 0,0 | 1,7 |
| 600 | 13,76 | 38,770 | 13,7 | 38,8 | 2,09 | 0,11 | 0 | 2,20 | -4,0 | 1,54 | 0,07 | 0 | 1,61 | -5,6 | 12,3 | 7,53 | 0,07 | 0,02 | 7,62 | -1,00 | -7,6 | 4,7 |
| 700 | 13,73 | 38,764 | 13,8 | 38,8 | 2,10 | 0,12 | 0 | 2,22 | 1,6 | 1,55 | 0,08 | 0 | 1,63 | 0,0 | 0,1 | 7,54 | 0,09 | 0,02 | 7,65 | 0,20 | 1,5 | 1,6 |
| 800 | 13,76 | 38,769 | 13,8 | 38,8 | 2,10 | 0,13 | 0 | 2,23 | 2,0 | 1,57 | 0,09 | 0 | 1,66 | 0,3 | -0,8 | 7,54 | 0,09 | 0,02 | 7,65 | 0,40 | 3,1 | 2,3 |
| 900 | 13,77 | 38,772 | 13,8 | 38,8 | 2,10 | 0,15 | 0 | 2,25 | 1,2 | 1,58 | 0,09 | 0 | 1,67 | -0,5 | 1,1 | 7,54 | 0,11 | 0,02 | 7,67 | 0,00 | 0,0 | 1,1 |
| 1000 | 13,77 | 38,768 | 13,8 | 38,8 | 2,10 | 0,17 | 0 | 2,27 | 1,8 | 1,59 | 0,1 | 0 | 1,69 | 0,1 | -0,2 | 7,54 | 0,12 | 0,02 | 7,68 | 0,20 | 1,5 | 1,3 |
| 1100 | 13,79 | 38,771 | 13,8 | 38,8 | 2,10 | 0,19 | 0 | 2,29 | 4,2 | 1,60 | 0,11 | 0 | 1,71 | 2,5 | -5,7 | 7,54 | 0,13 | 0,02 | 7,69 | 1,00 | 7,7 | 2,0 |
| 1200 | 13,82 | 38,779 | 13,9 | 38,8 | 2,11 | 0,2 | 0 | 2,31 | 6,6 | 1,61 | 0,12 | 0 | 1,73 | 4,9 | -11,2 | 7,53 | 0,14 | 0,02 | 7,69 | 2,00 | 15,4 | 4,1 |
| 1300 | 13,89 | 38,800 | 13,9 | 38,8 | 2,11 | 0,21 | 0 | 2,32 | 6,8 | 1,62 | 0,13 | 0 | 1,75 | 5,0 | -11,7 | 7,53 | 0,15 | 0,02 | 7,70 | 2,00 | 15,4 | 3,7 |
| 1400 | 13,95 | 38,815 | 14,0 | 38,8 | 2,12 | 0,22 | 0 | 2,34 | 5,6 | 1,64 | 0,15 | 0 | 1,79 | 3,8 | -8,9 | 7,52 | 0,16 | 0,02 | 7,70 | 1,60 | 12,3 | 3,4 |
| 1500 | 14,00 | 38,830 | 14,0 | 38,8 | 2,12 | 0,24 | 0 | 2,36 | 1,8 | 1,65 | 0,16 | 0 | 1,81 | 0,0 | 0,0 | 7,52 | 0,17 | 0,03 | 7,72 | 0,60 | 4,6 | 4,7 |
| 1600 | 14,01 | 38,834 | 14,0 | 38,8 | 2,12 | 0,25 | 0 | 2,37 | 2,6 | 1,66 | 0,18 | 0 | 1,84 | 0,8 | -1,8 | 7,52 | 0,18 | 0,03 | 7,73 | 1,00 | 7,7 | 5,9 |
| 1700 | 14,04 | 38,841 | 14,1 | 38,8 | 2,13 | 0,26 | 0 | 2,39 | 4,0 | 1,67 | 0,19 | 0 | 1,86 | 2,1 | -5,1 | 7,51 | 0,19 | 0,04 | 7,74 | 1,40 | 10,8 | 5,7 |
| 1800 | 14,06 | 38,848 | 14,1 | 38,9 | 2,14 | 0,28 | 0 | 2,42 | 4,0 | 1,68 | 0,19 | 0 | 1,87 | 2,1 | -5,2 | 7,51 | 0,20 | 0,05 | 7,76 | 1,40 | 10,9 | 5,7 |
| 1900 | 14,12 | 38,869 | 14,1 | 38,9 | 2,14 | 0,28 | 0 | 2,42 | 4,0 | 1,69 | 0,2 | 0 | 1,89 | 0,3 | -0,7 | 7,51 | 0,21 | 0,05 | 7,77 | 0,36 | 2,8 | 2,1 |
| 2005 | 14,14 | 38,874 | 14,2 | 38,9 | 2,13 | 0,29 | 0 | 2,42 | 1,8 | 1,71 | 0,21 | 0 | 1,92 | -0,1 | 0,3 | 7,52 | 0,22 | 0,05 | 7,79 | 0,20 | 1,6 | 1,8 |
| 2100 | 14,16 | 38,875 | 14,2 | 38,9 | 2,13 | 0,31 | 0 | 2,44 | 2,8 | 1,71 | 0,22 | 0 | 1,93 | 0,9 | -2,1 | 7,52 | 0,23 | 0,05 | 7,80 | 0,40 | 3,1 | 1,0 |
| 2200 | 14,18 | 38,879 | 14,2 | 38,9 | 2,13 | 0,32 | 0 | 2,45 | 2,0 | 1,72 | 0,23 | 0 | 1,95 | 0,0 | -0,1 | 7,52 | 0,24 | 0,05 | 7,81 | 0,20 | 1,6 | 1,4 |
| 2300 | 14,20 | 38,881 | 14,2 | 38,9 | 2,13 | 0,32 | 0 | 2,45 | 2,0 | 1,72 | 0,23 | 0 | 1,95 | 0,0 | -0,1 | 7,52 | 0,24 | 0,05 | 7,81 | 0,20 | 1,6 | 1,4 |

Πίνακας 2.17 Επεξήγηση των στηλών

- 1 Πίεση (p) σε dbar.
- 2,3 Θερμοκρασία (t) και αλατότητα (S).
- 4 Θερμοκρασία ως τμήμα της ευστάθειας E_t (από τη στήλη 16 του Πίνακα 2.13)
- 5 Αλατότητα ως μέρος της σταθερότητας E_S (από τη στήλη 22 του πίνακα 2.13)
- 6 Ολική σταθερότητα $E = E_t + E_S$ (από τη στήλη 23 του πίνακα 2.13)
- 7 Αναλογία πυκνότητας $R_p = E_t/E_S$ (στήλη 4/στήλη 5) – αδιάστατη ποσότητα.
- 8 Συχνότητα Brunt – Väisälä \sqrt{gE} (σε μονάδες $10^{-3} s^{-1}$)
- 9 Δυναμική περιδίνηση fE (μονάδες $10^{-11} m^{-1} s^{-1}$)

Πίνακας 2.17 Σταθμός 1 Κρητικού Πελάγους. Υπολογισμός της αναλογίας πυκνότητας, της συχνότητας Brunt – Väisälä και της δυναμικής περιδίνησης

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|------|--------|
| 1 | 15,042 | 38,882 | | | | | | |
| 10 | 15,052 | 38,895 | -21,2 | 108,3 | 87,1 | -0,20 | 2,92 | -12,61 |
| 20 | 15,036 | 38,898 | 39,0 | 22,5 | 61,5 | 1,73 | 2,45 | -8,89 |
| 30 | 14,956 | 38,938 | 181,0 | 300,0 | 481,0 | 0,60 | 6,87 | -69,62 |
| 50 | 14,701 | 38,903 | 285,2 | -131,4 | 153,7 | -2,17 | 3,88 | -22,25 |
| 70 | 14,583 | 38,895 | 132,5 | -30,0 | 102,5 | -4,41 | 3,17 | -14,83 |
| 100 | 14,564 | 38,920 | 17,2 | 62,6 | 79,8 | 0,28 | 2,80 | -11,55 |
| 150 | 14,477 | 38,928 | 41,5 | 12,0 | 53,5 | 3,46 | 2,29 | -7,75 |
| 200 | 14,422 | 38,922 | 27,5 | -9,0 | 18,5 | -3,06 | 1,35 | -2,68 |
| 250 | 14,369 | 38,912 | 26,8 | -15,0 | 11,8 | -1,79 | 1,08 | -1,71 |
| 300 | 14,359 | 38,912 | 7,9 | 0,0 | 7,9 | - | - | - |
| 350 | 14,327 | 38,903 | 17,6 | -13,5 | 4,1 | -1,30 | 0,63 | -0,59 |
| 400 | 14,220 | 38,876 | 50,6 | -40,4 | 10,2 | -1,25 | 1,00 | -1,48 |
| 450 | 14,206 | 38,877 | 9,7 | 1,5 | 11,2 | 6,49 | 1,05 | -1,62 |
| 500 | 14,107 | 38,844 | 47,3 | -49,4 | 2,1 | -0,96 | 0,45 | -0,30 |
| 550 | 14,002 | 38,820 | 49,8 | -36,0 | 13,8 | -1,38 | 1,16 | -2,00 |
| 600 | 13,976 | 38,815 | 15,0 | -7,5 | 7,5 | -2,01 | 0,86 | -1,09 |
| 650 | 13,917 | 38,801 | 29,5 | -21,0 | 8,6 | -1,41 | 0,92 | -1,24 |
| 700 | 13,870 | 38,788 | 24,4 | -19,5 | 4,9 | -1,25 | 0,69 | -0,71 |
| 750 | 13,849 | 38,784 | 13,0 | -6,0 | 7,0 | -2,16 | 0,83 | -1,01 |
| 800 | 13,843 | 38,780 | 6,3 | -6,0 | 0,3 | -1,06 | 0,18 | -0,05 |
| 850 | 13,834 | 38,781 | 7,7 | 1,5 | 9,2 | 5,17 | 0,95 | -1,33 |
| 900 | 13,837 | 38,778 | 2,4 | -4,5 | 2,1 | -0,52 | 0,45 | -0,30 |
| 950 | 13,849 | 38,785 | -1,7 | 10,5 | 8,8 | -0,16 | 0,93 | -1,27 |
| 1000 | 13,859 | 38,790 | -0,7 | 7,5 | 6,8 | -0,09 | 0,82 | -0,98 |
| 1050 | 13,876 | 38,792 | -3,9 | 3,0 | 0,9 | -1,30 | 0,30 | -0,13 |
| 1100 | 13,889 | 38,796 | -2,0 | 6,0 | 4,0 | -0,34 | 0,62 | -0,57 |
| 1150 | 13,909 | 38,801 | -5,3 | 7,5 | 2,3 | -0,70 | 0,47 | -0,33 |
| 1200 | 13,923 | 38,805 | -2,5 | 6,0 | 3,5 | -0,41 | 0,59 | -0,51 |
| 1250 | 13,941 | 38,810 | -4,3 | 7,5 | 3,2 | -0,58 | 0,56 | -0,46 |
| 1300 | 13,953 | 38,812 | -1,6 | 3,0 | 1,5 | -0,52 | 0,38 | -0,21 |
| 1350 | 13,968 | 38,815 | -2,9 | 4,5 | 1,6 | -0,64 | 0,40 | -0,24 |
| 1400 | 13,984 | 38,818 | -3,3 | 4,5 | 1,2 | -0,73 | 0,34 | -0,17 |
| 1450 | 13,991 | 38,819 | 0,9 | 1,5 | 2,4 | 0,59 | 0,48 | -0,35 |
| 1500 | 13,996 | 38,820 | 1,9 | 1,5 | 3,4 | 1,23 | 0,57 | -0,49 |
| 1550 | 14,025 | 38,829 | -9,4 | 13,6 | 4,2 | -0,69 | 0,64 | -0,61 |
| 1600 | 14,038 | 38,830 | -1,9 | 1,5 | 0,4 | -1,27 | 0,20 | -0,06 |
| 1650 | 14,053 | 38,833 | -2,8 | 4,5 | 1,7 | -0,63 | 0,41 | -0,24 |
| 1700 | 14,067 | 38,835 | -2,3 | 3,0 | 0,7 | -0,76 | 0,27 | -0,11 |
| 1705 | 14,069 | 38,835 | -5,1 | 0,0 | 5,1 | - | - | - |
| 1708 | 14,069 | 38,836 | 4,4 | 25,2 | 29,6 | 0,18 | 1,70 | -4,28 |

Πίνακας 2.18 Επεξήγηση στηλών

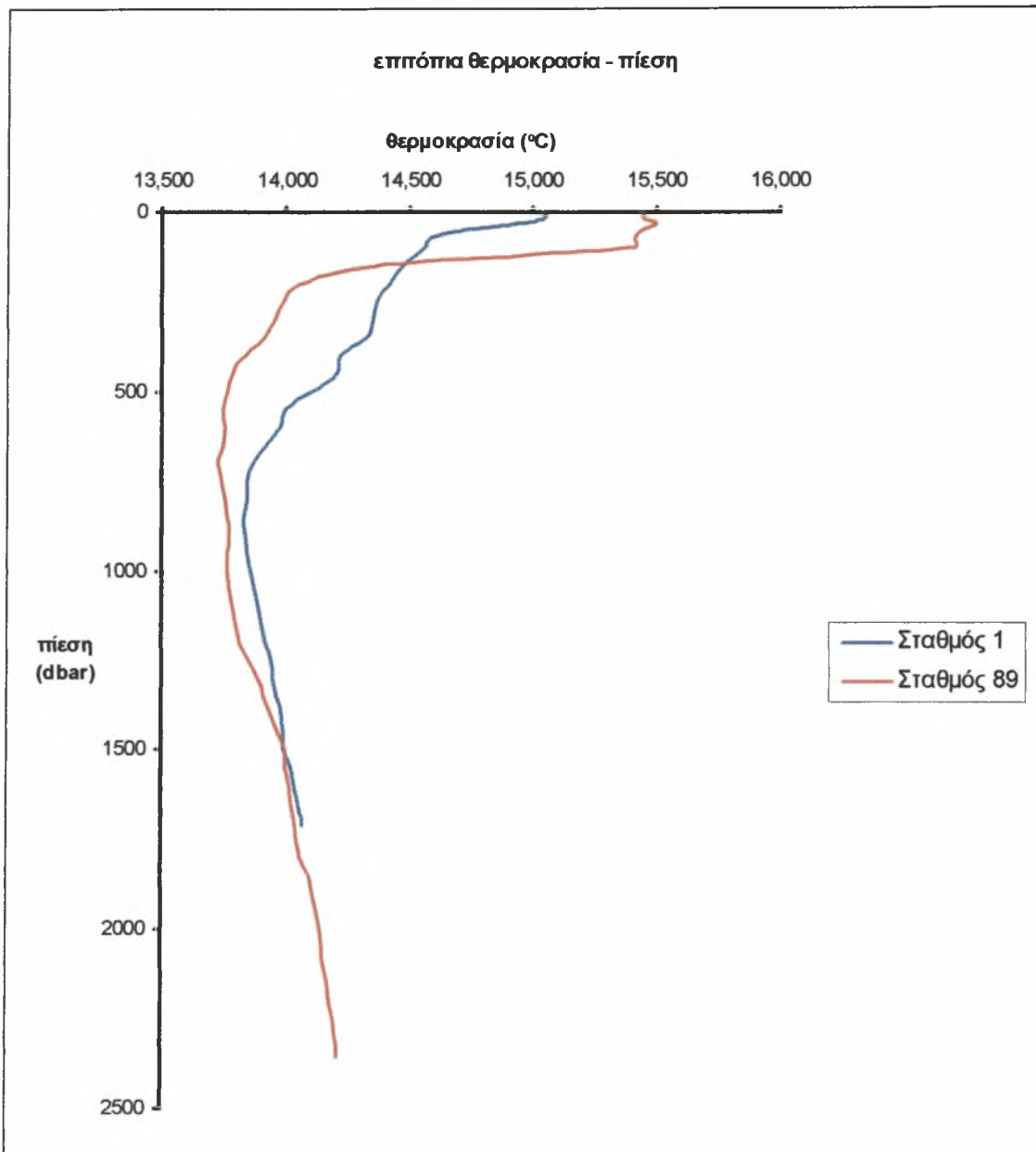
- 1 Πίεση (p) σε dbar.
- 2,3 Θερμοκρασία (t) και αλατότητα (S).
- 4 Θερμοκρασία ως τμήμα της ευστάθειας E_t (από τη στήλη 16 του Πίνακα 2.13)
- 5 Αλατότητα ως μέρος της σταθερότητας E_s (από τη στήλη 22 του πίνακα 2.13)
- 6 Ολική σταθερότητα $E = E_t + E_s$ (από τη στήλη 23 του πίνακα 2.13)
- 7 Αναλογία πυκνότητας $R_p = E_t/E_s$ (στήλη 4/στήλη 5) – αδιάστατη ποσότητα.
- 8 Συχνότητα Brunt – Väisälä \sqrt{gE} (σε μονάδες 10^{-3} s^{-1})
- 9 Δυναμική περιδίνηση fE (μονάδες $10^{-11} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$)

Πίνακας 2.18 Σταθμός 89 Κρητικού Πελάγους. Υπολογισμός της αναλογίας πυκνότητας, της συχνότητας Brunt – Väisälä και της δυναμικής περιδίνησης

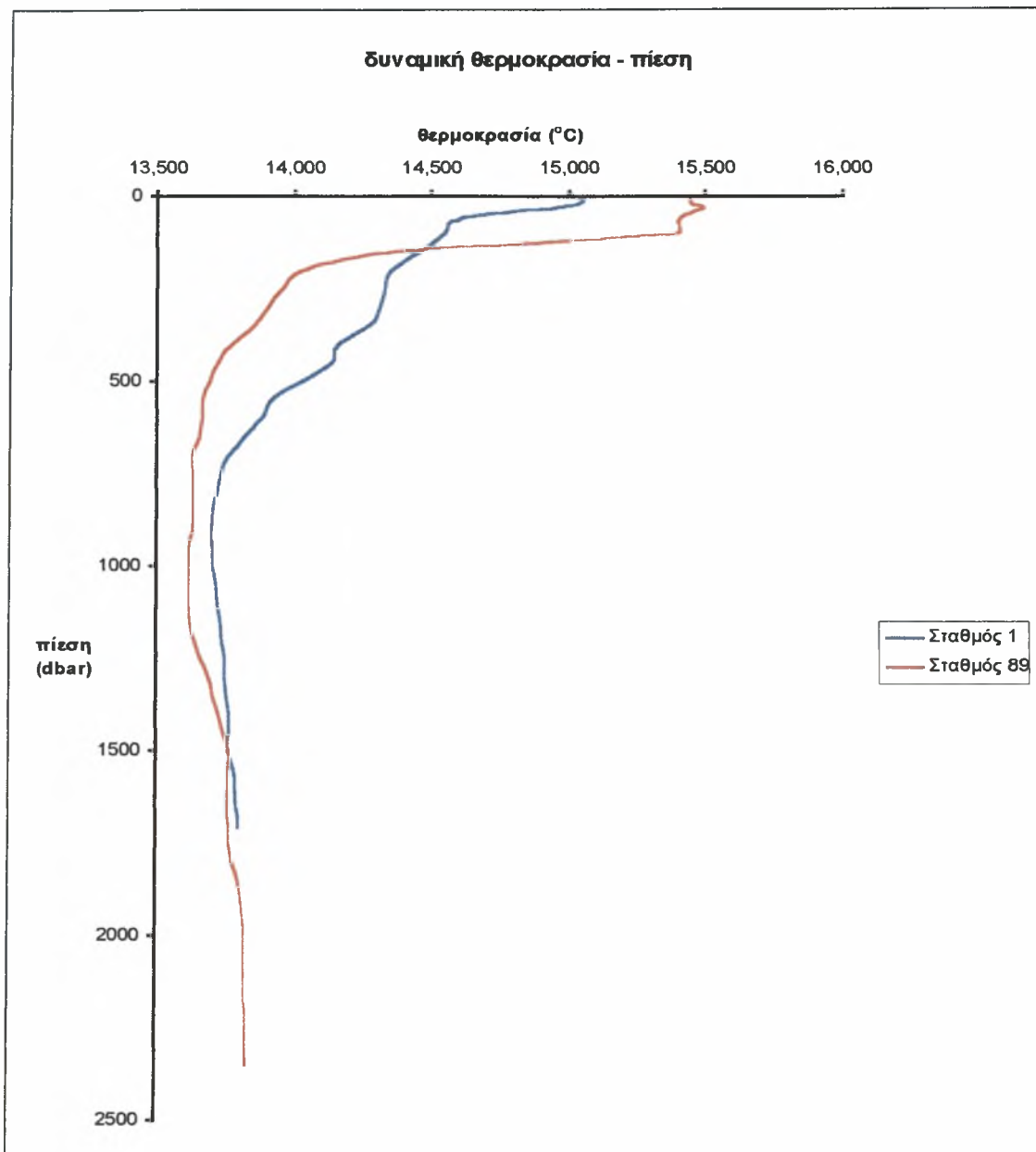
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 2 | 15,44 | 38,973 | | | | | | |
| 10 | 15,45 | 38,973 | -7,7 | 0,0 | 7,7 | - | - | - |
| 20 | 15,45 | 38,976 | -12,1 | 22,5 | 10,4 | -0,54 | 10,07 | -0,65 |
| 30 | 15,50 | 38,997 | -97,7 | 157,5 | 59,8 | -0,62 | 24,21 | -3,73 |
| 50 | 15,43 | 39,000 | 75,6 | 11,3 | 86,8 | 6,72 | 29,17 | -5,42 |
| 70 | 15,41 | 39,006 | 32,8 | 22,5 | 55,3 | 1,46 | 23,28 | -3,45 |
| 100 | 15,41 | 39,026 | -0,2 | 50,1 | 49,9 | 0,00 | 22,11 | -3,11 |
| 150 | 14,36 | 38,879 | 473,9 | -221,4 | 252,5 | -2,14 | 49,74 | -15,77 |
| 200 | 14,06 | 38,826 | 136,0 | -79,8 | 56,1 | -1,70 | 23,45 | -3,50 |
| 250 | 13,99 | 38,823 | 30,4 | -4,5 | 25,9 | -6,72 | 15,92 | -1,61 |
| 300 | 13,96 | 38,816 | 19,7 | -10,6 | 9,1 | -1,86 | 9,45 | -0,57 |
| 350 | 13,91 | 38,806 | 22,8 | -15,1 | 7,7 | -1,51 | 8,67 | -0,48 |
| 415 | 13,81 | 38,783 | 35,2 | -26,8 | 8,5 | -1,32 | 9,12 | -0,53 |
| 450 | 13,79 | 38,779 | 17,6 | -8,7 | 8,9 | -2,03 | 9,34 | -0,56 |
| 500 | 13,76 | 38,772 | 15,1 | -10,6 | 4,5 | -1,43 | 6,64 | -0,28 |
| 550 | 13,75 | 38,770 | 8,7 | -3,0 | 5,6 | -2,85 | 7,42 | -0,35 |
| 600 | 13,76 | 38,770 | 1,7 | 0,0 | 1,7 | - | - | - |
| 650 | 13,75 | 38,769 | 5,2 | -1,5 | 3,7 | -3,44 | 6,03 | -0,23 |
| 700 | 13,73 | 38,764 | 12,3 | -7,6 | 4,7 | -1,62 | 6,80 | -0,29 |
| 750 | 13,75 | 38,768 | -3,1 | 6,1 | 3,0 | -0,50 | 5,46 | -0,19 |
| 800 | 13,76 | 38,769 | 0,1 | 1,5 | 1,6 | 0,04 | 3,96 | -0,10 |
| 850 | 13,76 | 38,770 | 0,5 | 1,5 | 2,1 | 0,35 | 4,50 | -0,13 |
| 900 | 13,77 | 38,772 | -0,8 | 3,1 | 2,3 | -0,25 | 4,75 | -0,14 |
| 950 | 13,76 | 38,768 | 8,2 | -6,1 | 2,1 | -1,34 | 4,50 | -0,13 |
| 1000 | 13,77 | 38,768 | 1,1 | 0,0 | 1,1 | - | - | - |
| 1100 | 13,79 | 38,771 | -0,2 | 1,5 | 1,3 | -0,16 | 3,55 | -0,08 |
| 1200 | 13,82 | 38,779 | -5,7 | 7,7 | 2,0 | -0,74 | 4,41 | -0,12 |
| 1300 | 13,89 | 38,800 | -11,2 | 15,4 | 4,1 | -0,73 | 6,36 | -0,26 |
| 1400 | 13,95 | 38,815 | -11,7 | 15,4 | 3,7 | -0,76 | 6,01 | -0,23 |
| 1500 | 14,00 | 38,830 | -8,9 | 12,3 | 3,4 | -0,72 | 5,78 | -0,21 |
| 1600 | 14,01 | 38,834 | 0,0 | 4,6 | 4,7 | 0,01 | 6,75 | -0,29 |
| 1700 | 14,04 | 38,841 | -1,8 | -7,7 | 5,9 | -0,23 | 7,62 | -0,37 |
| 1800 | 14,06 | 38,848 | -5,1 | 10,8 | 5,7 | -0,47 | 7,49 | -0,36 |
| 1900 | 14,12 | 38,869 | -5,2 | 10,9 | 5,7 | -0,47 | 7,48 | -0,36 |
| 2005 | 14,14 | 38,874 | -0,7 | 2,8 | 2,1 | -0,25 | 4,56 | -0,13 |
| 2100 | 14,16 | 38,875 | 0,3 | 1,6 | 1,8 | 0,19 | 4,26 | -0,12 |
| 2200 | 14,18 | 38,879 | -2,1 | 3,1 | 1,0 | -0,68 | 3,13 | -0,06 |
| 2300 | 14,20 | 38,881 | -0,1 | 1,6 | 1,4 | -0,08 | 3,76 | -0,09 |
| 2340 | 14,21 | 38,881 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | - | - | - |

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ 2^ο ΜΕΡΟΥΣ

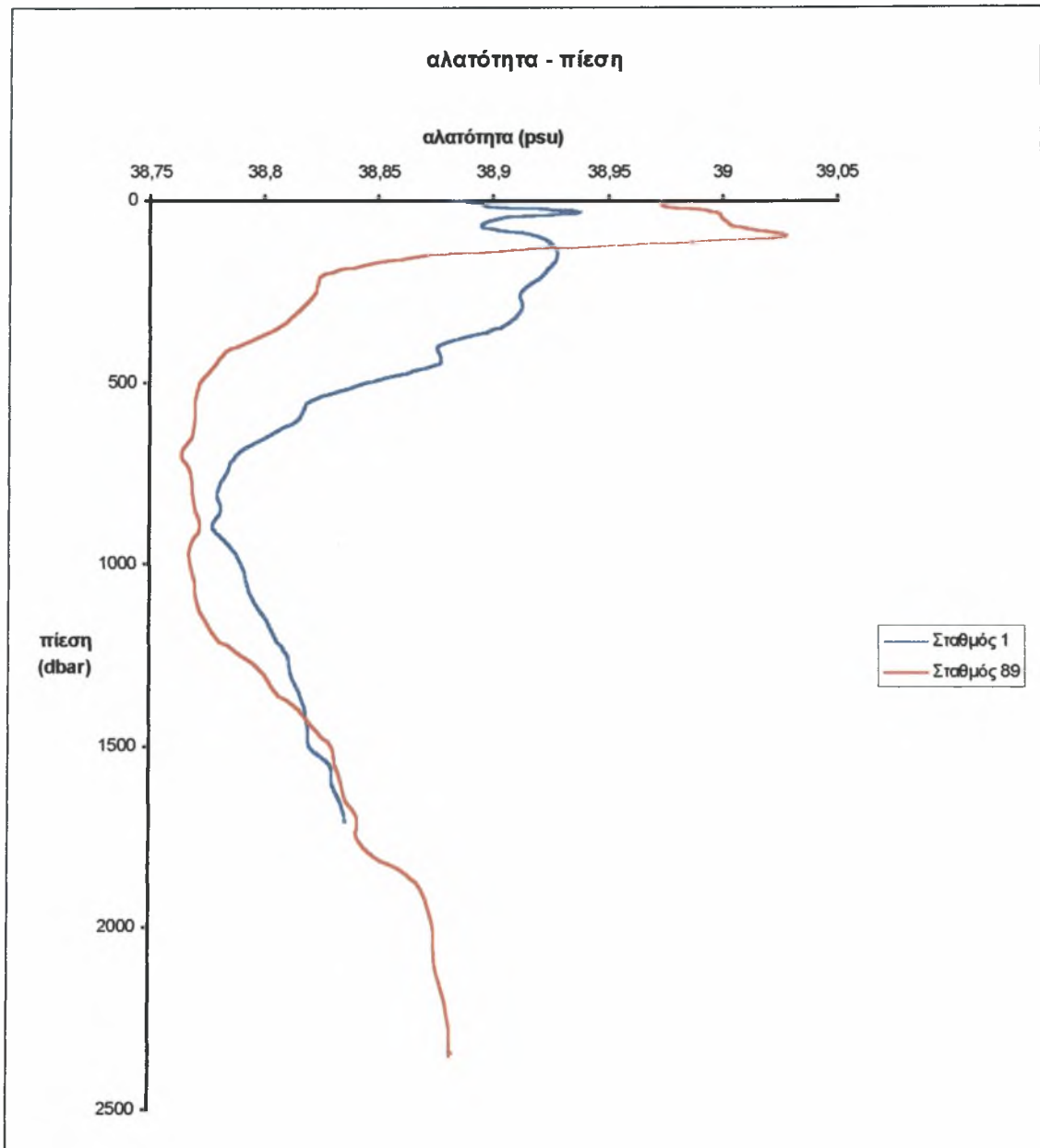
Διάγραμμα 1: Επιτόπια θερμοκρασία (°C) στους δύο υπό μελέτη σταθμούς του Κρητικού Πελάγους



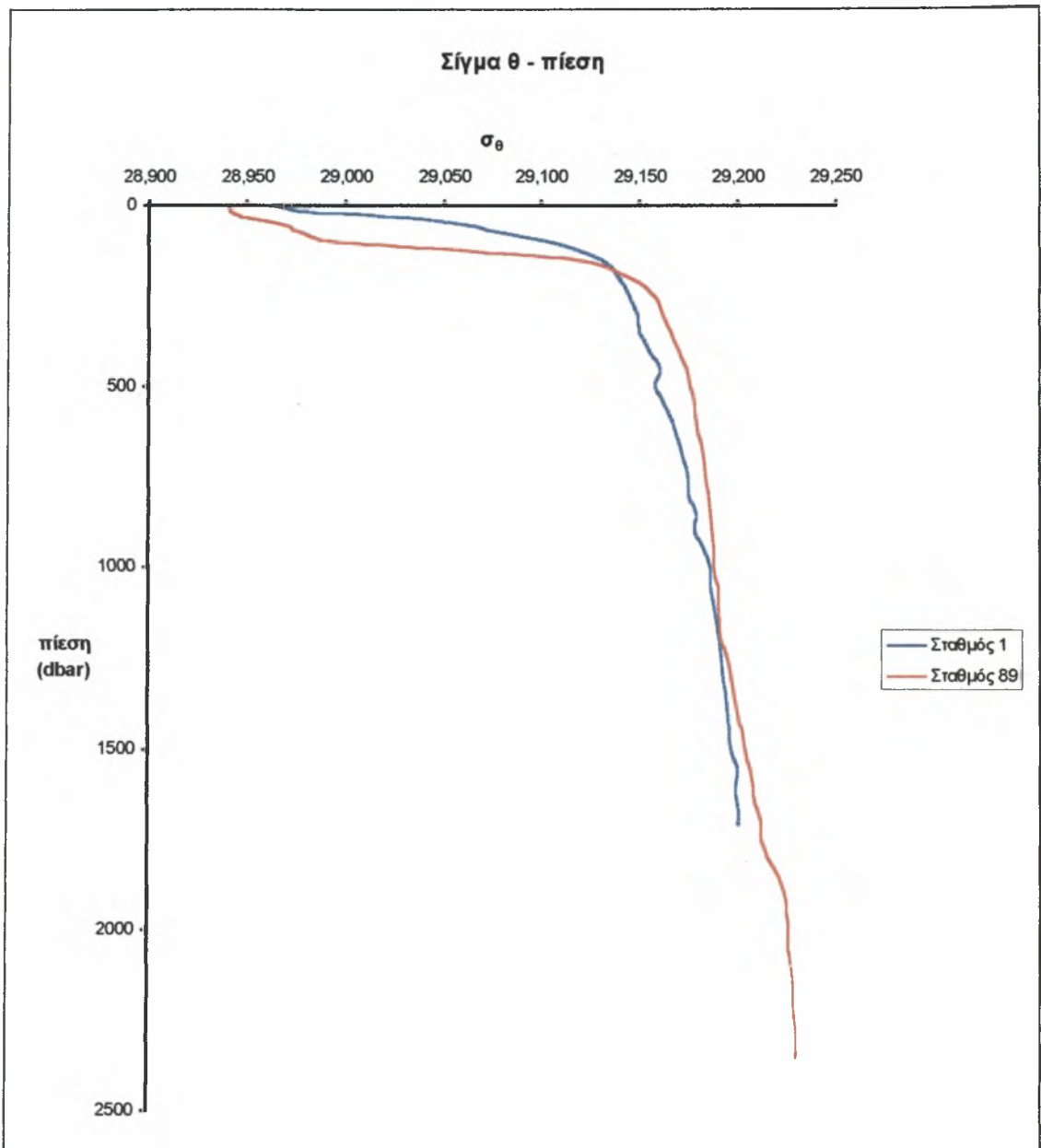
Διάγραμμα 2: Δυναμική θερμοκρασία (°C) στους σταθμούς 1 και 89 του Κρητικού Πελάγους



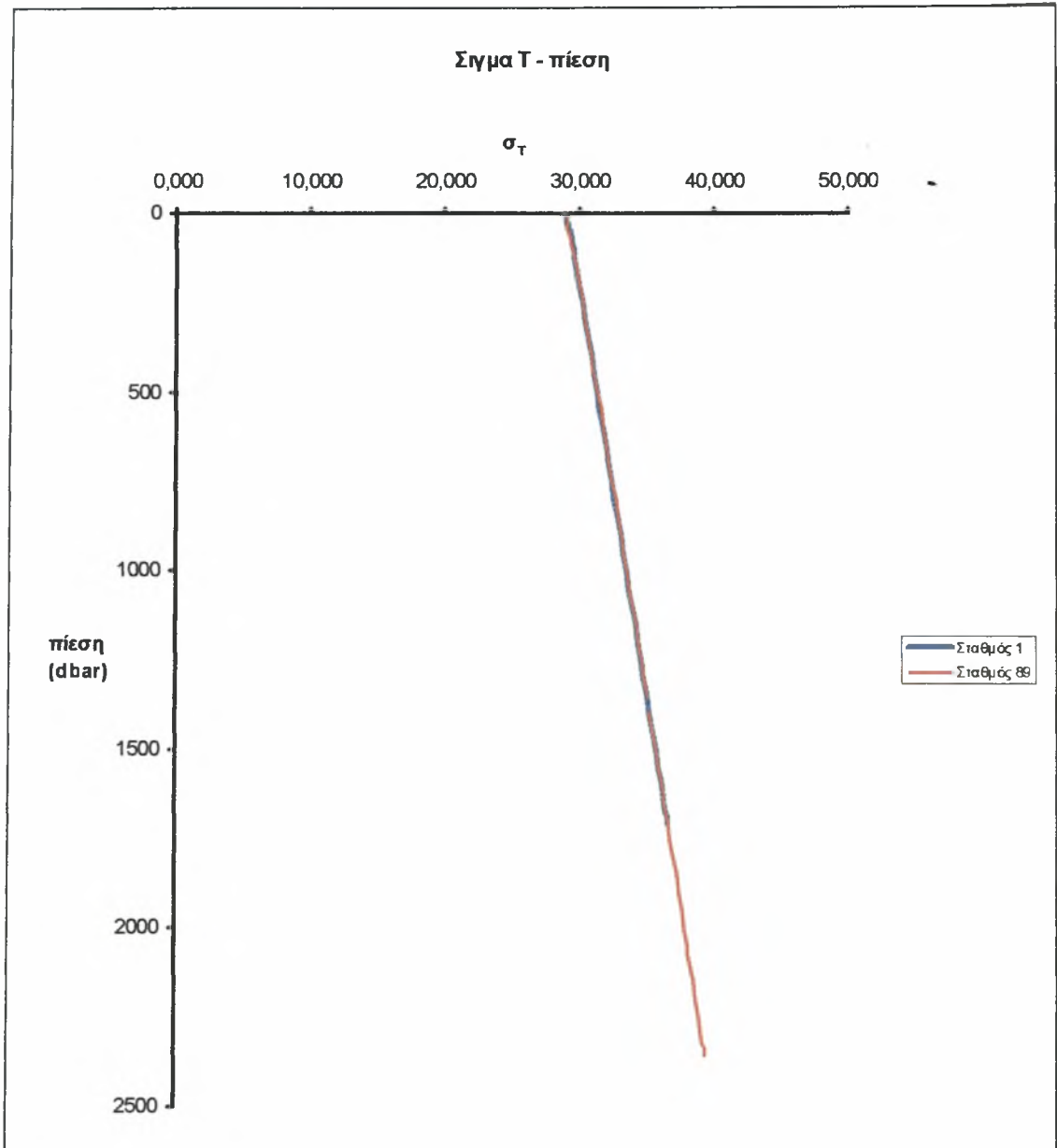
Διάγραμμα 3: Αλατότητα με την πίεση για τους δύο σταθμούς του Κρητικού Πελάγους



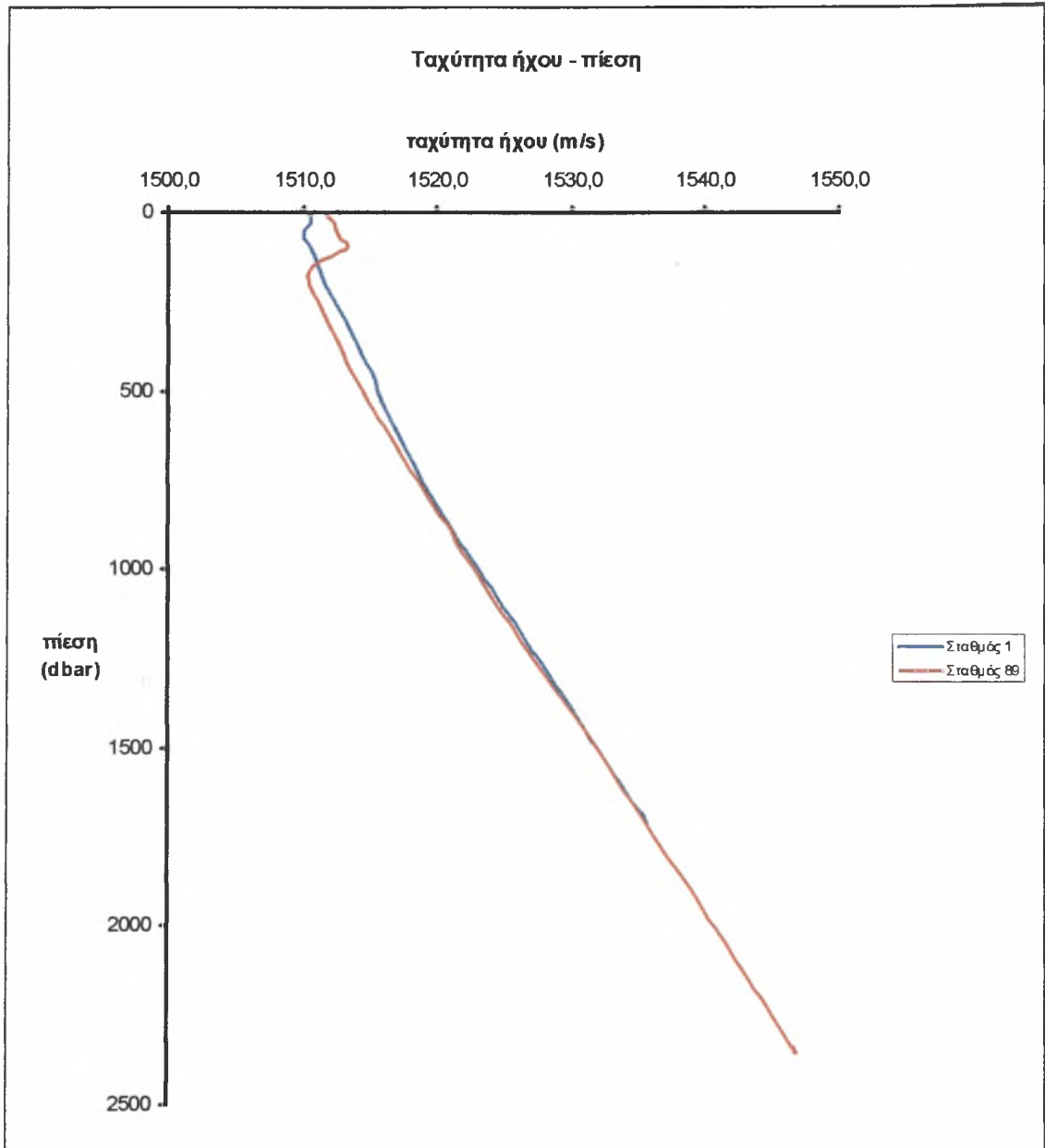
Διάγραμμα 4: Απόκλιση πυκνότητας (σ_θ) στους σταθμούς 1 και 89 του Κρητικού Πελάγους.



Διάγραμμα 5: Ο συντελεστής σ_T με το βάθος για τους σταθμούς 1 και 89 του Κρητικού Πελάγους.



Διάγραμμα 6: Ταχύτητα του ήχου (m/s) με το βάθος στους δύο σταθμούς του Κρητικού Πελάγους



3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Η ανάλυση των περισσότερων ωκεανογραφικών αρχείων καθιστά απαραίτητη κάποια πρώτη ματιά στη δυνατότητα εικονικής αναπαράστασης. Ακόμη και η επεξεργασία των στοιχείων απαιτεί ένα στάδιο πρώτης γραφικής αναπαράστασης, όπως παραδείγματος χάριν στον ακριβή προσδιορισμό της έναρξης και του τέλους μιας χρονικής σειράς ή στη διαλογή και την παρεμβολή των λανθασμένων τιμών. Χρήσιμη είναι, σε περίπτωση αμφιβολίας, η εξέταση των δεδομένων. Προκειμένου να εξετάσουμε τα στοιχεία, χρειαζόμαστε τις συγκεκριμένες διαδικασίες παρουσίασης. Ένα ενιαίο σύνολο διαδικασιών απεικόνισης για όλες τις εφαρμογές δεν είναι δυνατό, δεδομένου ότι τα διαφορετικά ωκεανογραφικά σύνολα δεδομένων χρήζουν διαφορετικής απεικόνισης. Συχνά, η ανάπτυξη μιας νέας μεθόδου ψηφιακής απεικόνισης μπορεί να είναι η ουσία ενός ιδιαίτερου ερευνητικού προγράμματος. Παραδείγματος χάριν, η εμφάνιση της δορυφορικής ωκεανογραφίας έχει αυξήσει πολύ την ανάγκη για τη γραφική αναπαράσταση και την ψηφιακή ανάλυση της εικόνας.

Η παρούσα εργασία συνεχίζει με τις παραδοσιακές μεθόδους παρουσίασης δεδομένων και ανάλυσης. Οι μέθοδοι αυτοί έχουν αναπτυχθεί καθώς οι ωκεανογράφοι προσπάθησαν να αποτυπώσουν τον ωκεανό που παρατηρούσαν. Οι πιο πρόσφατες μετρήσεις αποτελούνταν από τις θερμοκρασίες που λήφθηκαν στην επιφάνεια θάλασσας και τις μετρήσεις ηχητικών σημάτων του ωκεάνιου πυθμένα. Αυτά τα στοιχεία σχεδιάστηκαν στους χάρτες με σκοπό να αντιπροσωπεύσουν τη γεωγραφική μεταβλητότητά τους. Τα στοιχεία περιγράφηκαν μετά με το χέρι για να παρέχουν μια ομαλή εικόνα της κατανομής κάθε μεταβλητής στην περιοχή ερευνών. Παραδείγματα ιστορικού ενδιαφέροντος αποτελούν οι μετρήσεις της αλατότητας από τις ανατολικές και δυτικές λεκάνες του Βόρειου Ατλαντικού, βασισμένες στα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της γερμανικής αποστολής Meteor του 1925-1927. Οι χάρτες των ιδιοτήτων του νερού από αυτήν την αποστολή ήταν μεταξύ των πρώτων που έδειξαν τις μετακινήσεις των μαζών του νερού σε βορρά-νότο μέσα στην ατλαντική λεκάνη.

Εφ' όσον οι μετρήσεις περιορίστηκαν στην επιφάνεια ή τον πυθμένα της θάλασσας, το θέμα του κάθετου επιπέδου για την παρουσίαση δεν τέθηκε ποτέ. Δεδομένου ότι η ωκεανογραφική δειγματοληψία έγινε περιπλοκότερη και η κάθετη απεικόνιση των ιδιοτήτων του νερού ήταν δυνατή, απαιτήθηκαν νέα δεδομένα.

Αμέσου ενδιαφέροντος ήταν οι κάθετες κατανομές της θερμοκρασίας και της αλατότητας. Αυτά τα προφίλ ιδιοτήτων, βασισμένα σε έναν περιορισμένο αριθμό δειγμάτων που ελήφθησαν από τους δειγματολήπτες σε πρότυπα υδρογραφικά βάθη, χρησίμευσαν αρχικά για να απεικονίσουν την κάθετη στρωματοποίηση της μετρούμενης παραμέτρου και να ανιχνεύσουν οποιαδήποτε μπουκάλια δειγματοληψίας που δεν είχαν λειτουργήσει κατάλληλα. Τα σημεία των λανθασμένων δεδομένων θα μπορούσαν έπειτα είτε να διορθωθούν είτε να απορριφθούν από το σύνολό τους. Η διαρροή των υδατοστεγών δακτυλίων, τα ελαττωματικά μπουκάλια δειγματοληψίας και η ζημία στα πλευρά του σκάφους είναι οι σημαντικότερες αιτίες της απώλειας δειγμάτων. Τα προβλήματα διαρροής μπορούν να είναι ιδιαίτερα δύσκολο να ανιχνευθούν.

Τα στοιχεία που συλλέγονται από ένα ερευνητικό σκάφος σε μια σειρά σταθμών μπορούν να αντιπροσωπευθούν ως αποτυπώσεις κάθετων τμημάτων. Εδώ τα ασυνεχώς επιλεγέντα στοιχεία εισάγονται σε σύστημα αξόνων δυο διαστάσεων στα βάθη δειγματοληψίας και απεικονίζονται γραφικά στον κάθετο άξονα που περιγράφουν. Δύο πράγματα πρέπει να εξεταστούν σε αυτήν την παρουσίαση. Κατ' αρχάς, το βάθος του ωκεανού, σχετικά με τις οριζόντιες αποστάσεις, είναι πολύ μικρό και είναι απαραίτητη η κάθετη υπερβολή για να διαμορφώσει ευανάγνωστα μέρη. Δεύτερον, η στρωματοποίηση μπορεί να χωριστεί κατά προσέγγιση σε δύο κοντινά και ομοιόμορφα στρώματα με ένα ισχυρό στρώμα πυκνοκλινούς. Αυτό το σύστημα των δυο στρωμάτων οδήγησε πρώτα τους γερμανούς ωκεανογράφους να εισάγουν τους όρους «τροπόσφαιρα» και «στρατόσφαιρα» που περιέγραψαν τον ωκεανό ως σφαίρες θερμού και κρύου νερού. Αναλογικά με την ατμοσφαιρική κάθετη δομή, αυτή η ονοματολογία δεν έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στην ωκεανογραφία. Η συνέπεια αυτής της φυσικής κάθετης στρωματοποίησης, εντούτοις, είναι ότι τα κατακόρυφα τμήματα συχνά αποτελούνται από δύο μέρη, ένα ρηχό ανώτερο στρώμα, με μεγάλη κλίμακα και ένα βαθύ στρώμα με μια συμπιεσμένη κάθετη ανάλυση.

Η δυνατότητα που υπάρχει για τη δημιουργία κάθετων προφίλ καθιστά πιθανή τη χαρτογράφηση των ποσοτήτων σε διαφορετικούς τύπους οριζόντιων επιφανειών. Συνήθως, τα συγκεκριμένα επίπεδα βάθους επιλέγονται για να χαρακτηρίσουν τη χωρική μεταβλητότητα μέσα σε ορισμένα στρώματα. Η κάθετη ομοιογένεια των βαθύτερων στρωμάτων σημαίνει ότι πρέπει να χαρτογραφηθούν λιγότερες

επιφάνειες για να περιγράψουν το χαμηλότερο μέρος της υδάτινης στήλης. Πιο κοντά στην ωκεάνια επιφάνεια, τα πρόσθετα στρώματα μπορούν να είναι κατάλληλα για τις ισχυρές οριζόντιες κλίσεις.

Η συνειδητοποίηση από τους ωκεανογράφους της σημασίας και των δυο ισόπυκνων οδήγησε στην πρακτική της αναπαράστασης των ιδιοτήτων του νερού σε συγκεκριμένες ισόπυκνες επιφάνειες. Δεδομένου ότι αυτές οι επιφάνειες δεν συμπίπτουν συνήθως με σταθερά επίπεδα βάθους, μερικές φορές σχεδιάζεται και το βάθος της ισόπυκνης επιφάνειας. Οι επιφάνειες αυτές επιλέγονται για να χαρακτηρίσουν χωριστά τα ανώτερα και χαμηλότερα στρώματα. Αυτή η πρακτική είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην αναζήτηση της πλευρικής κατανομής των ιδιοτήτων των ανιχνευτών όπως τα βαθιά και ενδιάμεσα μέγιστα πυριτικών αλάτων στο βόρειο Ειρηνικό ή τη διάδοση των υδροθερμικών στηλών που έχουν ανέλθει σε μια επιφάνεια πυκνότητας που αντιστοιχεί στο επίπεδο ουδέτερης πλεύσης τους.

Μια άλλη πρόκληση στη γραφική παρουσίαση των ωκεανογραφικών στοιχείων είναι η παραγωγή της χρονικής σειράς σε συγκεκριμένες θέσεις. Αρχικά, οι μετρημένες κλιμακωτές ποσότητες επιδειχθήκαν απλά ως σχέδια χρονοσειρών. Οι διανυσματικές ποσότητες, εντούτοις, χρήζουν μια πλοκή δύο παραμέτρων σε σχέση με το χρόνο. Μια κοινή λύση είναι η χρήση της ραβδογράμματος, όπου κάθε ραβδί (άνυσμα) αντιστοιχεί σε μια μετρημένη ταχύτητα στον καθορισμένο χρόνο. Η μόνη προσοχή που χρειάζεται είναι ότι τα διανύσματα των ρευμάτων σχεδιάζονται ως κατεύθυνση, το ρεύμα ως κατεύθυνση είναι προς το σημείο του ορίζοντα που κινείται (ωκεανογραφική σύμβαση) ενώ οι άνεμοι σχεδιάζονται μερικές φορές ως κατεύθυνση που ο αέρας είναι από το σημείο που προέρχεται (μετεωρολογική σύμβαση). Δηλαδή ανατολικό ρεύμα σημαίνει ότι κινείται προς της ανατολή, ενώ ανατολικός άνεμος δηλώνει ότι προέρχεται από ανατολάς.

Ένα διάγραμμα που αφορά μια ιδιότητα σε σχέση με άλλη είναι ιδιαίτερης αξίας στην ωκεανογραφία. Γνωστό ως «χαρακτηριστικό διάγραμμα» και πιο κοινό, είναι ο συσχετισμός της θερμοκρασίας και της αλατότητας και που αποκαλείται διάγραμμα $T - S$. Αρχικά σε μετρήσεις τιμών θερμοκρασίας και αλατότητας, που λήφθηκαν από τα ίδια μπουκάλια δειγματοληψίας, η σχέση $T - S$ χρησιμοποιήθηκε για να ανιχνεύσει τα ανακριβή δείγματα και να ορίσει τις ωκεάνιες υδάτινες μάζες. Τα διαγράμματα $T - S$ χρησιμοποιούνται για να παρέχουν τις συνεπείς σχέσεις, πέρα από τις μεγάλες οριζόντιες περιοχές και είναι πρόσφατα η εστίαση των

μελετών στο σχηματισμό των υδάτινων μαζών, διαγράμματα της πιθανής θερμοκρασίας σε σχέση με την αλατότητα ή της πιθανής πυκνότητας έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμο στον καθορισμό του μέγιστου ύψους της ανόδου των υδροθερμικών στηλών που διαμορφώνονται με τον εξαερισμό περιοχών κατά μήκος μεσοωκεάνιων κορυφογραμμών.

Εκτός από μερικές ανεπαίσθητες αλλαγές, τα κάθετα προφίλ, οι κάθετες τομές, οι οριζόντιοι χάρτες και οι χρονοσειρές συνεχίζουν να χρησιμεύουν ως βασικές τεχνικές παρουσίασης για τους ωκεανογράφους και τις οποίες θα προσεγγίσουμε παρακάτω. Η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών οργάνων, με τις γρήγορες ικανότητες δειγματοληψίας και η αυξανόμενη χρήση των μεγάλων όγκων από δορυφορικά δεδομένα, μπορεί να είχε αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζονται ορισμένα δεδομένα αλλά οι βασικές τεχνικές αναπαράστασης παραμένουν οι ίδιες. Στις μέρες μας ένας υπολογιστής με το κατάλληλο λογισμικό μπορεί να πραγματοποιήσει τους απαραίτητους υπολογισμούς και να σχεδιάσει τα αποτελέσματα. Οι διατάξεις των εικόνων, που είναι κοινές με τα δορυφορικά δεδομένα, απαιτούν περαιτέρω περίπλοκη συμμετοχική επεξεργασία για να παράγουν εικόνες με τις ακριβείς γεωγραφικές αναλογίες. Πάραυτα, ο συνδυασμός κάθετων τομών και οριζόντιων χαρτών συνεχίζει να παρέχει στους περισσότερους ερευνητές την απαραίτητη γεωμετρική ικανότητα παρουσίασης.

3.2 Κατακόρυφα προφίλ

Τα κατακόρυφα προφίλ που λαμβάνονται από τα σκάφη, τα αγκυροβόλια, τα αεροσκάφη ή άλλες πλατφόρμες παρέχουν έναν κατάλληλο τρόπο να παρουσιαστεί η ωκεάνια δομή. Η προσοχή που πρέπει να δοθεί είναι στην επιλογή της κατάλληλης κλίμακας για τον κατακόρυφο και τον οριζόντιο άξονα των ιδιοτήτων. Ο κάθετος άξονας μπορεί να έχει διαφορετική κλίμακα ή να μεταβάλλεται με μη γραμμικό ρυθμό για να περιγράψει τις χαρακτηριστικές μεταβολές στον ανώτερο ωκεανό έναντι της σχετικής ομοιογένειας των βαθύτερων στρωμάτων. Ο άξονας της ιδιότητας πρέπει να έχει αρκετή κλίμακα ώστε να καθοριστούν οι μικρές κάθετες κλίσεις στο βαθύτερο στρώμα χωρίς το ανώτερο στρώμα που βγαίνει εκτός κλίμακας.

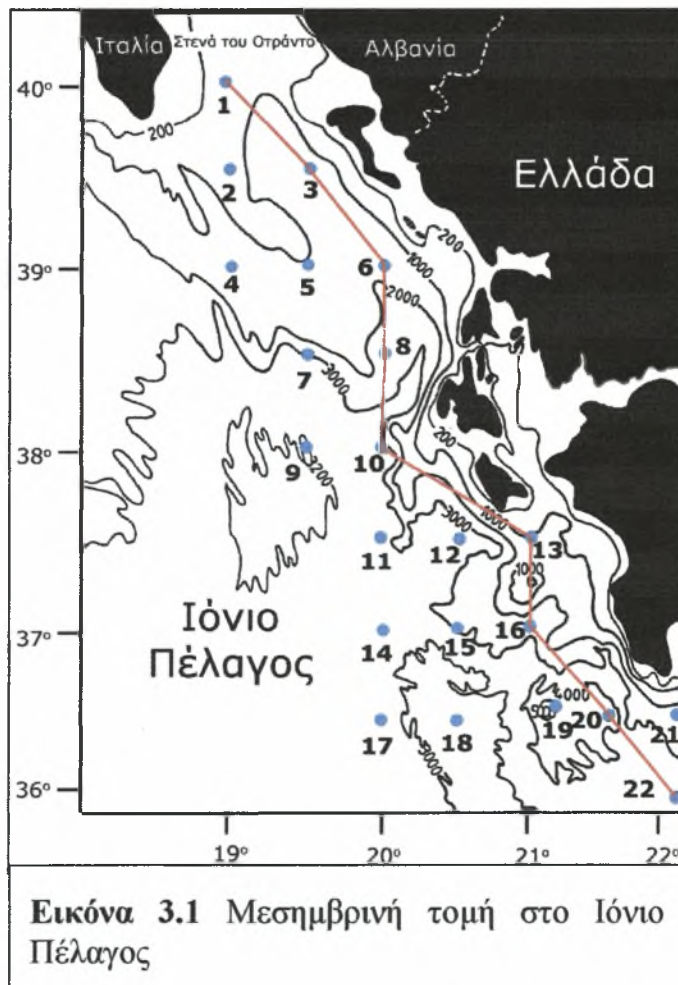
Τα τελευταία χρόνια έχει συντελεστεί ριζική αλλαγή στις αναλυτικές πληροφορίες που περιλαμβάνονται στα κάθετα διαγράμματα. Η ανάπτυξη και η ευρεία χρήση των ηλεκτρονικών σχεδιαστικών συστημάτων υψηλής ευκρίνειας δίνουν πληροφορίες σχετικά με τις μικροδομές. Τα κάθετα προφίλ από τα σύγχρονα συστήματα CTD είναι υψηλής ανάλυσης είτε υπολογίζονται κάθετα κατά μέσο όρο είτε λαμβάνονται αντιπροσωπευτικά μέρη για να μειωθεί ο μεγάλος όγκος των δεδομένων σε ένα εύχρηστο επίπεδο για αναπαράσταση. Παραδείγματος χάριν, με τις μεγάλες συχνότητες δειγματοληψίας (10 Hz) των σύγχρονων συστημάτων CTD, οι παράμετροι όπως η θερμοκρασία και η αλατότητα, που παράγονται περίπου κάθε 0,01 m δεν είναι εύκολο να παρουσιαστούν σε ένα σχέδιο λογικού μεγέθους. Κατά συνέπεια τα δεδομένα είτε υπολογίζονται κατά μέσο όρο είτε επιλέγονται για να δημιουργήσουν αρχεία με δειγματοληψίες τις τάξης του 1m και πάνω.

Οι μελέτες της μεταβλητότητας της μικροδομής (κλίμακα cm) απαιτούν ενδείξεις υψηλής ψηφιακής ανάλυσης του CTD και περιορίζονται γενικά σε επιλεγμένες περιοχές του κάθετου προφίλ. Αυτές οι περιοχές επιλέγονται για να απεικονίσουν εκείνο το μέρος της υδάτινης στήλης που έχει το μέγιστο ενδιαφέρον για τη μελέτη. Τα ψηφιακά διαγράμματα από CTD αποκαλύπτουν τη δομή της μικροδομής για τη θερμοκρασία και την αλατότητα, ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη μελέτη των διαδικασιών μίξης όπως η διπλή διάχυση. Οι εκφράσεις αυτών των διαδικασιών είναι επίσης προφανείς στα διαγράμματα πλήρους ψηφιακής ανάλυσης T – S που χρησιμοποιούν δεδομένα από CTD. Πρέπει όμως να δοθεί προσοχή, να μη συγχυστεί ο θόρυβος των οργάνων (π.χ. εκείνοι λόγω κραδασμών ή κινήσεων του καλωδίου υποστήριξης που προκαλείται από το νερό) με την ωκεάνια δομή. Η επεξεργασία πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να διαχωρίσει ο θόρυβος των οργάνων από τον αριθμό των κυμάτων, το σήμα περιορισμένης συχνότητας των διαδικασιών μίξης.

Συχνά, τα προγράμματα υπολογιστών για τα δεδομένα από CTD περιέχουν μια σειρά διαφορετικών επιλογών αναπαράστασης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το χειρισμό των ψηφιακών αυτών δεδομένων. Η αφθονία των ανεπεξέργαστων ψηφιακών δεδομένων από CTD και η ποικιλία των διαδικασιών βαθμονόμησης, καθιστούν δύσκολη την ερμηνεία και την ανάλυση χρησιμοποιώντας μια καθολική φόρμα. Αυτό είναι ένα θεμελιώδες πρόβλημα στη συγκέντρωση ενός ιστορικού αρχείου των παρατηρήσεων CTD. Η όλο και πιο ευρεία χρήση συνδυασμών CTD

και ροζέτας έχει οδηγήσει σε μια δραματική μείωση στον αριθμό των δειγματοληπτικών μπουκαλιών.

Για την κατανόηση της σημασίας των κατακόρυφων προφίλ θα χρησιμοποιήσουμε δεδομένα από μετρήσεις της θαλάσσιας περιοχής του Ιονίου Πελάγους, η οποία βρίσκεται μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 36°B και 40°B και ανατολικά του 19°A μεσημβρινού. Προς το σκοπό αυτό και μέσα στα πλαίσια του προγράμματος μελέτης της φυσικής ωκεανογραφίας της ανατολικής Μεσογείου, γνωστού ως P.O.E.M (Physical Oceanography of Eastern Mediterranean), συγκεντρώθηκαν, μεταξύ 15 και 24 Απριλίου 1986,



ωκεανογραφικά στοιχεία με το ερευνητικό ωκεανογραφικό σκάφος "ΑΙΓΑΙΟ" σε δίκτυο 22 σταθμών, οι οποίοι απέχουν μεταξύ τους $0,5^{\circ}$ γεωγραφικού πλάτους και $0,5^{\circ}$ γεωγραφικού μήκους. Οι μετρήσεις θερμοκρασίας και αλατότητας έγιναν με δειγματολήπτη CTD τύπου 9 της S.B.E (Sea Bird Electronics). Το δίκτυο των 22 σταθμών καθώς και η μεσημβρινή τομή φαίνονται στην εικόνα 3.1 (Theodorou, 1991).

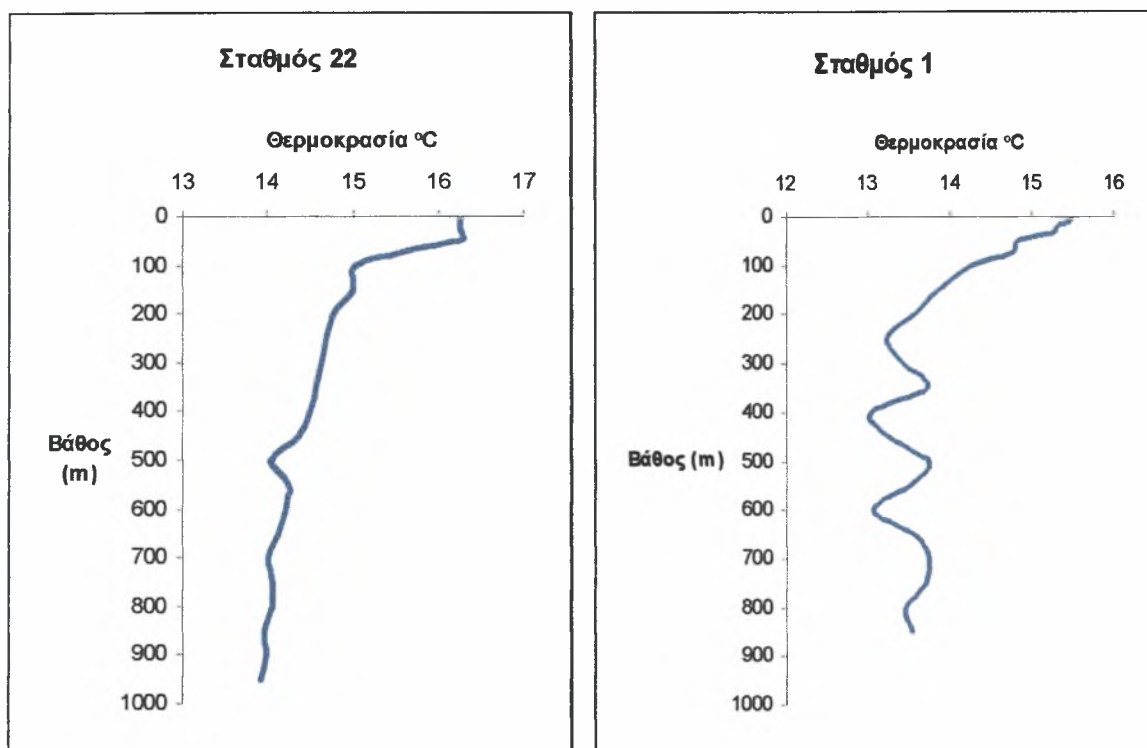
Οι μετρήσεις θερμοκρασίας στους σταθμούς που περιγράφονται από τη μεσημβρινή τομή φαίνονται στον πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1: Τιμές θερμοκρασίας για τους σταθμούς που περιγράφουν τη μεσημβρινή τομή στο Ιόνιο Πέλαγος

| Σταθμοί | 22 | 20 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | 3 | 1 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Βάθος (m) | | | | | | | | | |
| 2 | 16,27 | 15,95 | 16,52 | 16,24 | 15,98 | 16,51 | 15,09 | 16,01 | 15,49 |
| 10 | 16,27 | 15,92 | 16,05 | 16,22 | 15,85 | 16,01 | 15,89 | 15,68 | 15,45 |
| 20 | 16,27 | 15,92 | 15,82 | 16,05 | 15,81 | 15,84 | 15,57 | 15,05 | 15,32 |
| 30 | 16,27 | 15,87 | 15,07 | 15,98 | 15,79 | 15,79 | 15,59 | 15,44 | 15,28 |
| 50 | 16,28 | 15,82 | 15,68 | 15,99 | 15,25 | 15,57 | 15,15 | 14,09 | 14,84 |
| 75 | 15,61 | 15,35 | 15,29 | 15,21 | 14,85 | 14,97 | 14,64 | 14,71 | 14,78 |
| 100 | 15,03 | 15,18 | 15,12 | 15,18 | 14,74 | 14,86 | 14,59 | 14,67 | 14,26 |
| 150 | 15,01 | 15,06 | 15,18 | 14,97 | 14,09 | 14,84 | 14,07 | 14,58 | 13,86 |
| 200 | 14,78 | 15,07 | 15,15 | 14,08 | 14,74 | 14,75 | 14,72 | 14,73 | 13,59 |
| 250 | 14,69 | 15,07 | 15,12 | 14,76 | 14,67 | 14,64 | 14,64 | 14,53 | 13,23 |
| 300 | 14,64 | 15,06 | 15,11 | 14,68 | 14,53 | 14,54 | 14,55 | 14,44 | 13,43 |
| 350 | 14,58 | 14,96 | 14,86 | 14,63 | 14,43 | 14,46 | 14,04 | 14,38 | 13,74 |
| 400 | 14,51 | 14,79 | 14,68 | 14,57 | 14,31 | 14,32 | 14,29 | 14,31 | 13,04 |
| 450 | 14,37 | 14,71 | 14,57 | 14,05 | 14,26 | 14,25 | 14,25 | 14,25 | 13,28 |
| 500 | 14,03 | 14,65 | 14,51 | 14,41 | 14,21 | 14,17 | 14,19 | 14,22 | 13,76 |
| 550 | 14,25 | 14,56 | 14,05 | 14,35 | 14,14 | 14,01 | 14,12 | 14,16 | 13,53 |
| 600 | 14,22 | 14,05 | 14,45 | 14,25 | 14,06 | 14,06 | 14,08 | 14,09 | 13,06 |
| 650 | 14,14 | 14,37 | 14,36 | 14,15 | 14,01 | 14,01 | 14,07 | 14,01 | 13,56 |
| 700 | 14,01 | 14,03 | 14,03 | 14,08 | 14,01 | 13,97 | 14,04 | 14,00 | 13,75 |
| 750 | 14,06 | 14,22 | 14,26 | 14,03 | 13,96 | 13,93 | 14,00 | 13,96 | 13,71 |
| 800 | 14,06 | 14,13 | 14,02 | 13,95 | 13,91 | 13,89 | 13,96 | 13,93 | 13,47 |
| 850 | 13,96 | 14,08 | 14,15 | 13,86 | 13,89 | 13,85 | 13,91 | 13,89 | 13,54 |
| 900 | 13,99 | 14,01 | 14,01 | | 13,86 | 13,83 | 13,87 | 13,85 | |
| 950 | 13,92 | 13,99 | 14,08 | | 13,82 | 13,08 | 13,83 | 13,81 | |
| 1000 | | | | | 13,08 | 13,78 | 13,08 | 13,78 | |

(Πηγή Theodorou, 1991)

Για να δημιουργήσουμε τα κατακόρυφα προφίλ σε επιλεγμένους σταθμούς χρησιμοποιούμε το πρόγραμμα Microsoft Excel (MS Office XP), όπως φαίνεται στο Παράρτημα Ι (σελίδες 144 – 148). Για την επίτευξη του στόχου αυτού στον άξονα των δύο διαστάσεων ως x και y ορίζουμε τη θερμοκρασία και τη θερμοκρασία αντίστοιχα.



Εικόνα 3.2: Κατακόρυφα προφίλ της θερμοκρασίας στους σταθμούς 1 και 22 του Ιονίου πελάγους.

Στα παραπάνω κατακόρυφα προφίλ διακρίνουμε την ύπαρξη εποχιακού θερμοκλινούς (Απρίλιος) και στο σταθμό 1 το μέτωπο από τα στενά του Οτράντο, κάτι το οποίο θα φανεί εντονότερα στην κατακόρυφη τομή.

Με τον ίδιο τρόπο μπορεί να γίνει η κατασκευή των προφίλ για την αλατότητα, την πυκνότητα, το οξυγόνο και τα θρεπτικά, εφόσον αντικαταστήσουμε τα δεδομένα της θερμοκρασίας με αυτά, κάποιου από τα παραπάνω.

3.3 Κατακόρυφες τομές

Οι κάθετες τομές είναι ένας τρόπος να παρουσιαστούν τα κάθετα σχεδιασμένα δεδομένα που συλλέγονται περιφερειακά κατά μήκος της διαδρομής ενός ερευνητικού σκάφους ή που λαμβάνονται από εκτεταμένους πλόες μιας ωκεάνιας λεκάνης (συνήθως μεσημβρινές ή ζωνικές τομές). Η ενδεικτική κάθετη υπερβολή είναι απαραίτητη για να καταστήσει την ωκεάνια δομή ορατή σ' αυτές τις τομές. Μια βασική παραδοχή σε οποιαδήποτε κάθετη τομή είναι ότι η δομή που χαρτογραφείται έχει μια κλίμακα σταθερότητας μακροχρόνια σε σχέση με το χρόνο που απαιτείται για τη συλλογή των δεδομένων. Ανάλογα με τον τύπο των στοιχείων που συλλέγονται σε κάθε σταθμό και το μήκος της τομής, οι χρόνοι συλλογής μπορούν να διαμορφωθούν από μερικές ημέρες σε μερικές εβδομάδες. Ο χρόνος δειγματοληψίας μειώνεται καθώς μειώνεται ο αριθμός των διαγραμμάτων και τα δείγματα που λαμβάνονται πλησιάζουν σε αντιπροσωπευτικές τιμές (δείγματα που συλλέγονται συγχρόνως). Οι έρευνες μέσω αέρος που χρησιμοποιούν τα αναλώσιμα όργανα όπως το AXBT (βλ. κεφ. 1.3.4) από τα αεροσκάφη και τα ελικόπτερα συλλέγουν τις περισσότερες συνοπτικές πληροφορίες αλλά είναι περιορισμένες στον τύπο μέτρησης που μπορεί να γίνει και στο εύρος βάθους μιας δεδομένης μέτρησης.

Λιγότερες κατατομές δειγμάτων σημαίνουν μεγαλύτερο διάστημα μεταξύ των σταθμών και μειωμένη ανάλυση, μεταβλητότητα μικρότερης χρονικής περιόδου. Το σχέδιο συλλογής δεδομένων πρέπει να έχει ως σκοπό είτε να επιλύσει είτε να αποβάλει (με το φιλτράρισμα) τις κλίμακες της ωκεάνιας μεταβλητότητας που είναι μικρότερες απ' αυτές που μελετώνται. Με το συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για το ωκεάνιο κλίμα και σε μία εποχή που έχει αναγνωριστεί η σημασία των ωκεάνιων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων της κυκλοφορίας οι ερευνητές πρέπει να δώσουν σοβαρή προσοχή στο πρόγραμμα δειγματοληψίας για να βελτιστοποιήσουν τη μελλοντική χρησιμότητα των στοιχείων που συλλέγονται (Emery και Thomson, 1998).

Τα παραδοσιακά υδρογραφικά δειγματοληπτικά όργανα προορίστηκαν να επιλύσουν την αργά μεταβαλλόμενη δομή των ιδιοτήτων του νερού που συνδέθηκαν με τη μέση σταθερή κυκλοφορία. Κατά συνέπεια, οι αποστάσεις των σταθμών ήταν συνήθως πολύ μεγάλες για να παρουσιάσουν επαρκώς τα χαρακτηριστικά ωκεάνια γνωρίσματα. Επιπλέον, το δειγματοληπτικό μπουκάλι απαιτεί μακροχρόνιες δειγματοληψίες που οδηγούν σε σχετικά μεγάλες περιόδους για κάθε τομή. Το

γεγονός ότι αυτά τα στοιχεία έχουν παράσχει μια σημαντική εικόνα του ωκεανού, παραπέμπει στο γεγονός ότι υπάρχει ένα ισχυρό συστατικό των ωκεάνιων ιδιοτήτων του νερού σχετικών με την ωκεάνια κυκλοφορία. Για αυτούς τους λόγους, οι κάθετες τομές που είναι βασισμένες σε παραδοσιακά δεδομένα σταθμών παρέχουν χρήσιμους ορισμούς των ζωνικών κατανομών σε διάφορες υδάτινες μάζες.

Η σημασία της ωκεάνιας μεταβλητότητας έχει προτρέψει πολλούς ωκεανογράφους να μειώσουν τα διαστήματα των δειγμάτων τους. Τα σύγχρονα ηλεκτρονικά συστήματα, όπως το CTD και η ροζέτα, απαιτούν το λιγότερο χρόνο ανά διάγραμμα από το μεμονωμένο δειγματοληπτικό μπουκάλι ώστε η συνολική περίοδος ανά τομή έχει μειωθεί κατά τη διάρκεια των ετών παρά την ανάγκη για μεγαλύτερη ψηφιακή ανάλυση των στοιχείων. Ακόμα, οι περισσότεροι ωκεανογραφικοί σταθμοί είναι μακριά και δεν μπορούν να γίνουν συνοπτικές δειγματοληψίες εξ' αιτίας των χαμηλών ταχυτήτων των ερευνητικών σκαφών. Παραδείγματος χάριν, υποθέτουμε ότι επιθυμούμε να ερευνήσουμε μια ωκεάνια τομή μήκους 1000 km και να συλλέξουμε 20 προφίλ αλατότητας – θερμοκρασίας έως το βάθος 2000 m. Με μια μέση ταχύτητα 12 κόμβων, η έρευνα θα ανέλθει σε περίπου δύο ημέρες. Κάθε πόντιση δειγματοληπτικού μπουκαλιού θα έπαιρνε περίπου δύο ώρες και κάθε πόντιση CTD περίπου μια ώρα. Ο χρόνος ερευνών μας θα κυμαινόταν από τρεις έως τέσσερις ημέρες, το οποίο είναι πιο σύντομο από τα περισσότερα ωκεανογραφικά πρότυπα.

Τα σύγχρονα αναλώσιμα όργανα όπως το XBT και το XCTD, δίνουν τη δυνατότητα μείωσης του χρόνου δειγματοληψίας εφόσον επιτρέπουν τη δημιουργία του ωκεάνιου προφίλ από ερευνητικά σκάφη που βρίσκονται εν πλω. Στα σκάφη αυτά υπάρχει και η δυνατότητα εγκατάστασης συστημάτων ακουστικής ρευματογραφίας (ADCP), για τη μέτρηση των ρευμάτων στο ανώτερο ωκεάνιο στρώμα της τάξεως κάποιων εκατοντάδων μέτρων ενώ αυτά βρίσκονται εν κινήσει. Το βάθος της μέτρησης προσδιορίζεται από τη συχνότητα και είναι περίπου 500 m για πομπούς 150 KHz που χρησιμοποιούνται συνήθως. Τα περισσότερα ερευνητικά σκάφη διαθέτουν συστήματα SAIL (Shipboard ASCII Interrogation Loop) για ταχύτερη λήψη δεδομένων αλατότητας και θερμοκρασίας, κοντά στην επιφάνεια, από την εισαγωγή του συστήματος ψύξης της μηχανής. Μια άλλη τεχνική για λεπτομερή δειγματοληψία της υδάτινης στήλης είναι η τοποθέτηση διάταξης αισθητήρων σε μορφή οδόντωσης πριονιού, πίσω από το σκάφος. Η μέθοδος αυτή

βρίσκει ευρεία εφαρμογή για τη μελέτη των μετώπων κοντά στην επιφάνεια, της τυρβώδους ανάμιξης σε μικροκλίμακα και της υδροθερμικής ανανέωσης των νερών. Αυτές οι τεχνολογικές αναβαθμίσεις έχουν μειώσει στο ελάχιστο το χρόνο δειγματοληψίας, ενώ έχουν αυξήσει την κάθετη ανάλυση.

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, μια κοινή πρακτική κατά τη χάραξη των τομών είναι να διαιρεθεί ο κάθετος άξονας σε δύο μέρη, με την ανώτερη περιοχή να έχει διαφορετική κλίμακα ώστε να επιδείξει τις μεγαλύτερες αλλαγές του ανώτερου ωκεανού, από τα βαθύτερα ωκεάνια στρώματα. Τα διαστήματα που χρησιμοποιούνται στο ανώτερο μέρος μπορεί να είναι μεγαλύτερα απ' αυτά των κάθετων κλίσεων του βαθύτερου στρώματος. Είναι σημαντικό, εντούτοις, να διατηρηθεί ένα σταθερό διάστημα μέσα σε κάθε στρώμα για να αντιπροσωπεύει πιστά τις κλίσεις. Όλα τα περιγράμματα πρέπει να περιγραφούν με σαφήνεια. Το χρώμα είναι συχνά πολύ ενδεικτικό των κλίσεων που αντιπροσωπεύονται στη διάκριση από τα περιγράμματα. Ενώ είναι κοινή πρακτική να χρησιμοποιούνται διαβαθμίσεις τόνων του κόκκινου για να δείξουν τις θερμές περιοχές, και διαβαθμίσεις του μπλε για το κρύο, δεν υπάρχει καμία συνιστώμενη κωδικοποίηση χρώματος για τις ιδιότητες όπως η αλατότητα, το διαλυμένο οξυγόνο ή τα θρεπτικά. Ο άτλαντας χρώματος των ιδιοτήτων του νερού για τον Ειρηνικό ωκεανό που δημοσιεύθηκε από τον Reid (1965) παρέχει ένα χρήσιμο συνδυασμό των χρωμάτων.

Στα τμήματα που προέρχονται από τα δείγματα των δειγματοληπτικών μπουκαλιών, τα μεμονωμένα σημεία δεδομένων υποδεικνύονται συνήθως από ένα σημείο ή από την πραγματική αξία τους. Επιπλέον, ο αριθμός των σταθμών είναι υποδειγμένος στο περιθώριο επάνω ή κάτω από το διάγραμμα. Οι σταθμοί που συλλέγονται με CTD συνήθως δείχνουν τη θέση τους αλλά δεν έχουν πλέον τα σημεία ή τις τιμές των δειγμάτων για τα μεμονωμένα σημεία των δεδομένων.

Ο οριζόντιος άξονας αντιπροσωπεύει συνήθως την απόσταση κατά μήκος της τομής και πολλές τομές έχουν έναν μικρό ένθετο χάρτη που παρουσιάζει τη θέση τους. Εναλλακτικά, ο αναγνώστης αναφέρεται σε έναν άλλο χάρτη που παρουσιάζει όλες τις θέσεις των τομών. Δεδομένου ότι πολλές τομές λαμβάνονται κατά μήκος των παραλλήλων του γεωγραφικού πλάτους ή των μεσημβρινών του γεωγραφικού μήκους, είναι σύνηθες να περιληφθεί η κατάλληλη κλίμακα γεωγραφικού πλάτους ή μήκους στην κορυφή ή το κατώτατο σημείο κάθε τομής. Ακόμα και όταν η τομή προσεγγίζει τις ζωνικές γραμμές ή μεσημβρινές τομές, οι εκτιμήσεις του

γεωγραφικού πλάτους ή του γεωγραφικού μήκους συμπεριλαμβάνονται συχνά στην ετικέτα του άξονα για να βοηθήσουν και να προσανατολίσουν τον αναγνώστη. Απαραίτητη είναι και η προσθήκη της ετικέτας κάθε σταθμού πάνω στους άξονες.

Ένα μοναδικό πρόβλημα που αντιμετωπίζεται στη χάραξη των βαθιών κάθετων τομών της πυκνότητας, είναι η ανάγκη να υπάρξουν διαφορετικά επίπεδα αναφοράς πίεσης για τη μέτρηση της πυκνότητας, ώστε να φανεί η συμπίεστικότητα του νερού της θάλασσας λόγω της θερμοκρασίας. Δεδομένου ότι η θερμοκρασία του νερού μειώνεται γενικά με την πίεση (ανάλογα μεγέθη), οι τεχνητά χαμηλές πυκνότητες θα υπολογιστούν στα μέγιστα βάθη με τη χρήση της επιφανειακής πίεσης ως αναφορά. Όταν θέλουμε να αναλύσουμε τη βαθιά δομή της πυκνότητας, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζουμε και το ανώτερο στρώμα, τότε για διαφορετικά διαστήματα βάθους, χρησιμοποιούμε διαφορετικά επίπεδα αναφοράς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη ασυνέχειας στις καμπύλες της πυκνότητας, στην περιοχή που αλλάζει το σημείο αναφοράς.

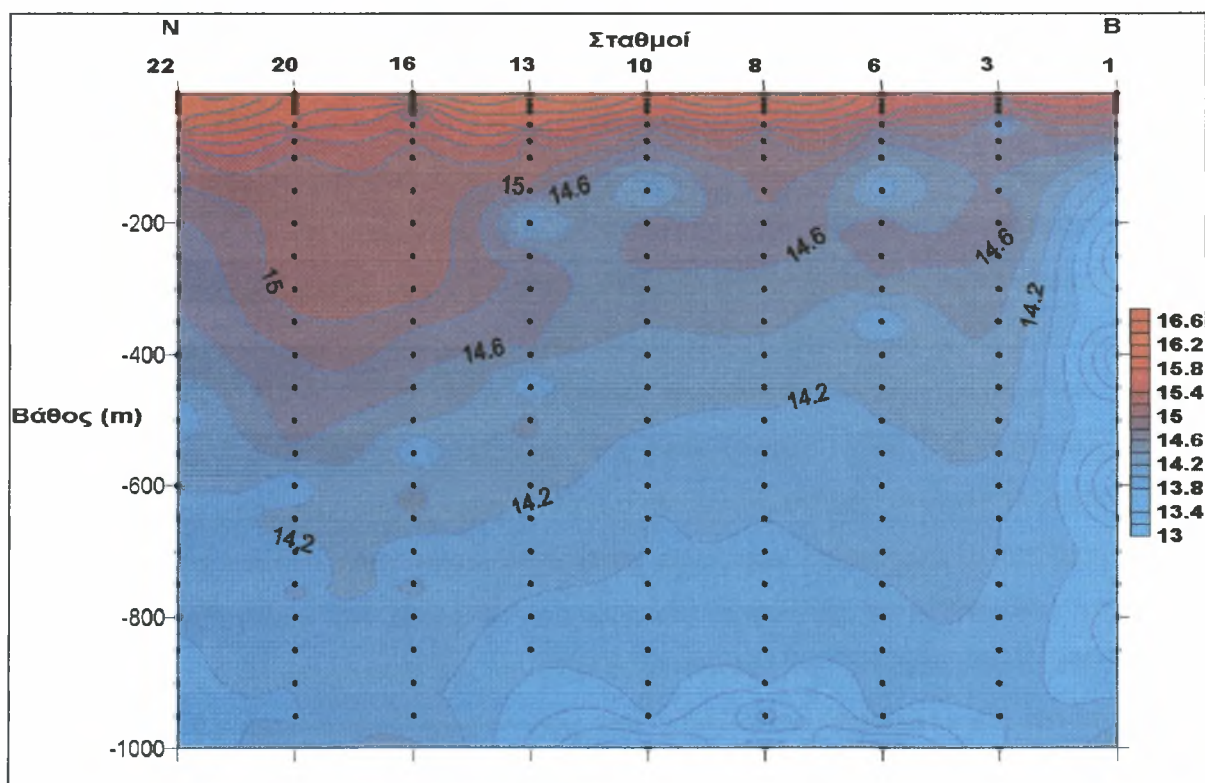
Στις κάθετες τομές οφείλουμε να συμπεριλάβουμε, για καλύτερη παρουσίαση και τη βυθομετρία της τομής. Η προϋπόθεση για κατακόρυφη υπερβολή (μεγαλύτερη κλίμακα στο κατακόρυφο απ' ότι στον οριζόντιο άξονα) επιβάλει την παρουσίαση της τοπογραφία του πυθμένα με υπερβολική κλίμακα. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μεγαλοποίηση του πυθμενικού ανάγλυφου στον κάθετο άξονα. Αυτό συνιστά την παράβλεψη της βυθομετρίας στις κατακόρυφες τομές, αλλά για το λόγο του ότι η βυθομετρία είναι βασικό στοιχείο της ωκεάνιας κυκλοφορίας, θεωρείται απαραίτητη η παρουσίασή της (Emery και Thomson, 1998).

Σε εφαρμογή στον Ελλαδικό χώρο θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές του πίνακα 3.1. Το πρόγραμμα του υπολογιστή που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή της κατακόρυφης τομής είναι το Surfer για Windows από την Golden Software. Εισάγουμε τα δεδομένα σε σύστημα τριών διαστάσεων x, y, z (γεωγραφικό πλάτος, βάθος, θερμοκρασία) όπως φαίνεται στο Παράρτημα I (σελίδα 149).

Στην εικόνα 3.3 φαίνεται η κατακόρυφη τομή της θερμοκρασίας όπου μπορούμε να εξάγουμε τα εξής συμπεράσματα:

✓ Στο βόρειο άκρο της τομής από το σταθμό 1 έως τον σταθμό 3 και σε βάθος μεταξύ 100 και 200m παρατηρείται μια πολύ ισχυρή πύκνωση των ισόθερμων. Η πύκνωση αυτή των ισόθερμων συνιστά ένα μέτωπο το οποίο διαχωρίζει το σχετικά ψυχρότερο και πιο ομογενές (θερμοκρασιακά) υποεπιφανειακό νερό από το θερμότερο νερό που υπέρκειται αυτού. Η προέλευση του ψυχρότερου υποεπιφανειακού νερού φαίνεται να είναι από τα βόρεια, πιθανώς η θάλασσα της Αδριατικής, αν λάβουμε υπόψη τη θέση του σταθμού 1 και την επιφανειακή κατανομή της θερμοκρασίας στην εν λόγω περιοχή.

✓ Καθ' όλο το μήκος της τομής από το βορειότερο έως το νοτιότερο άκρο της αναπτύσσεται θερμοκλινές το οποίο διαχωρίζει τα θερμότερα επιφανειακά νερά από τα σχετικά ψυχρότερα υποεπιφανειακά. Το θερμοκλινές κλίνει προς τα νότια. Ξεκινώντας από το βάθος των 50m στα βόρεια το θερμοκλινές φθάνει τα 100m στα νότια.



Εικόνα 3.3 Κατακόρυφη τομή της θερμοκρασίας στο Ιόνιο Πέλαγος

✓ Στους σταθμούς 16 και 8 παρατηρούνται δύο πυρήνες σχετικά θερμότερων νερών (βύθιση ισόθερμων καμπύλων) οι οποίοι μπορούν να αποδοθούν στις

αντικυκλωνικές δίνες που αναγνωρίστηκαν στην επιφανειακή κατανομή της θερμοκρασίας στις αντίστοιχες περιοχές. Η αντικυκλωνική δίνη στο σταθμό 16 φαίνεται να είναι περισσότερο αναπτυγμένη καθώς η βύθιση των ισόθερμων καμπύλων που προκαλεί φθάνει μέχρι τον πυθμένα.

3.4 Οριζόντιοι χάρτες

Στην εισαγωγή, αναφέραμε την πρόωρη χαρτογράφηση των ωκεάνιων ιδιοτήτων της επιφάνειας και των κατώτατων βαθών των ωκεανών.

Ένα μεγάλο μέρος αυτών που ξέρουμε για τη γενική δομή του ωκεανού, ιδιαίτερα για το βαθύ ωκεανό, έχει προκύψει από τους μεγάλης κλίμακας χάρτες των ιδιοτήτων του νερού. Μια παρουσίαση που αναπτύχθηκε από τον Wüst (1935) για την καλύτερη αναπαράσταση των οριζόντιων μεταβολών συγκεκριμένων υδάτινων μαζών, είναι βασισμένη στη μέθοδο στρώματος – πυρήνα. Χρησιμοποιώντας τα κάθετα διαγράμματα ιδιοτήτων, τις κάθετες τομές, και τα χαρακτηριστικά διαγράμματα (π.χ. $T - S$), ο Wüst καθόρισε ένα στρώμα – πυρήνα ως μέγιστη ιδιότητα και επισήμανε έπειτα την κατανομή των ιδιοτήτων κατά μήκος της επιφάνειας, που καθορίστηκε απ' αυτό το μέγιστο. Δεδομένου ότι κάθε στρώμα πυρήνων δεν είναι αυστηρά οριζόντιο, είναι πρώτα απαραίτητο να παρουσιαστεί ένας χάρτης που να παρουσιάζει το βάθος του εν λόγω στρώματος – πυρήνα. Ιδιότητες όπως η θερμοκρασία, η αλατότητα, το οξυγόνο, και τα θρεπτικά συστατικά μπορούν επίσης να σχεδιαστούν κατά μήκος αυτών των στρωμάτων μαζί με το ποσοστό της κατάλληλης υδάτινης μάζας του νερού που ορίζεται από τα χαρακτηριστικά διαγράμματα. Μια παρόμοια παρουσίαση είναι η χάραξη των ιδιοτήτων σε επιλεγμένες επιφάνειες της πυκνότητας. Αυτή η πρακτική δημιουργήθηκε από το Montgomery (1938) ο οποίος υποστήριξε ότι η μετατόπιση και η μίξη θα εμφανίζονταν ευκολότερα κατά μήκος των επιφανειών με σταθερή εντροπία. Δεδομένου ότι αυτές οι ισηντροπικές επιφάνειες είναι δύσκολο να καθοριστούν, ο Montgomery πρότεινε ότι οι επιφάνειες της σταθερής δυναμικής πυκνότητας θα ήταν στενές προσεγγίσεις στα χαμηλότερα στρώματα και ότι το σίγμα- τ θα ήταν κατάλληλο για τα ανώτερα στρώματα. Γνωστή ως ισηντροπική ανάλυση λόγω του θερμοδυναμικού χαρακτήρα της, αυτή η τεχνική οδήγησε στην πρακτική της παρουσίασης των σίγμα – τ ή σίγμα – θ σε οριζόντιους χάρτες. Ενώ μπορεί να είναι δύσκολο να απεικονιστεί η μορφή των επιφανειών πυκνότητας,

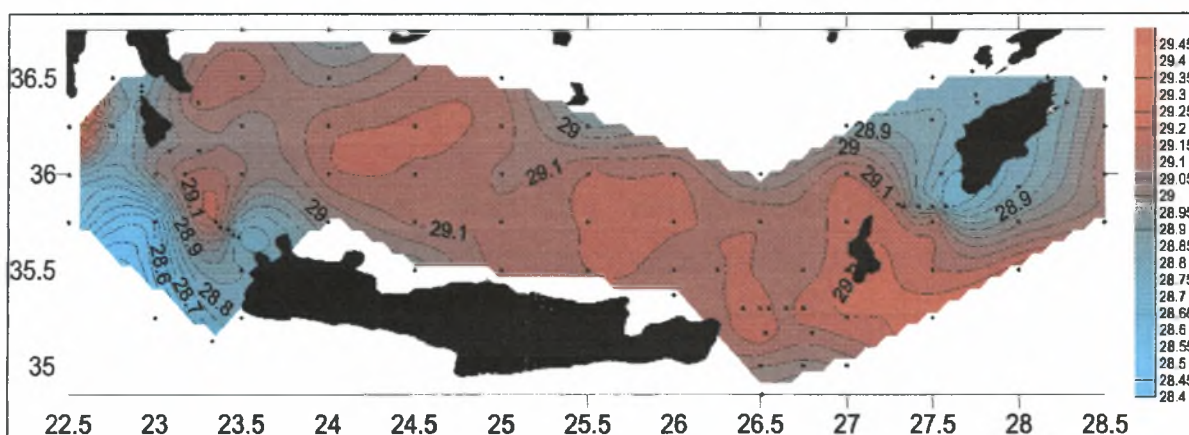
αυτός ο τύπος σχήματος είναι συχνά καλύτερος στην αποκάλυψη των κλίσεων κάθε ιδιότητας. Όπως με τη μέθοδο στρώματος – πυρήνα, που περιγράφει τους χάρτες στην πυκνότητα οι επιφάνειες περιλαμβάνουν τη χάραξη των χαρακτηριστικών διαγραμμάτων ιδιοτήτων για να προσδιορίσουν το καλύτερο σύνολο επιφανειών πυκνότητας. Εγγενής σ' αυτόν τον τύπο παρουσίασης είναι η υπόθεση ότι δεν εμφανίζεται διαπυκνική μίξη (δεν τέμνει τις ισόπυκνες). Μερικές φορές αντί της πυκνότητας επιλέγονται για χάραξη οι επιφάνειες θερμοστατικής ανωμαλίας.

Ο καθορισμός και η κατασκευή των γραμμών περιγράμματος στους οριζόντιους χάρτες έχουν εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια από μια υποκειμενική διαδικασία σχεδίασης χειρός σε μια αντικειμενικότερη διαδικασία που πραγματοποιείται από έναν υπολογιστή. Οι αναλύσεις στο χέρι εμφανίζονται συνήθως αρκετά ομαλές αλλά είναι αδύνατο να καθοριστεί επαρκώς η διαδικασία λείανσης που εφαρμόζεται στα δεδομένα και ποικίλλει με την εμπειρία των χρηστών. Μόνο εάν το ίδιο πρόσωπο περιέγραφε όλα τα στοιχεία, θα ήταν δυνατό να συγκριθούν άμεσα τα αποτελέσματα των χαρτών. Οι διαφορές που δημιουργούνται με την υποκειμενική χάραξη των καμπύλων είναι λιγότερο σοβαρές για μακροπρόθεσμες και στάσιμες διαδικασίες, οι οποίες είναι πιθανό να αντιπροσωπευθούν καλά, ανεξάρτητα από την υποκειμενική σχεδίαση. Οι μικρότερης περιόδου χρονικές μεταβολές, εντούτοις, θα σχεδιαστούν διαφορετικά από κάθε ερευνητή και θα είναι αδύνατο να συγκριθούν τα αποτελέσματα. Εν προκειμένης, σημειώνεται ότι οι καιρικοί χάρτες που χρησιμοποιούνται για τις εξάωρες καιρικές προβλέψεις σχεδιάζονταν ακόμα με το χέρι δεδομένου ότι αυτό επιτρέπει τις αναγκαίες υποκειμενικές αποφάσεις βασισμένες στη συσσωρευμένη εμπειρία του μετεωρολόγου.

Η αντικειμενική ανάλυση και άλλες διαδικασίες χαρτογράφησης βασισμένες σε υπολογιστή, έχουν αναπτυχθεί για να πραγματοποιήσουν την οριζόντια χαρτογράφηση και τη χάραξη περιγράμματος. Εντούτοις, χρειάζεται προσοχή στη χρήση οποιασδήποτε τυποποιημένης διαδικασίας χαρτογράφησης, έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι υποθέσεις και οι στόχοι των δεδομένων που χαρτογραφούνται. Για παράδειγμα, η διαδικασία χαρτογράφησης γνωστή ως αντικειμενική ανάλυση ή βέλτιστη παρεμβολή, είναι εγγενώς μια λειτουργία λείανσης. Κατά συνέπεια, τα πλέγματα των δεδομένων που παράγονται μπορούν να λειανθούν σε μια οριζόντια κλίμακα μήκους μεγαλύτερου από την κλίμακα ενδιαφέροντος για τη συγκεκριμένη

έρευνα. Άρα πρώτα πρέπει να καθοριστεί πως θα διατηρηθεί η μεταβλητότητα που μας ενδιαφέρει, ενώ η διαδικασία χαρτογράφησης θα είναι σαφής για τα δεδομένα που απέχουν κατά ακανόνιστα διαστήματα.

Στην εικόνα 3.4 παρουσιάζονται για ένα δίκτυο 93 σταθμών του Κρητικού Πελάγους, οι τιμές της επιφανειακής πυκνότητας, που υπολογίστηκαν βάσει των μετρήσεων θερμοκρασίας και αλατότητας που μετρήθηκαν με αυτογραφικό δειγματολήπτη CTD μεταξύ 14 Μαρτίου και 14 Απριλίου 1994. Στο **Παράρτημα Ι**



Εικόνα 3.4 Επιφανειακή κατανομή της πυκνότητας στο Κρητικό Πέλαγος

παρουσιάζεται ο τρόπος κατασκευής της επιφανειακής κατανομής με το πρόγραμμα Surfer.

Στο νοτιοδυτικό άκρο της περιοχής μελέτης νοτίως των στενών των Αντικυθήρων η επιφανειακή κατανομή της πυκνότητας παρουσιάζει τις ελάχιστες τιμές της (28,430). Αντίστοιχα χαμηλές τιμές επιφανειακής πυκνότητας εμφανίζονται στα βορειοανατολικά, περιφερειακά των ακτών της Ρόδου.

Το κεντρικό Κρητικό Πέλαγος παρουσιάζει σχετικά υψηλές τιμές επιφανειακής πυκνότητας, ενώ οι μέγιστες τιμές της πυκνότητας απαντώνται στο νοτιοανατολικό άκρο της περιοχής μελέτης νοτιοανατολικά της Καρπάθου (29,246).

Η κατανομή των ακραίων τιμών της επιφανειακής πυκνότητας στο Κρητικό Πέλαγος εξηγείται από την παρουσία κυκλωνικών και αντικυκλωνικών δινών που προκαλούν αντίστοιχα αποκλίσεις και συγκλίσεις των επιφανειακών νερών. Έτσι σχετικά μεγάλες πυκνότητες, στο κεντρικό Κρητικό και στα νοτιοανατολικά της περιοχής μελέτης, οφείλονται στην ανάδυση σχετικά ψυχρότερων και πυκνότερων μαζών από μεγαλύτερα βάθη, εξαιτίας της κυκλωνικής κυκλοφορίας στις

αντίστοιχες περιοχές. Από την άλλη πλευρά οι χαμηλές επιφανειακές πυκνότητες στο νοτιοδυτικό άκρο της περιοχής μελέτης αποδίδονται αντίστοιχα σε σύγκριση και καταβύθιση των σχετικά θερμότερων και λιγότερο πυκνών επιφανειακών νερών, λόγω της παρουσίας αντικυκλωνικών συνθηκών.

Οι σχετικά χαμηλές επιφανειακές πυκνότητες περιφερειακά των ακτών της Ρόδου, οφείλονται στην ιδιαίτερη ρευματική κυκλοφορία των νερών της περιοχής (μιανδρικό ρεύμα) η οποία τροποποιείται από τις κυκλωνικές και αντικυκλωνικές κινήσεις στην ευρύτερη περιοχή.

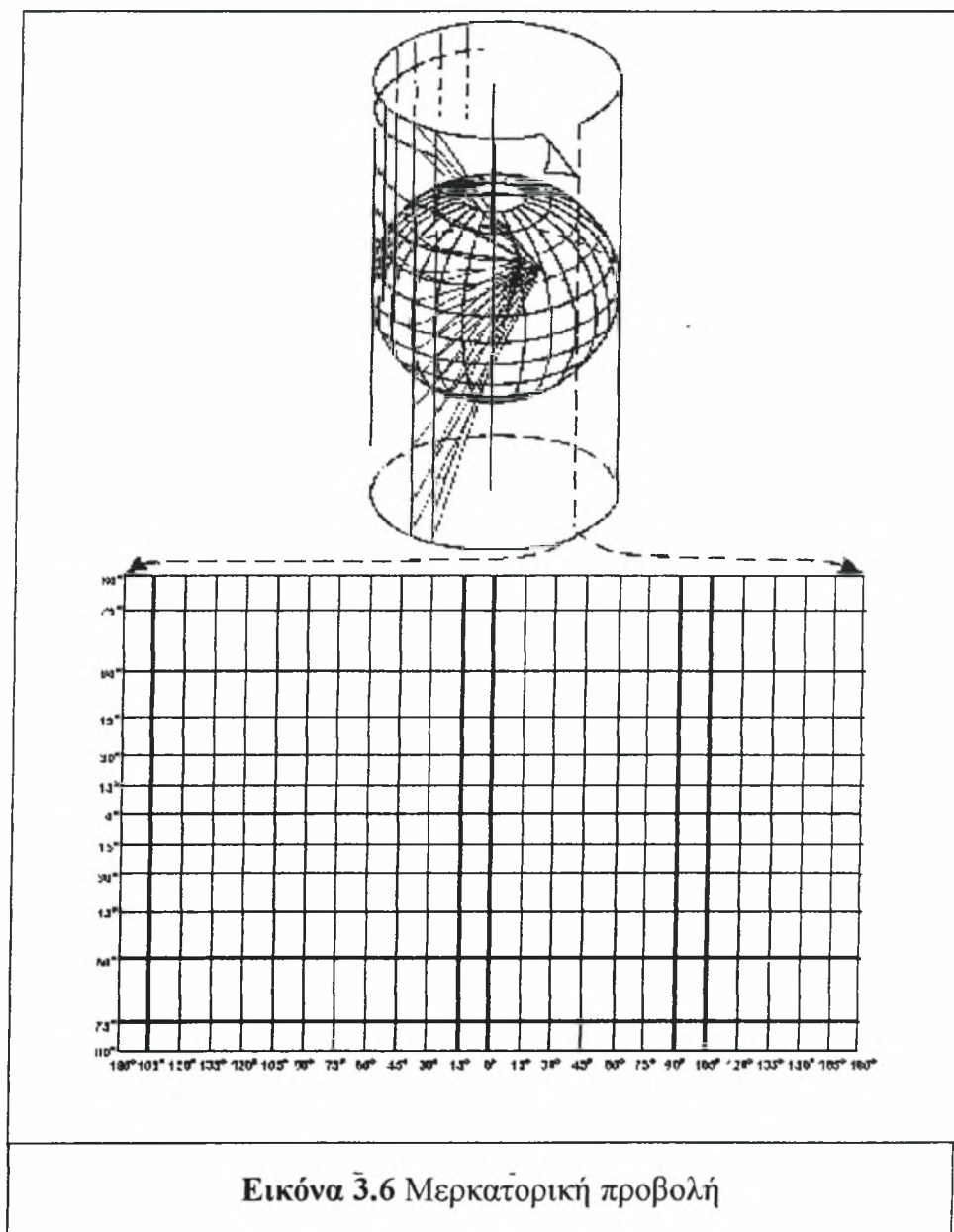
3.5 Προβολές χαρτών

Μια παραμελημένη πτυχή στη χαρτογράφηση των ωκεανογραφικών μεταβλητών είναι η επιλογή μιας κατάλληλης προβολής χαρτών. Στο παρελθόν έχει χρησιμοποιηθεί μια μεγάλη ποικιλία προβολών. Η φύση της ανάλυσης, η κλίμακα και η γεωγραφική περιοχή ενδιαφέροντός υπαγορεύουν τον τύπο προβολής χαρτών που χρησιμοποιείται. Οι πολιτικές μελέτες χρήζουν γενικά μιας κωνικής ή άλλης πολικής προβολής για να αποφευχθεί τη διαστρέβλωση των ζωνικών διακυμάνσεων κοντά στους πόλους (εικόνα 3.5). Σε αυτήν την



περίπτωση, ο κώνος εφάπτεται σε ένα ενιαίο γεωγραφικό πλάτος (τυποποιημένος παράλληλος) που μπορεί να επιλεχτεί με την αλλαγή της γωνίας του κώνου. Οι προκύπτουσες κλίμακες γεωγραφικού πλάτους – μήκους είναι διαφορετικές γύρω από κάθε σημείο και η προβολή καλείται μη σύμμορφη. Μια σύμμορφη κωνική προβολή είναι η σύμμορφη προβολή Lambert που κόβει τη γη σε δύο γεωγραφικά πλάτη. Σε αυτήν την προβολή, το διάστημα των γραμμών γεωγραφικού πλάτους αλλάζει έτσι ώστε η διαστρέβλωση να είναι η ίδια κατά μήκος των μεσημβρινών. Αυτή είναι η ευρύτερα χρησιμοποιημένη κωνική προβολή για τη ναυσιπλοΐα δεδομένου ότι οι ευθείες γραμμές αντιστοιχούν σχεδόν στις μεγάλες διαδρομές των κύκλων. Μια παραλλαγή αυτής της χαρτογράφησης είναι η «τροποποιημένη

σύμμορφη προβολή Lambert». Αυτή η προβολή καλείται να επιλέξει κορυφαίο τυποποιημένο τον παράλληλο πολύ κοντά στον πόλο, κλείνοντας κατά συνέπεια μακριά την κορυφή του κώνου. Μια τέτοια κωνική προβολή είναι σύμμορφη πέρα από το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής της. Οι μετεωρολόγοι χρησιμοποιούν την



Εικόνα 3.6 Μερκατορική προβολή

πολική στερεογραφική προβολή. Πιθανώς, τα πλεονεκτήματα αυτής της προβολής είναι η δυνατότητά της να καλύψει ένα ολόκληρο ημισφαίριο και η χαμηλή διαστρέβλωσή της στα διάφορα γεωγραφικά πλάτη.

Σε μεσαία και μικρά γεωγραφικά πλάτη, χρησιμοποιείται η Μερκατορική προβολή. Οι Μερκατορικοί χάρτες είναι σύμμορφοι υπό την έννοια ότι οι διαστρεβλώσεις στο γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος είναι παρόμοιες.

Η πιο κοινή προβολή είναι η εγκάρσια Μερκατορική ή κυλινδρική προβολή. Όπως φανερώνει το όνομα είναι η προβολή της γήινης επιφάνειας επάνω σε έναν κύλινδρο που είναι εφαπτόμενος στον ισημερινό (ισημερινός κυλινδρικός). Αυτός ο τύπος προβολής, εξ ορισμού, δεν μπορεί να περιλάβει τους πόλους. Μια παραλλαγή αυτού καλείται πλάγια Μερκατορική προβολή, που αντιστοιχεί σε έναν κύλινδρο που είναι εφαπτόμενος στη γη σύμφωνα με μια γραμμή που έχει κλίση σε σχέση με τον ισημερινό. Αντίθετα από την κυλινδρική προβολή αυτή η πλάγια προβολή μπορεί να παρουσιάσει και τους πόλους. Αυτή η μορφή προβολής έχει επίσης έναν σύμμορφο χαρακτήρα, με τις ίσες διαστρεβλώσεις στις γραμμές γεωγραφικού πλάτους και γεωγραφικού μήκους. Η πιο γνωστή Μερκατορική χαρτογράφηση είναι το παγκόσμιο εγκάρσιο πλέγμα του Μερκάτορα (UTM) που είναι ένα στρατιωτικό πλέγμα το οποίο χρησιμοποιεί την ισημερινή κυλινδρική προβολή. Μια άλλη δημοφιλής προβολή μέσου πλάτους είναι η ορθογώνια ή προβολή ίσων περιοχών η οποία είναι μια κυλινδρική προβολή με ομοιόμορφο διάστημα μεταξύ των γραμμών γεωγραφικού πλάτους και μήκους. Στις εφαρμογές όπου η πραγματική γήινη διαστρέβλωση δεν είναι σημαντική, αυτός ο τύπος χρησιμοποιείται συχνά. Εκτιμώντας ότι οι Μερκατορικές προβολές είναι χρήσιμες για τα διανύσματα, οι προβολές ίσης περιοχής είναι χρήσιμες για τις μονοδιάστατες ιδιότητες. Για τις μελέτες ορισμένων περιοχών, μπορούν να αναπτυχθούν ειδικές προβολές όπως η αζιμουθιακή, η οποία αποτελείται από ένα επίπεδο εφαπτόμενο στη γη σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Οι αζιμουθιακές προβολές χρησιμοποιούν το κέντρο της γης ως σημείο αναφοράς, ενώ οι στερεογραφικές προβολές χρησιμοποιούν ένα σημείο στην επιφάνεια της γης.

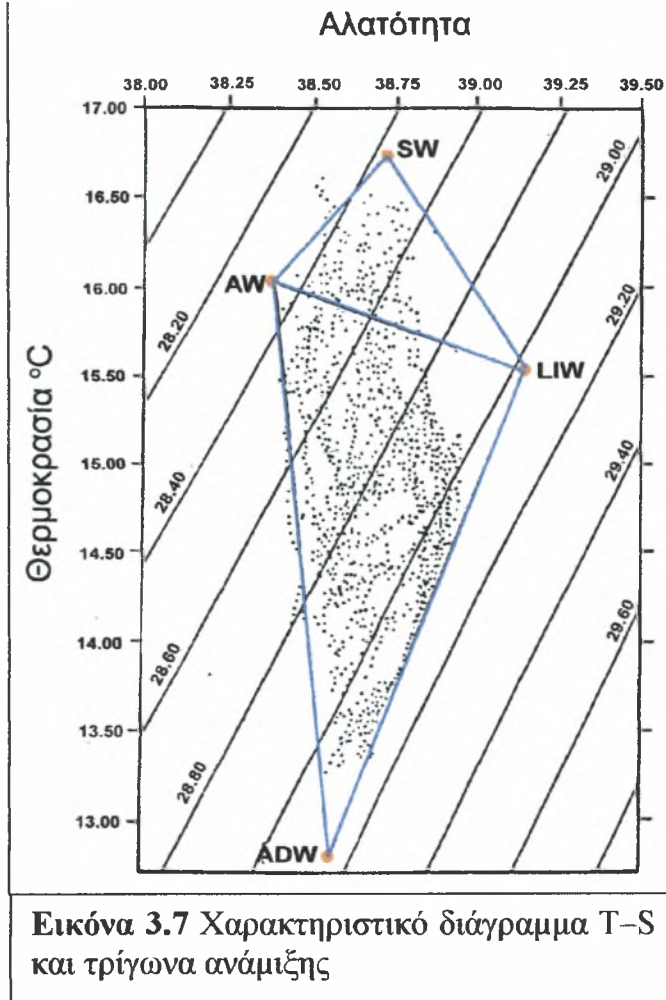
Τα αποτελέσματα της προβολής των χαρτών στις χαρτογραφημένες ωκεανογραφικές ιδιότητες πρέπει πάντα να λαμβάνονται υπόψη. Συχνά η διαστρέβλωση είναι ασήμαντη, δεδομένου ότι μόνο η κατανομή είναι σημαντική σε σχέση με τη γεωγραφία (όρια εδάφους) της περιοχής μελέτης. Σε άλλες περιπτώσεις, όπως στη σχεδίαση τροχιών των ρευμάτων (μέθοδος Lagrange), για τη σύγκριση χαρτών είναι σημαντική η χρήση της ίδιας προβολής και από τους οποίους θα γίνει μια πρόχειρη εκτίμηση των ταχυτήτων στις τροχιές αυτές. Οι παραλλαγές στις προβολές χαρτών μπορούν επίσης να προκαλέσουν ανεπιθύμητες μεταβολές στις παρουσιάσεις των ιδιοτήτων.

3.6 Χαρακτηριστικά διαγράμματα

Σε πολλές ωκεανογραφικές εφαρμογές, είναι χρήσιμο να συσχετίζονται δύο ταυτόχρονα παρατηρηθείσες μεταβλητές. Πρώτοι οι Helland και Hansen (1918) πρότειναν τη χρησιμότητα της χάραξης της θερμοκρασίας (T) σε σχέση με την αλατότητα (S). Διαπίστωσαν ότι τα διαγράμματα T-S (εικόνα 3.7) ήταν παρόμοια σε μεγάλες περιοχές του ωκεανού και παρέμεναν σταθερά σε πολλές θέσεις. Μια πρόωρη εφαρμογή του διαγράμματος T-S ήταν η δοκιμή και η επεξεργασία υδρογραφικών δεδομένων που συλλέχθηκαν από δειγματοληπτικά μπουκάλια. Σε σύγκριση με τις υπάρχουσες καμπύλες T-S για μια συγκεκριμένη περιοχή, οι καμπύλες T-S από τα συλλεχθέντα στοιχεία έδωσαν έμφαση γρήγορα στα λανθασμένα δείγματα που θα μπορούσαν έπειτα να διορθωθούν ή να αποβληθούν. Τα παρόμοια χαρακτηριστικά διαγράμματα αναπτύχθηκαν για άλλες ωκεάνιες ιδιότητες, πολλές από αυτές, εντούτοις, δεν ήταν συντηρητικές και δεν θα μπορούσαν να αναμένονται για να ανταγωνιστούν τη σταθερότητα της σχέσης T-S (θα χρησιμοποιηθεί το T-S ως αντιπροσωπευτικό όλων των χαρακτηριστικών διαγραμμάτων).

Η ωκεάνια μεταβλητότητα μέσα στο χρόνο έχει σημαντικές συνέπειες για τον υπολογισμό των μέσων διαγραμμάτων T-S, όπου τα ζεύγη T και S, από διαφορετικό μπουκάλι ή CTD, υπολογίζονται κατά μέσο όρο μαζί για να προσδιορίσουν τη σχέση T-S για μια δεδομένη περιοχή ή ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Η μέση σχέση T και S διατυπώνεται ως ο μέσος όρος του S σε διαστήματα των τιμών του T. Στο διάγραμμα μπορούν να συμπεριληφθούν και οι τιμές του βάθους, να παραστήσουν τα βάθη που παρατηρούνται μοναδικά ζεύγη T και S. Κατά συνέπεια, δεν είναι δυνατό να καθοριστεί ένα μοναδικό διάγραμμα για τις τιμές T, S και βάθους για ένα σύνολο διαφορετικών υδρογραφικών διαγραμμάτων.

Η παραδοσιακή καμπύλη T-S είναι μέρος ενός συνόλου καμπυλών που αφορούν μετρημένες μεταβλητές όπως η θερμοκρασία, η αλατότητα, η πυκνότητα (σ_t) ή η θερμική ανωμαλία ($\Delta_{s,T}$). Η κυρτότητα αυτών των καμπυλών οφείλεται στη μη γραμμική φύση της καταστατικής εξίσωσης του ωκεανού. Σε ένα παραδοσιακό διάγραμμα T-S, η σταθερότητα της υδάτινης στήλης, που αντιπροσωπεύεται από την καμπύλη μπορεί εύκολα να αξιολογηθεί. Εκτός αν κάποιος είναι σε μια ασταθή περιοχή, η πυκνότητα πρέπει πάντα να αυξάνεται με το βάθος κατά μήκος της καμπύλης T-S. Επιπλέον η ανάλυση των καμπυλών T-S



μπορεί να ρίξει σημαντικό φως στις διαδικασίες μίξης που συντελούνται στον ωκεανό. Σημειώνεται ότι η θερμική ανωμαλία, $\Delta_{s,T}$ χρησιμοποιείται στις καμπύλες T-S παρά την ανωμαλία όγκου $\delta_{s,T}$, εφόσον η πίεση συμπεριλαμβάνεται στο $\delta_{s,T}$, αν και έχει βρεθεί να είναι αμελητέα για τον υδροστατικό υπολογισμό, ενώ μπορεί να προσεγγιστεί από το $\Delta_{s,T}$ που στερείται την ποσότητα της πίεσης.

Μια άλλη ευρύτερα χρησιμοποιούμενη παραλλαγή του διαγράμματος T-S είναι γνωστή ως ογκομετρική καμπύλη T-S. Εισήχθη από τον Montgomery (1958) και παρουσιάζει μια ογκομετρική καταγραφή της μάζας του νερού σε σχέση με τις αντίστοιχες ιδιότητες T-S.

Σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή των καμπυλών T-S, ο McDuff (1988) εξέτασε τα αποτελέσματα των διαφορετικών αλατοτήτων στις θερμικές ανωμαλίες που παράγονται από τις υδροθερμικές πηγές.

Τα διαγράμματα T-S δεν διαφέρουν σε κατασκευή απ' αυτή των κατακόρυφων προφίλ, μόνο που τις θέσεις των τιμών στους άξονες αντικαθιστά στον κατακόρυφο

η θερμοκρασία και στον οριζόντιο η αλατότητα. Η ακολουθία των βημάτων εξηγείται στο Παράρτημα Ι για το πρόγραμμα Microsoft Excel.

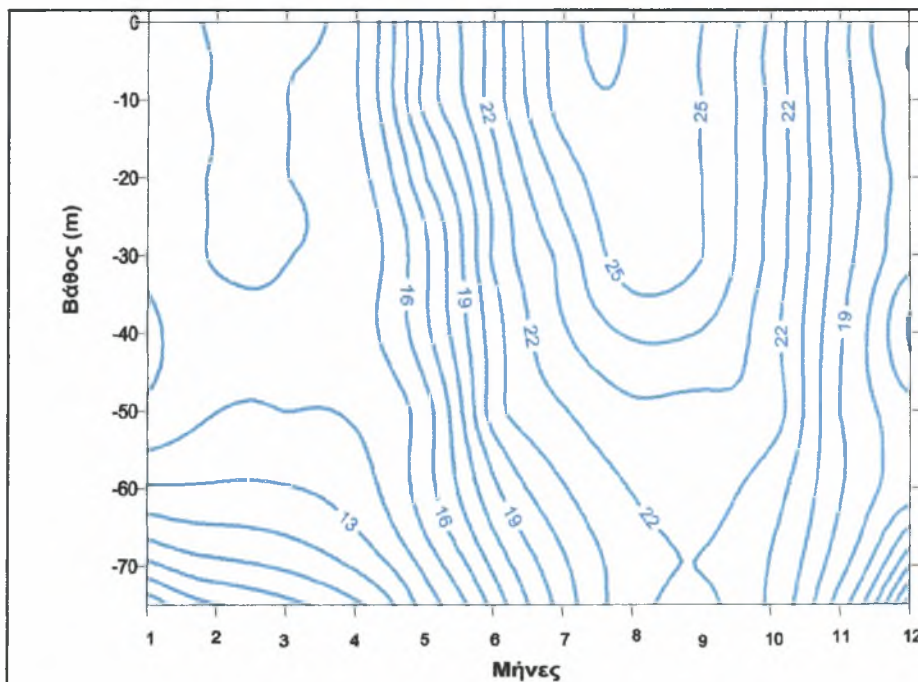
Τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν προέρχονται από το Ιόνιο Πέλαγος και από το ίδιο πλόα που προέρχονται τα δεδομένα για την κατασκευή των κατακόρυφων προφίλ (Κεφ. 2.10.2).

Η εικόνα 3.7 το σύνθετο διάγραμμα T-S βασισμένο σε όλες τις θερμοαλατικές μετρήσεις και των 22 σταθμών. Η διασπορά των σημείων του διαγράμματος T-S υποδηλώνει τη συμμετοχή τεσσάρων υδάτινων τύπων στη σύσταση των υδάτινων μαζών της περιοχής μελέτης. Έτσι, η επί τοις εκατό (%) συμμετοχή του LIW μπορεί να υπολογισθεί με τη μέθοδο των «τριγώνων ανάμιξης» (Mamayev, 1975). Οι τιμές των θερμοαλατικών παραμέτρων, που ορίζουν τους τέσσερις υδάτινους τύπους είναι οι γενικά αποδεκτές τιμές του Hopkins (1978):

- ✓ Λεβαντινό Ενδιάμεσο Νερό (LIW): 15,1°C, 39,10
- ✓ Ατλαντικό Νερό (AW): 16,0°C, 38,35
- ✓ Επιφανειακό Νερό (SW): 16,7°C, 38,70
- ✓ Αδριατικό Βαθύ Νερό (ADW): 12,7°C, 38,5

3.7 Χρονοσειρές

Στην ωκεανογραφία, όπως και σε άλλες περιβαλλοντικές επιστήμες, υπάρχει η ανάγκη να παρουσιαστούν οι πληροφορίες σε χρονοσειρές. Οι χρονοσειρές είναι τα διαγράμματα κάποιας ιδιότητας σε σχέση με το χρόνο. Η αρχή της εφαρμογής και χρήσης τους έγινε με βάση μετρήσεις σε παράκτιες περιοχές, της επιφανειακής θερμοκρασίας και άλλων σχετικών παραμέτρων. Δεδομένου ότι η κυκλοφορία των σκαφών αυξήθηκε, η ανάγκη για παράκτια αναγνωριστικά σήματα οδήγησε στην καθιέρωση πειραματικών σκαφών που χρησίμευσαν ως πλατφόρμες για την παράκτια συλλογή δεδομένων. Μερικές από τις πρώτες μελέτες, που έγιναν από τους γεωγράφους στον ανερχόμενο τομέα της φυσικής ωκεανογραφίας, πραγματοποιήθηκαν από πλωτούς φάρους. Οι μεταβολές του αέρα, των κυμάτων, των ρευμάτων επιφάνειας και της θερμοκρασίας επιφάνειας που συλλέχθηκαν από αυτά τα σκάφη έπρεπε να συσχετισθούν με το χρόνο. Αργότερα, τα ερευνητικά

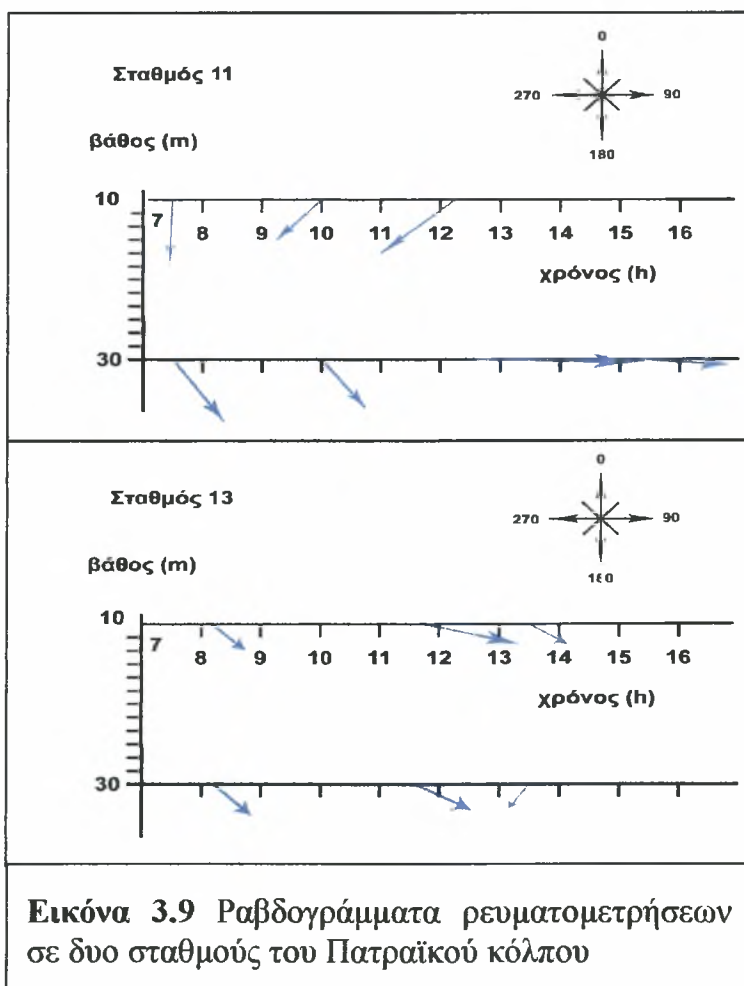


Εικόνα 3.8 Χρονοσειρά θερμοκρασίας στο Σαρωνικό κόλπο κατά τη διάρκεια ενός έτους. Φαίνεται ο σχηματισμός και η καταστροφή του εποχιακού θερμοκλινούς.

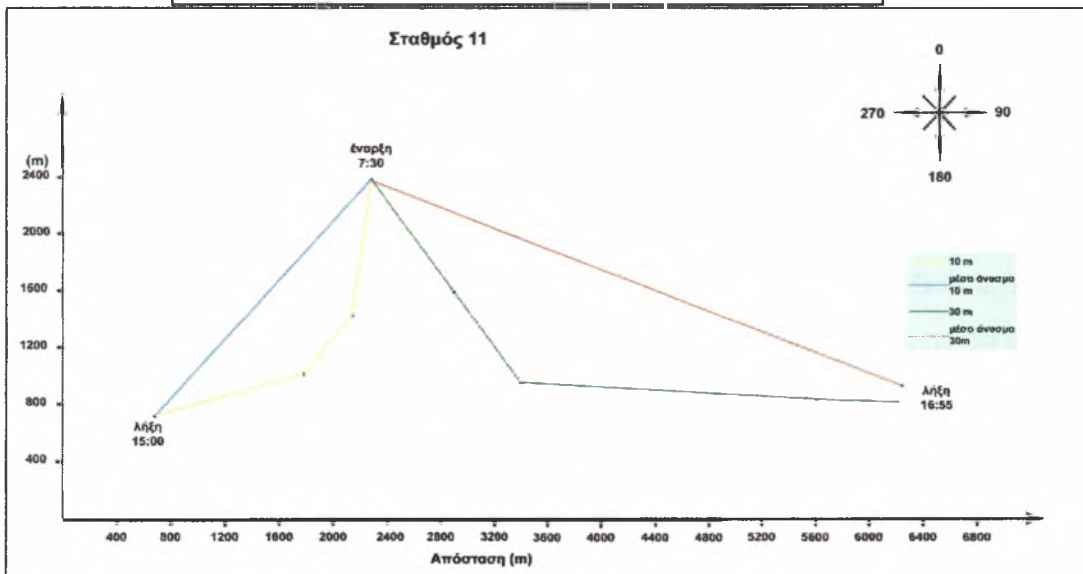
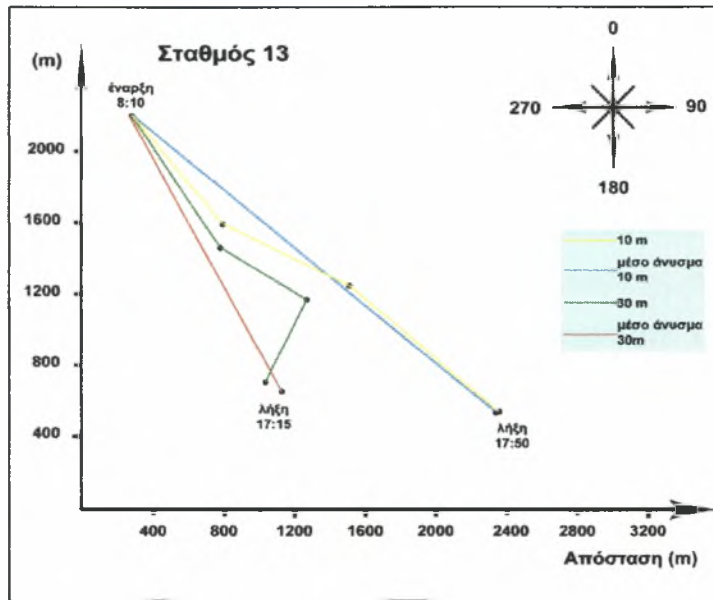
σκάφη η χρησιμοποιήθηκαν ως δεμένες πλατφόρμες για να παρατηρήσουν τα ρεύματα και τις ιδιότητες του νερού ως χρονοσειρά. Σήμερα, πολλές χρονοσειρές συλλέγονται από τα δεμένα όργανα και είτε αποθηκεύονται είτε μεταφέρονται

τηλεμετρικά πίσω σε έναν σταθμό ξηράς. Η ανάγκη για την απόκτηση στοιχείων σε πραγματικό χρόνο για την ωκεανογραφία και τη μετεωρολογία έχει δημιουργήσει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για τις νέες μεθόδους τηλεμετρίας των δεδομένων. Η ανάπτυξη των συστημάτων συλλογής δορυφορικών δεδομένων όπως η υπηρεσία ARGOS έχουν ανοίξει νέες δυνατότητες για τη διαβίβαση ωκεανογραφικών στοιχείων σε επίγειους σταθμούς και για τη μετάδοση των εντολών λειτουργίας πίσω στις παράκτιες περιοχές, όπου βρίσκονται όργανα μέτρησης και δειγματοληψίας.

Ο απλούστερος τρόπος να παρουσιαστούν οι πληροφορίες της χρονοσειράς (εικόνα 3.8) είναι να σχεδιαστεί μια κλιμακωτή μεταβλητή (ή τα κλιμακωτά συστατικά μιας διανυσματικής σειράς) σε σχέση με το χρόνο. Το χρονικό διάστημα εξαρτάται από το σύνολο των δεδομένων που σχεδιάζεται και μπορεί να διακυμανθεί από δευτερόλεπτα ως έτη. Αξιοσημείωτο είναι ότι είναι κοινή πρακτική στην ωκεανογραφία να περιστρέφονται οι άξονες χ και ψ της ταχύτητας ώστε να ευθυγραμμιστούν με τον επικρατέστερο γεωγραφικό ή τοπογραφικό



Εικόνα 3.9 Ραβδογράμματα ρευματομετρήσεων σε δυο σταθμούς του Πατραϊκού κόλπου



Εικόνα 3.10 Διαγράμματα προοδευτικών ανυσμάτων (PVD) μεταφοράς μάζας στους σταθμούς 11 και 13 του Πατραϊκού κόλπου σε βάθη 10 και

προσανατολισμό της περιοχής μελέτης. Οι οριζόντιοι ορθογώνιοι άξονες μπορούν να είναι κάθετοι και διαγώνιοι στην ακτή ή κατά μήκος και διασταυρούμενες με τις ισοβαθής καμπύλες. Δεδομένου ότι οι ρευματογράφοι μετρούν πραγματικά την ταχύτητα και την κατεύθυνση, είναι επίσης σύνηθες να δημιουργούνται οι χρονικές σειρές ταχύτητας (απόλυτη τιμή) και κατεύθυνσης καθώς επίσης και οι συνιστώσες της ταχύτητας.

Δύο πολύ κοινές μεθοδολογίες παρουσίασης του πραγματικού διανυσματικού χαρακτήρα της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο είναι τα ραβδογράμματα και

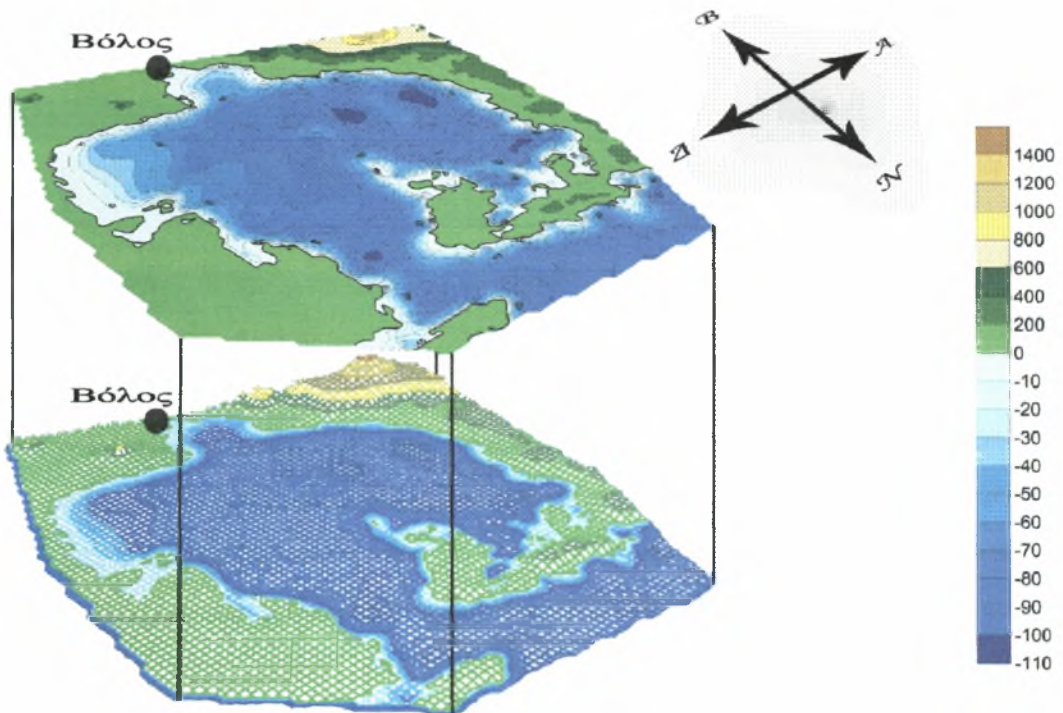
τα διαγράμματα (PVD). Ένα ραβδόγραμμα προοδευτικών ανυσμάτων (εικόνα 3.9) απεικονίζει το διάνυσμα του ρεύματος για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα με το μήκος και τον προσανατολισμό της ράβδου (ή του διανύσματος) να παριστούν το μέγεθος και τη διεύθυνση της ταχύτητας, αντίστοιχα. Η παρουσίαση με ραβδόγραμμα είναι ιδανική για την απεικόνιση των μεταβολών της κατεύθυνσης των μετρούμενων ρευμάτων. Το PVD (εικόνα 3.10) παρουσιάζει το διανυσματικό σύνολο (συνισταμένη) των ξεχωριστών συνιστωσών του ρεύματος, σχεδιάζοντας τα στο συνολικό μήκος τους (των ρευμάτων) κατά το διάστημα που μας ενδιαφέρει. Είναι εμφανή επίσης τα κατάλοιπα και τα μακροπρόθεσμα κατώτερα διανύσματα του ρεύματος, καθώς και η περιστροφική συμπεριφορά τους. Τα αδρανειακά ή τα παλιρροιακά ρεύματα μπορούν να διακριθούν με ευκολία. Το βασικό πρόβλημα με τα διαγράμματα PVD είναι ότι έχουν την εμφάνιση μετατοπίσεων (κατά Lagrange) με το χρόνο, σαν να είχαμε τη δυνατότητα από τις μετρήσεις σε μια περιοχή, να έχουμε πληροφορίες για την κατάντη τροχιά των ποσοτήτων του νερού με το που διέρχονται από το σημείο μέτρησης. Το PVD μπορεί να παραστήσει την κίνηση κατά Lagrange, μόνο αν η ροή ήταν χωρικά ομοιόμορφη και χρονικά σταθερή, πράγμα που δε μπορεί να συμβεί στον ευμετάβλητο ωκεανό. Σ' αυτή την περίπτωση, αξίζει να παρατηρηθεί ότι δεδομένα που προέρχονται από μεθόδους που χρησιμοποιούν τη θεωρία του Lagrange, παρουσιάζονται είτε ως τροχιές, μέσα στις οποίες η θέση του ακυβέρνητου πλωτού μέσου σκιαγραφείται σε διάγραμμα, είτε ως χρονοσειρές του γεωγραφικού πλάτους $\chi(t)$ και του γεωγραφικού μήκους $\psi(t)$. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αποστάσεις σε χιλιόμετρα ή ναυτικά μίλια σε σχέση με τις συντεταγμένες παρόλο που υπάρχουν σαφή πλεονεκτήματα στη χρήση των Μερκατορικών προβολών.

Ένα άλλο είδος χρονοσειράς αποτελείται από ένα σύνολο κάθετων προφίλ στις ίδιες περιοχές συναρτήσεων του χρόνου (εικόνα 2.10). Η κάθετη χρονοσειρά έχει έναν κάθετο άξονα όπως οι κάθετες τομές με τα χρονικά διαστήματα να υποκαθιστούν τον οριζόντιο άξονα της απόστασης. Παρομοίως, μια χρονοσειρά με οριζόντιες διατομές κατά μήκος μιας επαναλαμβανόμενης τοπογραφικής γραμμής, μοιάζουν με ένα οριζόντιο χάρτη, με το χρόνο να υποκαθιστά έναν από τους χωρικούς άξονες. Οι τιμές των ιδιοτήτων από διαφορετικά ζεύγη βάθους – χρόνου ή απόστασης – χρόνου περιγράφονται με καμπύλες, για τη δημιουργία χρονοσειρών που μοιάζουν με κάθετες τομές ή με οριζόντιους χάρτες αντίστοιχα. Αυτός ο τύπος παρουσίασης

είναι χρήσιμος για να απεικονίσει χρονικά σήματα που αποδίδουν την κάθετη δομή όπως η εποχιακή θέρμανση και ψύξη. Σ' αυτές τις χρονοσειρές αποδίδονται πολύ ωραία κι άλλου είδους χρονικές αλλαγές όπως η κατακόρυφη στρωμάτωση (π.χ. θερμοκλινές, αλοκλινές κ.λ.π.).

3.8 Νέες κατευθύνσεις στη γραφική παρουσίαση

Η χάραξη των ωκεανογραφικών στοιχείων μετατραπεί από καθαρά ανθρώπινη διαδικασία σε μία που πραγματοποιείται πρώτιστα από τους υπολογιστές. Η ηλεκτρονική γραφιστική παρέχει στους ωκεανογράφους ποικίλα νέα σχήματα παρουσίασης. Παραδείγματος χάριν, όλα τα σχήματα απεικόνισης δεδομένων που αναλύθηκαν προηγουμένως μπορούν πλέον να πραγματοποιηθούν από πακέτα λογισμικών σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Συχνά, η λείανση και η χάραξη περιγράμματος μπορούν να εκτελεστούν από το υπάρχον λογισμικό.



Εικόνα 3.11 Συνδυασμός απεικόνισης 3D και οριζόντιου χάρτη, για τον Παγασητικό κόλπο από το πρόγραμμα Surfer (διαδικασίες Contour, Wireframe και Blanking, βλ. Παράρτημα I)

Μερικές φορές προκύπτουν προβλήματα με αυτά τα προγράμματα, όπως η συνέχιση των καμπυλών πάνω στο έδαφος ή τον περιορισμό σε καθορισμένα διαστήματα περιγράμματος. Αυτά τα προβλήματα πρέπει είτε να υπερνικηθούν, είτε ν' αλλάξουν τα δεδομένα με κάποιο τρόπο ώστε να αποφευχθούν τα προβλήματα.

Εκτός από τη χαρτογράφηση μπορούν να πραγματοποιηθούν και άλλες παρουσιάσεις στον υπολογιστή που δε μπορούν να παρουσιαστούν με το χέρι. Ο

τρισδιάστατος σχεδιασμός είναι ένα από τα προφανέστερα παραδείγματα των βελτιωμένων στοιχείων μέσω των υπολογιστών. Ένα κύριο πλεονέκτημα της τρισδιάστατης σχεδίασης είναι η γεωμετρική ερμηνεία που δίνεται. Μπορούμε να δούμε σαφέστερα τα σχετικά μεγέθη των κυρίαρχων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων. Ένα περαιτέρω όφελος αυτής της μορφής παρουσίασης είναι η δυνατότητα να παρουσιαστούν οι απόψεις της απεικόνισης των δεδομένων από διαφορετικές γωνίες και προοπτικές. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα του συνδυασμού τρισδιάστατης παρουσίασης και οριζόντιου χάρτη (εικόνα 3.11). Στην εικόνα 3.11 μπορούμε να διακρίνουμε βασικά βαθυμετρικά στοιχεία του Παγασητικού κόλπου, όπως το μικρό συνολικό βάθος του, την απότομη αύξηση του βάθους στον ανατολικό Παγασητικό και βαθμιαία μεταβολή του βάθους στη δυτική πλευρά του. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η δυνατότητα της παρουσίασης από διαφορετικές γωνίες και προοπτικές. Κάθε ανάλυση που προκύπτει από μια μεταβλητή σε σχέση με δύο άλλες είναι παραστατικότερη με τρισδιάστατη παρουσίαση.

Η εισαγωγή του χρώματος στα επιστημονικά περιοδικά υπήρξε σημαντική αλλαγή στη μέθοδο παρουσίασης. Όπως αναφέρθηκε στην παρουσίαση των κάθετων τομών χρησιμοποιούνται διαβαθμίσεις των χρωμάτων ώστε να φανερώνονται οι οριζόντιες και κάθετες κλίσεις. Οι νέες διαδικασίες εκτύπωσης έχουν καταστήσει το χρώμα πιο προσιτό και γίνεται ευρύτερη χρήση στις έγχρωμες απεικονίσεις. Ένας τομέας της επιστήμης της ωκεανογραφίας, όπου η χρωματική απεικόνιση έχει διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο, είναι στην παρουσίαση των δορυφορικών εικόνων. Εδώ, η χρήση του χρώματος επιτρέπει στον ερευνητή να διευρύνει τη δυναμική περιοχή των συνηθισμένων γκριζών σκιών έτσι ώστε να είναι ευκολότερα αναγνωρίσιμες από το μάτι. Το χρώμα χρησιμοποιείται επίσης για να ενισχύσει ορισμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως τα σχέδια της επιφανειακής θερμοκρασίας που προκύπτουν από τις υπέρυθρες δορυφορικές εικόνες. Οι αναβαθμίσεις με χρώμα και οι εικόνες ψευδοχρώματος, μπορούν να παραχθούν χρησιμοποιώντας μια αυστηρά καθορισμένη λειτουργία ή μπορούν να αναπτυχθούν με τρόπο κατά τον οποίο ο ερευνητής μπορεί να παράγει μια απεικόνιση προσφορότερη στην ανάγνωση. Σημαντική σημασία σε οποιοδήποτε εκτίμηση δορυφορικών δεδομένων έχουν τα πρωτόκολλα εικόνων πάνω σε επίγειους χάρτες γνωστά ως «πλοήγηση εικόνας» στην ωκεανογραφική ορολογία. Αυτή η διαδικασία

ναυσιπλοΐας μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας τα ετήσια δορυφορικά στοιχεία (τροχιακές παράμετροι) για τη διόρθωση της γήινης κυρτότητας και της περιστροφής. Τα λάθη τοποθέτησης και συγχρονισμού των διαστημικών σκαφών προϋποθέτουν συχνά την εικόνα για την εφαρμογή των χαρτών με ακρίβεια. Μια εναλλακτική μέθοδος διόρθωσης εικόνας είναι να χρησιμοποιηθεί μια σειρά ελέγχων επίγειων σημείων (GCP). Τα GCP είναι συνήθως χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως οι κόλποι ή τα ακρωτήρια που ξεχωρίζουν και στη δορυφορική εικόνα και στο χάρτη.

Η πρόσβαση στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας έχει αυξήσει πολύ την ικανότητα του ερευνητή να παρουσιάσει και να επιδειξει τα στοιχεία. Χρησιμοποιώντας ένα συμμετοχικό σύστημα ελέγχου ο επιστήμονας – χειριστής μπορεί να αλλάξει όχι μόνο την κλίμακα φωτεινότητας αλλά και τον προσανατολισμό, το μέγεθος (zoom) και τη γενική θέση της οπτικής θέσης χρησιμοποιώντας ένα πηδάλιο ή ένα ποντίκι. Με αυτό το σύστημα ελέγχου η τρισδιάστατη απεικόνιση μπορεί να μετατοπιστεί και να περιστραφεί για να φανούν όλες οι πλευρές του αποτελέσματος. Αυτό επιτρέπει στο χρήστη να απεικονίσει και τις περιοχές που κρύβονται πίσω από χαρακτηριστικά ανάγλυφα της περιοχής.

Καθότι όλο και περισσότεροι ωκεανογράφοι ασχολούνται με την επεξεργασία της ψηφιακής εικόνας, δημιουργείται όλο και μεγαλύτερη ποικιλία από παρουσιάσεις. Όλα αυτά δεν προσθέτουν απλά πληροφορίες αλλά προσδίδουν στις απεικονίσεις περισσότερο ενδιαφέρον και πολυχρωμία. Η παροιμία που λέει ότι μια εικόνα αντιστοιχεί σε χίλιες λέξεις είναι συχνά σωστή και στον τομέα της ωκεανογραφίας ενώ τα ενδιαφέροντα των ερευνητών εξυπηρετούνται όταν τα αποτελέσματά τους μπορούν να προβληθούν μέσω καλοσχηματισμένων και πολύχρωμων γραφικών ή εικόνων (Emery και Thomson, 1998).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ Η/Υ

(**Σημείωση:** Οι εφαρμογές στον ηλεκτρονικό υπολογιστή έγιναν σε πλατφόρμα Microsoft Windows XP Home Edition.)

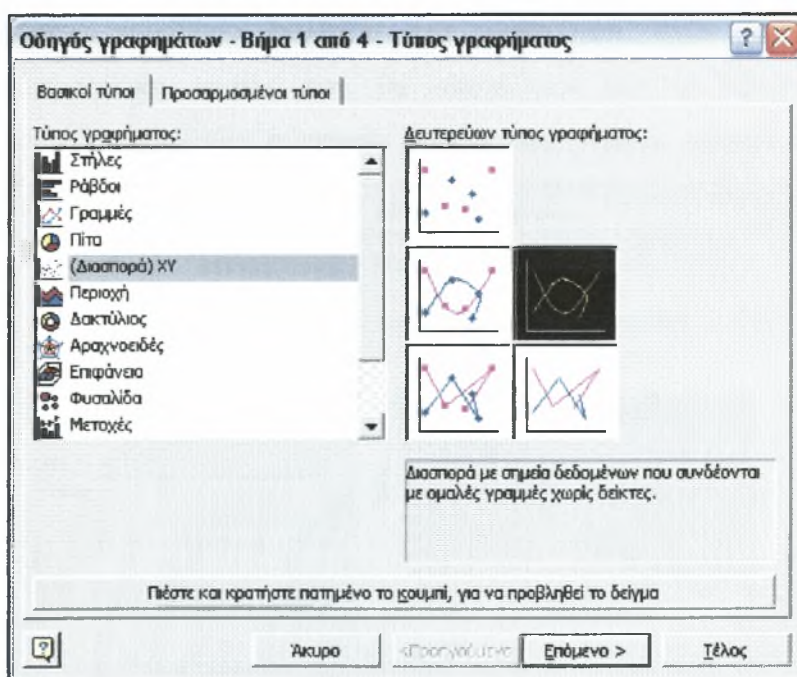
Εφαρμογή 1. Χρήση Microsoft Excel (MS Office XP), για τη δημιουργία κατακόρυφου προφίλ.

- Εκτελούμε την εφαρμογή Excel κάνοντας διπλό κλικ στο αντίστοιχο εικονίδιο που εμφανίζεται στην Επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή ή ακολουθούμε τη διαδρομή Έναρξη → Όλα τα προγράμματα → Microsoft Excel.
- Στο φύλλο εργασίας που εμφανίζεται τοποθετούμε τις τιμές του βάθους και της παραμέτρου, που θέλουμε να δημιουργήσουμε το προφίλ (π.χ. θερμοκρασία), στις στήλες A και B.

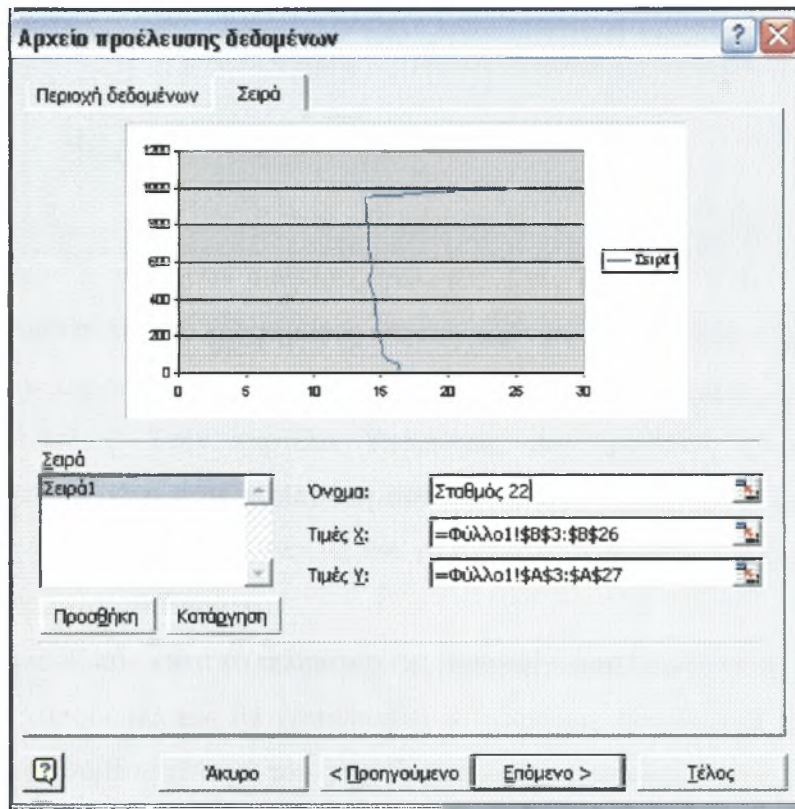
The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the 'Εισαγωγή' (Insert) menu open. The menu options include Γραμμές, Στήλες, Φύλλο εργασίας, Γράφημα..., Συνάρτηση..., Όνομα, Εικόνα, and Υπερ-σύνδεση... The spreadsheet data is as follows:

| | A | B | C | D |
|---|---------|-------|-------|-------|
| 1 | Σταθμοί | 22 | 20 | 16 |
| 2 | Βάθος | | | |
| 3 | 2 | 16,27 | 15,95 | 16,51 |
| 4 | 10 | 16,27 | 15,92 | 16,04 |
| 5 | 20 | 16,27 | 15,92 | 15,81 |
| 6 | 30 | 16,27 | 15,87 | 15,01 |
| 7 | 50 | 16,28 | 15,82 | 15,66 |
| 8 | 75 | 15,61 | 15,35 | 15,29 |

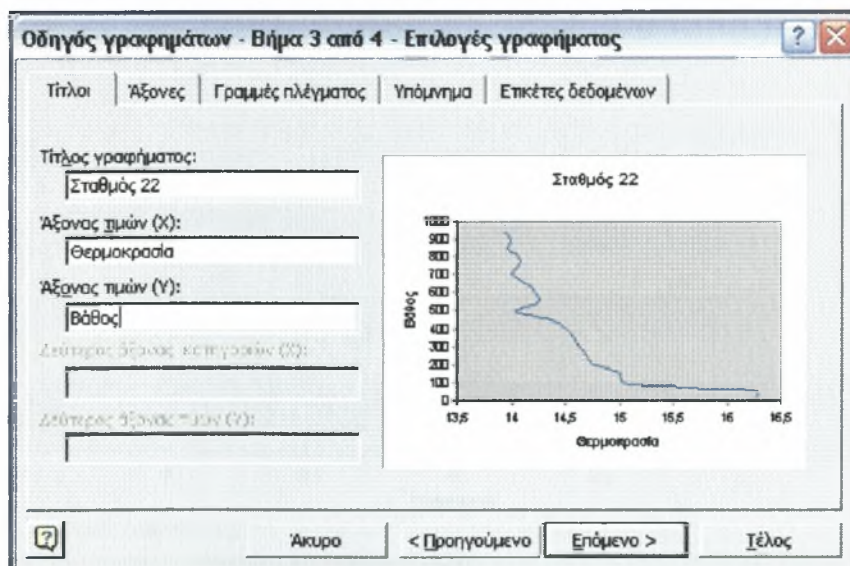
- Στη γραμμή εντολών επιλέγουμε Εισαγωγή → Γράφημα, όπως φαίνεται στην εικόνα.



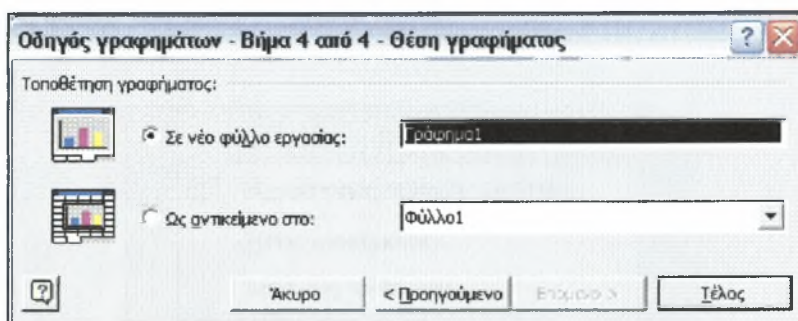
- Εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο διαλόγου, το οποίο ζητάει την εισαγωγή του τύπου γραφήματος που θα χρησιμοποιήσουμε.
- Επιλέγουμε Διασπορά XY (με σημεία δεδομένων που συνδέονται με ομαλές γραμμές χωρίς δείκτες) και πατάμε Επόμενο.



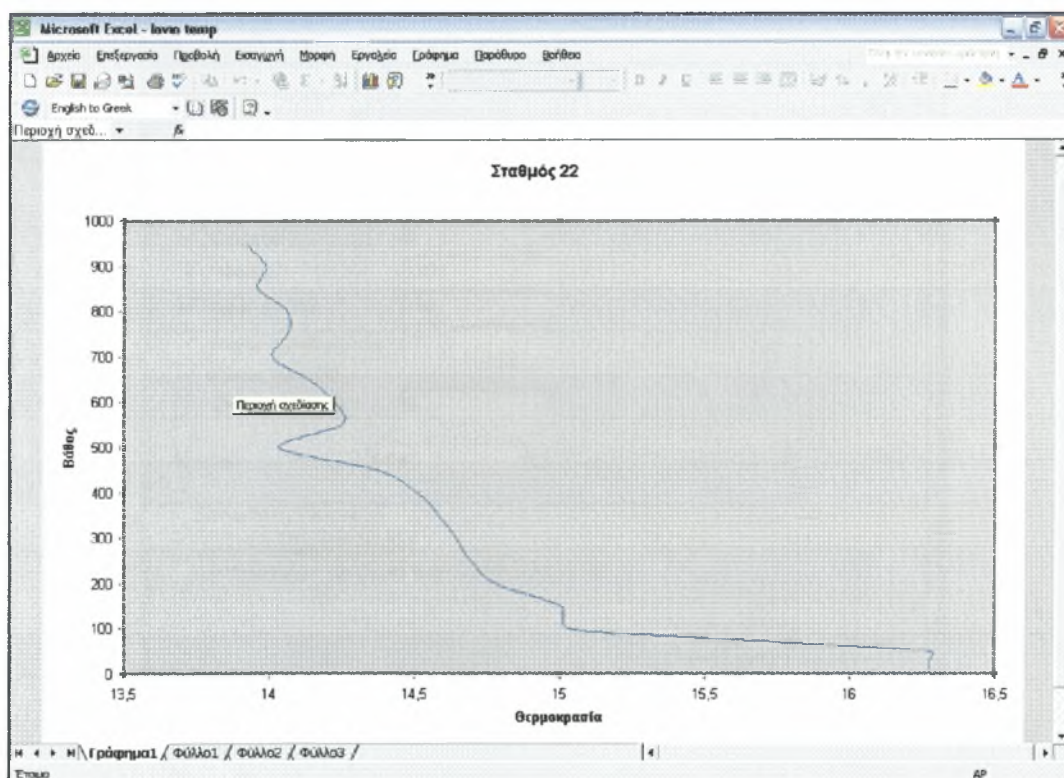
- Στο επόμενο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται, στην καρτέλα Σειρά, επιλέγουμε προσθήκη σειράς που θα αποτελέσει και το προφίλ που θα δημιουργηθεί. Αν επιθυμούμε σύγκριση μεταξύ διαφορετικών προφίλ στους ίδιους



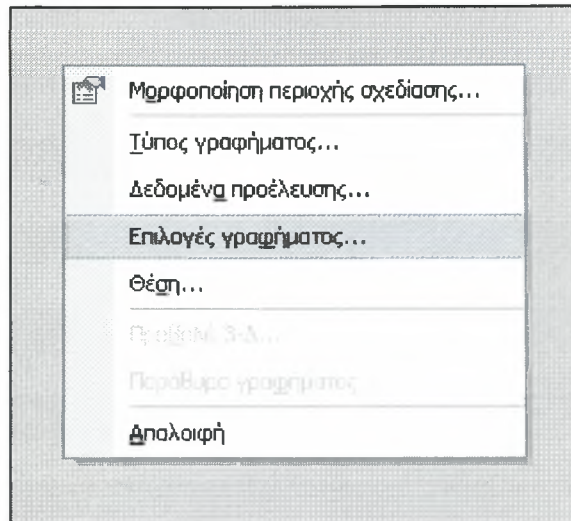
άξονες κάνουμε προσθήκη Σειρών, τόσων όσα και τα προφίλ που θα κατασκευαστούν. Εφόσον εισάγουμε τις τιμές, πατώντας το κουμπί δεξιά των κελιών x και y, καθώς και το όνομα του προφίλ πατάμε Επόμενο.



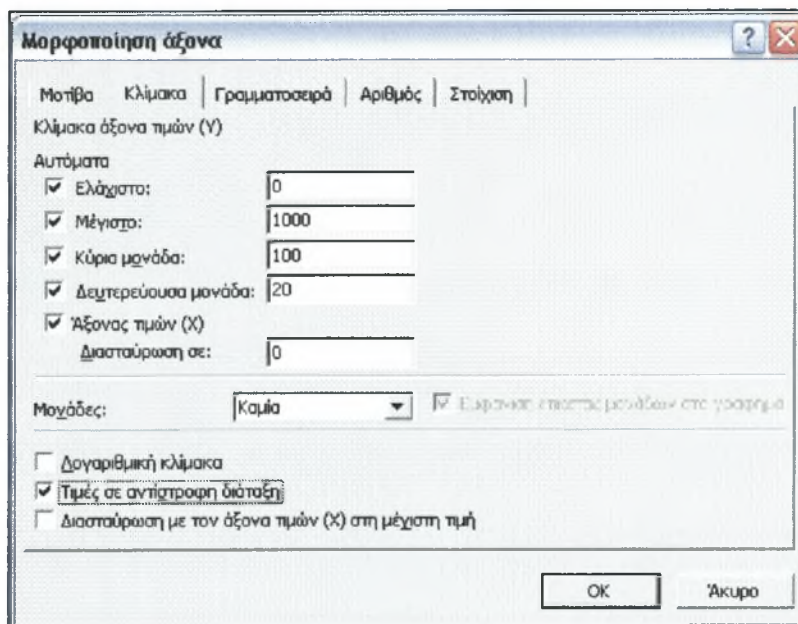
- Στο Βήμα 3, υπάρχουν διάφορες επιλογές. Στην καρτέλα Τίτλοι εισάγουμε τα ονόματα των τίτλων του γραφήματος και των αξόνων x και y. Στην καρτέλα άξονες αφήνουμε τις προεπιλογές, ενώ στην καρτέλα Γραμμές πλέγματος, αφαιρούμε τις επιλογές εντελώς. Στην καρτέλα Υπόμνημα, την εμφάνιση υπομνήματος τη χρησιμοποιούμε μόνο στην περίπτωση των πολλαπλών προφίλ, ώστε ανάλογα με το χρώμα της γραμμής να διακρίνουμε και το αντίστοιχο προφίλ. Αφού τελειώσουμε τις ρυθμίσεις, πατάμε Επόμενο.
- Στο Βήμα 4, που είναι το τελευταίο της βασικής κατασκευής, το πρόγραμμα μας ζητάει την τοποθεσία που θα τοποθετηθεί το γράφημα. Επιλέγουμε Σε νέο φύλλο εργασίας, ορίζουμε και όνομά του (π.χ. Γράφημα 1) και πατάμε Τέλος.



- Το αποτέλεσμα φαίνεται παρακάτω:
- Για να δώσουμε την τελική μορφή στο κατακόρυφο προφίλ πατάμε δεξί κλικ πάνω στην περιοχή σχεδίασης (γκρι χρώμα) και επιλέγουμε Απαλοιφή. Μ' αυτόν τον τρόπο το φόντο του προφίλ γίνεται λευκό.



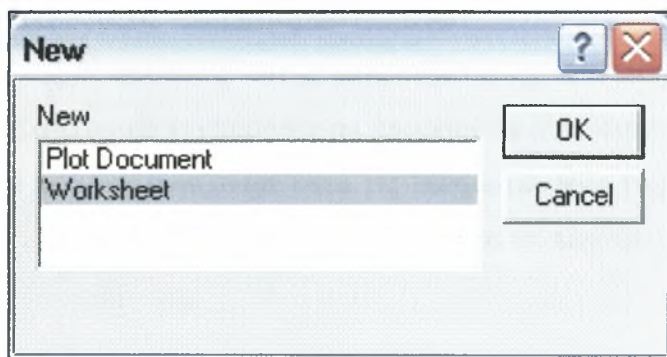
- Ολοκληρώνοντας ο άξονας του βάθους πρέπει να τέμνεται με τον άξονα των x στο μέγιστο βάθος και όχι στο 0. Με δεξί κλικ πάνω στον άξονα του Βάθους ανοίγει το παρακάτω παράθυρο διαλόγου.



- Η ρύθμιση που χρειαζόμαστε για τον άξονα του βάθους είναι οι Τιμές σε αντίστροφη διάταξη, που το ενεργοποιούμε πατώντας πάνω με το ποντίκι.
- Οι ρυθμίσεις που μπορούν να γίνουν είναι απεριόριστες για την κάλλιστη παρουσίαση του αποτελέσματος, όπως τα χρώματα, τα μεγέθη των γραμματοσειρών κ.λ.π., οι οποίες δεν θα αναφερθούν διότι δεν θεωρείται απαραίτητο.

Εφαρμογή 2. Χρήση του Golden Software Surfer 8 για τη δημιουργία οριζόντιων χαρτών και κατακόρυφων τομών.

- Το Surfer είναι ένα πρόγραμμα δημιουργίας καμπυλών (contour lines) ή τρισδιάστατων κατανομών μιας παραμέτρου. Ουσιαστικά αναλαμβάνει να μετατρέπει την ακανόνιστη ΧΨΖ πληροφορία των δειγματοληψιών μας σε ισόθερμες, ισοβαρείς κ.λ.π. καμπύλες και να αποθηκεύει την επεξεργασμένη αυτή πληροφορία σε ειδικά (*.grd) αρχεία.
- Μια άλλη δυνατότητα του λογισμικού, που το κάνει χρήσιμο εργαλείο στην απεικόνιση των ωκεανογραφικών δεδομένων, είναι η ικανότητα του για δημιουργία τομών κατά μήκος της υπό μελέτη γεωγραφικής περιοχής, ώστε να είναι δυνατή η αντίληψη της διακύμανσης της παραμέτρου κατά μήκος της τομής αυτής. Πέρα από τις γραφικές, το Surfer διαθέτει και κάποιες υπολογιστικές ικανότητες, όπως για παράδειγμα ο υπολογισμός του όγκου κάτω από την επιφάνεια των τρισδιάστατων γραφημάτων.
- Τέλος στους παραγόμενους χάρτες ο χρήστης έχει την ικανότητα να προσαρμόζει εικόνες (για παράδειγμα το γεωγραφικό χάρτη της μελετούμενης περιοχής), να θέτει γεωγραφικά όρια η να προσαρμόζει πάνω τους τα σημεία των μετρήσεων με τις αντίστοιχες τιμές της παραμέτρου.
- Στο αντίστοιχο εικονίδιο του προγράμματος που εμφανίζεται στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή μας κάνουμε διπλό κλικ οπότε εμφανίζεται το αρχικό φύλο εργασίας, που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία των διαφόρων τύπων γραφικών αναπαραστάσεων (plots) που το Surfer μας δίνει τη δυνατότητα να δημιουργήσουμε
- Στην περίπτωση που δεν έχουμε δώσει ακόμη στο πρόγραμμα τα αριθμητικά δεδομένα μας για τη δημιουργία plots, επιλέγουμε File → New και στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται επιλέγουμε Worksheet.

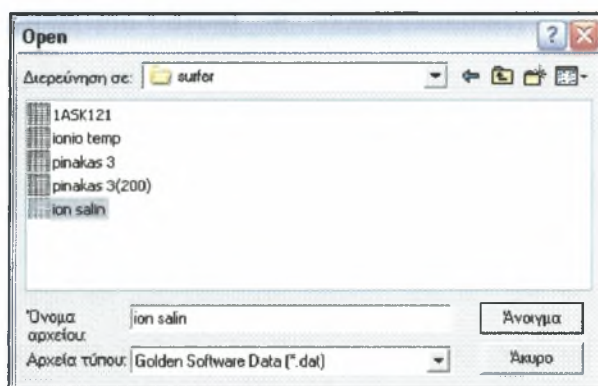


- Αποτέλεσμα είναι η εμφάνιση του φύλου εισαγωγής δεδομένων, το οποίο έχει την τυπική μορφή των αντίστοιχων φύλων και των άλλων στατιστικών υπολογιστικών πακέτων (Excel, SPSS κ.λ.π.).
- Ανάλογα με το περιεχόμενο των δεδομένων μπορούμε να το ονομάσουμε μέσω της επιλογής Save as του μενού File. Έτσι έστω ότι τα στοιχεία μας αφορούν τις τιμές της επιφανειακής αλατότητας, σε κάποια βάθη. Στο αρχείο μας δίνουμε το όνομα ionio salin. Η προέκταση *.dat ορίζει τα αρχεία αυτού του τύπου.

| E12 | | | | |
|-----|----|-----|----------|---|
| | A | B | C | D |
| 1 | x | y | salinity | |
| 2 | 22 | 2 | 38,92 | |
| 3 | 22 | 10 | 38,95 | |
| 4 | 22 | 20 | 38,95 | |
| 5 | 22 | 30 | 38,95 | |
| 6 | 22 | 50 | 38,95 | |
| 7 | 22 | 75 | 38,94 | |
| 8 | 22 | 100 | 38,94 | |
| 9 | 22 | 150 | 38,95 | |
| 10 | 22 | 200 | 38,92 | |
| 11 | 22 | 250 | 38,91 | |

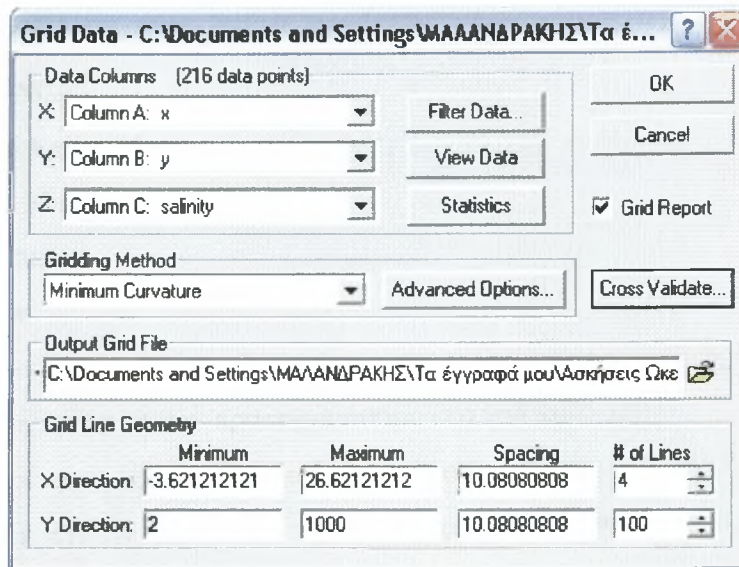
-
- Η εισαγωγή των δεδομένων συνήθως γίνεται ως εξής. Στις στήλες A και B εισάγουμε τις γεωγραφικές παραμέτρους των δειγματοληπτικών σταθμών, (γεωγραφικό πλάτος ή μήκος – βάθος, για κατακόρυφες τομές και γεωγραφικό πλάτος – γεωγραφικό μήκος, για οριζόντιες κατανομές) και στις υπόλοιπες στήλες τις αντίστοιχες τιμές των παραμέτρων μας.
- Ο κανόνας βέβαια αυτός δεν είναι αυστηρός, εφόσον το ίδιο το πρόγραμμα όπως θα δούμε, μας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξουμε σε ποιους άξονες θα διευθετήσουμε τα δεδομένα των διαφόρων στηλών.
- Επίσης μέσω της δυνατότητας αυτής, μπορούμε να έχουμε ένα πολυπαραμετρικό φύλο δεδομένων, στο οποίο για παράδειγμα μπορούν να συνυπάρχουν οι τιμές όλων των παραμέτρων που υπολογίζονται κατά τις δειγματοληψίες (π.χ. θερμοκρασία, πίεση κι αλατότητα) έτσι ώστε να μην χανόμαστε μέσα σε πληθώρα αρχείων.

- Το surfer είναι συμβατό και με άλλα στατιστικά πακέτα, γεγονός που επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων από το ένα υπολογιστικό περιβάλλον στο άλλο με τις απλούστερες διαδικασίες του copy (αντιγραφή) και paste (επικόλληση), η με άμεσα συμβατότητα μεταξύ των αρχείων. Το Surfer για παράδειγμα αναγνωρίζει τα αρχεία *.xls του Microsoft Excel.
- Το compute τέλος δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη αφενός να υπολογίσει κάποια στατιστικά δεδομένα για μια επιλεγμένη περιοχή μέσα από το statistics κι αφετέρου να κάνει κάποιες μαθηματικές πράξεις, είτε μεταξύ των στηλών είτε μέσα στη ίδια τη στήλη (εργαλείο χρήσιμο στην περίπτωση που δουλεύουμε με δεδομένα υπό κάποια κλίμακα).
- Εφόσον ολοκληρώσουμε την εισαγωγή και επεξεργασία των δεδομένων μας στο worksheet πρέπει να τα απεικονίσουμε σύμφωνα με τα εργαλεία δημιουργίας γραφημάτων του surfer.
- Είτε λοιπόν κλείνουμε το worksheet, είτε αν θέλουμε να διατηρήσουμε το παράθυρο του πατάμε Ctrl+N (File → New) απ' όπου και ανοίγουμε το φύλο



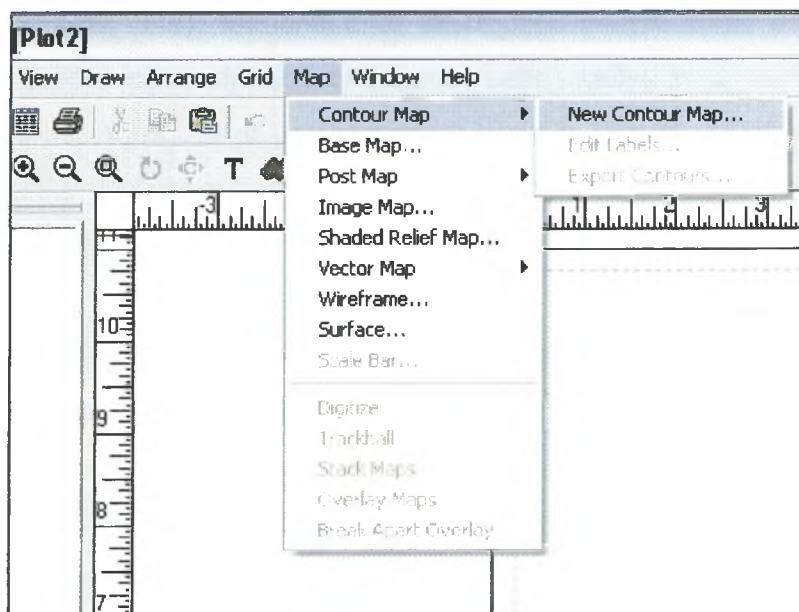
εργασίας plot.

- Είμαστε λοιπόν στη φάση που διαθέτουμε ένα *.dat αρχείο και θέλουμε να οργανώσουμε τη σχεδίασή (Plot) του. Επιλέγουμε το μενού Grid → Data οπού μέσα από την κατάλληλη διαδρομή (browsing) στα αρχεία του δίσκου οπού έχουμε φυλαγμένο το *.dat αρχείο που μας ενδιαφέρει (π.χ. το ionio salin.dat που δημιουργήσαμε προηγουμένως) και πατάμε Άνοιγμα.

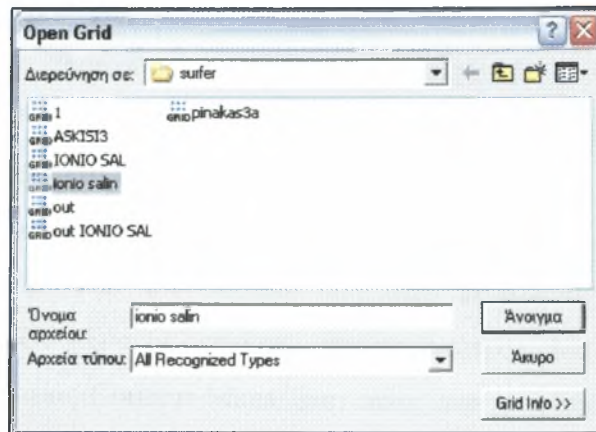


- Το Grid Data είναι το παράθυρο που μας δίνει τις δυνατότητες:
 - ✓ Να επιλέξουμε τους άξονες στους οποίους θα αντιστοιχήσουμε τα δεδομένα από τις στήλες του *.dat αρχείου (Data Columns).
 - ✓ Να καθορίσουμε το ανώτατο και το κατώτατο γεωγραφικό όριο στο οποίο θέλουμε να σχεδιάσουμε 'την κατανομή της παραμέτρου που μας ενδιαφέρει, καθώς επίσης και να καθορίσουμε το βήμα και τον αριθμό των γραμμών του πλέγματος (Grid Line Geometry)
 - ✓ Να επιλέξουμε τη μέθοδο παρεμβολής που θα χρησιμοποιηθεί καθώς και τις παραμέτρους για την κάθε παρεμβολή (Gridding Method). Η πλέον ευρέως πάντως χρησιμοποιούμενη μέθοδος που χρησιμοποιούμε στην Ωκεανογραφία είναι αυτή της Minimum Curvature (Ελάχιστη Κυρτότητα).
 - ✓ Να διαλέξουμε αν το όνομα του εξαγόμενου *.grd αρχείου που δημιουργήσαμε θα έχει τους ίδιους χαρακτήρες με το *.dat αρχείο ή αν θα το αλλάξουμε (Output Grid File).
- Επίσης μέσα από το data info μπορούμε να πάρουμε κάποια στατιστικά στοιχεία για καθεμιά από ης στήλες μας.
- Το *.grd αρχείο που δημιουργήσαμε, περιέχει όλες τις χρήσιμες εντολές για να μπούμε στην τελική φάση της χαρτογράφησης των δεδομένων μας. Πηγαίνουμε λοιπόν στο μενού Map οπού ανοίγοντας βλέπουμε και τους δυνατούς τύπους διαγραμματικής απεικόνισης του surfer. Αυτοί είναι οι:

- ✓ Contour Map
 - ✓ Base Map
 - ✓ Post Map
 - ✓ Image Map
 - ✓ Shaded Relief Map
 - ✓ Vector Map
 - ✓ Wireframe
 - ✓ Surface
- Από το Base map έχουμε τη δυνατότητα να φορτώσουμε το χάρτη της περιοχής που μας ενδιαφέρει και να τον προσαρμόσουμε στο γράφημα μας.
 - Το surfer είναι συμβατό με τα διαδεδομένα αρχεία εικόνας *.gif, *.bmp, *.jpeg και *.tiff, οπότε σχεδόν πάντα αποσοβείται η επίπονη διαδικασία της μετατροπής των χαρτών μας σε συνεργάσιμα αρχεία. Πολύ σημαντικό επίσης είναι και το γεγονός, ότι την παραγόμενη απεικόνιση μπορούμε μέσα από τη διαδρομή File → Export να την εξάγουμε ως αρχείο *.jpeg, *.tiff, *.gif, *.wmf, *.clp και .dxf κάνοντας πάνω της διάφορες γραφιστικές επεμβάσεις, μέσα από προγράμματα επεξεργασίας εικόνας (π.χ. Photoshop, CorelDraw) και τελικά να την εισάγουμε σε κάποιο κείμενο.
 - Έστω λοιπόν ότι ενδιαφερόμαστε να δημιουργήσουμε ένα Contour Map(χάρτης με ισοποσοτικές καμπύλες) του *.grd αρχείου μας.



- Επιλέγοντας Contour Map → New Contour Map εμφανίζεται το παράθυρο Open Grid απ' όπου μπορούμε να επιλέξουμε το αρχείο που μας ενδιαφέρει (έστω το ιονίο salin.grd).



- Πατώντας Άνοιγμα εμφανίζεται το πλέγμα. Με διπλό κλικ πάνω στο πλέγμα ανοίγει το παράθυρο διαλόγου Map: Contour Properties. Στην καρτέλα Levels μπορούμε να κάνουμε κάποιες τελικές διορθωτικές παρεμβάσεις στην απόσταση (Level) καθώς και στον αριθμό των καμπυλών (Add-Delete) του γραφήματος. Μπορούμε να καθορίσουμε τον τύπο όλων των καμπυλών μαζί ή και καθεμιάς καμπύλης χωριστά (Line) καθώς επίσης και να επιλέξουμε τον τύπο του χρωματισμού τους (Fill). Μπορούμε να διαλέξουμε αν και ποιες καμπύλες στο πλέγμα θα φέρουν την τιμή της παραμέτρου (Label) καθώς κι αν κάποιες απ' τις καμπύλες θα μαρκαριστούν με μικρές κάθετες γραμμές (Hatch). Τέλος μέσα από το παράθυρο επιλέγουμε αν ο χώρος ανάμεσα στις καμπύλες θα γεμιστεί με χρώμα η όχι (Background).
- Τις επιλογές μας μπορούμε να τις σώσουμε ως *.lvl αρχείο και να τις ξαναεφαρμόσουμε (load) σε κάποιο επόμενο *.grd αρχείο.
- Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το Surfer μας παρέχει τη δυνατότητα της προσαρμογής των καμπυλών πάνω στο χάρτη της μελετούμενης περιοχής. Έτσι μέσα από το υπομενού Base Map επιλέγουμε το αρχείο του χάρτη που προϋποτίθεται πως έχουμε εισάγει με scanner στη μνήμη του υπολογιστή και συνδυάζουμε τις δύο επιφάνειες. Επειδή η εικόνα του χάρτη εισάγεται σε πρώτο επίπεδο, με αποτέλεσμα να καλύπτει τις καμπύλες, μπορούμε εφόσον τον

επιλέξουμε να πάμε στο μενού arrange και να τον μεταφέρουμε στο φόντο (move to back).

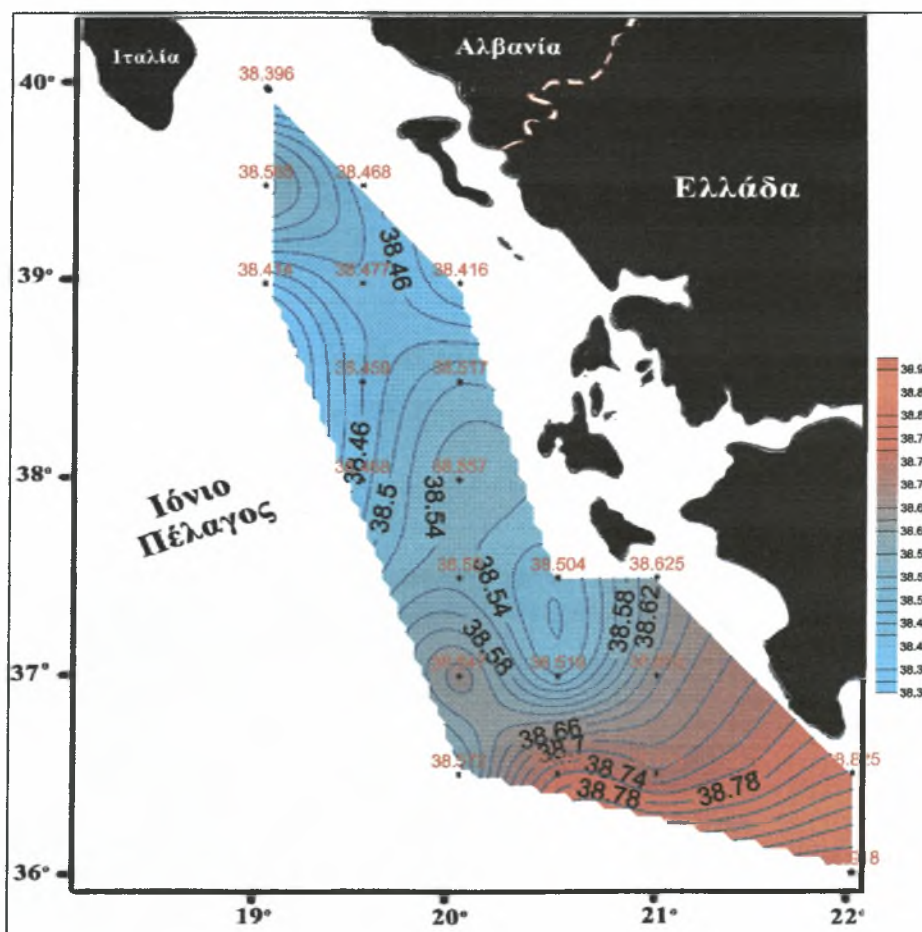
- Τέλος το μενού draw παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα εισαγωγής διαφόρων σχημάτων στην τελική μορφή του χάρτη (κάτι που δεν θα το συνιστούσαμε ιδιαίτερα μιας και υπάρχουν πολύ πιο ισχυρά εργαλεία στον τομέα αυτό όπως είναι για παράδειγμα το Photoshop), ενώ με τα Combine και Break Apart του μενού Arrange μπορούμε να ενώσουμε ή να ξαναχωρίσουμε τα πλέγματα και τους χάρτες που έχουμε φορτώσει πάνω στην επιφάνεια εργασίας.
- Μια άλλη σημαντική δυνατότητα που δίνει το Surfer στους χρήστες του, είναι η οριοθέτηση των καμπυλών του Contour Map στην έκταση των δειγματοληπτικών σταθμών που έλαβαν χώρα οι μετρήσεις της παραμέτρου. Για παράδειγμα με την διαδικασία δημιουργίας Contour Maps, έτσι όπως περιγράφηκε στις προηγούμενες παραγράφους, είναι αναπόφευκτη η εμφάνιση στο χάρτη καμπυλών που βγαίνουν έξω από τα όρια των δειγματοληπτικών μας σταθμών. Το surfer λοιπόν μέσω της δημιουργίας *.bln αρχείων μας δίνει τη δυνατότητα να ορίσουμε σε ποια (ή σε ποιες) περιοχές του χάρτη, ενδιαφερόμαστε να εμφανίζονται οι καμπύλες. Ουσιαστικά όπως θα γίνει κατανοητό και παρακάτω ο χρήστης δίνει στο πρόγραμμα τις συντεταγμένες για τη δημιουργία ενός πολυγωνικού σχήματος το οποίο θα περιέχει το σύνολο των γεωγραφικών σημείων στα οποία έχουν λάβει χώρα οι μετρήσεις των παραμέτρων που μας ενδιαφέρουν.
- Η δημιουργία των *.bln αρχείων δεν διαφέρει ουσιαστικά σε τίποτα από εκείνη των *.dat αρχείων. Γίνεται και αυτή στο φύλο εργασίας worksheet κι ο τρόπος εισαγωγής των δεδομένων μας είναι ο ίδιος. Η διάσωση του δημιουργούμενου αρχείου στους δίσκους του συστήματος γίνεται με τη γνωστή διαδικασία Save As, μόνο που στην περίπτωση αυτή το αρχείο αποθηκεύεται με την προέκταση *.bln.
- Ένας προτεινόμενος τρόπος δημιουργίας *.bln αρχείων είναι ο εξής: όπως αναφέρθηκε, τα αρχεία αυτά ουσιαστικά δίνουν στο πρόγραμμα τα στοιχεία για τη δημιουργία μιας πολυγωνικής επιφάνειας η οποία και θα περιέχει το σύνολο των δειγματοληπτικών σταθμών. Παίρνουμε το χάρτη της μελετούμενης περιοχής και σχεδιάζουμε τα πολύγωνα που θα περιέχουν τους σταθμούς στους οποίους έλαβαν χώρα οι δειγματοληψίες μας. Στη συνέχεια σημειώνουμε τα σημεία που θεωρούμε ότι ορίζουν καλύτερα τα πολυγωνικά αυτά σχήματα (π.χ. τις γωνίες τους) και σημειώνουμε τα ζεύγη των συντεταγμένων (A και B, όπως σε *.dat). Στην τελευταία

σειρά σημειώνουμε τις τιμές της πρώτης σειράς. Το επιπρόσθετο (τελευταίο) αυτό ζεύγος, ουσιαστικά θα «κλείσει» το πολυγωνικό σχήμα, στο οποίο θέλουμε να απομονώσουμε τις καμπύλες του χάρτη μας.

| | D15 | 8 | | |
|----|------|------|---|---|
| | A | B | C | D |
| 1 | 9 | 0 | | |
| 2 | 19 | 40 | | |
| 3 | 19 | 39 | | |
| 4 | 20 | 36,5 | | |
| 5 | 22 | 36 | | |
| 6 | 22 | 36,5 | | |
| 7 | 21 | 37,5 | | |
| 8 | 20,5 | 37,5 | | |
| 9 | 20 | 39 | | |
| 10 | 19 | 40 | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |

- Σαν επικεφαλίδα των δύο στηλών, θα βάλουμε στη μεν πρώτη τον αριθμό των ζευγών των τιμών μας ενώ στη δεύτερη τον αριθμό 0 ή 1 ανάλογα με το αν θέλουμε να απαλείψουμε τις καμπύλες από το εξωτερικό ή το εσωτερικό του σχήματος αντίστοιχα (στην περίπτωση μας είναι προφανές ότι μας ενδιαφέρει το πρώτο). Κάνουμε λοιπόν Save και το .bln αρχείο είναι έτοιμο.
- Αξίζει να σημειωθεί ότι με τον παραπάνω τρόπο μπορούμε να δημιουργήσουμε *.bln αρχεία που να περιέχουν περισσότερες της μιας πολυγωνικές επιφάνειες, αρκεί κάτω ακριβώς από τα στοιχεία της μιας επιφάνειας στο worksheet να παραβάλλονται τα στοιχεία της άλλης κ.ο.κ.
- Είμαστε λοιπόν στο στάδιο που διαθέτουμε ένα *.grd αρχείο, για τη δημιουργία του contour map της ωκεανογραφικής παραμέτρου (λ.χ. της αλατότητας) σε σχέση με τη γεωγραφική περιοχή που μας ενδιαφέρει, καθώς και το αντίστοιχο *.bln αρχείο για την οριοθέτηση των ισόθερμων π.χ. καμπυλών στην έκταση των δειγματοληπτικών μας σταθμών. Συνεπώς δεν μένει παρά να δημιουργήσουμε το καινούργιο .grd αρχείο που θα δίνει στο surfer τα στοιχεία για τη δημιουργία του νέου τροποποιημένου Contour Map.
- Το νέο αυτό *.grd αρχείο θα το δημιουργήσουμε με τη διαδικασία του blanking.

- Πηγαίνοντας στο μενού File επιλέγουμε το New κι από εκεί το Plot. Στη συνέχεια από το μενού του Grid επιλέγουμε Blank... οπότε εμφανίζεται το παράθυρο Open Grid. Επιλέγουμε το ionio salin.grd και πατάμε Άνοιγμα. Στη συνέχεια εμφανίζεται και το παράθυρο για την επιλογή του *.bln αρχείου.
- Αφού ανοίξουμε κι από εκεί το ion salin.bln που δημιουργήσαμε προηγουμένως, πατάμε Άνοιγμα για να εμφανιστεί το τελευταίο παράθυρο της διαδικασίας το οποίο και θα μας ζητήσει να εισάγουμε το όνομα του νέου *.grd αρχείου. Έστω ότι αυτό είναι το ionio salin1.grd. Πατάμε Άνοιγμα και το σύστημα μας θα ετοιμάσει μέσα σε ελάχιστο χρόνο το νέο αυτό αρχείο. Σύμφωνα με τη γνωστή λοιπόν πλέον διαδικασία επιλέγουμε το υπό μενού Contour Map από το μενού Map κι από το open *.grd το αρχείο που μόλις δημιουργήσαμε (το ionio salin1.grd).



Ο χάρτης επιφανειακής αλατότητας μετά από τη διαδικασία του Blanking και του Base Map

Εφαρμογή 3. Αλγόριθμος της Compaq Visual Fortran 6.6.0 για τον υπολογισμό του βάθους από την πίεση και το γεωγραφικό πλάτος (Unesco, 1983)

```

! depth to pressure.f90
!
! FUNCTIONS:
! depth to pressure conversion
!
!*****
!Depth in meters from pressure in decibars
!f=latitude
!g=gravity acceleration
!p=pressure
!d=depth
!checkvalue: Depth=9712.652 m for P=10000 dbars, Latitude=30 deg
!*****

program depthpressure
implicit none
real f,g,p,x,d,e
print*, 'pressure='
read*,p
print*, 'latitude='
read*,f
x=SIN(f/57.29578)
e=x*x
g=9.780318*(1+(5.2788E-3+2.36E-5*e)*e)+1.092E-6*p
d=(((-1.82E-15*p+2.279E-10)*p-2.2512E-5)*p+9.72659)*p
d=d/g
print *, 'depth=',d
end program

```

Μετά τη σύνταξη (compilation) και την εκτέλεση (execution) του προγράμματος depth to pressure.exe, ζητούνται οι τιμές της πίεσης (dbar) και του

```

"C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\MyProjects\depth to pressure\Debug\depth to pr...
pressure=
1500
latitude=
36.25
depth= 1483.667
Press any key to continue_

```

γεωγραφικού πλάτους (°). Εισάγουμε τις τιμές και το αποτέλεσμα που τυπώνεται στην οθόνη (depth=) είναι το βάθος σε μέτρα.

(Σημείωση: Όταν γίνεται επεξεργασία σε ένα συγκεκριμένο σταθμό δηλ. Latitude=σταθερό, αντικαθιστούμε στον κώδικα τις γραμμές

```
print*, 'latitude'
```

```
read*,f
```

με

f=σταθερό. Μ' αυτόν τον τρόπο αποφεύγουμε κάθε φορά την εισαγωγή του γεωγραφικού πλάτους για τον συγκεκριμένο σταθμό.)

Εφαρμογή 4. Αλγόριθμος της Compaq Visual Fortran 6.6.0 για τον υπολογισμό της δυναμικής θερμοκρασίας Θ από την πίεση, την αλατότητα, την επιτόπια θερμοκρασία και το τελικό επίπεδο πίεσης (Unesco,1983)

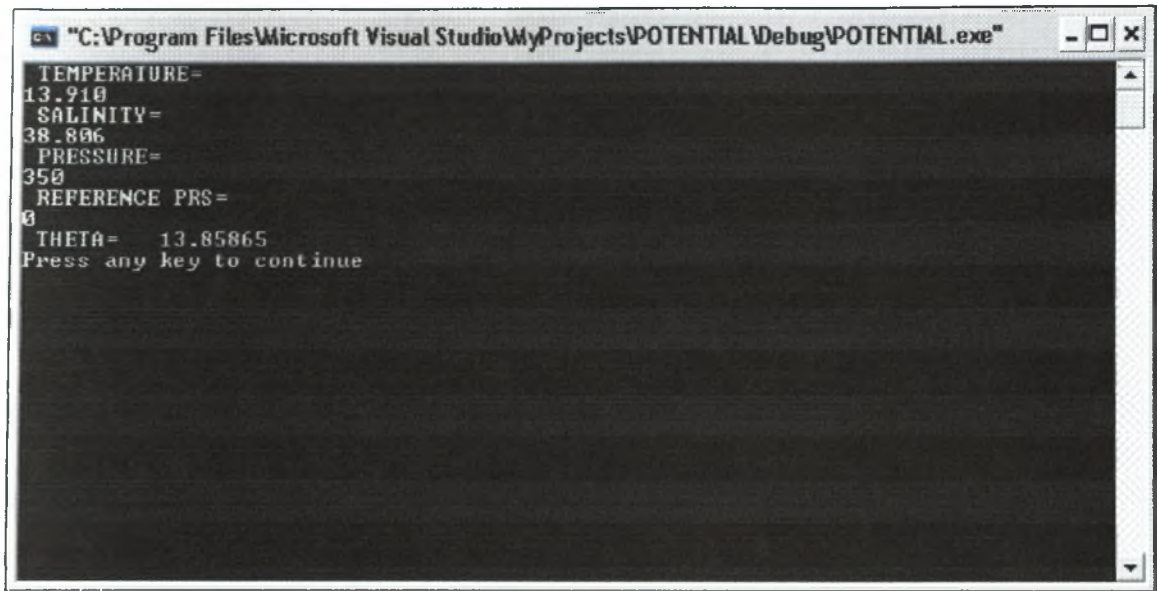
```

*****
!PROGRAM: POTENTIAL TEMPERATURE
!S=SALINITY
!P=PRESSURE
!T=TEMPERATURE (in situ)
!ATG=ADIABATIC TEMPERATURE GRADIENT
!PR=REFERENCE PRESSURE
*****

program POTENTIAL
implicit none
real S, T, P, ATG, PR, Q, XK, H, @, DS, P0, T0
print*, 'TEMPERATURE='
read*, T0
print*, 'SALINITY='
read*, S
print*, 'PRESSURE='
read*, P0
print*, 'REFERENCE PRS='
read*, PR
P=P0
T=T0
H=PR-P
ATG=(((-2.1687E-16*T+1.8676E-14)*T-4.6206E-13)*P&
+((2.7759E-12*T-1.1351E-10)*DS+((-5.4481E-14*T&
+8.733E-12)*T-6.7795E-10)*T+1.8741E-8))*P&
+((-4.2393E-8*T+1.8932E-6)*DS&
+((6.6228E-10*T-6.836E-8)*T+8.5258E-6)*T+3.5803E-5
DS=S-35
XK=H*ATG
T=T+0.5*XK
Q=XK
P=P+0.5*H
T=T+0.29289322*(XK-Q)
Q=0.58578644*XK+0.121320344*Q
T=T+1.707106781*(XK-Q)
Q=3.414213562*XK-4.121320344*Q
P=P+0.5*H
@=T+(XK-2*Q)/6
PRINT*, 'THETA=', @
end program POTENTIAL

```

Με την εκτέλεση του προγράμματος POTENTIAL.exe της Fortran ζητείται να εισάγουμε τις τιμές της επιτόπιας θερμοκρασίας (T), της αλατότητας (S), της αρχικής πίεσης (P) και της τελικής πίεσης που θα τελικά θα μεταφερθεί αδιαβατικά η ποσότητα του νερού (PR). Αν μας ενδιαφέρει η αδιαβατική άνοδος στην επιφάνεια εισάγουμε PR=0.



The image shows a screenshot of a Windows command prompt window. The title bar at the top reads "C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\MyProjects\POTENTIAL\Debug\POTENTIAL.exe". The window contains the following text output:

```
TEMPERATURE=  
13.910  
SALINITY=  
38.806  
PRESSURE=  
350  
REFERENCE PRS=  
0  
THEIA= 13.85865  
Press any key to continue
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ
ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΟΙ
ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΟΜΟΣ 4 (ΙΟΤ – 4)

(Σημείωση: Οι αριθμοί των πινάκων συμπίπτουν με τους αντίστοιχους πίνακες του ΙΟΤ – 4).

| Πίνακας | Περιγραφή |
|---------|--|
| I | Απόκλιση πυκνότητας $\gamma(S,t,0)$ [kg/m^3] σε ατμοσφαιρική πίεση |
| II | Απόκλιση ειδικού όγκου $\delta(S,t,0)$ [$10^{-8}\text{m}^3/\text{kg}$] σε ατμοσφαιρική πίεση |
| III | Απόκλιση ειδικού όγκου $\delta(S,t,0)$ [$10^{-8}\text{m}^3/\text{kg}$] σε ατμοσφαιρική πίεση |
| IV | Ειδικός όγκος «Πρότυπου Ωκεανού» $V(35,0,p)$ ($10^3\text{m}^3/\text{kg}$) |
| VI | Διόρθωση αλατότητας – πίεσης $\delta(S,0,p) - \delta(S,0,0)$ [$10^{-8}\text{m}^3/\text{kg}$] |
| VII | Συντελεστής θερμικής διαστολής $10^7 \alpha = -10^7(1/\rho)(\partial\rho/\partial t)[1/^\circ\text{C}]$ σε ατμοσφαιρική πίεση |
| VIII | Συντελεστής θερμικής διαστολής $10^7 \alpha = -10^7(1/\rho)(\partial\rho/\partial t)[1/^\circ\text{C}]$ σε πιέσεις 1000, 2000 και 3000 dbar. |
| IX | Συντελεστής συστολής αλατότητας $10^7 \beta = +10^7(1/\rho)(\partial\rho/\partial S)$ σε ατμοσφαιρική πίεση |
| X | Συντελεστής συστολής αλατότητας $10^7 \beta = +10^7(1/\rho)(\partial\rho/\partial S)$ σε πιέσεις 1000, 2000 και 3000 dbar. |
| XI | Συντελεστής ισόθερμης συμπίεσης $10^7 k = +10^7(1/\rho)(\partial\rho/\partial p)[1/\text{dbar}]$ σε ατμοσφαιρική πίεση |
| XIII | Ισόπυκνη παράγωγος $(\partial S/\partial t)_p$ [$^\circ\text{C}^{-1}$] σε ατμοσφαιρική πίεση. |
| XIV | Ισόπυκνη παράγωγος $(\partial S/\partial t)_p$ [$^\circ\text{C}^{-1}$] σε πιέσεις 1000, 2000 dbar. |
| XVI | Αναλογία αδιαβατικής εκτροπής (Γ) [$^\circ\text{C}/1000\text{dbar}$] σε ατμοσφαιρική πίεση. |
| XVII | Αναλογία αδιαβατικής-εκτροπής (F) [$^\circ\text{C}/1000\text{dbar}$] σε πιέσεις 1000, 2000 και 3000 dbar. |
| XVIII | $\Theta(35,t,p,0)$ αδιαβατική ψύξη θαλασσινού νερού που ανέρχεται στην επιφάνεια |
| XXI | $\Theta(35,t,0,p)$ αδιαβατική θέρμανση θαλασσινού νερού που βυθίζεται από την επιφάνεια |
| XIX | $\Delta\Theta_1(S,0,p,0)$ [$^\circ\text{C}$] για $S \neq 35$ σε σχέση με την πίεση. |
| XX | $\Delta\Theta_2(S,t,1000,0)$ [$^\circ\text{C}$] θερμοκρασία σε σχέση με την αλατότητα. |

Πίνακας Ι

Απόκλιση πυκνότητας $\gamma(S,t,0)[\text{kg/m}^3]$ σε ατμοσφαιρική πίεση

| Θερμ °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | |
|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 30.0 | 31.0 | 32.0 | 33.0 | 34.0 | 35.0 | 36.0 | 37.0 | 38.0 | 39.0 | 40.0 |
| 9.0 | 23.206 | 23.988 | 24.770 | 25.553 | 26.335 | 27.119 | 27.902 | 28.686 | 29.470 | 30.255 | 31.040 |
| 9.1 | 23.191 | 23.973 | 24.755 | 25.537 | 26.319 | 27.102 | 27.886 | 28.669 | 29.453 | 30.238 | 31.022 |
| 9.2 | 23.176 | 23.957 | 24.739 | 25.521 | 26.303 | 27.086 | 27.869 | 28.653 | 29.436 | 30.220 | 31.005 |
| 9.3 | 23.161 | 23.942 | 24.723 | 25.505 | 26.287 | 27.070 | 27.853 | 28.636 | 29.419 | 30.203 | 30.987 |
| 9.4 | 23.145 | 23.926 | 24.708 | 25.489 | 26.271 | 27.053 | 27.836 | 28.619 | 29.402 | 30.186 | 30.970 |
| 9.5 | 23.130 | 23.911 | 24.692 | 25.473 | 26.255 | 27.037 | 27.819 | 28.602 | 29.385 | 30.168 | 30.952 |
| 9.6 | 23.114 | 23.895 | 24.676 | 25.457 | 26.238 | 27.020 | 27.802 | 28.585 | 29.368 | 30.151 | 30.934 |
| 9.7 | 23.099 | 23.879 | 24.660 | 25.441 | 26.222 | 27.003 | 27.785 | 28.568 | 29.350 | 30.133 | 30.917 |
| 9.8 | 23.083 | 23.863 | 24.643 | 25.424 | 26.205 | 26.986 | 27.768 | 28.550 | 29.333 | 30.115 | 30.899 |
| 9.9 | 23.067 | 23.847 | 24.627 | 25.408 | 26.188 | 26.969 | 27.751 | 28.533 | 29.315 | 30.098 | 30.881 |
| 10.0 | 23.051 | 23.831 | 24.611 | 25.391 | 26.171 | 26.952 | 27.734 | 28.515 | 29.297 | 30.080 | 30.862 |
| 10.1 | 23.035 | 23.814 | 24.594 | 25.374 | 26.155 | 26.935 | 27.716 | 28.498 | 29.279 | 30.062 | 30.844 |
| 10.2 | 23.019 | 23.798 | 24.578 | 25.357 | 26.137 | 26.918 | 27.699 | 28.480 | 29.262 | 30.043 | 30.826 |
| 10.3 | 23.003 | 23.782 | 24.561 | 25.340 | 26.120 | 26.901 | 27.681 | 28.462 | 29.244 | 30.025 | 30.807 |
| 10.4 | 22.986 | 23.765 | 24.544 | 25.323 | 26.103 | 26.883 | 27.663 | 28.444 | 29.225 | 30.007 | 30.789 |
| 10.5 | 22.970 | 23.748 | 24.527 | 25.306 | 26.086 | 26.865 | 27.646 | 28.426 | 29.207 | 29.988 | 30.770 |
| 10.6 | 22.953 | 23.731 | 24.510 | 25.289 | 26.068 | 26.848 | 27.628 | 28.408 | 29.189 | 29.970 | 30.751 |
| 10.7 | 22.936 | 23.714 | 24.493 | 25.272 | 26.051 | 26.830 | 27.610 | 28.390 | 29.170 | 29.951 | 30.733 |
| 10.8 | 22.919 | 23.697 | 24.476 | 25.254 | 26.033 | 26.812 | 27.592 | 28.372 | 29.152 | 29.933 | 30.714 |
| 10.9 | 22.903 | 23.680 | 24.458 | 25.236 | 26.015 | 26.794 | 27.573 | 28.353 | 29.133 | 29.914 | 30.695 |
| 11.0 | 22.886 | 23.663 | 24.441 | 25.219 | 25.997 | 26.776 | 27.555 | 28.335 | 29.115 | 29.895 | 30.675 |
| 11.1 | 22.868 | 23.646 | 24.423 | 25.201 | 25.979 | 26.758 | 27.537 | 28.316 | 29.096 | 29.876 | 30.656 |
| 11.2 | 22.851 | 23.628 | 24.406 | 25.183 | 25.961 | 26.740 | 27.518 | 28.297 | 29.077 | 29.857 | 30.637 |
| 11.3 | 22.834 | 23.611 | 24.388 | 25.165 | 25.943 | 26.721 | 27.500 | 28.279 | 29.058 | 29.837 | 30.618 |
| 11.4 | 22.816 | 23.593 | 24.370 | 25.147 | 25.925 | 26.703 | 27.481 | 28.260 | 29.039 | 29.818 | 30.598 |
| 11.5 | 22.799 | 23.575 | 24.352 | 25.129 | 25.906 | 26.684 | 27.462 | 28.241 | 29.020 | 29.799 | 30.578 |
| 11.6 | 22.781 | 23.557 | 24.334 | 25.111 | 25.888 | 26.665 | 27.443 | 28.222 | 29.000 | 29.779 | 30.559 |
| 11.7 | 22.763 | 23.539 | 24.316 | 25.092 | 25.869 | 26.647 | 27.424 | 28.202 | 28.981 | 29.760 | 30.539 |
| 11.8 | 22.746 | 23.521 | 24.297 | 25.074 | 25.851 | 26.628 | 27.405 | 28.183 | 28.961 | 29.740 | 30.519 |
| 11.9 | 22.728 | 23.503 | 24.279 | 25.055 | 25.832 | 26.609 | 27.386 | 28.164 | 28.942 | 29.720 | 30.499 |
| 12.0 | 22.710 | 23.485 | 24.261 | 25.037 | 25.813 | 26.590 | 27.367 | 28.144 | 28.922 | 29.700 | 30.479 |
| 12.1 | 22.691 | 23.467 | 24.242 | 25.018 | 25.794 | 26.571 | 27.347 | 28.125 | 28.902 | 29.680 | 30.459 |
| 12.2 | 22.673 | 23.448 | 24.223 | 24.999 | 25.775 | 26.551 | 27.328 | 28.105 | 28.882 | 29.660 | 30.438 |
| 12.3 | 22.655 | 23.430 | 24.205 | 24.980 | 25.756 | 26.532 | 27.308 | 28.085 | 28.862 | 29.640 | 30.418 |
| 12.4 | 22.636 | 23.411 | 24.186 | 24.961 | 25.736 | 26.512 | 27.289 | 28.065 | 28.842 | 29.620 | 30.398 |
| 12.5 | 22.618 | 23.392 | 24.167 | 24.942 | 25.717 | 26.493 | 27.269 | 28.045 | 28.822 | 29.599 | 30.377 |
| 12.6 | 22.599 | 23.373 | 24.148 | 24.922 | 25.698 | 26.473 | 27.249 | 28.025 | 28.802 | 29.579 | 30.356 |
| 12.7 | 22.580 | 23.354 | 24.129 | 24.903 | 25.678 | 26.453 | 27.229 | 28.005 | 28.782 | 29.558 | 30.336 |
| 12.8 | 22.561 | 23.335 | 24.109 | 24.884 | 25.658 | 26.434 | 27.209 | 27.985 | 28.761 | 29.538 | 30.315 |
| 12.9 | 22.542 | 23.316 | 24.090 | 24.864 | 25.639 | 26.414 | 27.189 | 27.965 | 28.741 | 29.517 | 30.294 |
| 13.0 | 22.523 | 23.297 | 24.070 | 24.844 | 25.619 | 26.394 | 27.169 | 27.944 | 28.720 | 29.496 | 30.273 |
| 13.1 | 22.504 | 23.277 | 24.051 | 24.825 | 25.599 | 26.373 | 27.148 | 27.924 | 28.699 | 29.475 | 30.252 |
| 13.2 | 22.485 | 23.258 | 24.031 | 24.805 | 25.579 | 26.353 | 27.128 | 27.903 | 28.678 | 29.454 | 30.231 |
| 13.3 | 22.466 | 23.238 | 24.011 | 24.785 | 25.559 | 26.333 | 27.107 | 27.882 | 28.658 | 29.433 | 30.209 |
| 13.4 | 22.446 | 23.219 | 23.992 | 24.765 | 25.538 | 26.312 | 27.087 | 27.861 | 28.637 | 29.412 | 30.188 |
| 13.5 | 22.427 | 23.199 | 23.972 | 24.745 | 25.518 | 26.292 | 27.066 | 27.841 | 28.615 | 29.391 | 30.167 |
| 13.6 | 22.407 | 23.179 | 23.952 | 24.724 | 25.498 | 26.271 | 27.045 | 27.820 | 28.594 | 29.369 | 30.145 |
| 13.7 | 22.387 | 23.159 | 23.931 | 24.704 | 25.477 | 26.251 | 27.024 | 27.798 | 28.573 | 29.348 | 30.123 |
| 13.8 | 22.367 | 23.139 | 23.911 | 24.684 | 25.457 | 26.230 | 27.003 | 27.777 | 28.552 | 29.326 | 30.102 |
| 13.9 | 22.347 | 23.119 | 23.891 | 24.663 | 25.436 | 26.209 | 26.982 | 27.756 | 28.530 | 29.305 | 30.080 |
| 14.0 | 22.327 | 23.099 | 23.870 | 24.643 | 25.415 | 26.188 | 26.961 | 27.735 | 28.509 | 29.283 | 30.058 |
| 14.1 | 22.307 | 23.078 | 23.850 | 24.622 | 25.394 | 26.167 | 26.940 | 27.713 | 28.487 | 29.261 | 30.036 |
| 14.2 | 22.287 | 23.058 | 23.829 | 24.601 | 25.373 | 26.146 | 26.918 | 27.692 | 28.465 | 29.239 | 30.014 |
| 14.3 | 22.267 | 23.037 | 23.809 | 24.580 | 25.352 | 26.124 | 26.897 | 27.670 | 28.443 | 29.217 | 29.991 |
| 14.4 | 22.246 | 23.017 | 23.788 | 24.559 | 25.331 | 26.103 | 26.875 | 27.648 | 28.421 | 29.195 | 29.969 |

Πίνακας Ι (συνέχεια)

Απόκλιση πυκνότητας $\gamma(S,t,\theta)[\text{kg/m}^3]$ σε ατμοσφαιρική πίεση

| Θερμ °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 30.0 | 31.0 | 32.0 | 33.0 | 34.0 | 35.0 | 36.0 | 37.0 | 38.0 | 39.0 | 40.0 |
| 14.5---- | 22.226 | 22.996 | 23.767 | 24.538 | 25.310 | 26.081 | 26.854 | 27.626 | 28.399 | 29.173 | 29.947 |
| 14.6---- | 22.205 | 22.975 | 23.746 | 24.517 | 25.288 | 26.060 | 26.832 | 27.604 | 28.377 | 29.151 | 29.924 |
| 14.7---- | 22.184 | 22.954 | 23.725 | 24.496 | 25.267 | 26.038 | 26.810 | 27.582 | 28.355 | 29.128 | 29.902 |
| 14.8---- | 22.164 | 22.933 | 23.704 | 24.474 | 25.245 | 26.017 | 26.788 | 27.560 | 28.333 | 29.106 | 29.879 |
| 14.9---- | 22.143 | 22.912 | 23.682 | 24.453 | 25.224 | 25.995 | 26.766 | 27.538 | 28.310 | 29.083 | 29.856 |
| 15.0---- | 22.122 | 22.891 | 23.661 | 24.431 | 25.202 | 25.973 | 26.744 | 27.516 | 28.288 | 29.061 | 29.834 |
| 15.1---- | 22.101 | 22.870 | 23.640 | 24.410 | 25.180 | 25.951 | 26.722 | 27.493 | 28.265 | 29.038 | 29.811 |
| 15.2---- | 22.079 | 22.848 | 23.618 | 24.388 | 25.158 | 25.929 | 26.700 | 27.471 | 28.243 | 29.015 | 29.788 |
| 15.3---- | 22.058 | 22.827 | 23.596 | 24.366 | 25.136 | 25.906 | 26.677 | 27.448 | 28.220 | 28.992 | 29.765 |
| 15.4---- | 22.037 | 22.805 | 23.575 | 24.344 | 25.114 | 25.884 | 26.655 | 27.426 | 28.197 | 28.969 | 29.741 |
| 15.5---- | 22.015 | 22.784 | 23.553 | 24.322 | 25.092 | 25.862 | 26.632 | 27.403 | 28.174 | 28.946 | 29.718 |
| 15.6---- | 21.994 | 22.762 | 23.531 | 24.300 | 25.069 | 25.839 | 26.610 | 27.380 | 28.151 | 28.923 | 29.695 |
| 15.7---- | 21.972 | 22.740 | 23.509 | 24.278 | 25.047 | 25.817 | 26.587 | 27.357 | 28.128 | 28.900 | 29.671 |
| 15.8---- | 21.950 | 22.718 | 23.487 | 24.255 | 25.025 | 25.794 | 26.564 | 27.334 | 28.105 | 28.876 | 29.648 |
| 15.9---- | 21.928 | 22.696 | 23.464 | 24.233 | 25.002 | 25.771 | 26.541 | 27.311 | 28.082 | 28.853 | 29.624 |
| 16.0---- | 21.906 | 22.674 | 23.442 | 24.211 | 24.979 | 25.748 | 26.518 | 27.288 | 28.058 | 28.829 | 29.600 |
| 16.1---- | 21.884 | 22.652 | 23.420 | 24.188 | 24.957 | 25.726 | 26.495 | 27.265 | 28.035 | 28.806 | 29.577 |
| 16.2---- | 21.862 | 22.630 | 23.397 | 24.165 | 24.934 | 25.703 | 26.472 | 27.241 | 28.011 | 28.782 | 29.553 |
| 16.3---- | 21.840 | 22.607 | 23.375 | 24.143 | 24.911 | 25.679 | 26.449 | 27.218 | 27.988 | 28.758 | 29.529 |
| 16.4---- | 21.818 | 22.585 | 23.352 | 24.120 | 24.888 | 25.656 | 26.425 | 27.194 | 27.964 | 28.734 | 29.505 |
| 16.5---- | 21.795 | 22.562 | 23.329 | 24.097 | 24.865 | 25.633 | 26.402 | 27.171 | 27.940 | 28.710 | 29.481 |
| 16.6---- | 21.773 | 22.539 | 23.306 | 24.074 | 24.841 | 25.610 | 26.378 | 27.147 | 27.916 | 28.686 | 29.456 |
| 16.7---- | 21.750 | 22.517 | 23.283 | 24.051 | 24.818 | 25.586 | 26.355 | 27.123 | 27.892 | 28.662 | 29.432 |
| 16.8---- | 21.727 | 22.494 | 23.260 | 24.027 | 24.795 | 25.563 | 26.331 | 27.099 | 27.868 | 28.638 | 29.408 |
| 16.9---- | 21.705 | 22.471 | 23.237 | 24.004 | 24.771 | 25.539 | 26.307 | 27.075 | 27.844 | 28.614 | 29.383 |
| 17.0---- | 21.682 | 22.448 | 23.214 | 23.981 | 24.748 | 25.515 | 26.283 | 27.051 | 27.820 | 28.589 | 29.359 |
| 17.1---- | 21.659 | 22.425 | 23.191 | 23.957 | 24.724 | 25.491 | 26.259 | 27.027 | 27.796 | 28.565 | 29.334 |
| 17.2---- | 21.636 | 22.401 | 23.167 | 23.934 | 24.700 | 25.468 | 26.235 | 27.003 | 27.771 | 28.540 | 29.309 |
| 17.3---- | 21.613 | 22.378 | 23.144 | 23.910 | 24.677 | 25.444 | 26.211 | 26.979 | 27.747 | 28.515 | 29.284 |
| 17.4---- | 21.589 | 22.355 | 23.120 | 23.886 | 24.653 | 25.419 | 26.187 | 26.954 | 27.722 | 28.491 | 29.260 |
| 17.5---- | 21.566 | 22.331 | 23.097 | 23.862 | 24.629 | 25.395 | 26.162 | 26.930 | 27.698 | 28.466 | 29.235 |
| 17.6---- | 21.543 | 22.308 | 23.073 | 23.839 | 24.605 | 25.371 | 26.138 | 26.905 | 27.673 | 28.441 | 29.209 |
| 17.7---- | 21.519 | 22.284 | 23.049 | 23.814 | 24.580 | 25.347 | 26.113 | 26.880 | 27.648 | 28.416 | 29.184 |
| 17.8---- | 21.496 | 22.260 | 23.025 | 23.790 | 24.556 | 25.322 | 26.089 | 26.856 | 27.623 | 28.391 | 29.159 |
| 17.9---- | 21.472 | 22.236 | 23.001 | 23.766 | 24.532 | 25.298 | 26.064 | 26.831 | 27.598 | 28.366 | 29.134 |
| 18.0---- | 21.448 | 22.212 | 22.977 | 23.742 | 24.507 | 25.273 | 26.039 | 26.806 | 27.573 | 28.340 | 29.108 |
| 18.1---- | 21.424 | 22.188 | 22.953 | 23.718 | 24.483 | 25.248 | 26.014 | 26.781 | 27.548 | 28.315 | 29.083 |
| 18.2---- | 21.400 | 22.164 | 22.928 | 23.693 | 24.458 | 25.224 | 25.990 | 26.756 | 27.523 | 28.290 | 29.057 |
| 18.3---- | 21.376 | 22.140 | 22.904 | 23.669 | 24.433 | 25.199 | 25.964 | 26.731 | 27.497 | 28.264 | 29.032 |
| 18.4---- | 21.352 | 22.116 | 22.880 | 23.644 | 24.409 | 25.174 | 25.939 | 26.705 | 27.472 | 28.239 | 29.006 |
| 18.5---- | 21.328 | 22.091 | 22.855 | 23.619 | 24.384 | 25.149 | 25.914 | 26.680 | 27.446 | 28.213 | 28.980 |
| 18.6---- | 21.303 | 22.067 | 22.830 | 23.594 | 24.359 | 25.124 | 25.889 | 26.655 | 27.421 | 28.187 | 28.954 |
| 18.7---- | 21.279 | 22.042 | 22.806 | 23.570 | 24.334 | 25.098 | 25.864 | 26.629 | 27.395 | 28.161 | 28.928 |
| 18.8---- | 21.255 | 22.018 | 22.781 | 23.545 | 24.309 | 25.073 | 25.838 | 26.603 | 27.369 | 28.135 | 28.902 |
| 18.9---- | 21.230 | 21.993 | 22.756 | 23.520 | 24.283 | 25.048 | 25.813 | 26.578 | 27.343 | 28.109 | 28.876 |
| 19.0---- | 21.205 | 21.968 | 22.731 | 23.494 | 24.258 | 25.022 | 25.787 | 26.552 | 27.317 | 28.083 | 28.850 |
| 19.1---- | 21.181 | 21.943 | 22.706 | 23.469 | 24.233 | 24.997 | 25.761 | 26.526 | 27.291 | 28.057 | 28.823 |
| 19.2---- | 21.156 | 21.918 | 22.681 | 23.444 | 24.207 | 24.971 | 25.735 | 26.500 | 27.265 | 28.031 | 28.797 |
| 19.3---- | 21.131 | 21.893 | 22.655 | 23.418 | 24.182 | 24.945 | 25.710 | 26.474 | 27.239 | 28.004 | 28.770 |
| 19.4---- | 21.106 | 21.868 | 22.630 | 23.393 | 24.156 | 24.920 | 25.684 | 26.448 | 27.213 | 27.978 | 28.744 |
| 19.5---- | 21.081 | 21.843 | 22.605 | 23.367 | 24.130 | 24.894 | 25.658 | 26.422 | 27.186 | 27.952 | 28.717 |
| 19.6---- | 21.056 | 21.817 | 22.579 | 23.342 | 24.104 | 24.868 | 25.631 | 26.395 | 27.160 | 27.925 | 28.690 |
| 19.7---- | 21.030 | 21.792 | 22.554 | 23.316 | 24.079 | 24.842 | 25.605 | 26.369 | 27.133 | 27.898 | 28.663 |
| 19.8---- | 21.005 | 21.766 | 22.528 | 23.290 | 24.053 | 24.816 | 25.579 | 26.343 | 27.107 | 27.871 | 28.637 |
| 19.9---- | 20.979 | 21.741 | 22.502 | 23.264 | 24.027 | 24.789 | 25.552 | 26.316 | 27.080 | 27.845 | 28.610 |

Πίνακας II

Απόκλιση ειδικού όγκου $\delta(S,t,0)$ [$10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$] σε ατμοσφαιρική πίεση

| $\delta(S,t,0)$ | 0 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 0 | 2633 9 | 2623 9 | 2613 9 | 2604 0 | 2594 0 | 2584 0 | 2574 1 | 2564 1 | 2554 1 | 2544 1 |
| 2 0 | 2534 2 | 2524 2 | 2514 3 | 2504 3 | 2494 4 | 2484 4 | 2474 5 | 2464 5 | 2454 6 | 2444 6 |
| 3 0 | 2434 7 | 2424 8 | 2414 8 | 2404 9 | 2394 9 | 2385 0 | 2375 1 | 2365 2 | 2355 2 | 2345 3 |
| 4 0 | 2335 4 | 2325 5 | 2315 6 | 2305 6 | 2295 7 | 2285 8 | 2275 9 | 2266 0 | 2256 1 | 2246 2 |
| 5 0 | 2236 3 | 2226 4 | 2216 5 | 2206 6 | 2196 7 | 2186 8 | 2176 9 | 2167 0 | 2157 1 | 2147 3 |
| 6 0 | 2137 4 | 2127 5 | 2117 6 | 2107 7 | 2097 9 | 2088 0 | 2078 1 | 2068 3 | 2058 4 | 2048 5 |
| 7 0 | 2038 7 | 2028 8 | 2018 9 | 2009 1 | 1999 2 | 1989 4 | 1979 5 | 1969 7 | 1959 8 | 1950 0 |
| 8 0 | 1940 1 | 1930 3 | 1920 5 | 1910 6 | 1900 8 | 1891 0 | 1881 1 | 1871 3 | 1861 5 | 1851 6 |
| 9 0 | 1841 8 | 1832 0 | 1822 2 | 1812 4 | 1802 5 | 1792 7 | 1782 9 | 1773 1 | 1763 3 | 1753 5 |
| 10 0 | 1743 7 | 1733 9 | 1724 1 | 1714 3 | 1704 5 | 1694 7 | 1684 9 | 1675 1 | 1665 3 | 1655 5 |
| 11 0 | 1645 8 | 1636 0 | 1626 2 | 1616 4 | 1606 6 | 1596 9 | 1587 1 | 1577 3 | 1567 6 | 1557 8 |
| 12 0 | 1548 0 | 1538 3 | 1528 5 | 1518 7 | 1509 0 | 1499 2 | 1489 5 | 1479 7 | 1470 0 | 1460 2 |
| 13 0 | 1450 5 | 1440 7 | 1431 0 | 1421 3 | 1411 5 | 1401 8 | 1392 0 | 1382 3 | 1372 6 | 1362 8 |
| 14 0 | 1353 1 | 1343 4 | 1333 7 | 1324 0 | 1314 2 | 1304 5 | 1294 8 | 1285 1 | 1275 4 | 1265 7 |
| 15 0 | 1256 0 | 1246 3 | 1236 5 | 1226 8 | 1217 2 | 1207 5 | 1197 8 | 1188 1 | 1178 4 | 1168 7 |
| 16 0 | 1159 0 | 1149 3 | 1139 6 | 1129 9 | 1120 3 | 1110 6 | 1100 9 | 1091 2 | 1081 6 | 1071 9 |
| 17 0 | 1062 2 | 1052 5 | 1042 9 | 1033 2 | 1023 6 | 1013 9 | 1004 2 | 994 6 | 984 9 | 975 3 |
| 18 0 | 965 6 | 956 0 | 946 3 | 936 7 | 927 0 | 917 4 | 907 8 | 898 1 | 888 5 | 878 8 |
| 19 0 | 869 2 | 859 6 | 850 0 | 840 3 | 830 7 | 821 1 | 811 5 | 801 9 | 792 2 | 782 6 |
| 20 0 | 773 0 | 763 4 | 753 8 | 744 2 | 734 6 | 725 0 | 715 4 | 705 8 | 696 2 | 686 6 |
| 21 0 | 677 0 | 667 4 | 657 8 | 648 2 | 638 6 | 629 0 | 619 5 | 609 9 | 600 3 | 590 7 |
| 22 0 | 581 2 | 571 6 | 562 0 | 552 4 | 542 9 | 533 3 | 523 7 | 514 2 | 504 6 | 495 1 |
| 23 0 | 485 5 | 475 9 | 466 4 | 456 8 | 447 3 | 437 8 | 428 2 | 418 7 | 409 1 | 399 6 |
| 24 0 | 390 0 | 380 5 | 371 0 | 361 4 | 351 9 | 342 4 | 332 9 | 323 3 | 313 8 | 304 3 |
| 25 0 | 294 8 | 285 3 | 275 7 | 266 2 | 256 7 | 247 2 | 237 7 | 228 2 | 218 7 | 209 2 |
| 26 0 | 199 7 | 190 2 | 180 7 | 171 2 | 161 7 | 152 2 | 142 7 | 133 2 | 123 7 | 114 3 |
| 27 0 | 104 8 | 95 3 | 85 8 | 76 3 | 66 9 | 57 4 | 47 9 | 38 5 | 29 0 | 19 5 |
| 28 0 | 10 1 | 0 6 | -8 9 | -18 3 | -27 8 | -37 2 | -46 7 | -56 1 | -65 6 | -75 0 |
| 29 0 | -84 5 | -93 9 | -103 4 | -112 8 | -122 2 | -131 7 | -141 1 | -150 5 | -160 0 | -169 4 |
| 30 0 | -178 8 | -188 2 | -197 7 | -207 1 | -216 5 | -225 9 | -235 4 | -244 8 | -254 2 | -263 6 |
| 31 0 | -273 0 | -282 4 | -291 8 | -301 2 | -310 6 | -320 0 | -329 4 | -338 8 | -348 2 | -357 6 |
| 32 0 | -367 0 | -376 4 | -385 8 | -395 1 | -404 5 | -413 9 | -423 3 | -432 7 | -442 0 | -451 4 |
| 33 0 | -460 8 | -470 2 | -479 5 | -488 9 | -498 3 | -507 6 | -517 0 | -526 3 | -535 7 | -545 1 |

Πίνακας III

Απόκλιση ειδικού όγκου $\delta(S,t,0)$ [$10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$] σε ατμοσφαιρική πίεση

S = 38

| T | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| -1.... | -234.1 -0.5 -76.4 | -234.6 -0.5 -76.4 | -235.0 -0.4 -76.4 | -235.5 -0.4 -76.4 | -235.9 -0.4 -76.5 | -236.3 -0.4 -76.5 | -236.7 -0.4 -76.5 | -237.1 -0.4 -76.6 | -237.5 -0.4 -76.6 | -237.8 -0.3 -76.6 |
| -0.... | -228.8 -0.6 -76.1 | -229.3 -0.6 -76.1 | -229.9 -0.6 -76.1 | -230.5 -0.6 -76.1 | -231.0 -0.5 -76.2 | -231.6 -0.5 -76.2 | -232.1 -0.5 -76.2 | -232.6 -0.5 -76.3 | -233.1 -0.5 -76.3 | -233.6 -0.5 -76.3 |
| 0.... | -228.8 0.6 -76.1 | -228.2 0.6 -76.0 | -227.5 0.6 -76.0 | -226.9 0.6 -76.0 | -226.3 0.7 -75.9 | -225.6 0.7 -75.9 | -224.9 0.7 -75.9 | -224.3 0.7 -75.9 | -223.6 0.7 -75.8 | -222.9 0.7 -75.8 |
| 1.... | -222.2 0.7 -75.8 | -221.4 0.7 -75.8 | -220.7 0.7 -75.7 | -219.9 0.8 -75.7 | -219.2 0.8 -75.7 | -218.4 0.8 -75.6 | -217.6 0.8 -75.6 | -216.8 0.8 -75.6 | -216.0 0.8 -75.6 | -215.2 0.8 -75.5 |
| 2.... | -214.4 0.8 -75.5 | -213.5 0.9 -75.5 | -212.7 0.9 -75.5 | -211.8 0.9 -75.4 | -210.9 0.9 -75.4 | -210.0 0.9 -75.4 | -209.1 0.9 -75.4 | -208.2 0.9 -75.3 | -207.3 0.9 -75.3 | -206.3 0.9 -75.3 |
| 3.... | -206.4 1.0 -75.3 | -204.4 1.0 -75.2 | -203.5 1.0 -75.2 | -202.5 1.0 -75.2 | -201.5 1.0 -75.2 | -200.5 1.0 -75.1 | -199.5 1.0 -75.1 | -198.4 1.0 -75.1 | -197.4 1.0 -75.1 | -196.4 1.1 -75.0 |
| 4.... | -195.3 1.1 -75.0 | -194.2 1.1 -75.0 | -193.1 1.1 -75.0 | -192.1 1.1 -75.0 | -191.0 1.1 -74.9 | -189.8 1.1 -74.9 | -188.7 1.1 -74.9 | -187.6 1.1 -74.9 | -186.4 1.2 -74.8 | -185.3 1.2 -74.8 |
| 5.... | -184.1 1.2 -74.8 | -182.9 1.2 -74.8 | -181.7 1.2 -74.7 | -180.5 1.2 -74.7 | -179.3 1.2 -74.7 | -178.1 1.2 -74.7 | -176.9 1.2 -74.7 | -175.6 1.3 -74.6 | -174.4 1.3 -74.6 | -173.1 1.3 -74.6 |
| 6.... | -171.8 1.3 -74.6 | -170.5 1.3 -74.5 | -169.2 1.3 -74.5 | -167.9 1.3 -74.5 | -166.6 1.3 -74.5 | -165.3 1.3 -74.5 | -164.0 1.3 -74.4 | -162.6 1.4 -74.4 | -161.3 1.4 -74.4 | -159.9 1.4 -74.4 |
| 7.... | -158.5 1.4 -74.4 | -157.1 1.4 -74.3 | -155.7 1.4 -74.3 | -154.3 1.4 -74.3 | -152.9 1.4 -74.3 | -151.5 1.4 -74.3 | -150.0 1.4 -74.2 | -148.6 1.5 -74.2 | -147.1 1.5 -74.2 | -145.7 1.5 -74.2 |
| 8.... | -144.2 1.5 -74.2 | -142.7 1.5 -74.1 | -141.2 1.5 -74.1 | -139.7 1.5 -74.1 | -138.2 1.5 -74.1 | -136.6 1.5 -74.1 | -135.1 1.5 -74.0 | -133.5 1.6 -74.0 | -132.0 1.6 -74.0 | -130.4 1.6 -74.0 |
| 9.... | -128.8 1.6 -74.0 | -127.3 1.6 -74.0 | -125.7 1.6 -73.9 | -124.1 1.6 -73.9 | -122.4 1.6 -73.9 | -120.8 1.6 -73.9 | -119.2 1.6 -73.9 | -117.5 1.7 -73.8 | -115.9 1.7 -73.8 | -114.2 1.7 -73.8 |
| 10.... | -112.5 1.7 -73.8 | -110.9 1.7 -73.8 | -109.2 1.7 -73.8 | -107.5 1.7 -73.7 | -105.8 1.7 -73.7 | -104.0 1.7 -73.7 | -102.3 1.7 -73.7 | -100.6 1.7 -73.7 | -98.8 1.8 -73.7 | -97.1 1.8 -73.6 |
| 11.... | -95.3 1.8 -73.6 | -93.5 1.8 -73.6 | -91.7 1.8 -73.6 | -89.9 1.8 -73.6 | -88.1 1.8 -73.6 | -86.3 1.8 -73.5 | -84.5 1.8 -73.5 | -82.7 1.8 -73.5 | -80.8 1.9 -73.5 | -79.0 1.9 -73.5 |
| 12.... | -77.1 1.9 -73.5 | -75.2 1.9 -73.4 | -73.4 1.9 -73.4 | -71.5 1.9 -73.4 | -69.6 1.9 -73.4 | -67.7 1.9 -73.4 | -65.8 1.9 -73.4 | -63.8 1.9 -73.3 | -61.9 1.9 -73.3 | -60.0 1.9 -73.3 |
| 13.... | -58.0 2.0 -73.3 | -56.1 2.0 -73.3 | -54.1 2.0 -73.3 | -52.1 2.0 -73.3 | -50.1 2.0 -73.2 | -48.1 2.0 -73.2 | -46.1 2.0 -73.2 | -44.1 2.0 -73.2 | -42.1 2.0 -73.2 | -40.1 2.0 -73.2 |

Πίνακας III (συνέχεια)

Απόκλιση ειδικού όγκου $\delta(S,t,0)$ [$10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$] σε ατμοσφαιρική πίεση

S = 38

| T | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 14---- | -38.0 2.0 -73.2 | -36.0 2.1 -73.1 | -33.9 2.1 -73.1 | -31.9 2.1 -73.1 | -29.8 2.1 -73.1 | -27.7 2.1 -73.1 | -25.6 2.1 -73.1 | -23.5 2.1 -73.1 | -21.4 2.1 -73.0 | -19.3 2.1 -73.0 |
| 15---- | -17.2 2.1 -73.0 | -15.1 2.1 -73.0 | -12.9 2.2 -73.0 | -10.8 2.2 -73.0 | -8.6 2.2 -73.0 | -6.4 2.2 -72.9 | -4.3 2.2 -72.9 | -2.1 2.2 -72.9 | 0.1 2.2 -72.9 | 2.3 2.2 -72.9 |
| 16---- | 4.5 2.2 -72.9 | 6.7 2.2 -72.9 | 9.0 2.2 -72.9 | 11.2 2.2 -72.8 | 13.5 2.3 -72.8 | 15.7 2.3 -72.8 | 18.0 2.3 -72.8 | 20.2 2.3 -72.8 | 22.5 2.3 -72.8 | 24.8 2.3 -72.8 |
| 17---- | 27.1 2.3 -72.7 | 29.4 2.3 -72.7 | 31.7 2.3 -72.7 | 34.0 2.3 -72.7 | 36.4 2.3 -72.7 | 38.7 2.3 -72.7 | 41.0 2.4 -72.7 | 43.4 2.4 -72.7 | 45.7 2.4 -72.7 | 48.1 2.4 -72.6 |
| 18---- | 50.5 2.4 -72.6 | 52.9 2.4 -72.6 | 56.3 2.4 -72.6 | 57.7 2.4 -72.6 | 60.1 2.4 -72.6 | 62.5 2.4 -72.6 | 64.9 2.4 -72.6 | 67.3 2.4 -72.5 | 69.8 2.4 -72.5 | 72.2 2.5 -72.5 |
| 19---- | 74.7 2.5 -72.5 | 77.2 2.5 -72.5 | 79.6 2.5 -72.5 | 82.1 2.5 -72.5 | 84.6 2.5 -72.5 | 87.1 2.5 -72.5 | 89.6 2.5 -72.4 | 92.1 2.5 -72.4 | 94.6 2.5 -72.4 | 97.2 2.5 -72.4 |
| 20---- | 99.7 2.5 -72.4 | 102.3 2.6 -72.4 | 104.8 2.6 -72.4 | 107.4 2.6 -72.4 | 109.9 2.6 -72.4 | 112.5 2.6 -72.4 | 115.1 2.6 -72.3 | 117.7 2.6 -72.3 | 120.3 2.6 -72.3 | 122.9 2.6 -72.3 |
| 21---- | 125.5 2.6 -72.3 | 128.2 2.6 -72.3 | 130.8 2.6 -72.3 | 133.4 2.6 -72.3 | 136.1 2.7 -72.3 | 138.7 2.7 -72.3 | 141.4 2.7 -72.2 | 144.1 2.7 -72.2 | 146.7 2.7 -72.2 | 149.4 2.7 -72.2 |
| 22---- | 152.1 2.7 -72.2 | 154.8 2.7 -72.2 | 157.5 2.7 -72.2 | 160.3 2.7 -72.2 | 163.0 2.7 -72.2 | 165.7 2.7 -72.2 | 168.5 2.7 -72.1 | 171.2 2.8 -72.1 | 174.0 2.8 -72.1 | 176.7 2.8 -72.1 |
| 23---- | 179.5 2.8 -72.1 | 182.3 2.8 -72.1 | 185.1 2.8 -72.1 | 187.9 2.8 -72.1 | 190.7 2.8 -72.1 | 193.5 2.8 -72.1 | 196.3 2.8 -72.1 | 199.1 2.8 -72.1 | 201.9 2.8 -72.0 | 204.8 2.8 -72.0 |
| 24---- | 207.6 2.9 -72.0 | 210.5 2.9 -72.0 | 213.4 2.9 -72.0 | 216.2 2.9 -72.0 | 219.1 2.9 -72.0 | 222.0 2.9 -72.0 | 224.9 2.9 -72.0 | 227.8 2.9 -72.0 | 230.7 2.9 -72.0 | 233.6 2.9 -72.0 |
| 25---- | 236.5 2.9 -71.9 | 239.5 2.9 -71.9 | 242.4 2.9 -71.9 | 245.3 3.0 -71.9 | 248.3 3.0 -71.9 | 251.2 3.0 -71.9 | 254.2 3.0 -71.9 | 257.2 3.0 -71.9 | 260.2 3.0 -71.9 | 263.2 3.0 -71.9 |
| 26---- | 266.2 3.0 -71.9 | 269.2 3.0 -71.9 | 272.2 3.0 -71.9 | 275.2 3.0 -71.8 | 278.2 3.0 -71.8 | 281.3 3.0 -71.8 | 284.3 3.0 -71.8 | 287.3 3.1 -71.8 | 290.4 3.1 -71.8 | 293.5 3.1 -71.8 |
| 27---- | 296.5 3.1 -71.8 | 299.6 3.1 -71.8 | 302.7 3.1 -71.8 | 305.8 3.1 -71.8 | 308.9 3.1 -71.8 | 312.0 3.1 -71.8 | 315.1 3.1 -71.8 | 318.2 3.1 -71.7 | 321.3 3.1 -71.7 | 324.5 3.1 -71.7 |
| 28---- | 327.6 3.1 -71.7 | 330.8 3.2 -71.7 | 333.9 3.2 -71.7 | 337.1 3.2 -71.7 | 340.3 3.2 -71.7 | 343.4 3.2 -71.7 | 346.6 3.2 -71.7 | 349.8 3.2 -71.7 | 353.0 3.2 -71.7 | 356.2 3.2 -71.7 |
| 29---- | 359.4 3.2 -71.7 | 362.7 3.2 -71.7 | 365.9 3.2 -71.6 | 369.1 3.2 -71.6 | 372.4 3.2 -71.6 | 375.6 3.3 -71.6 | 378.9 3.3 -71.6 | 382.1 3.3 -71.6 | 385.4 3.3 -71.6 | 388.7 3.3 -71.6 |

Πίνακας III (συνέχεια)

Απόκλιση ειδικού όγκου $\delta(S,t,0)$ [$10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$] σε ατμοσφαιρική πίεση

S = 39

| T | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| -1.... | -310.5 -0.5 -76.3 | -311.0 -0.5 -76.3 | -311.4 -0.5 -76.3 | -311.9 -0.5 -76.3 | -312.4 -0.4 -76.4 | -312.8 -0.4 -76.4 | -313.3 -0.4 -76.4 | -313.7 -0.4 -76.5 | -314.1 -0.4 -76.5 | -314.5 -0.4 -76.5 |
| -0.... | -304.8 0.6 -76.0 | -305.4 0.6 -76.0 | -306.0 0.6 -76.0 | -306.6 0.6 -76.1 | -307.2 0.6 -76.1 | -307.8 0.6 -76.1 | -308.4 0.5 -76.1 | -308.9 0.5 -76.2 | -309.4 0.5 -76.2 | -310.0 0.5 -76.2 |
| 0.... | -304.8 0.6 -76.0 | -304.2 0.6 -75.9 | -303.5 0.7 -75.9 | -302.9 0.7 -75.9 | -302.2 0.7 -75.9 | -301.5 0.7 -75.8 | -300.8 0.7 -75.8 | -300.1 0.7 -75.8 | -299.4 0.7 -75.7 | -298.7 0.7 -75.7 |
| 1.... | -297.9 0.8 -75.7 | -297.2 0.8 -75.7 | -296.4 0.8 -75.6 | -295.6 0.8 -75.6 | -294.9 0.8 -75.6 | -294.1 0.8 -75.6 | -293.2 0.8 -75.5 | -292.4 0.8 -75.5 | -291.6 0.8 -75.5 | -290.7 0.9 -75.5 |
| 2.... | -289.9 0.9 75.4 | -289.0 0.9 75.4 | -288.1 0.9 75.4 | -287.2 0.9 75.4 | -286.3 0.9 75.3 | -285.4 0.9 75.3 | -284.5 0.9 75.3 | -283.5 1.0 75.3 | -282.6 1.0 75.2 | -281.6 1.0 75.2 |
| 3.... | -280.7 1.0 -75.2 | -279.7 1.0 -75.2 | -278.7 1.0 -75.1 | -277.7 1.0 -75.1 | -276.7 1.0 -75.1 | -275.6 1.0 -75.1 | -274.6 1.1 -75.0 | -273.5 1.1 -75.0 | -272.5 1.1 -75.0 | -271.4 1.1 -75.0 |
| 4.... | -270.3 1.1 -74.9 | -269.2 1.1 -74.9 | -268.1 1.1 -74.9 | -267.0 1.1 -74.9 | -265.9 1.1 -74.8 | -264.7 1.1 -74.8 | -263.6 1.2 -74.8 | -262.4 1.2 -74.8 | -261.3 1.2 -74.8 | -260.1 1.2 -74.7 |
| 5.... | -258.9 1.2 -74.7 | -257.7 1.2 -74.7 | -256.5 1.2 -74.7 | -255.3 1.2 -74.6 | -254.0 1.2 -74.6 | -252.8 1.3 -74.6 | -251.5 1.3 -74.6 | -250.3 1.3 -74.6 | -249.0 1.3 -74.5 | -247.7 1.3 -74.5 |
| 6.... | -246.4 1.3 -74.5 | -245.1 1.3 -74.5 | -243.8 1.3 -74.4 | -242.4 1.3 -74.4 | -241.1 1.3 -74.4 | -239.8 1.4 -74.4 | -238.4 1.4 -74.4 | -237.0 1.4 -74.3 | -235.7 1.4 -74.3 | -234.3 1.4 -74.3 |
| 7.... | -232.9 1.4 -74.3 | -231.5 1.4 -74.3 | -230.0 1.4 -74.2 | -228.6 1.4 -74.2 | -227.2 1.4 -74.2 | -225.7 1.5 -74.2 | -224.3 1.5 -74.2 | -222.8 1.5 -74.1 | -221.3 1.5 -74.1 | -219.8 1.5 -74.1 |
| 8.... | -218.3 1.5 -74.1 | -216.8 1.5 -74.1 | -215.3 1.5 -74.0 | -213.8 1.5 -74.0 | -212.2 1.5 -74.0 | -210.7 1.6 -74.0 | -209.1 1.6 -74.0 | -207.6 1.6 -73.9 | -206.0 1.6 -73.9 | -204.4 1.6 -73.9 |
| 9.... | -202.8 1.6 -73.9 | -201.2 1.6 -73.9 | -199.6 1.6 -73.9 | -198.0 1.6 -73.8 | -196.3 1.6 -73.8 | -194.7 1.7 -73.8 | -193.0 1.7 -73.8 | -191.4 1.7 -73.8 | -189.7 1.7 -73.7 | -188.0 1.7 -73.7 |
| 10.... | -186.3 1.7 -73.7 | -184.6 1.7 -73.7 | -182.9 1.7 -73.7 | -181.2 1.7 -73.7 | -179.5 1.7 -73.6 | -177.7 1.7 -73.6 | -176.0 1.8 -73.6 | -174.2 1.8 -73.6 | -172.5 1.8 -73.6 | -170.7 1.8 -73.6 |
| 11.... | -168.9 1.8 -73.5 | -167.1 1.8 -73.5 | -165.3 1.8 -73.5 | -163.5 1.8 -73.5 | -161.7 1.8 -73.5 | -159.9 1.8 -73.5 | -158.0 1.8 -73.4 | -156.2 1.9 -73.4 | -154.3 1.9 -73.4 | -152.4 1.9 -73.4 |
| 12.... | -150.6 1.9 -73.4 | -148.7 1.9 -73.4 | -146.8 1.9 -73.3 | -144.9 1.9 -73.3 | -143.0 1.9 -73.3 | -141.1 1.9 -73.3 | -139.1 1.9 -73.3 | -137.2 1.9 -73.3 | -135.2 2.0 -73.3 | -133.3 2.0 -73.2 |
| 13.... | -131.3 2.0 -73.2 | -129.3 2.0 -73.2 | -127.4 2.0 -73.2 | -125.4 2.0 -73.2 | -123.4 2.0 -73.2 | -121.4 2.0 -73.2 | -119.4 2.0 -73.1 | -117.3 2.0 -73.1 | -115.3 2.0 -73.1 | -113.2 2.1 -73.1 |

Πίνακας III (συνέχεια)

Απόκλιση ειδικού όγκου $\delta(S,t,0)$ [$10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$] σε ατμοσφαιρική πίεση

S = 39

| T | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|--------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 14---- | -111.2 2.1 -73.1 | -109.1 2.1 -73.1 | -107.1 2.1 -73.1 | -105.0 2.1 -73.0 | -102.9 2.1 -73.0 | -100.8 2.1 -73.0 | -98.7 2.1 -73.0 | -96.6 2.1 -73.0 | -94.5 2.1 -73.0 | -92.3 2.1 -73.0 |
| 15---- | -90.2 2.1 -72.9 | -88.0 2.2 -72.9 | -85.9 2.2 -72.9 | -83.7 2.2 -72.9 | -81.6 2.2 -72.9 | -79.4 2.2 -72.9 | -77.2 2.2 -72.9 | -75.0 2.2 -72.8 | -72.8 2.2 -72.8 | -70.6 2.2 -72.8 |
| 16---- | -68.3 2.2 -72.8 | -66.1 2.2 -72.8 | -63.9 2.2 -72.8 | -61.6 2.3 -72.8 | -59.4 2.3 -72.8 | -57.1 2.3 -72.7 | -54.8 2.3 -72.7 | -52.5 2.3 -72.7 | -50.3 2.3 -72.7 | -48.0 2.3 -72.7 |
| 17---- | -45.7 2.3 -72.7 | -43.3 2.3 -72.7 | -41.0 2.3 -72.7 | -38.7 2.3 -72.6 | -36.3 2.3 -72.6 | -34.0 2.4 -72.6 | -31.6 2.4 -72.6 | -29.3 2.4 -72.6 | -26.9 2.4 -72.6 | -24.5 2.4 -72.6 |
| 18---- | -22.1 2.4 -72.6 | -19.7 2.4 -72.5 | -17.3 2.4 -72.5 | -14.9 2.4 -72.5 | -12.5 2.4 -72.5 | -10.1 2.4 -72.5 | -7.6 2.4 -72.5 | -5.2 2.5 -72.5 | -2.7 2.5 -72.5 | -0.3 2.5 -72.5 |
| 19---- | 2.2 2.5 -72.4 | 4.7 2.5 -72.4 | 7.1 2.5 -72.4 | 9.6 2.5 -72.4 | 12.1 2.5 -72.4 | 14.6 2.5 -72.4 | 17.2 2.5 -72.4 | 19.7 2.5 -72.4 | 22.2 2.5 -72.4 | 24.8 2.5 -72.4 |
| 20---- | 27.3 2.6 -72.3 | 29.9 2.6 -72.3 | 32.4 2.6 -72.3 | 35.0 2.6 -72.3 | 37.6 2.6 -72.3 | 40.2 2.6 -72.3 | 42.8 2.6 -72.3 | 45.4 2.6 -72.3 | 48.0 2.6 -72.3 | 50.6 2.6 -72.2 |
| 21---- | 53.2 2.6 -72.2 | 55.9 2.6 -72.2 | 58.5 2.7 -72.2 | 61.2 2.7 -72.2 | 63.8 2.7 -72.2 | 66.5 2.7 -72.2 | 69.2 2.7 -72.2 | 71.8 2.7 -72.2 | 74.5 2.7 -72.2 | 77.2 2.7 -72.2 |
| 22---- | 79.9 2.7 -72.1 | 82.6 2.7 -72.1 | 85.4 2.7 -72.1 | 88.1 2.7 -72.1 | 90.8 2.7 -72.1 | 93.6 2.8 -72.1 | 96.3 2.8 -72.1 | 99.1 2.8 -72.1 | 101.8 2.8 -72.1 | 104.6 2.8 -72.1 |
| 23---- | 107.4 2.8 -72.1 | 110.2 2.8 -72.0 | 113.0 2.8 -72.0 | 115.8 2.8 -72.0 | 118.6 2.8 -72.0 | 121.4 2.8 -72.0 | 124.2 2.8 -72.0 | 127.1 2.8 -72.0 | 129.9 2.8 -72.0 | 132.7 2.9 -72.0 |
| 24---- | 135.6 2.9 -72.0 | 138.5 2.9 -72.0 | 141.3 2.9 -71.9 | 144.2 2.9 -71.9 | 147.1 2.9 -71.9 | 150.0 2.9 -71.9 | 152.9 2.9 -71.9 | 155.8 2.9 -71.9 | 158.7 2.9 -71.9 | 161.6 2.9 -71.9 |
| 25---- | 164.6 2.9 -71.9 | 167.5 2.9 -71.9 | 170.5 3.0 -71.9 | 173.4 3.0 -71.9 | 176.4 3.0 -71.9 | 179.3 3.0 -71.8 | 182.3 3.0 -71.8 | 185.3 3.0 -71.8 | 188.3 3.0 -71.8 | 191.3 3.0 -71.8 |
| 26---- | 194.3 3.0 -71.8 | 197.3 3.0 -71.8 | 200.3 3.0 -71.8 | 203.3 3.0 -71.8 | 206.4 3.0 -71.8 | 209.4 3.0 -71.8 | 212.5 3.1 -71.8 | 215.5 3.1 -71.8 | 218.6 3.1 -71.7 | 221.7 3.1 -71.7 |
| 27---- | 224.7 3.1 -71.7 | 227.8 3.1 -71.7 | 230.9 3.1 -71.7 | 234.0 3.1 -71.7 | 237.1 3.1 -71.7 | 240.2 3.1 -71.7 | 243.3 3.1 -71.7 | 246.5 3.1 -71.7 | 249.6 3.1 -71.7 | 252.8 3.1 -71.7 |
| 28---- | 255.9 3.2 -71.7 | 259.1 3.2 -71.7 | 262.2 3.2 -71.7 | 265.4 3.2 -71.6 | 268.6 3.2 -71.6 | 271.8 3.2 -71.6 | 274.9 3.2 -71.6 | 278.1 3.2 -71.6 | 281.3 3.2 -71.6 | 284.6 3.2 -71.6 |
| 29---- | 287.8 3.2 -71.6 | 291.0 3.2 -71.6 | 294.2 3.2 -71.6 | 297.5 3.2 -71.6 | 300.7 3.3 -71.6 | 304.0 3.3 -71.6 | 307.3 3.3 -71.6 | 310.5 3.3 -71.5 | 313.8 3.3 -71.6 | 317.1 3.3 -71.5 |

Πίνακας III (α)
Παρεμβολή θερμοκρασίας για τον Πίνακα III

| Διαφορά Θερμ. | Θερμοκρασία | | | | | | | | |
|------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
| 0.10---- | 0 0 | 0 0 | 0 0 | 0 0 | 0 1 | 0 1 | 0 1 | 0 1 | 0 1 |
| 0.20---- | 0 0 | 0 0 | 0 1 | 0 1 | 0 1 | 0 1 | 0 1 | 0 2 | 0 2 |
| 0.30---- | 0 0 | 0 1 | 0 1 | 0 1 | 0 2 | 0 2 | 0 2 | 0 2 | 0 3 |
| 0.40---- | 0 0 | 0 1 | 0 1 | 0 2 | 0 2 | 0 2 | 0 3 | 0 3 | 0 4 |
| 0.50---- | 0 1 | 0 1 | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 3 | 0 3 | 0 4 | 0 4 |
| 0.60---- | 0 1 | 0 1 | 0 2 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 0 5 | 0 5 |
| 0.70---- | 0 1 | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 0 5 | 0 6 | 0 6 |
| 0.80---- | 0 1 | 0 2 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 | 0 6 | 0 6 | 0 7 |
| 0.90---- | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 | 0 5 | 0 6 | 0 7 | 0 8 |
| 1.00---- | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 | 0 6 | 0 7 | 0 8 | 0 9 |
| 1.10---- | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 6 | 0 7 | 0 8 | 0 9 | 1 0 |
| 1.20---- | 0 1 | 0 2 | 0 4 | 0 5 | 0 6 | 0 7 | 0 8 | 1 0 | 1 1 |
| 1.30---- | 0 1 | 0 3 | 0 4 | 0 5 | 0 7 | 0 8 | 0 9 | 1 0 | 1 2 |
| 1.40---- | 0 1 | 0 3 | 0 4 | 0 6 | 0 7 | 0 8 | 1 0 | 1 1 | 1 3 |
| 1.50---- | 0 2 | 0 3 | 0 5 | 0 6 | 0 8 | 0 9 | 1 1 | 1 2 | 1 4 |
| 1.60---- | 0 2 | 0 3 | 0 5 | 0 6 | 0 8 | 1 0 | 1 1 | 1 3 | 1 4 |
| 1.70---- | 0 2 | 0 3 | 0 5 | 0 7 | 0 9 | 1 0 | 1 2 | 1 4 | 1 5 |
| 1.80---- | 0 2 | 0 4 | 0 5 | 0 7 | 0 9 | 1 1 | 1 3 | 1 4 | 1 6 |
| 1.90---- | 0 2 | 0 4 | 0 6 | 0 8 | 1 0 | 1 1 | 1 3 | 1 5 | 1 7 |
| 2.00---- | 0 2 | 0 4 | 0 6 | 0 8 | 1 0 | 1 2 | 1 4 | 1 6 | 1 8 |
| 2.10---- | 0 2 | 0 4 | 0 6 | 0 8 | 1 1 | 1 3 | 1 5 | 1 7 | 1 9 |
| 2.20---- | 0 2 | 0 4 | 0 7 | 0 9 | 1 1 | 1 3 | 1 5 | 1 8 | 2 0 |
| 2.30---- | 0 2 | 0 5 | 0 7 | 0 9 | 1 1 | 1 4 | 1 6 | 1 8 | 2 1 |
| 2.40---- | 0 2 | 0 5 | 0 7 | 1 0 | 1 2 | 1 4 | 1 7 | 1 9 | 2 2 |
| 2.50---- | 0 2 | 0 5 | 0 7 | 1 0 | 1 2 | 1 5 | 1 7 | 2 0 | 2 2 |
| 2.60---- | 0 3 | 0 5 | 0 8 | 1 0 | 1 3 | 1 6 | 1 8 | 2 1 | 2 3 |
| 2.70---- | 0 3 | 0 5 | 0 8 | 1 1 | 1 3 | 1 6 | 1 9 | 2 2 | 2 4 |
| 2.80---- | 0 3 | 0 6 | 0 8 | 1 1 | 1 4 | 1 7 | 2 0 | 2 2 | 2 5 |
| 2.90---- | 0 3 | 0 6 | 0 9 | 1 2 | 1 4 | 1 7 | 2 0 | 2 3 | 2 6 |
| 3.00---- | 0 3 | 0 6 | 0 9 | 1 2 | 1 5 | 1 8 | 2 1 | 2 4 | 2 7 |
| 3.10---- | 0 3 | 0 6 | 0 9 | 1 2 | 1 5 | 1 9 | 2 2 | 2 5 | 2 8 |
| 3.20---- | 0 3 | 0 6 | 1 0 | 1 3 | 1 6 | 1 9 | 2 2 | 2 6 | 2 9 |
| 3.30---- | 0 3 | 0 7 | 1 0 | 1 3 | 1 6 | 2 0 | 2 3 | 2 6 | 3 0 |
| 3.40---- | 0 3 | 0 7 | 1 0 | 1 4 | 1 7 | 2 0 | 2 4 | 2 7 | 3 1 |

Πίνακας III (b)

Παρεμβολή αλατότητας για τον Πίνακα III

| Αλατότητα | Διαφορά Αλατότητας | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | -71.5 | -72.0 | -72.5 | -73.0 | -73.5 | -74.0 | -74.5 | -75.0 | -75.5 | -76.0 | -76.5 | -77.0 | -77.5 | -78.0 |
| 0.01 | -0.7 | -0.7 | -0.7 | -0.7 | -0.7 | -0.7 | -0.7 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.8 |
| 0.02 | -1.4 | -1.4 | -1.4 | -1.5 | -1.5 | -1.5 | -1.5 | -1.5 | -1.5 | -1.5 | -1.5 | -1.5 | -1.5 | -1.5 |
| 0.03 | -2.1 | -2.2 | -2.2 | -2.2 | -2.2 | -2.2 | -2.2 | -2.3 | -2.3 | -2.3 | -2.3 | -2.3 | -2.3 | -2.3 |
| 0.04 | -2.9 | -2.9 | -2.9 | -2.9 | -2.9 | -3.0 | -3.0 | -3.0 | -3.0 | -3.0 | -3.1 | -3.1 | -3.1 | -3.1 |
| 0.05 | -3.6 | -3.6 | -3.6 | -3.7 | -3.7 | -3.7 | -3.7 | -3.8 | -3.8 | -3.8 | -3.8 | -3.9 | -3.9 | -3.9 |
| 0.06 | -4.3 | -4.3 | -4.4 | -4.4 | -4.4 | -4.4 | -4.5 | -4.5 | -4.5 | -4.6 | -4.6 | -4.6 | -4.7 | -4.7 |
| 0.07 | -5.0 | -5.0 | -5.1 | -5.1 | -5.1 | -5.2 | -5.2 | -5.3 | -5.3 | -5.3 | -5.4 | -5.4 | -5.4 | -5.5 |
| 0.08 | -5.7 | -5.8 | -5.8 | -5.8 | -5.9 | -5.9 | -6.0 | -6.0 | -6.0 | -6.1 | -6.1 | -6.2 | -6.2 | -6.2 |
| 0.09 | -6.4 | -6.5 | -6.5 | -6.6 | -6.6 | -6.7 | -6.7 | -6.7 | -6.8 | -6.8 | -6.9 | -6.9 | -7.0 | -7.0 |
| 0.10 | -7.1 | -7.2 | -7.2 | -7.3 | -7.3 | -7.4 | -7.4 | -7.5 | -7.5 | -7.6 | -7.6 | -7.7 | -7.7 | -7.8 |
| 0.11 | -7.9 | -7.9 | -8.0 | -8.0 | -8.1 | -8.1 | -8.2 | -8.2 | -8.3 | -8.4 | -8.4 | -8.5 | -8.5 | -8.6 |
| 0.12 | -8.6 | -8.6 | -8.7 | -8.8 | -8.8 | -8.9 | -8.9 | -9.0 | -9.1 | -9.1 | -9.2 | -9.2 | -9.3 | -9.4 |
| 0.13 | -9.3 | -9.4 | -9.4 | -9.5 | -9.6 | -9.6 | -9.7 | -9.8 | -9.8 | -9.9 | -9.9 | -10.0 | -10.1 | -10.1 |
| 0.14 | -10.0 | -10.1 | -10.1 | -10.2 | -10.3 | -10.4 | -10.4 | -10.5 | -10.6 | -10.6 | -10.7 | -10.8 | -10.9 | -10.9 |
| 0.15 | -10.7 | -10.8 | -10.9 | -11.0 | -11.0 | -11.1 | -11.2 | -11.3 | -11.3 | -11.4 | -11.5 | -11.6 | -11.6 | -11.7 |
| 0.16 | -11.4 | -11.5 | -11.6 | -11.7 | -11.8 | -11.8 | -11.9 | -12.0 | -12.1 | -12.2 | -12.2 | -12.3 | -12.4 | -12.5 |
| 0.17 | -12.2 | -12.2 | -12.3 | -12.4 | -12.5 | -12.6 | -12.7 | -12.8 | -12.8 | -12.9 | -13.0 | -13.1 | -13.2 | -13.3 |
| 0.18 | -12.9 | -13.0 | -13.1 | -13.1 | -13.2 | -13.3 | -13.4 | -13.5 | -13.6 | -13.7 | -13.8 | -13.9 | -14.0 | -14.0 |
| 0.19 | -13.6 | -13.7 | -13.8 | -13.9 | -14.0 | -14.1 | -14.2 | -14.3 | -14.3 | -14.4 | -14.5 | -14.6 | -14.7 | -14.8 |
| 0.20 | -14.3 | -14.4 | -14.5 | -14.6 | -14.7 | -14.8 | -14.9 | -15.0 | -15.1 | -15.2 | -15.3 | -15.4 | -15.5 | -15.6 |
| 0.21 | -15.0 | -15.1 | -15.2 | -15.3 | -15.4 | -15.5 | -15.6 | -15.8 | -15.9 | -16.0 | -16.1 | -16.2 | -16.3 | -16.4 |
| 0.22 | -15.7 | -15.8 | -16.0 | -16.1 | -16.2 | -16.3 | -16.4 | -16.5 | -16.6 | -16.7 | -16.8 | -16.9 | -17.1 | -17.2 |
| 0.23 | -16.4 | -16.6 | -16.7 | -16.8 | -16.9 | -17.0 | -17.1 | -17.3 | -17.4 | -17.5 | -17.6 | -17.7 | -17.8 | -17.9 |
| 0.24 | -17.2 | -17.3 | -17.4 | -17.5 | -17.6 | -17.8 | -17.9 | -18.0 | -18.1 | -18.2 | -18.4 | -18.5 | -18.6 | -18.7 |
| 0.25 | -17.9 | -18.0 | -18.1 | -18.3 | -18.4 | -18.5 | -18.6 | -18.8 | -18.9 | -19.0 | -19.1 | -19.3 | -19.4 | -19.5 |
| 0.26 | -18.6 | -18.7 | -18.9 | -19.0 | -19.1 | -19.2 | -19.4 | -19.5 | -19.6 | -19.8 | -19.9 | -20.0 | -20.2 | -20.3 |
| 0.27 | -19.3 | -19.4 | -19.6 | -19.7 | -19.8 | -20.0 | -20.1 | -20.3 | -20.4 | -20.5 | -20.7 | -20.8 | -20.9 | -21.1 |
| 0.28 | -20.0 | -20.2 | -20.3 | -20.4 | -20.6 | -20.7 | -20.9 | -21.0 | -21.1 | -21.3 | -21.4 | -21.6 | -21.7 | -21.8 |
| 0.29 | -20.7 | -20.9 | -21.0 | -21.2 | -21.3 | -21.5 | -21.6 | -21.8 | -21.9 | -22.0 | -22.2 | -22.3 | -22.5 | -22.6 |
| 0.30 | -21.5 | -21.6 | -21.8 | -21.9 | -22.1 | -22.2 | -22.4 | -22.5 | -22.7 | -22.8 | -23.0 | -23.1 | -23.3 | -23.4 |
| 0.31 | -22.2 | -22.3 | -22.5 | -22.6 | -22.8 | -22.9 | -23.1 | -23.3 | -23.4 | -23.6 | -23.7 | -23.9 | -24.0 | -24.2 |
| 0.32 | -22.9 | -23.0 | -23.2 | -23.4 | -23.5 | -23.7 | -23.8 | -24.0 | -24.2 | -24.3 | -24.5 | -24.6 | -24.8 | -25.0 |
| 0.33 | -23.6 | -23.8 | -23.9 | -24.1 | -24.3 | -24.4 | -24.6 | -24.7 | -24.9 | -25.1 | -25.2 | -25.4 | -25.6 | -25.7 |
| 0.34 | -24.3 | -24.5 | -24.6 | -24.8 | -25.0 | -25.2 | -25.3 | -25.5 | -25.7 | -25.8 | -26.0 | -26.2 | -26.3 | -26.5 |
| 0.35 | -25.0 | -25.2 | -25.4 | -25.5 | -25.7 | -25.9 | -26.1 | -26.2 | -26.4 | -26.6 | -26.8 | -26.9 | -27.1 | -27.3 |
| 0.36 | -25.7 | -25.9 | -26.1 | -26.3 | -26.5 | -26.6 | -26.8 | -27.0 | -27.2 | -27.4 | -27.5 | -27.7 | -27.9 | -28.1 |
| 0.37 | -26.5 | -26.6 | -26.8 | -27.0 | -27.2 | -27.4 | -27.6 | -27.7 | -27.9 | -28.1 | -28.3 | -28.5 | -28.7 | -28.9 |
| 0.38 | -27.2 | -27.4 | -27.5 | -27.7 | -27.9 | -28.1 | -28.3 | -28.5 | -28.7 | -28.9 | -29.1 | -29.3 | -29.4 | -29.6 |
| 0.39 | -27.9 | -28.1 | -28.3 | -28.5 | -28.7 | -28.9 | -29.1 | -29.2 | -29.4 | -29.6 | -29.8 | -30.0 | -30.2 | -30.4 |
| 0.40 | -28.6 | -28.8 | -29.0 | -29.2 | -29.4 | -29.6 | -29.8 | -30.0 | -30.2 | -30.4 | -30.6 | -30.8 | -31.0 | -31.2 |
| 0.41 | -29.3 | -29.5 | -29.7 | -29.9 | -30.1 | -30.3 | -30.5 | -30.7 | -31.0 | -31.2 | -31.4 | -31.6 | -31.8 | -32.0 |
| 0.42 | -30.0 | -30.2 | -30.4 | -30.7 | -30.9 | -31.1 | -31.3 | -31.5 | -31.7 | -31.9 | -32.1 | -32.3 | -32.5 | -32.8 |
| 0.43 | -30.7 | -31.0 | -31.2 | -31.4 | -31.6 | -31.8 | -32.0 | -32.2 | -32.5 | -32.7 | -32.9 | -33.1 | -33.3 | -33.5 |
| 0.44 | -31.5 | -31.7 | -31.9 | -32.1 | -32.3 | -32.6 | -32.8 | -33.0 | -33.2 | -33.4 | -33.7 | -33.9 | -34.1 | -34.3 |
| 0.45 | -32.2 | -32.4 | -32.6 | -32.8 | -33.1 | -33.3 | -33.5 | -33.7 | -34.0 | -34.2 | -34.4 | -34.6 | -34.9 | -35.1 |
| 0.46 | -32.9 | -33.1 | -33.3 | -33.6 | -33.8 | -34.0 | -34.3 | -34.5 | -34.7 | -35.0 | -35.2 | -35.4 | -35.6 | -35.9 |
| 0.47 | -33.6 | -33.8 | -34.1 | -34.3 | -34.5 | -34.8 | -35.0 | -35.2 | -35.5 | -35.7 | -36.0 | -36.2 | -36.4 | -36.7 |
| 0.48 | -34.3 | -34.6 | -34.8 | -35.0 | -35.3 | -35.5 | -35.8 | -36.0 | -36.2 | -36.5 | -36.7 | -37.0 | -37.2 | -37.4 |
| 0.49 | -35.0 | -35.3 | -35.5 | -35.8 | -36.0 | -36.3 | -36.5 | -36.7 | -37.0 | -37.2 | -37.5 | -37.7 | -38.0 | -38.2 |
| 0.50 | -35.7 | -36.0 | -36.2 | -36.5 | -36.7 | -37.0 | -37.2 | -37.5 | -37.7 | -38.0 | -38.2 | -38.5 | -38.7 | -39.0 |

Πίνακας ΙΙΙ (b) (συνέχεια)

Παρεμβολή αλατότητας για τον Πίνακα ΙΙΙ

| Αλατότητα | Διαφορά Αλατότητας | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | -71.5 | -72.0 | -72.5 | -73.0 | -73.5 | -74.0 | -74.5 | -75.0 | -75.5 | -76.0 | -76.5 | -77.0 | -77.5 | -78.0 | -78.5 |
| 0.51 | -36.5 | -36.7 | -37.0 | -37.2 | -37.5 | -37.7 | -38.0 | -38.2 | -38.5 | -38.8 | -39.0 | -39.3 | -39.5 | -39.6 | -40.0 |
| 0.52 | -37.2 | -37.4 | -37.7 | -38.0 | -38.2 | -38.5 | -38.7 | -39.0 | -39.3 | -39.5 | -39.8 | -40.0 | -40.3 | -40.6 | -40.8 |
| 0.53 | -37.9 | -38.2 | -38.4 | -38.7 | -39.0 | -39.2 | -39.5 | -39.7 | -40.0 | -40.3 | -40.5 | -40.8 | -41.1 | -41.3 | -41.6 |
| 0.54 | -38.6 | -38.9 | -39.1 | -39.4 | -39.7 | -40.0 | -40.2 | -40.5 | -40.8 | -41.0 | -41.3 | -41.6 | -41.8 | -42.1 | -42.4 |
| 0.55 | -39.3 | -39.6 | -39.9 | -40.1 | -40.4 | -40.7 | -41.0 | -41.2 | -41.5 | -41.8 | -42.1 | -42.3 | -42.6 | -42.9 | -43.2 |
| 0.56 | -40.0 | -40.3 | -40.6 | -40.9 | -41.2 | -41.4 | -41.7 | -42.0 | -42.3 | -42.6 | -42.8 | -43.1 | -43.4 | -43.7 | -44.0 |
| 0.57 | -40.8 | -41.0 | -41.3 | -41.6 | -41.9 | -42.2 | -42.5 | -42.7 | -43.0 | -43.3 | -43.6 | -43.9 | -44.2 | -44.5 | -44.7 |
| 0.58 | -41.5 | -41.8 | -42.0 | -42.3 | -42.6 | -42.9 | -43.2 | -43.5 | -43.8 | -44.1 | -44.4 | -44.7 | -44.9 | -45.2 | -45.5 |
| 0.59 | -42.2 | -42.5 | -42.8 | -43.1 | -43.4 | -43.7 | -44.0 | -44.2 | -44.5 | -44.8 | -45.1 | -45.4 | -45.7 | -46.0 | -46.3 |
| 0.60 | -42.9 | -43.2 | -43.5 | -43.8 | -44.1 | -44.4 | -44.7 | -45.0 | -45.3 | -45.6 | -45.9 | -46.2 | -46.5 | -46.8 | -47.1 |
| 0.61 | -43.6 | -43.9 | -44.2 | -44.5 | -44.8 | -45.1 | -45.4 | -45.7 | -46.0 | -46.4 | -46.7 | -47.0 | -47.3 | -47.6 | -47.9 |
| 0.62 | -44.3 | -44.6 | -44.9 | -45.3 | -45.6 | -45.9 | -46.2 | -46.5 | -46.8 | -47.1 | -47.4 | -47.7 | -48.0 | -48.4 | -48.7 |
| 0.63 | -45.0 | -45.4 | -45.7 | -46.0 | -46.3 | -46.6 | -46.9 | -47.2 | -47.6 | -47.9 | -48.2 | -48.5 | -48.8 | -49.1 | -49.5 |
| 0.64 | -45.8 | -46.1 | -46.4 | -46.7 | -47.0 | -47.4 | -47.7 | -48.0 | -48.3 | -48.6 | -49.0 | -49.3 | -49.6 | -49.9 | -50.2 |
| 0.65 | -46.5 | -46.8 | -47.1 | -47.4 | -47.8 | -48.1 | -48.4 | -48.7 | -49.1 | -49.4 | -49.7 | -50.0 | -50.4 | -50.7 | -51.0 |
| 0.66 | -47.2 | -47.5 | -47.8 | -48.2 | -48.5 | -48.8 | -49.2 | -49.5 | -49.8 | -50.2 | -50.5 | -50.8 | -51.1 | -51.5 | -51.8 |
| 0.67 | -47.9 | -48.2 | -48.6 | -48.9 | -49.2 | -49.6 | -49.9 | -50.2 | -50.6 | -50.9 | -51.3 | -51.6 | -51.9 | -52.3 | -52.6 |
| 0.68 | -48.6 | -49.0 | -49.3 | -49.6 | -50.0 | -50.3 | -50.7 | -51.0 | -51.3 | -51.7 | -52.0 | -52.4 | -52.7 | -53.0 | -53.4 |
| 0.69 | -49.3 | -49.7 | -50.0 | -50.4 | -50.7 | -51.1 | -51.4 | -51.7 | -52.1 | -52.4 | -52.8 | -53.1 | -53.5 | -53.8 | -54.2 |
| 0.70 | -50.0 | -50.4 | -50.7 | -51.1 | -51.4 | -51.8 | -52.1 | -52.5 | -52.8 | -53.2 | -53.5 | -53.9 | -54.2 | -54.6 | -54.9 |
| 0.71 | -50.8 | -51.1 | -51.5 | -51.8 | -52.2 | -52.5 | -52.9 | -53.2 | -53.6 | -54.0 | -54.3 | -54.7 | -55.0 | -55.4 | -55.7 |
| 0.72 | -51.5 | -51.8 | -52.2 | -52.6 | -52.9 | -53.3 | -53.7 | -54.0 | -54.4 | -54.7 | -55.1 | -55.5 | -55.8 | -56.2 | -56.5 |
| 0.73 | -52.2 | -52.6 | -52.9 | -53.3 | -53.7 | -54.0 | -54.4 | -54.7 | -55.1 | -55.5 | -55.8 | -56.2 | -56.6 | -56.9 | -57.3 |
| 0.74 | -52.9 | -53.3 | -53.6 | -54.0 | -54.4 | -54.8 | -55.1 | -55.5 | -55.8 | -56.2 | -56.6 | -57.0 | -57.3 | -57.7 | -58.1 |
| 0.75 | -53.6 | -54.0 | -54.4 | -54.7 | -55.1 | -55.5 | -55.9 | -56.2 | -56.6 | -57.0 | -57.4 | -57.7 | -58.1 | -58.5 | -58.9 |
| 0.76 | -54.3 | -54.7 | -55.1 | -55.5 | -55.9 | -56.2 | -56.6 | -57.0 | -57.4 | -57.8 | -58.1 | -58.5 | -58.9 | -59.3 | -59.7 |
| 0.77 | -55.1 | -55.4 | -55.8 | -56.2 | -56.6 | -57.0 | -57.4 | -57.7 | -58.1 | -58.5 | -58.9 | -59.3 | -59.7 | -60.1 | -60.4 |
| 0.78 | -55.8 | -56.2 | -56.5 | -56.9 | -57.3 | -57.7 | -58.1 | -58.5 | -58.9 | -59.3 | -59.7 | -60.1 | -60.4 | -60.8 | -61.2 |
| 0.79 | -56.5 | -56.9 | -57.3 | -57.7 | -58.1 | -58.5 | -58.9 | -59.2 | -59.6 | -60.0 | -60.4 | -60.8 | -61.2 | -61.6 | -62.0 |
| 0.80 | -57.2 | -57.6 | -58.0 | -58.4 | -58.8 | -59.2 | -59.6 | -60.0 | -60.4 | -60.8 | -61.2 | -61.6 | -62.0 | -62.4 | -62.8 |
| 0.81 | -57.9 | -58.3 | -58.7 | -59.1 | -59.5 | -59.9 | -60.3 | -60.7 | -61.2 | -61.6 | -62.0 | -62.4 | -62.8 | -63.2 | -63.6 |
| 0.82 | -58.6 | -59.0 | -59.4 | -59.8 | -60.3 | -60.7 | -61.1 | -61.5 | -61.9 | -62.3 | -62.7 | -63.1 | -63.5 | -64.0 | -64.4 |
| 0.83 | -59.3 | -59.8 | -60.2 | -60.6 | -61.0 | -61.4 | -61.8 | -62.2 | -62.7 | -63.1 | -63.5 | -63.9 | -64.3 | -64.7 | -65.2 |
| 0.84 | -60.1 | -60.5 | -60.9 | -61.3 | -61.7 | -62.2 | -62.6 | -63.0 | -63.4 | -63.8 | -64.3 | -64.7 | -65.1 | -65.5 | -65.9 |
| 0.85 | -60.8 | -61.2 | -61.6 | -62.0 | -62.5 | -62.9 | -63.3 | -63.7 | -64.2 | -64.6 | -65.0 | -65.4 | -65.9 | -66.3 | -66.7 |
| 0.86 | -61.5 | -61.9 | -62.3 | -62.8 | -63.2 | -63.6 | -64.1 | -64.5 | -64.9 | -65.4 | -65.8 | -66.2 | -66.6 | -67.1 | -67.5 |
| 0.87 | -62.2 | -62.6 | -63.1 | -63.5 | -63.9 | -64.4 | -64.8 | -65.2 | -65.7 | -66.1 | -66.6 | -67.0 | -67.4 | -67.9 | -68.3 |
| 0.88 | -62.9 | -63.4 | -63.8 | -64.2 | -64.7 | -65.1 | -65.6 | -66.0 | -66.4 | -66.9 | -67.3 | -67.8 | -68.2 | -68.6 | -69.1 |
| 0.89 | -63.6 | -64.1 | -64.5 | -65.0 | -65.4 | -65.9 | -66.3 | -66.7 | -67.2 | -67.6 | -68.1 | -68.5 | -69.0 | -69.4 | -69.9 |
| 0.90 | -64.3 | -64.8 | -65.2 | -65.7 | -66.1 | -66.6 | -67.0 | -67.5 | -67.9 | -68.4 | -68.8 | -69.3 | -69.7 | -70.2 | -70.6 |
| 0.91 | -65.1 | -65.5 | -66.0 | -66.4 | -66.9 | -67.3 | -67.8 | -68.2 | -68.7 | -69.1 | -69.6 | -70.1 | -70.5 | -71.0 | -71.4 |
| 0.92 | -65.8 | -66.2 | -66.7 | -67.2 | -67.6 | -68.1 | -68.5 | -69.0 | -69.5 | -69.9 | -70.4 | -70.8 | -71.3 | -71.8 | -72.2 |
| 0.93 | -66.5 | -67.0 | -67.4 | -67.9 | -68.4 | -68.8 | -69.3 | -69.7 | -70.2 | -70.7 | -71.1 | -71.6 | -72.1 | -72.5 | -73.0 |
| 0.94 | -67.2 | -67.7 | -68.1 | -68.6 | -69.1 | -69.6 | -70.0 | -70.5 | -71.0 | -71.4 | -71.9 | -72.4 | -72.9 | -73.3 | -73.8 |
| 0.95 | -67.9 | -68.4 | -68.9 | -69.3 | -69.8 | -70.3 | -70.8 | -71.2 | -71.7 | -72.2 | -72.7 | -73.1 | -73.6 | -74.1 | -74.5 |
| 0.96 | -68.6 | -69.1 | -69.6 | -70.1 | -70.6 | -71.0 | -71.5 | -72.0 | -72.5 | -73.0 | -73.4 | -73.9 | -74.4 | -74.9 | -75.4 |
| 0.97 | -69.4 | -69.8 | -70.3 | -70.8 | -71.3 | -71.8 | -72.3 | -72.7 | -73.2 | -73.7 | -74.2 | -74.7 | -75.2 | -75.7 | -76.1 |
| 0.98 | -70.1 | -70.6 | -71.0 | -71.5 | -72.0 | -72.5 | -73.0 | -73.5 | -74.0 | -74.5 | -75.0 | -75.5 | -76.0 | -76.4 | -76.9 |
| 0.99 | -70.8 | -71.3 | -71.8 | -72.3 | -72.8 | -73.3 | -73.8 | -74.2 | -74.7 | -75.2 | -75.7 | -76.2 | -76.7 | -77.2 | -77.7 |

Πίνακας IV

Ειδικός όγκος «Πρότυπου Ωκεανού» V(35,0,p) (10³ m³/kg)

| Πίεση dbar | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.... | 972662 | 972212 | 971763 | 971316 | 970870 | 970426 | 969983 | 969541 | 969101 | 968662 |
| 1000... | 968224 | 967788 | 967353 | 966920 | 966487 | 966056 | 965627 | 965199 | 964772 | 964346 |
| 2000... | 963921 | 963498 | 963076 | 962656 | 962237 | 961819 | 961402 | 960986 | 960572 | 960159 |
| 3000... | 959748 | 959337 | 958928 | 958520 | 958113 | 957707 | 957303 | 956900 | 956498 | 956097 |
| 4000... | 955698 | 955299 | 954902 | 954506 | 954111 | 953717 | 953325 | 952934 | 952543 | 952154 |
| 5000.... | 951767 | 951380 | 950994 | 950610 | 950227 | 949844 | 949463 | 949083 | 948705 | 948327 |
| 6000.... | 947950 | 947575 | 947200 | 946827 | 946455 | 946083 | 945713 | 945344 | 944976 | 944609 |
| 7000.... | 944244 | 943879 | 943515 | 943153 | 942791 | 942430 | 942071 | 941712 | 941355 | 940998 |
| 8000.... | 940643 | 940288 | 939935 | 939583 | 939231 | 938881 | 938532 | 938183 | 937836 | 937489 |
| 9000.... | 937144 | 936800 | 936456 | 936114 | 935772 | 935431 | 935092 | 934753 | 934416 | 934079 |
| 10000.... | 933743 | 933408 | 933074 | 932741 | 932409 | 932078 | 931748 | 931419 | 931091 | 930763 |

Πίνακας VI

Διόρθωση αλατότητας - πίεσης $\delta(S,0,p) - \delta(S,0,0)$ [$10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$]

| Πίεση dbars | Αλατότητα | | | | | | | | | | | |
|----------------|-----------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 30.0 | 31.0 | 32.0 | 33.0 | 34.0 | 35.0 | 36.0 | 37.0 | 38.0 | 39.0 | 40.0 | |
| 0..... | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 100..... | -0.8 | -0.6 | -0.5 | -0.3 | -0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.7 |
| 200..... | -1.5 | -1.2 | -0.9 | -0.6 | -0.3 | 0.0 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.5 | 1.5 |
| 300..... | -2.3 | -1.8 | -1.4 | -0.9 | -0.5 | 0.0 | 0.4 | 0.9 | 1.3 | 1.8 | 2.2 | 2.2 |
| 400..... | -3.0 | -2.4 | -1.8 | -1.2 | -0.6 | 0.0 | 0.6 | 1.2 | 1.8 | 2.4 | 3.0 | 3.0 |
| 500..... | -3.8 | -3.0 | -2.3 | -1.5 | -0.7 | 0.0 | 0.7 | 1.5 | 2.2 | 3.0 | 3.7 | 3.7 |
| 600..... | -4.5 | -3.6 | -2.7 | -1.8 | -0.9 | 0.0 | 0.9 | 1.8 | 2.7 | 3.5 | 4.4 | 4.4 |
| 700..... | -5.3 | -4.2 | -3.1 | -2.1 | -1.0 | 0.0 | 1.0 | 2.1 | 3.1 | 4.1 | 5.1 | 5.1 |
| 800..... | -6.0 | -4.8 | -3.6 | -2.4 | -1.2 | 0.0 | 1.2 | 2.4 | 3.5 | 4.7 | 5.9 | 5.9 |
| 900..... | -6.8 | -5.4 | -4.0 | -2.7 | -1.3 | 0.0 | 1.3 | 2.7 | 4.0 | 5.3 | 6.6 | 6.6 |
| 1000..... | -7.5 | -6.0 | -4.5 | -3.0 | -1.5 | 0.0 | 1.5 | 2.9 | 4.4 | 5.8 | 7.3 | 7.3 |
| 1100..... | -8.2 | -6.6 | -4.9 | -3.3 | -1.6 | 0.0 | 1.6 | 3.2 | 4.8 | 6.4 | 8.0 | 8.0 |
| 1200..... | -8.9 | -7.1 | -5.3 | -3.5 | -1.8 | 0.0 | 1.8 | 3.5 | 5.3 | 7.0 | 8.7 | 8.7 |
| 1300..... | -9.7 | -7.7 | -5.8 | -3.8 | -1.9 | 0.0 | 1.9 | 3.8 | 5.7 | 7.6 | 9.4 | 9.4 |
| 1400..... | -10.4 | -8.3 | -6.2 | -4.1 | -2.1 | 0.0 | 2.0 | 4.1 | 6.1 | 8.1 | 10.1 | 10.1 |
| 1500..... | -11.1 | -8.9 | -6.6 | -4.4 | -2.2 | 0.0 | 2.2 | 4.4 | 6.5 | 8.7 | 10.8 | 10.8 |
| 1600..... | -11.8 | -9.4 | -7.1 | -4.7 | -2.3 | 0.0 | 2.3 | 4.6 | 6.9 | 9.2 | 11.5 | 11.5 |
| 1700..... | -12.5 | -10.0 | -7.5 | -5.0 | -2.5 | 0.0 | 2.5 | 4.9 | 7.4 | 9.8 | 12.2 | 12.2 |
| 1800..... | -13.2 | -10.6 | -7.9 | -5.3 | -2.6 | 0.0 | 2.6 | 5.2 | 7.8 | 10.3 | 12.9 | 12.9 |
| 1900..... | -13.9 | -11.1 | -8.3 | -5.5 | -2.8 | 0.0 | 2.7 | 5.5 | 8.2 | 10.9 | 13.6 | 13.6 |
| 2000..... | -14.6 | -11.7 | -8.7 | -5.8 | -2.9 | 0.0 | 2.9 | 5.8 | 8.6 | 11.4 | 14.3 | 14.3 |
| 2500..... | -18.1 | -14.4 | -10.8 | -7.2 | -3.6 | 0.0 | 3.6 | 7.1 | 10.6 | 14.2 | 17.6 | 17.6 |
| 3000..... | -21.5 | -17.1 | -12.8 | -8.5 | -4.3 | 0.0 | 4.2 | 8.4 | 12.6 | 16.8 | 20.9 | 20.9 |
| 3500..... | -24.8 | -19.8 | -14.8 | -9.8 | -4.9 | 0.0 | 4.9 | 9.7 | 14.6 | 19.4 | 24.2 | 24.2 |
| 4000..... | -28.0 | -22.4 | -16.7 | -11.1 | -5.5 | 0.0 | 5.5 | 11.0 | 16.5 | 21.9 | 27.3 | 27.3 |

Πίνακας VII

Συντελεστής θερμικής διαστολής $10^7 \alpha = -10^7 (1/\rho)(\partial\rho/\partial t)[1/^\circ\text{C}]$ σε ατμοσφαιρική πίεση

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 0 | 5 0 | 10 0 | 15 0 | 20 0 | 25 0 | 30 0 | 31 0 | 32 0 | 33 0 | 34 0 | 35 0 | 36 0 | 37 0 | 38 0 | 39 0 | 40 0 |
| 2 0 | 1056 | -844 | -644 | -453 | -268 | 88 | 85 | 119 | 153 | 187 | 220 | 254 | 287 | 320 | 353 | 385 | 418 |
| 1 0 | 865 | 661 | 469 | 285 | 108 | 64 | 230 | 263 | 295 | 328 | 360 | 392 | 424 | 455 | 487 | 518 | 549 |
| 0 0 | 680 | 484 | 300 | 124 | 46 | 211 | 371 | 402 | 433 | 464 | 495 | 526 | 556 | 586 | 616 | 646 | 676 |
| 1 0 | 500 | 313 | 137 | 33 | 196 | 364 | 507 | 537 | 567 | 596 | 626 | 655 | 684 | 713 | 742 | 771 | 799 |
| 2 0 | 327 | 148 | 22 | 184 | 341 | 492 | 638 | 667 | 696 | 724 | 753 | 781 | 809 | 836 | 864 | 892 | 919 |
| 3 0 | 160 | 13 | 175 | 331 | 481 | 626 | 766 | 794 | 821 | 849 | 876 | 903 | 929 | 956 | 983 | 1009 | 1035 |
| 4 0 | 3 | 168 | 324 | 473 | 617 | 756 | 890 | 917 | 943 | 969 | 995 | 1021 | 1047 | 1072 | 1098 | 1123 | 1148 |
| 5 0 | 160 | 319 | 468 | 611 | 749 | 882 | 1011 | 1036 | 1061 | 1086 | 1111 | 1136 | 1161 | 1185 | 1209 | 1234 | 1258 |
| 6 0 | 313 | 465 | 608 | 745 | 877 | 1005 | 1128 | 1152 | 1177 | 1201 | 1224 | 1248 | 1272 | 1295 | 1318 | 1341 | 1364 |
| 7 0 | 461 | 607 | 744 | 875 | 1002 | 1124 | 1242 | 1265 | 1289 | 1312 | 1334 | 1357 | 1380 | 1402 | 1424 | 1446 | 1469 |
| 8 0 | 605 | 745 | 876 | 1002 | 1123 | 1240 | 1353 | 1376 | 1398 | 1420 | 1442 | 1463 | 1485 | 1506 | 1528 | 1549 | 1570 |
| 9 0 | 745 | 878 | 1004 | 1125 | 1241 | 1353 | 1461 | 1483 | 1504 | 1525 | 1546 | 1567 | 1588 | 1608 | 1629 | 1649 | 1669 |
| 10 0 | 881 | 1008 | 1129 | 1244 | 1356 | 1463 | 1567 | 1587 | 1608 | 1628 | 1648 | 1668 | 1688 | 1707 | 1727 | 1747 | 1766 |
| 11 0 | 1013 | 1135 | 1251 | 1361 | 1467 | 1570 | 1670 | 1690 | 1709 | 1728 | 1748 | 1767 | 1786 | 1805 | 1823 | 1842 | 1861 |
| 12 0 | 1142 | 1259 | 1369 | 1475 | 1577 | 1675 | 1771 | 1789 | 1808 | 1827 | 1845 | 1863 | 1882 | 1900 | 1918 | 1936 | 1953 |
| 13 0 | 1267 | 1379 | 1485 | 1586 | 1683 | 1778 | 1869 | 1887 | 1905 | 1923 | 1940 | 1958 | 1975 | 1993 | 2010 | 2027 | 2044 |
| 14 0 | 1390 | 1497 | 1597 | 1694 | 1788 | 1878 | 1965 | 1983 | 2000 | 2017 | 2034 | 2051 | 2067 | 2084 | 2100 | 2117 | 2133 |
| 15 0 | 1509 | 1611 | 1708 | 1800 | 1889 | 1976 | 2060 | 2076 | 2093 | 2109 | 2125 | 2141 | 2157 | 2173 | 2189 | 2205 | 2221 |
| 16 0 | 1626 | 1723 | 1815 | 1904 | 1989 | 2072 | 2152 | 2168 | 2184 | 2200 | 2215 | 2230 | 2246 | 2261 | 2276 | 2291 | 2306 |
| 17 0 | 1739 | 1832 | 1920 | 2005 | 2087 | 2168 | 2243 | 2258 | 2273 | 2288 | 2303 | 2318 | 2333 | 2347 | 2362 | 2376 | 2391 |
| 18 0 | 1851 | 1939 | 2024 | 2104 | 2183 | 2259 | 2332 | 2347 | 2361 | 2376 | 2390 | 2404 | 2418 | 2432 | 2446 | 2460 | 2474 |
| 19 0 | 1960 | 2044 | 2125 | 2202 | 2277 | 2348 | 2420 | 2434 | 2448 | 2461 | 2475 | 2489 | 2502 | 2516 | 2528 | 2542 | 2556 |
| 20 0 | 2067 | 2147 | 2224 | 2297 | 2369 | 2438 | 2506 | 2519 | 2532 | 2546 | 2559 | 2572 | 2585 | 2598 | 2611 | 2623 | 2636 |
| 21 0 | 2171 | 2248 | 2321 | 2391 | 2459 | 2526 | 2591 | 2603 | 2616 | 2629 | 2641 | 2654 | 2666 | 2679 | 2691 | 2703 | 2715 |
| 22 0 | 2274 | 2346 | 2416 | 2483 | 2548 | 2612 | 2674 | 2686 | 2698 | 2710 | 2722 | 2734 | 2746 | 2758 | 2770 | 2782 | 2794 |
| 23 0 | 2374 | 2443 | 2509 | 2574 | 2636 | 2697 | 2756 | 2768 | 2779 | 2791 | 2803 | 2814 | 2825 | 2837 | 2848 | 2860 | 2871 |
| 24 0 | 2473 | 2538 | 2601 | 2662 | 2722 | 2780 | 2837 | 2848 | 2859 | 2870 | 2881 | 2892 | 2903 | 2914 | 2925 | 2936 | 2947 |
| 25 0 | 2570 | 2632 | 2692 | 2750 | 2807 | 2862 | 2917 | 2927 | 2938 | 2949 | 2959 | 2970 | 2980 | 2991 | 3001 | 3012 | 3022 |
| 26 0 | 2665 | 2724 | 2781 | 2836 | 2890 | 2943 | 2995 | 3005 | 3016 | 3026 | 3036 | 3046 | 3056 | 3066 | 3076 | 3086 | 3096 |
| 27 0 | 2759 | 2814 | 2868 | 2921 | 2972 | 3023 | 3073 | 3082 | 3092 | 3102 | 3112 | 3121 | 3131 | 3141 | 3150 | 3160 | 3170 |
| 28 0 | 2851 | 2903 | 2954 | 3004 | 3053 | 3101 | 3149 | 3158 | 3168 | 3177 | 3186 | 3196 | 3205 | 3214 | 3224 | 3233 | 3242 |
| 29 0 | 2942 | 2991 | 3039 | 3086 | 3133 | 3179 | 3224 | 3233 | 3242 | 3251 | 3260 | 3269 | 3278 | 3287 | 3296 | 3304 | 3313 |
| 30 0 | 3031 | 3077 | 3122 | 3167 | 3211 | 3255 | 3298 | 3307 | 3316 | 3324 | 3333 | 3341 | 3350 | 3358 | 3367 | 3375 | 3384 |
| 31 0 | 3119 | 3162 | 3205 | 3247 | 3289 | 3330 | 3372 | 3380 | 3388 | 3396 | 3404 | 3413 | 3421 | 3429 | 3437 | 3445 | 3453 |
| 32 0 | 3206 | 3246 | 3285 | 3325 | 3365 | 3404 | 3444 | 3452 | 3459 | 3467 | 3475 | 3483 | 3491 | 3498 | 3506 | 3514 | 3522 |
| 33 0 | 3291 | 3328 | 3365 | 3402 | 3440 | 3477 | 3515 | 3522 | 3529 | 3536 | 3545 | 3552 | 3560 | 3567 | 3574 | 3582 | 3589 |
| 34 0 | 3375 | 3409 | 3443 | 3478 | 3514 | 3549 | 3585 | 3592 | 3599 | 3606 | 3613 | 3620 | 3627 | 3634 | 3642 | 3649 | 3656 |
| 35 0 | 3457 | 3488 | 3520 | 3553 | 3586 | 3620 | 3653 | 3660 | 3667 | 3674 | 3680 | 3687 | 3694 | 3701 | 3708 | 3714 | 3721 |
| 36 0 | 3538 | 3567 | 3596 | 3627 | 3658 | 3689 | 3721 | 3727 | 3734 | 3741 | 3747 | 3753 | 3760 | 3766 | 3773 | 3779 | 3786 |
| 37 0 | 3618 | 3644 | 3671 | 3699 | 3728 | 3757 | 3787 | 3793 | 3799 | 3808 | 3812 | 3818 | 3824 | 3830 | 3836 | 3842 | 3849 |
| 38 0 | 3697 | 3719 | 3744 | 3770 | 3797 | 3824 | 3852 | 3858 | 3864 | 3870 | 3875 | 3881 | 3887 | 3893 | 3899 | 3905 | 3910 |
| 39 0 | 3774 | 3794 | 3816 | 3839 | 3864 | 3890 | 3916 | 3921 | 3927 | 3932 | 3938 | 3943 | 3949 | 3954 | 3960 | 3965 | 3971 |
| 40 0 | 3849 | 3866 | 3886 | 3907 | 3930 | 3954 | 3978 | 3983 | 3988 | 3994 | 3999 | 4004 | 4009 | 4014 | 4019 | 4025 | 4030 |

Πίνακας VIII

Συντελεστής θερμικής διαστολής $10^7 \alpha = -10^7(1/\rho)(\partial\rho/\partial t)[1/^\circ\text{C}]$

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 0 | 5 0 | 10 0 | 15 0 | 20 0 | 25 0 | 30 0 | 31 0 | 32 0 | 33 0 | 34 0 | 35 0 | 36 0 | 37 0 | 38 0 | 39 0 | 40 0 |
| -2 0 | -646 | -453 | -271 | -96 | 73 | 237 | 397 | 428 | 459 | 490 | 521 | 552 | 582 | 613 | 643 | 673 | 703 |
| -1 0 | -473 | -288 | -113 | 55 | 218 | 375 | 528 | 559 | 588 | 618 | 648 | 677 | 707 | 736 | 765 | 794 | 822 |
| 0 0 | -306 | -128 | 41 | 202 | 358 | 509 | 656 | 685 | 714 | 742 | 771 | 799 | 827 | 855 | 883 | 911 | 938 |
| 1 0 | -143 | 28 | 189 | 344 | 494 | 639 | 780 | 808 | 835 | 863 | 890 | 917 | 944 | 971 | 997 | 1024 | 1050 |
| 2 0 | 14 | 178 | 333 | 482 | 626 | 765 | 900 | 927 | 953 | 979 | 1005 | 1031 | 1057 | 1083 | 1109 | 1134 | 1159 |
| 3 0 | 166 | 324 | 473 | 616 | 754 | 887 | 1017 | 1042 | 1068 | 1093 | 1118 | 1143 | 1167 | 1192 | 1217 | 1241 | 1265 |
| 4 0 | 314 | 466 | 609 | 746 | 878 | 1006 | 1130 | 1155 | 1179 | 1203 | 1227 | 1251 | 1275 | 1298 | 1322 | 1345 | 1368 |
| 5 0 | 458 | 603 | 740 | 872 | 999 | 1121 | 1240 | 1264 | 1287 | 1310 | 1333 | 1356 | 1379 | 1402 | 1424 | 1446 | 1469 |
| 6 0 | 597 | 737 | 868 | 994 | 1116 | 1234 | 1348 | 1370 | 1393 | 1415 | 1437 | 1459 | 1480 | 1502 | 1524 | 1545 | 1566 |
| 7 0 | 733 | 867 | 993 | 1114 | 1230 | 1343 | 1452 | 1474 | 1495 | 1516 | 1538 | 1559 | 1579 | 1600 | 1621 | 1641 | 1662 |
| 8 0 | 864 | 993 | 1114 | 1230 | 1341 | 1449 | 1554 | 1575 | 1595 | 1616 | 1636 | 1656 | 1676 | 1696 | 1716 | 1735 | 1755 |
| 9 0 | 992 | 1115 | 1231 | 1342 | 1450 | 1553 | 1654 | 1673 | 1693 | 1712 | 1732 | 1751 | 1770 | 1789 | 1808 | 1827 | 1846 |
| 10 0 | 1117 | 1235 | 1346 | 1453 | 1555 | 1654 | 1751 | 1770 | 1788 | 1807 | 1826 | 1844 | 1863 | 1881 | 1899 | 1917 | 1935 |
| 11 0 | 1239 | 1352 | 1458 | 1560 | 1658 | 1753 | 1846 | 1864 | 1882 | 1900 | 1917 | 1935 | 1953 | 1970 | 1988 | 2005 | 2022 |
| 12 0 | 1357 | 1465 | 1567 | 1665 | 1759 | 1850 | 1938 | 1956 | 1973 | 1990 | 2007 | 2024 | 2041 | 2058 | 2074 | 2091 | 2108 |
| 13 0 | 1472 | 1576 | 1673 | 1767 | 1857 | 1944 | 2029 | 2046 | 2062 | 2079 | 2095 | 2111 | 2128 | 2144 | 2160 | 2175 | 2191 |
| 14 0 | 1585 | 1684 | 1777 | 1867 | 1953 | 2037 | 2118 | 2134 | 2150 | 2166 | 2181 | 2197 | 2212 | 2228 | 2243 | 2258 | 2274 |
| 15 0 | 1695 | 1790 | 1879 | 1965 | 2048 | 2128 | 2205 | 2221 | 2236 | 2251 | 2266 | 2281 | 2296 | 2310 | 2325 | 2340 | 2354 |
| 16 0 | 1803 | 1893 | 1979 | 2061 | 2140 | 2216 | 2291 | 2308 | 2320 | 2335 | 2349 | 2363 | 2378 | 2392 | 2406 | 2420 | 2434 |
| 17 0 | 1908 | 1995 | 2076 | 2155 | 2230 | 2304 | 2375 | 2389 | 2403 | 2417 | 2431 | 2444 | 2458 | 2472 | 2485 | 2499 | 2512 |
| 18 0 | 2011 | 2094 | 2172 | 2247 | 2319 | 2389 | 2458 | 2471 | 2484 | 2498 | 2511 | 2524 | 2537 | 2550 | 2563 | 2576 | 2589 |
| 19 0 | 2112 | 2191 | 2265 | 2337 | 2406 | 2473 | 2539 | 2552 | 2565 | 2577 | 2590 | 2603 | 2615 | 2628 | 2640 | 2652 | 2665 |
| 20 0 | 2211 | 2286 | 2357 | 2426 | 2492 | 2556 | 2619 | 2631 | 2643 | 2656 | 2668 | 2680 | 2692 | 2704 | 2716 | 2728 | 2739 |
| 21 0 | 2308 | 2380 | 2447 | 2513 | 2576 | 2638 | 2698 | 2709 | 2721 | 2733 | 2745 | 2756 | 2768 | 2779 | 2791 | 2802 | 2813 |
| 22 0 | 2404 | 2471 | 2536 | 2598 | 2659 | 2718 | 2775 | 2786 | 2798 | 2809 | 2820 | 2831 | 2842 | 2853 | 2864 | 2875 | 2886 |
| 23 0 | 2497 | 2562 | 2623 | 2683 | 2740 | 2797 | 2852 | 2862 | 2873 | 2884 | 2895 | 2905 | 2916 | 2927 | 2937 | 2948 | 2958 |
| 24 0 | 2589 | 2650 | 2709 | 2765 | 2821 | 2874 | 2927 | 2937 | 2948 | 2958 | 2968 | 2978 | 2989 | 2999 | 3009 | 3019 | 3029 |

Πίνακας VIII (συνέχεια)

Συντελεστής θερμικής διαστολής $10^7 \alpha = -10^7(1/\rho)(\partial\rho/\partial t)[1/^\circ\text{C}]$

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2000 dbars | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.0 | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 20.0 | 25.0 | 30.0 | 31.0 | 32.0 | 33.0 | 34.0 | 35.0 | 36.0 | 37.0 | 38.0 | 39.0 | 40.0 |
| -2.0..... | -259 | -84 | 81 | 241 | 395 | 545 | 691 | 720 | 749 | 777 | 806 | 834 | 862 | 890 | 918 | 946 | 974 |
| -1.0..... | -103 | 85 | 224 | 378 | 526 | 670 | 811 | 838 | 866 | 893 | 921 | 948 | 975 | 1002 | 1028 | 1055 | 1082 |
| 0.0..... | 48 | 210 | 363 | 510 | 653 | 792 | 927 | 953 | 980 | 1006 | 1032 | 1058 | 1084 | 1110 | 1135 | 1161 | 1186 |
| 1.0..... | 194 | 350 | 498 | 639 | 776 | 910 | 1039 | 1065 | 1090 | 1115 | 1140 | 1165 | 1190 | 1215 | 1239 | 1264 | 1288 |
| 2.0..... | 337 | 487 | 628 | 765 | 896 | 1024 | 1148 | 1173 | 1197 | 1221 | 1245 | 1269 | 1293 | 1317 | 1341 | 1364 | 1387 |
| 3.0..... | 475 | 619 | 755 | 886 | 1013 | 1135 | 1255 | 1278 | 1301 | 1325 | 1348 | 1371 | 1394 | 1416 | 1439 | 1461 | 1484 |
| 4.0..... | 609 | 748 | 879 | 1005 | 1126 | 1244 | 1358 | 1380 | 1403 | 1425 | 1447 | 1469 | 1491 | 1513 | 1535 | 1556 | 1578 |
| 5.0..... | 740 | 873 | 999 | 1119 | 1236 | 1349 | 1459 | 1480 | 1502 | 1523 | 1544 | 1565 | 1586 | 1607 | 1628 | 1649 | 1669 |
| 6.0..... | 867 | 995 | 1116 | 1231 | 1343 | 1451 | 1557 | 1577 | 1598 | 1618 | 1639 | 1659 | 1679 | 1699 | 1719 | 1739 | 1759 |
| 7.0..... | 990 | 1113 | 1229 | 1340 | 1447 | 1551 | 1652 | 1672 | 1692 | 1711 | 1731 | 1750 | 1770 | 1789 | 1808 | 1827 | 1846 |
| 8.0..... | 1111 | 1229 | 1340 | 1446 | 1549 | 1649 | 1746 | 1765 | 1783 | 1802 | 1821 | 1840 | 1858 | 1876 | 1895 | 1913 | 1931 |
| 9.0..... | 1228 | 1341 | 1448 | 1550 | 1648 | 1744 | 1837 | 1855 | 1873 | 1891 | 1909 | 1927 | 1944 | 1962 | 1980 | 1997 | 2014 |
| 10.0..... | 1342 | 1451 | 1553 | 1651 | 1745 | 1837 | 1926 | 1943 | 1961 | 1978 | 1995 | 2012 | 2029 | 2046 | 2063 | 2079 | 2096 |
| 11.0..... | 1453 | 1558 | 1656 | 1749 | 1840 | 1928 | 2013 | 2030 | 2046 | 2063 | 2079 | 2096 | 2112 | 2128 | 2144 | 2160 | 2176 |
| 12.0..... | 1562 | 1662 | 1756 | 1846 | 1933 | 2017 | 2098 | 2114 | 2130 | 2146 | 2162 | 2177 | 2193 | 2209 | 2224 | 2239 | 2255 |
| 13.0..... | 1668 | 1764 | 1854 | 1940 | 2023 | 2104 | 2182 | 2197 | 2212 | 2228 | 2243 | 2258 | 2273 | 2288 | 2302 | 2317 | 2332 |
| 14.0..... | 1772 | 1863 | 1950 | 2032 | 2112 | 2189 | 2264 | 2279 | 2293 | 2308 | 2322 | 2337 | 2351 | 2365 | 2379 | 2393 | 2408 |
| 15.0..... | 1873 | 1961 | 2043 | 2122 | 2199 | 2273 | 2344 | 2358 | 2372 | 2386 | 2400 | 2414 | 2428 | 2442 | 2455 | 2469 | 2482 |

Πίνακας VIII (συνέχεια)

Συντελεστής θερμικής διαστολής $10^7 \alpha = -10^7 (1/\rho)(\partial\rho/\partial t)[1/^\circ\text{C}]$

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | 3000 dbars | | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------|--|--|--|
| | 0 0 | 5 0 | 10 0 | 15 0 | 20 0 | 25 0 | 30 0 | 31 0 | 32 0 | 33 0 | 34 0 | 35 0 | 36 0 | 37 0 | 38 0 | 39 0 | 40 0 | | | |
| -2 0 | 106 | 264 | 413 | 558 | 699 | 836 | 970 | 996 | 1022 | 1048 | 1075 | 1101 | 1126 | 1152 | 1178 | 1203 | 1229 | | | |
| -1 0 | 245 | 398 | 542 | 682 | 817 | 949 | 1077 | 1103 | 1128 | 1153 | 1178 | 1203 | 1228 | 1253 | 1277 | 1302 | 1326 | | | |
| 0 0 | 381 | 528 | 667 | 802 | 932 | 1058 | 1182 | 1207 | 1231 | 1255 | 1279 | 1303 | 1327 | 1351 | 1374 | 1398 | 1421 | | | |
| 1 0 | 513 | 655 | 789 | 918 | 1043 | 1165 | 1284 | 1307 | 1331 | 1354 | 1377 | 1400 | 1423 | 1446 | 1468 | 1491 | 1513 | | | |
| 2 0 | 642 | 778 | 907 | 1032 | 1152 | 1269 | 1383 | 1406 | 1428 | 1450 | 1472 | 1494 | 1516 | 1538 | 1560 | 1582 | 1603 | | | |
| 3 0 | 767 | 898 | 1023 | 1142 | 1258 | 1370 | 1480 | 1501 | 1523 | 1544 | 1565 | 1586 | 1608 | 1628 | 1649 | 1670 | 1691 | | | |
| 4 0 | 888 | 1015 | 1135 | 1249 | 1361 | 1469 | 1574 | 1594 | 1615 | 1635 | 1656 | 1676 | 1696 | 1716 | 1736 | 1756 | 1776 | | | |
| 5 0 | 1007 | 1129 | 1244 | 1354 | 1461 | 1564 | 1665 | 1685 | 1705 | 1725 | 1744 | 1764 | 1783 | 1802 | 1821 | 1840 | 1859 | | | |
| 6 0 | 1122 | 1239 | 1350 | 1456 | 1558 | 1658 | 1755 | 1774 | 1793 | 1811 | 1830 | 1849 | 1867 | 1886 | 1904 | 1923 | 1941 | | | |
| 7 0 | 1235 | 1347 | 1453 | 1555 | 1654 | 1749 | 1842 | 1860 | 1878 | 1896 | 1914 | 1932 | 1950 | 1968 | 1985 | 2003 | 2020 | | | |
| 8 0 | 1344 | 1453 | 1555 | 1652 | 1747 | 1838 | 1927 | 1945 | 1962 | 1979 | 1997 | 2014 | 2031 | 2048 | 2065 | 2082 | 2098 | | | |
| 9 0 | 1451 | 1555 | 1653 | 1747 | 1837 | 1925 | 2011 | 2027 | 2044 | 2061 | 2077 | 2094 | 2110 | 2126 | 2142 | 2158 | 2174 | | | |
| 10 0 | 1556 | 1656 | 1749 | 1839 | 1926 | 2010 | 2092 | 2108 | 2124 | 2140 | 2156 | 2172 | 2187 | 2203 | 2218 | 2234 | 2249 | | | |
| 11 0 | 1658 | 1753 | 1843 | 1930 | 2013 | 2094 | 2172 | 2187 | 2203 | 2218 | 2233 | 2248 | 2263 | 2278 | 2293 | 2308 | 2323 | | | |
| 12 0 | 1757 | 1849 | 1935 | 2018 | 2098 | 2175 | 2250 | 2265 | 2280 | 2294 | 2309 | 2323 | 2338 | 2352 | 2366 | 2381 | 2395 | | | |
| 13 0 | 1855 | 1943 | 2025 | 2105 | 2181 | 2255 | 2327 | 2341 | 2356 | 2370 | 2383 | 2397 | 2411 | 2425 | 2438 | 2452 | 2466 | | | |
| 14 0 | 1950 | 2034 | 2114 | 2190 | 2263 | 2334 | 2403 | 2416 | 2430 | 2443 | 2457 | 2470 | 2483 | 2496 | 2509 | 2522 | 2535 | | | |
| 15 0 | 2043 | 2124 | 2200 | 2273 | 2343 | 2411 | 2477 | 2490 | 2503 | 2516 | 2529 | 2541 | 2554 | 2567 | 2579 | 2592 | 2604 | | | |

Πίνακας ΙΧ

Συντελεστής συστολής αλατότητας $10^7 \beta = +10^7(1/\rho)(\partial\rho/\partial S)$ σε ατμοσφαιρική πίεση

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.0 | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 20.0 | 25.0 | 30.0 | 31.0 | 32.0 | 33.0 | 34.0 | 35.0 | 36.0 | 37.0 | 38.0 | 39.0 | 40.0 |
| -2.0 | 8233 | 8146 | 8081 | 8034 | 7997 | 7966 | 7941 | 7930 | 7931 | 7927 | 7922 | 7918 | 7914 | 7910 | 7906 | 7902 | 7898 |
| -1.0 | 8289 | 8108 | 8043 | 7997 | 7951 | 7922 | 7907 | 7902 | 7896 | 7894 | 7890 | 7886 | 7882 | 7878 | 7874 | 7870 | 7867 |
| 0.0 | 8246 | 8070 | 8006 | 7962 | 7923 | 7894 | 7875 | 7877 | 7855 | 7852 | 7853 | 7854 | 7854 | 7854 | 7843 | 7840 | 7836 |
| 1.0 | 8205 | 7971 | 7907 | 7864 | 7824 | 7794 | 7774 | 7777 | 7756 | 7753 | 7754 | 7754 | 7754 | 7754 | 7743 | 7740 | 7736 |
| 2.0 | 8167 | 7937 | 7873 | 7830 | 7790 | 7759 | 7739 | 7742 | 7721 | 7718 | 7719 | 7719 | 7719 | 7719 | 7708 | 7705 | 7701 |
| 3.0 | 8129 | 7903 | 7839 | 7796 | 7756 | 7725 | 7705 | 7708 | 7687 | 7684 | 7685 | 7685 | 7685 | 7685 | 7674 | 7671 | 7667 |
| 4.0 | 8093 | 7931 | 7867 | 7824 | 7784 | 7753 | 7733 | 7736 | 7715 | 7712 | 7713 | 7713 | 7713 | 7713 | 7702 | 7699 | 7695 |
| 5.0 | 8059 | 7899 | 7835 | 7792 | 7752 | 7721 | 7701 | 7704 | 7683 | 7680 | 7681 | 7681 | 7681 | 7681 | 7670 | 7667 | 7663 |
| 6.0 | 8026 | 7869 | 7805 | 7762 | 7722 | 7691 | 7671 | 7674 | 7653 | 7650 | 7651 | 7651 | 7651 | 7651 | 7640 | 7637 | 7633 |
| 7.0 | 7994 | 7841 | 7777 | 7734 | 7694 | 7663 | 7643 | 7646 | 7625 | 7622 | 7623 | 7623 | 7623 | 7623 | 7612 | 7609 | 7605 |
| 8.0 | 7964 | 7813 | 7749 | 7706 | 7666 | 7635 | 7615 | 7618 | 7597 | 7594 | 7595 | 7595 | 7595 | 7595 | 7584 | 7581 | 7577 |
| 9.0 | 7935 | 7787 | 7723 | 7680 | 7640 | 7609 | 7589 | 7592 | 7571 | 7568 | 7569 | 7569 | 7569 | 7569 | 7558 | 7555 | 7551 |
| 10.0 | 7907 | 7762 | 7698 | 7655 | 7615 | 7584 | 7564 | 7567 | 7546 | 7543 | 7544 | 7544 | 7544 | 7544 | 7533 | 7530 | 7526 |
| 11.0 | 7880 | 7738 | 7674 | 7631 | 7591 | 7560 | 7540 | 7543 | 7522 | 7519 | 7520 | 7520 | 7520 | 7520 | 7509 | 7506 | 7502 |
| 12.0 | 7855 | 7714 | 7650 | 7607 | 7567 | 7536 | 7516 | 7519 | 7498 | 7495 | 7496 | 7496 | 7496 | 7496 | 7485 | 7482 | 7478 |
| 13.0 | 7831 | 7692 | 7628 | 7585 | 7545 | 7514 | 7494 | 7497 | 7476 | 7473 | 7474 | 7474 | 7474 | 7474 | 7463 | 7460 | 7456 |
| 14.0 | 7807 | 7670 | 7606 | 7563 | 7523 | 7492 | 7472 | 7475 | 7454 | 7451 | 7452 | 7452 | 7452 | 7452 | 7441 | 7438 | 7434 |
| 15.0 | 7785 | 7651 | 7587 | 7544 | 7504 | 7473 | 7453 | 7456 | 7435 | 7432 | 7433 | 7433 | 7433 | 7433 | 7422 | 7419 | 7415 |
| 16.0 | 7764 | 7632 | 7568 | 7525 | 7485 | 7454 | 7434 | 7437 | 7416 | 7413 | 7414 | 7414 | 7414 | 7414 | 7403 | 7400 | 7396 |
| 17.0 | 7744 | 7613 | 7549 | 7506 | 7466 | 7435 | 7415 | 7418 | 7397 | 7394 | 7395 | 7395 | 7395 | 7395 | 7384 | 7381 | 7377 |
| 18.0 | 7725 | 7596 | 7532 | 7489 | 7449 | 7418 | 7398 | 7401 | 7380 | 7377 | 7378 | 7378 | 7378 | 7378 | 7367 | 7364 | 7360 |
| 19.0 | 7707 | 7579 | 7515 | 7472 | 7432 | 7401 | 7381 | 7384 | 7363 | 7360 | 7361 | 7361 | 7361 | 7361 | 7350 | 7347 | 7343 |
| 20.0 | 7689 | 7563 | 7499 | 7456 | 7416 | 7385 | 7365 | 7368 | 7347 | 7344 | 7345 | 7345 | 7345 | 7345 | 7334 | 7331 | 7327 |
| 21.0 | 7673 | 7548 | 7484 | 7441 | 7401 | 7370 | 7350 | 7353 | 7332 | 7329 | 7330 | 7330 | 7330 | 7330 | 7319 | 7316 | 7312 |
| 22.0 | 7657 | 7533 | 7469 | 7426 | 7386 | 7355 | 7335 | 7338 | 7317 | 7314 | 7315 | 7315 | 7315 | 7315 | 7304 | 7301 | 7297 |
| 23.0 | 7642 | 7519 | 7455 | 7412 | 7372 | 7341 | 7321 | 7324 | 7303 | 7300 | 7301 | 7301 | 7301 | 7301 | 7290 | 7287 | 7283 |
| 24.0 | 7628 | 7506 | 7442 | 7400 | 7360 | 7329 | 7309 | 7312 | 7291 | 7288 | 7289 | 7289 | 7289 | 7289 | 7278 | 7275 | 7271 |
| 25.0 | 7615 | 7494 | 7430 | 7388 | 7348 | 7317 | 7297 | 7300 | 7279 | 7276 | 7277 | 7277 | 7277 | 7277 | 7266 | 7263 | 7259 |
| 26.0 | 7602 | 7482 | 7418 | 7376 | 7336 | 7305 | 7285 | 7288 | 7267 | 7264 | 7265 | 7265 | 7265 | 7265 | 7254 | 7251 | 7247 |
| 27.0 | 7591 | 7471 | 7407 | 7365 | 7325 | 7294 | 7274 | 7277 | 7256 | 7253 | 7254 | 7254 | 7254 | 7254 | 7243 | 7240 | 7236 |
| 28.0 | 7580 | 7460 | 7396 | 7354 | 7314 | 7283 | 7263 | 7266 | 7245 | 7242 | 7243 | 7243 | 7243 | 7243 | 7232 | 7229 | 7225 |
| 29.0 | 7569 | 7450 | 7386 | 7344 | 7304 | 7273 | 7253 | 7256 | 7235 | 7232 | 7233 | 7233 | 7233 | 7233 | 7222 | 7219 | 7215 |
| 30.0 | 7560 | 7441 | 7377 | 7335 | 7295 | 7264 | 7244 | 7247 | 7226 | 7223 | 7224 | 7224 | 7224 | 7224 | 7213 | 7210 | 7206 |
| 31.0 | 7551 | 7432 | 7368 | 7326 | 7286 | 7255 | 7235 | 7238 | 7217 | 7214 | 7215 | 7215 | 7215 | 7215 | 7204 | 7201 | 7197 |
| 32.0 | 7543 | 7424 | 7360 | 7318 | 7278 | 7247 | 7227 | 7230 | 7209 | 7206 | 7207 | 7207 | 7207 | 7207 | 7196 | 7193 | 7189 |
| 33.0 | 7535 | 7416 | 7352 | 7310 | 7270 | 7239 | 7219 | 7222 | 7201 | 7198 | 7199 | 7199 | 7199 | 7199 | 7188 | 7185 | 7181 |
| 34.0 | 7528 | 7409 | 7345 | 7303 | 7263 | 7232 | 7212 | 7215 | 7194 | 7191 | 7192 | 7192 | 7192 | 7192 | 7181 | 7178 | 7174 |
| 35.0 | 7522 | 7403 | 7339 | 7297 | 7257 | 7226 | 7206 | 7209 | 7188 | 7185 | 7186 | 7186 | 7186 | 7186 | 7175 | 7172 | 7168 |
| 36.0 | 7516 | 7397 | 7333 | 7291 | 7251 | 7220 | 7200 | 7203 | 7182 | 7179 | 7180 | 7180 | 7180 | 7180 | 7169 | 7166 | 7162 |
| 37.0 | 7511 | 7392 | 7328 | 7286 | 7246 | 7215 | 7195 | 7198 | 7177 | 7174 | 7175 | 7175 | 7175 | 7175 | 7164 | 7161 | 7157 |
| 38.0 | 7507 | 7388 | 7324 | 7282 | 7242 | 7211 | 7191 | 7194 | 7173 | 7170 | 7171 | 7171 | 7171 | 7171 | 7160 | 7157 | 7153 |
| 39.0 | 7503 | 7384 | 7320 | 7278 | 7238 | 7207 | 7187 | 7190 | 7169 | 7166 | 7167 | 7167 | 7167 | 7167 | 7156 | 7153 | 7149 |
| 40.0 | 7500 | 7381 | 7317 | 7275 | 7235 | 7204 | 7184 | 7187 | 7166 | 7163 | 7164 | 7164 | 7164 | 7164 | 7153 | 7150 | 7146 |

Πίνακας X

Συντελεστής συστολής αλατότητας $10^7 \beta = +10^7(1/\rho)(\partial\rho/\partial S)$

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | 1000 dbars | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------|--|--|
| | 0 0 | 5 0 | 10 0 | 15 0 | 20 0 | 26 0 | 30 0 | 31 0 | 32 0 | 33 0 | 34 0 | 35 0 | 36 0 | 37 0 | 38 0 | 39 0 | 40 0 | | |
| - 2 0 | 8187 | 8006 | 7943 | 7899 | 7866 | 7838 | 7816 | 7812 | 7808 | 7804 | 7800 | 7797 | 7793 | 7790 | 7786 | 7783 | 7780 | | |
| - 1 0 | 8147 | 7969 | 7908 | 7865 | 7833 | 7807 | 7785 | 7781 | 7777 | 7774 | 7770 | 7767 | 7763 | 7760 | 7757 | 7754 | 7751 | | |
| 0 0 | 8108 | 7934 | 7874 | 7833 | 7802 | 7776 | 7755 | 7752 | 7748 | 7744 | 7741 | 7738 | 7735 | 7731 | 7728 | 7725 | 7723 | | |
| 1 0 | 8071 | 7901 | 7842 | 7802 | 7772 | 7747 | 7727 | 7723 | 7720 | 7717 | 7713 | 7710 | 7707 | 7704 | 7701 | 7698 | 7696 | | |
| 2 0 | 8035 | 7868 | 7811 | 7772 | 7743 | 7719 | 7700 | 7696 | 7693 | 7690 | 7687 | 7684 | 7681 | 7678 | 7675 | 7673 | 7670 | | |
| 3 0 | 8001 | 7837 | 7781 | 7744 | 7715 | 7692 | 7674 | 7670 | 7667 | 7664 | 7661 | 7658 | 7656 | 7653 | 7650 | 7648 | 7645 | | |
| 4 0 | 7968 | 7807 | 7753 | 7716 | 7688 | 7667 | 7649 | 7646 | 7643 | 7640 | 7637 | 7634 | 7631 | 7629 | 7626 | 7624 | 7622 | | |
| 5 0 | 7936 | 7778 | 7725 | 7690 | 7663 | 7642 | 7625 | 7622 | 7619 | 7616 | 7613 | 7611 | 7608 | 7606 | 7603 | 7601 | 7599 | | |
| 6 0 | 7906 | 7751 | 7699 | 7664 | 7639 | 7618 | 7602 | 7599 | 7596 | 7593 | 7591 | 7588 | 7586 | 7584 | 7581 | 7579 | 7577 | | |
| 7 0 | 7877 | 7725 | 7674 | 7640 | 7615 | 7596 | 7580 | 7577 | 7574 | 7572 | 7569 | 7567 | 7565 | 7562 | 7560 | 7558 | 7556 | | |
| 8 0 | 7849 | 7699 | 7650 | 7617 | 7593 | 7574 | 7559 | 7556 | 7554 | 7551 | 7549 | 7546 | 7544 | 7542 | 7540 | 7538 | 7536 | | |
| 9 0 | 7822 | 7675 | 7627 | 7595 | 7571 | 7553 | 7538 | 7536 | 7534 | 7531 | 7529 | 7527 | 7525 | 7523 | 7521 | 7519 | 7517 | | |
| 10 0 | 7796 | 7652 | 7605 | 7573 | 7551 | 7533 | 7519 | 7517 | 7514 | 7512 | 7510 | 7508 | 7506 | 7504 | 7502 | 7501 | 7499 | | |
| 11 0 | 7771 | 7629 | 7583 | 7553 | 7531 | 7514 | 7501 | 7498 | 7496 | 7494 | 7492 | 7490 | 7488 | 7486 | 7485 | 7483 | 7481 | | |
| 12 0 | 7748 | 7608 | 7563 | 7533 | 7512 | 7496 | 7483 | 7481 | 7478 | 7476 | 7474 | 7473 | 7471 | 7469 | 7468 | 7466 | 7465 | | |
| 13 0 | 7725 | 7588 | 7543 | 7515 | 7494 | 7478 | 7466 | 7464 | 7462 | 7460 | 7458 | 7456 | 7454 | 7453 | 7451 | 7450 | 7449 | | |
| 14 0 | 7704 | 7568 | 7525 | 7497 | 7476 | 7461 | 7449 | 7447 | 7445 | 7444 | 7442 | 7440 | 7439 | 7437 | 7436 | 7434 | 7433 | | |
| 15 0 | 7683 | 7549 | 7507 | 7479 | 7460 | 7445 | 7434 | 7432 | 7430 | 7428 | 7427 | 7425 | 7423 | 7422 | 7421 | 7419 | 7418 | | |
| 16 0 | 7663 | 7532 | 7490 | 7463 | 7444 | 7430 | 7419 | 7417 | 7415 | 7413 | 7412 | 7410 | 7409 | 7408 | 7406 | 7405 | 7404 | | |
| 17 0 | 7645 | 7514 | 7473 | 7447 | 7429 | 7415 | 7404 | 7403 | 7401 | 7399 | 7398 | 7396 | 7395 | 7394 | 7393 | 7392 | 7390 | | |
| 18 0 | 7627 | 7498 | 7458 | 7432 | 7414 | 7401 | 7391 | 7389 | 7387 | 7386 | 7384 | 7383 | 7382 | 7381 | 7379 | 7378 | 7377 | | |
| 19 0 | 7610 | 7483 | 7443 | 7418 | 7400 | 7387 | 7377 | 7376 | 7374 | 7373 | 7371 | 7370 | 7369 | 7368 | 7367 | 7366 | 7365 | | |
| 20 0 | 7593 | 7468 | 7429 | 7404 | 7387 | 7374 | 7365 | 7363 | 7362 | 7360 | 7359 | 7358 | 7357 | 7356 | 7355 | 7354 | 7353 | | |
| 21 0 | 7578 | 7453 | 7415 | 7391 | 7374 | 7362 | 7353 | 7351 | 7350 | 7348 | 7347 | 7346 | 7345 | 7344 | 7343 | 7342 | 7341 | | |
| 22 0 | 7563 | 7440 | 7402 | 7378 | 7362 | 7350 | 7341 | 7340 | 7338 | 7337 | 7336 | 7335 | 7334 | 7333 | 7332 | 7331 | 7330 | | |
| 23 0 | 7549 | 7427 | 7390 | 7366 | 7350 | 7338 | 7329 | 7327 | 7326 | 7326 | 7325 | 7324 | 7323 | 7322 | 7321 | 7320 | 7320 | | |
| 24 0 | 7536 | 7415 | 7378 | 7355 | 7339 | 7328 | 7319 | 7318 | 7317 | 7316 | 7314 | 7313 | 7313 | 7312 | 7311 | 7310 | 7309 | | |

Πίνακας Χ (συνέχεια)

Συντελεστής συστολής αλατότητας $10^7 \beta = +10^7(1/\rho)(\partial\rho/\partial S)$

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | 2000 dbars | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------|--|--|
| | 0.0 | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 20.0 | 25.0 | 30.0 | 31.0 | 32.0 | 33.0 | 34.0 | 35.0 | 36.0 | 37.0 | 38.0 | 39.0 | 40.0 | | |
| -2.0 | 8048 | 7870 | 7810 | 7770 | 7740 | 7716 | 7696 | 7693 | 7689 | 7686 | 7683 | 7680 | 7677 | 7674 | 7671 | 7669 | 7666 | | |
| -1.0 | 8011 | 7837 | 7779 | 7739 | 7710 | 7687 | 7668 | 7664 | 7661 | 7658 | 7655 | 7652 | 7649 | 7647 | 7644 | 7641 | 7639 | | |
| 0.0 | 7976 | 7805 | 7748 | 7710 | 7681 | 7659 | 7641 | 7637 | 7634 | 7631 | 7628 | 7626 | 7623 | 7620 | 7618 | 7615 | 7613 | | |
| 1.0 | 7942 | 7774 | 7719 | 7681 | 7654 | 7632 | 7615 | 7611 | 7608 | 7606 | 7603 | 7600 | 7598 | 7595 | 7593 | 7591 | 7588 | | |
| 2.0 | 7910 | 7745 | 7690 | 7654 | 7627 | 7606 | 7590 | 7587 | 7584 | 7581 | 7578 | 7576 | 7573 | 7571 | 7569 | 7567 | 7564 | | |
| 3.0 | 7878 | 7716 | 7663 | 7628 | 7602 | 7582 | 7565 | 7563 | 7560 | 7557 | 7555 | 7552 | 7550 | 7548 | 7546 | 7544 | 7542 | | |
| 4.0 | 7848 | 7689 | 7637 | 7603 | 7577 | 7558 | 7542 | 7540 | 7537 | 7535 | 7532 | 7530 | 7528 | 7526 | 7524 | 7522 | 7520 | | |
| 5.0 | 7819 | 7663 | 7612 | 7578 | 7554 | 7535 | 7520 | 7518 | 7515 | 7513 | 7511 | 7508 | 7506 | 7504 | 7502 | 7501 | 7499 | | |
| 6.0 | 7791 | 7638 | 7588 | 7555 | 7532 | 7513 | 7499 | 7497 | 7494 | 7492 | 7490 | 7488 | 7486 | 7484 | 7482 | 7480 | 7479 | | |
| 7.0 | 7764 | 7613 | 7565 | 7533 | 7510 | 7493 | 7479 | 7476 | 7474 | 7472 | 7470 | 7468 | 7466 | 7464 | 7463 | 7461 | 7459 | | |
| 8.0 | 7738 | 7590 | 7543 | 7512 | 7489 | 7472 | 7459 | 7457 | 7455 | 7453 | 7451 | 7449 | 7447 | 7446 | 7444 | 7442 | 7441 | | |
| 9.0 | 7714 | 7568 | 7521 | 7491 | 7470 | 7453 | 7441 | 7439 | 7437 | 7435 | 7433 | 7431 | 7429 | 7428 | 7426 | 7425 | 7423 | | |
| 10.0 | 7690 | 7546 | 7501 | 7472 | 7451 | 7435 | 7423 | 7421 | 7419 | 7417 | 7415 | 7414 | 7412 | 7410 | 7409 | 7408 | 7406 | | |
| 11.0 | 7667 | 7526 | 7481 | 7453 | 7432 | 7417 | 7406 | 7404 | 7402 | 7400 | 7398 | 7397 | 7395 | 7394 | 7393 | 7391 | 7390 | | |
| 12.0 | 7645 | 7506 | 7463 | 7435 | 7415 | 7400 | 7389 | 7387 | 7386 | 7384 | 7382 | 7381 | 7379 | 7378 | 7377 | 7376 | 7375 | | |
| 13.0 | 7624 | 7487 | 7445 | 7417 | 7398 | 7384 | 7374 | 7372 | 7370 | 7368 | 7367 | 7366 | 7364 | 7363 | 7362 | 7361 | 7360 | | |
| 14.0 | 7604 | 7469 | 7427 | 7401 | 7382 | 7369 | 7358 | 7357 | 7355 | 7354 | 7352 | 7351 | 7350 | 7348 | 7347 | 7346 | 7345 | | |
| 15.0 | 7585 | 7452 | 7411 | 7385 | 7367 | 7354 | 7344 | 7342 | 7341 | 7340 | 7338 | 7337 | 7335 | 7334 | 7334 | 7334 | 7334 | | |

Πίνακας Χ (συνέχεια)

Συντελεστής συστολής αλατότητας $10^7 \beta = +10^7 (1/\rho)(\partial\rho/\partial S)$

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 0 | 5 0 | 10 0 | 15 0 | 20 0 | 25 0 | 30 0 | 31 0 | 32 0 | 33 0 | 34 0 | 35 0 | 36 0 | 37 0 | 38 0 | 39 0 | 40 0 |
| 2 0 | 7916 | 7741 | 7684 | 7647 | 7619 | 7598 | 7581 | 7578 | 7576 | 7573 | 7570 | 7558 | 7565 | 7563 | 7561 | 7559 | 7557 |
| 1 0 | 7883 | 7711 | 7655 | 7619 | 7592 | 7572 | 7555 | 7553 | 7550 | 7547 | 7545 | 7542 | 7540 | 7538 | 7536 | 7534 | 7532 |
| 0 0 | 7851 | 7682 | 7627 | 7592 | 7566 | 7546 | 7530 | 7528 | 7525 | 7523 | 7520 | 7518 | 7516 | 7514 | 7512 | 7510 | 7508 |
| 1 0 | 7820 | 7654 | 7601 | 7566 | 7541 | 7522 | 7507 | 7504 | 7501 | 7499 | 7497 | 7495 | 7492 | 7490 | 7489 | 7487 | 7485 |
| 2 0 | 7790 | 7627 | 7575 | 7541 | 7517 | 7498 | 7484 | 7481 | 7479 | 7476 | 7474 | 7472 | 7470 | 7468 | 7466 | 7465 | 7463 |
| 3 0 | 7762 | 7601 | 7550 | 7517 | 7493 | 7475 | 7461 | 7459 | 7457 | 7455 | 7453 | 7451 | 7449 | 7447 | 7445 | 7443 | 7442 |
| 4 0 | 7734 | 7576 | 7526 | 7494 | 7471 | 7454 | 7440 | 7438 | 7436 | 7434 | 7432 | 7430 | 7428 | 7426 | 7425 | 7423 | 7422 |
| 5 0 | 7707 | 7552 | 7503 | 7472 | 7449 | 7433 | 7420 | 7418 | 7416 | 7414 | 7412 | 7410 | 7408 | 7407 | 7405 | 7404 | 7402 |
| 6 0 | 7682 | 7529 | 7481 | 7451 | 7429 | 7413 | 7400 | 7398 | 7396 | 7394 | 7393 | 7391 | 7389 | 7388 | 7386 | 7385 | 7384 |
| 7 0 | 7657 | 7507 | 7460 | 7430 | 7409 | 7393 | 7382 | 7380 | 7378 | 7376 | 7374 | 7373 | 7371 | 7370 | 7369 | 7367 | 7366 |
| 8 0 | 7633 | 7485 | 7440 | 7411 | 7390 | 7375 | 7364 | 7362 | 7360 | 7358 | 7357 | 7355 | 7354 | 7353 | 7351 | 7350 | 7349 |
| 9 0 | 7610 | 7465 | 7420 | 7392 | 7372 | 7357 | 7347 | 7345 | 7343 | 7342 | 7340 | 7339 | 7337 | 7336 | 7335 | 7334 | 7333 |
| 10 0 | 7589 | 7445 | 7401 | 7374 | 7354 | 7340 | 7330 | 7328 | 7327 | 7325 | 7324 | 7323 | 7321 | 7320 | 7319 | 7318 | 7317 |
| 11 0 | 7567 | 7426 | 7383 | 7356 | 7338 | 7324 | 7314 | 7313 | 7311 | 7310 | 7308 | 7307 | 7306 | 7305 | 7304 | 7303 | 7302 |
| 12 0 | 7547 | 7408 | 7366 | 7340 | 7322 | 7309 | 7299 | 7298 | 7296 | 7295 | 7294 | 7292 | 7291 | 7290 | 7289 | 7288 | 7288 |
| 13 0 | 7528 | 7391 | 7350 | 7324 | 7306 | 7294 | 7285 | 7283 | 7282 | 7281 | 7279 | 7278 | 7277 | 7276 | 7275 | 7274 | 7274 |
| 14 0 | 7509 | 7374 | 7334 | 7309 | 7292 | 7279 | 7271 | 7269 | 7268 | 7267 | 7266 | 7265 | 7264 | 7263 | 7262 | 7261 | 7261 |
| 15 0 | 7492 | 7359 | 7319 | 7294 | 7277 | 7266 | 7257 | 7256 | 7255 | 7254 | 7253 | 7252 | 7251 | 7250 | 7249 | 7249 | 7248 |

Πίνακας XI

Συντελεστής ισόθερμης συμπίεσης $10^7 k = +10^7 (1/\rho)(\partial\rho/\partial p)[1/\text{dbar}]$ σε
ατμοσφαιρική πίεση

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 0 | 5 0 | 10 0 | 15 0 | 20 0 | 25 0 | 30 0 | 31 0 | 32 0 | 33 0 | 34 0 | 35 0 | 36 0 | 37 0 | 38 0 | 39 0 | 40 0 |
| 2 0 | 51 7 | 51 0 | 50 2 | 49 5 | 48 9 | 48 2 | 47 5 | 47 4 | 47 3 | 47 2 | 47 0 | 46 9 | 46 8 | 46 7 | 46 6 | 46 4 | 46 3 |
| 1 0 | 51 3 | 50 6 | 49 9 | 49 2 | 48 5 | 47 9 | 47 2 | 47 1 | 47 0 | 46 9 | 46 7 | 46 6 | 46 5 | 46 4 | 46 3 | 46 1 | 46 0 |
| 0 0 | 50 9 | 50 2 | 49 5 | 48 8 | 48 2 | 47 6 | 46 9 | 46 8 | 46 7 | 46 6 | 46 5 | 46 3 | 46 2 | 46 1 | 46 0 | 45 9 | 45 7 |
| 1 0 | 50 5 | 49 8 | 49 2 | 48 5 | 47 9 | 47 3 | 46 6 | 46 5 | 46 4 | 46 3 | 46 2 | 46 1 | 45 9 | 45 8 | 45 7 | 45 6 | 45 5 |
| 2 0 | 50 2 | 49 5 | 48 8 | 48 2 | 47 6 | 47 0 | 46 4 | 46 3 | 46 1 | 46 0 | 45 9 | 45 8 | 45 7 | 45 6 | 45 5 | 45 3 | 45 2 |
| 3 0 | 49 8 | 49 2 | 48 5 | 47 9 | 47 3 | 46 7 | 46 1 | 46 0 | 45 9 | 45 8 | 45 7 | 45 5 | 45 4 | 45 3 | 45 2 | 45 1 | 45 0 |
| 4 0 | 49 5 | 48 8 | 48 2 | 47 6 | 47 0 | 46 4 | 45 9 | 45 7 | 45 6 | 45 5 | 45 4 | 45 3 | 45 2 | 45 1 | 45 0 | 44 9 | 44 8 |
| 5 0 | 49 2 | 48 5 | 47 9 | 47 3 | 46 8 | 46 2 | 45 6 | 45 5 | 45 4 | 45 3 | 45 2 | 45 1 | 45 0 | 44 9 | 44 8 | 44 6 | 44 5 |
| 6 0 | 48 9 | 48 3 | 47 7 | 47 1 | 46 5 | 45 9 | 45 4 | 45 3 | 45 2 | 45 1 | 45 0 | 44 9 | 44 7 | 44 6 | 44 5 | 44 4 | 44 3 |
| 7 0 | 48 6 | 48 0 | 47 4 | 46 8 | 46 3 | 45 7 | 45 2 | 45 1 | 45 0 | 44 9 | 44 7 | 44 6 | 44 5 | 44 4 | 44 3 | 44 2 | 44 1 |
| 8 0 | 48 3 | 47 7 | 47 2 | 46 6 | 46 0 | 45 5 | 45 0 | 44 9 | 44 8 | 44 6 | 44 5 | 44 4 | 44 3 | 44 2 | 44 1 | 44 0 | 43 9 |
| 9 0 | 48 1 | 47 5 | 46 9 | 46 4 | 45 8 | 45 3 | 44 8 | 44 7 | 44 6 | 44 5 | 44 3 | 44 2 | 44 1 | 44 0 | 43 9 | 43 8 | 43 7 |
| 10 0 | 47 8 | 47 2 | 46 7 | 46 1 | 45 6 | 45 1 | 44 6 | 44 5 | 44 4 | 44 3 | 44 2 | 44 1 | 44 0 | 43 9 | 43 8 | 43 7 | 43 6 |
| 11 0 | 47 6 | 47 0 | 46 5 | 45 9 | 45 4 | 44 9 | 44 4 | 44 3 | 44 2 | 44 1 | 44 0 | 43 9 | 43 8 | 43 7 | 43 6 | 43 5 | 43 4 |
| 12 0 | 47 3 | 46 8 | 46 3 | 45 7 | 45 2 | 44 7 | 44 2 | 44 1 | 44 0 | 43 9 | 43 8 | 43 7 | 43 6 | 43 5 | 43 4 | 43 3 | 43 2 |
| 13 0 | 47 1 | 46 6 | 46 1 | 45 5 | 45 0 | 44 5 | 44 0 | 43 9 | 43 8 | 43 7 | 43 6 | 43 5 | 43 4 | 43 3 | 43 2 | 43 1 | 43 0 |
| 14 0 | 46 9 | 46 4 | 45 9 | 45 4 | 44 9 | 44 4 | 43 9 | 43 8 | 43 7 | 43 6 | 43 5 | 43 4 | 43 3 | 43 2 | 43 1 | 43 0 | 42 9 |
| 15 0 | 46 7 | 46 2 | 45 7 | 45 2 | 44 7 | 44 2 | 43 7 | 43 6 | 43 5 | 43 4 | 43 3 | 43 2 | 43 1 | 43 0 | 42 9 | 42 8 | 42 7 |
| 16 0 | 46 5 | 46 0 | 45 5 | 45 0 | 44 5 | 44 0 | 43 5 | 43 4 | 43 3 | 43 2 | 43 1 | 43 0 | 42 9 | 42 8 | 42 7 | 42 6 | 42 5 |
| 17 0 | 46 4 | 45 9 | 45 4 | 44 9 | 44 4 | 43 9 | 43 4 | 43 3 | 43 2 | 43 1 | 43 0 | 42 9 | 42 8 | 42 7 | 42 6 | 42 5 | 42 4 |
| 18 0 | 46 2 | 45 7 | 45 2 | 44 7 | 44 2 | 43 8 | 43 3 | 43 2 | 43 1 | 43 0 | 42 9 | 42 8 | 42 7 | 42 6 | 42 5 | 42 4 | 42 3 |
| 19 0 | 46 0 | 45 5 | 45 1 | 44 6 | 44 1 | 43 6 | 43 2 | 43 1 | 43 0 | 42 9 | 42 8 | 42 7 | 42 6 | 42 5 | 42 4 | 42 3 | 42 2 |
| 20 0 | 45 9 | 45 4 | 44 9 | 44 4 | 44 0 | 43 5 | 43 1 | 43 0 | 42 9 | 42 8 | 42 7 | 42 6 | 42 5 | 42 4 | 42 3 | 42 2 | 42 1 |
| 21 0 | 45 7 | 45 3 | 44 8 | 44 3 | 43 9 | 43 4 | 43 0 | 42 9 | 42 8 | 42 7 | 42 6 | 42 5 | 42 4 | 42 3 | 42 2 | 42 1 | 42 0 |
| 22 0 | 45 6 | 45 1 | 44 7 | 44 2 | 43 7 | 43 3 | 42 9 | 42 8 | 42 7 | 42 6 | 42 5 | 42 4 | 42 3 | 42 2 | 42 1 | 42 0 | 41 9 |
| 23 0 | 45 5 | 45 0 | 44 5 | 44 1 | 43 6 | 43 2 | 42 8 | 42 7 | 42 6 | 42 5 | 42 4 | 42 3 | 42 2 | 42 1 | 42 0 | 41 9 | 41 8 |
| 24 0 | 45 4 | 44 9 | 44 4 | 44 0 | 43 5 | 43 1 | 42 7 | 42 6 | 42 5 | 42 4 | 42 3 | 42 2 | 42 1 | 42 0 | 41 9 | 41 8 | 41 7 |
| 25 0 | 45 2 | 44 8 | 44 3 | 43 9 | 43 4 | 43 0 | 42 6 | 42 5 | 42 4 | 42 3 | 42 2 | 42 1 | 42 0 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 |
| 26 0 | 45 1 | 44 7 | 44 2 | 43 8 | 43 3 | 42 9 | 42 5 | 42 4 | 42 3 | 42 2 | 42 1 | 42 0 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 |
| 27 0 | 45 0 | 44 6 | 44 1 | 43 7 | 43 3 | 42 8 | 42 4 | 42 3 | 42 2 | 42 1 | 42 0 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 |
| 28 0 | 44 9 | 44 5 | 44 0 | 43 6 | 43 2 | 42 7 | 42 3 | 42 3 | 42 2 | 42 1 | 42 0 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 |
| 29 0 | 44 9 | 44 4 | 44 0 | 43 5 | 43 1 | 42 7 | 42 3 | 42 2 | 42 1 | 42 0 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 | 41 3 |
| 30 0 | 44 8 | 44 3 | 43 9 | 43 5 | 43 0 | 42 6 | 42 2 | 42 1 | 42 0 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 | 41 3 | 41 2 |
| 31 0 | 44 7 | 44 2 | 43 8 | 43 4 | 43 0 | 42 5 | 42 1 | 42 0 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 | 41 3 | 41 2 | 41 1 |
| 32 0 | 44 6 | 44 2 | 43 7 | 43 3 | 42 9 | 42 5 | 42 1 | 42 0 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 | 41 3 | 41 2 | 41 1 |
| 33 0 | 44 6 | 44 1 | 43 7 | 43 3 | 42 8 | 42 4 | 42 0 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 | 41 3 | 41 2 | 41 1 | 41 0 |
| 34 0 | 44 5 | 44 1 | 43 6 | 43 2 | 42 8 | 42 4 | 42 0 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 | 41 3 | 41 2 | 41 1 | 41 0 |
| 35 0 | 44 4 | 44 0 | 43 6 | 43 2 | 42 8 | 42 4 | 42 0 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 | 41 3 | 41 2 | 41 1 | 41 0 |
| 36 0 | 44 4 | 44 0 | 43 6 | 43 2 | 42 8 | 42 4 | 42 0 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 | 41 3 | 41 2 | 41 1 | 41 0 |
| 37 0 | 44 3 | 43 9 | 43 5 | 43 1 | 42 7 | 42 3 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 | 41 3 | 41 2 | 41 1 | 41 0 | 40 9 |
| 38 0 | 44 3 | 43 9 | 43 5 | 43 1 | 42 7 | 42 3 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 | 41 3 | 41 2 | 41 1 | 41 0 | 40 9 |
| 39 0 | 44 3 | 43 9 | 43 5 | 43 1 | 42 7 | 42 3 | 41 9 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 | 41 3 | 41 2 | 41 1 | 41 0 | 40 9 |
| 40 0 | 44 2 | 43 8 | 43 4 | 43 0 | 42 6 | 42 2 | 41 8 | 41 7 | 41 6 | 41 5 | 41 4 | 41 3 | 41 2 | 41 1 | 41 0 | 40 9 | 40 8 |

Πίνακας XIII

Ισοπυκνη παράγωγος $(\partial S/\partial t)_p$ [°C⁻¹] σε ατμοσφαιρική πίεση

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 0 | 5 0 | 10 0 | 15 0 | 20 0 | 25 0 | 30 0 | 31 0 | 32 0 | 33 0 | 34 0 | 35 0 | 36 0 | 37 0 | 38 0 | 39 0 | 40 0 |
| -2 0 | 1267 | 1036 | 797 | 563 | 335 | 111 | 017 | 0150 | 0193 | 0236 | 0278 | 0321 | 0363 | 0404 | 0446 | 0488 | 0529 |
| -1 0 | 1043 | 0816 | 584 | 357 | 136 | 0080 | 0291 | 0333 | 0374 | 0415 | 0456 | 0497 | 0537 | 0578 | 0618 | 0658 | 0698 |
| 0 0 | 0824 | 0600 | 375 | 156 | 0058 | 0267 | 0471 | 0511 | 0551 | 0590 | 0630 | 0669 | 0708 | 0747 | 0786 | 0824 | 0863 |
| 1 0 | 0510 | 0390 | 0172 | 0041 | 0248 | 0456 | 0665 | 0703 | 0743 | 0781 | 0819 | 0857 | 0895 | 0932 | 0970 | 1007 | 1044 |
| 2 0 | 0401 | 0185 | 0027 | 0043 | 0628 | 0836 | 1044 | 1081 | 1119 | 1156 | 1193 | 1230 | 1267 | 1304 | 1341 | 1378 | 1415 |
| 3 0 | 0196 | 0016 | 0222 | 0421 | 0814 | 1022 | 1230 | 1267 | 1304 | 1341 | 1378 | 1415 | 1452 | 1489 | 1526 | 1563 | 1600 |
| 4 0 | 0004 | 0212 | 0411 | 0604 | 0790 | 0972 | 1158 | 1192 | 1226 | 1260 | 1294 | 1328 | 1362 | 1396 | 1430 | 1464 | 1498 |
| 5 0 | 0199 | 0404 | 0597 | 0783 | 0963 | 1138 | 1307 | 1341 | 1374 | 1407 | 1440 | 1472 | 1505 | 1537 | 1569 | 1601 | 1633 |
| 6 0 | 0300 | 0591 | 0778 | 0958 | 1132 | 1300 | 1464 | 1496 | 1528 | 1559 | 1591 | 1622 | 1654 | 1685 | 1716 | 1746 | 1777 |
| 7 0 | 0577 | 0774 | 0955 | 1129 | 1297 | 1459 | 1618 | 1647 | 1678 | 1709 | 1739 | 1769 | 1799 | 1829 | 1859 | 1889 | 1918 |
| 8 0 | 0760 | 0953 | 1128 | 1296 | 1458 | 1615 | 1766 | 1796 | 1826 | 1856 | 1886 | 1913 | 1942 | 1971 | 2000 | 2028 | 2056 |
| 9 0 | 0939 | 1128 | 1298 | 1460 | 1616 | 1767 | 1913 | 1942 | 1970 | 1998 | 2027 | 2055 | 2082 | 2110 | 2137 | 2165 | 2192 |
| 10 0 | 1114 | 1300 | 1464 | 1620 | 1771 | 1918 | 2057 | 2084 | 2112 | 2139 | 2166 | 2193 | 2220 | 2246 | 2273 | 2299 | 2325 |
| 11 0 | 1266 | 1467 | 1626 | 1777 | 1923 | 2062 | 2198 | 2224 | 2251 | 2277 | 2303 | 2329 | 2355 | 2380 | 2406 | 2431 | 2456 |
| 12 0 | 1454 | 1632 | 1786 | 1931 | 2071 | 2206 | 2336 | 2362 | 2387 | 2412 | 2437 | 2462 | 2487 | 2512 | 2536 | 2560 | 2584 |
| 13 0 | 1619 | 1793 | 1942 | 2082 | 2217 | 2347 | 2472 | 2497 | 2521 | 2545 | 2569 | 2593 | 2617 | 2641 | 2664 | 2688 | 2711 |
| 14 0 | 1760 | 1951 | 2095 | 2230 | 2360 | 2485 | 2605 | 2629 | 2653 | 2676 | 2699 | 2722 | 2745 | 2768 | 2790 | 2813 | 2835 |
| 15 0 | 1938 | 2106 | 2245 | 2376 | 2501 | 2621 | 2737 | 2759 | 2782 | 2804 | 2827 | 2849 | 2871 | 2893 | 2915 | 2936 | 2958 |
| 16 0 | 2094 | 2258 | 2392 | 2518 | 2639 | 2754 | 2866 | 2888 | 2909 | 2931 | 2952 | 2974 | 2995 | 3016 | 3037 | 3058 | 3076 |
| 17 0 | 2246 | 2407 | 2537 | 2658 | 2774 | 2885 | 2993 | 3014 | 3035 | 3055 | 3076 | 3097 | 3117 | 3137 | 3157 | 3177 | 3197 |
| 18 0 | 2396 | 2553 | 2679 | 2796 | 2908 | 3015 | 3118 | 3138 | 3158 | 3178 | 3198 | 3218 | 3237 | 3257 | 3276 | 3295 | 3314 |
| 19 0 | 2543 | 2697 | 2818 | 2931 | 3039 | 3142 | 3241 | 3261 | 3280 | 3299 | 3318 | 3337 | 3356 | 3375 | 3393 | 3412 | 3430 |
| 20 0 | 2688 | 2839 | 2956 | 3065 | 3168 | 3267 | 3363 | 3381 | 3400 | 3418 | 3437 | 3455 | 3473 | 3491 | 3509 | 3527 | 3544 |
| 21 0 | 2830 | 2978 | 3091 | 3196 | 3295 | 3390 | 3482 | 3500 | 3518 | 3536 | 3554 | 3571 | 3588 | 3606 | 3623 | 3640 | 3657 |
| 22 0 | 2969 | 3115 | 3224 | 3325 | 3420 | 3512 | 3600 | 3618 | 3635 | 3652 | 3669 | 3686 | 3702 | 3719 | 3736 | 3752 | 3768 |
| 23 0 | 3107 | 3249 | 3355 | 3452 | 3544 | 3632 | 3717 | 3734 | 3750 | 3766 | 3783 | 3799 | 3815 | 3831 | 3847 | 3863 | 3879 |
| 24 0 | 3242 | 3382 | 3483 | 3577 | 3668 | 3750 | 3832 | 3848 | 3864 | 3880 | 3895 | 3911 | 3926 | 3942 | 3957 | 3972 | 3987 |
| 25 0 | 3375 | 3512 | 3610 | 3700 | 3785 | 3867 | 3945 | 3961 | 3976 | 3991 | 4005 | 4021 | 4036 | 4051 | 4066 | 4080 | 4095 |
| 26 0 | 3506 | 3641 | 3735 | 3822 | 3904 | 3982 | 4057 | 4072 | 4087 | 4101 | 4116 | 4130 | 4145 | 4159 | 4173 | 4187 | 4201 |
| 27 0 | 3635 | 3767 | 3859 | 3942 | 4020 | 4096 | 4168 | 4182 | 4196 | 4210 | 4224 | 4238 | 4252 | 4266 | 4279 | 4293 | 4306 |
| 28 0 | 3762 | 3892 | 3980 | 4060 | 4135 | 4208 | 4277 | 4291 | 4304 | 4318 | 4331 | 4345 | 4358 | 4371 | 4384 | 4397 | 4410 |
| 29 0 | 3887 | 4015 | 4099 | 4176 | 4249 | 4318 | 4385 | 4398 | 4411 | 4424 | 4437 | 4450 | 4463 | 4475 | 4488 | 4500 | 4513 |
| 30 0 | 4010 | 4136 | 4217 | 4291 | 4361 | 4427 | 4491 | 4504 | 4516 | 4529 | 4541 | 4554 | 4566 | 4578 | 4590 | 4602 | 4614 |
| 31 0 | 4131 | 4255 | 4333 | 4404 | 4471 | 4535 | 4596 | 4608 | 4620 | 4632 | 4644 | 4656 | 4668 | 4680 | 4691 | 4703 | 4714 |
| 32 0 | 4250 | 4372 | 4448 | 4516 | 4579 | 4641 | 4700 | 4711 | 4723 | 4734 | 4746 | 4757 | 4768 | 4779 | 4790 | 4802 | 4813 |
| 33 0 | 4367 | 4487 | 4560 | 4625 | 4686 | 4745 | 4802 | 4813 | 4824 | 4835 | 4846 | 4857 | 4868 | 4878 | 4889 | 4900 | 4911 |
| 34 0 | 4483 | 4601 | 4671 | 4733 | 4792 | 4848 | 4902 | 4913 | 4923 | 4934 | 4944 | 4955 | 4965 | 4975 | 4986 | 4996 | 5007 |
| 35 0 | 4598 | 4713 | 4780 | 4840 | 4895 | 4949 | 5001 | 5011 | 5021 | 5031 | 5041 | 5051 | 5061 | 5071 | 5081 | 5091 | 5101 |
| 36 0 | 4708 | 4822 | 4887 | 4944 | 4997 | 5048 | 5098 | 5108 | 5117 | 5127 | 5137 | 5146 | 5156 | 5165 | 5175 | 5184 | 5194 |
| 37 0 | 4817 | 4930 | 4992 | 5046 | 5097 | 5146 | 5193 | 5202 | 5212 | 5221 | 5230 | 5239 | 5248 | 5257 | 5266 | 5275 | 5285 |
| 38 0 | 4924 | 5036 | 5095 | 5147 | 5195 | 5242 | 5287 | 5296 | 5304 | 5313 | 5322 | 5331 | 5340 | 5348 | 5357 | 5366 | 5374 |
| 39 0 | 5029 | 5140 | 5196 | 5246 | 5291 | 5335 | 5378 | 5387 | 5395 | 5403 | 5412 | 5420 | 5429 | 5437 | 5445 | 5453 | 5462 |
| 40 0 | 5132 | 5241 | 5295 | 5342 | 5385 | 5427 | 5468 | 5476 | 5484 | 5492 | 5500 | 5507 | 5515 | 5523 | 5531 | 5539 | 5547 |

Πίνακας XIV

Ισοπικνη παράγωγος $(\partial S/\partial t)_p$ [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]

| Θερμ. $^{\circ}\text{C}$ | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | 1000 dbars | | | |
|--------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------|--|--|
| | 0 0 | 5 0 | 10 0 | 15 0 | 20 0 | 25 0 | 30 0 | 31 0 | 32 0 | 33 0 | 34 0 | 35 0 | 36 0 | 37 0 | 38 0 | 39 0 | 40 0 | | |
| -2 0 | 0789 | 0566 | 0341 | 0122 | 0093 | 0303 | 0507 | 0548 | 0588 | 0628 | 0668 | 0708 | 0747 | 0787 | 0826 | 0865 | 0904 | | |
| 1 0 | 0580 | 0361 | 0143 | 0070 | 0278 | 0481 | 0679 | 0718 | 0757 | 0795 | 0834 | 0872 | 0910 | 0948 | 0986 | 1024 | 1061 | | |
| 0 0 | 0377 | 0161 | 0052 | 0258 | 0459 | 0655 | 0846 | 0884 | 0921 | 0958 | 0996 | 1033 | 1069 | 1106 | 1142 | 1179 | 1215 | | |
| 1 0 | 0178 | 0035 | 0241 | 0441 | 0636 | 0825 | 1009 | 1046 | 1082 | 1118 | 1154 | 1189 | 1225 | 1260 | 1295 | 1330 | 1365 | | |
| 2 0 | 0017 | 0227 | 0427 | 0620 | 0808 | 0991 | 1169 | 1204 | 1239 | 1274 | 1308 | 1342 | 1377 | 1411 | 1444 | 1478 | 1511 | | |
| 3 0 | 0208 | 0414 | 0608 | 0795 | 0977 | 1153 | 1325 | 1359 | 1392 | 1426 | 1459 | 1492 | 1525 | 1558 | 1590 | 1623 | 1655 | | |
| 4 0 | 0394 | 0597 | 0785 | 0966 | 1142 | 1312 | 1478 | 1510 | 1543 | 1575 | 1607 | 1639 | 1670 | 1702 | 1733 | 1764 | 1795 | | |
| 5 0 | 0577 | 0776 | 0958 | 1134 | 1303 | 1467 | 1627 | 1658 | 1689 | 1720 | 1751 | 1782 | 1812 | 1843 | 1873 | 1903 | 1933 | | |
| 6 0 | 0755 | 0951 | 1128 | 1297 | 1461 | 1619 | 1773 | 1803 | 1833 | 1863 | 1893 | 1922 | 1952 | 1981 | 2010 | 2039 | 2067 | | |
| 7 0 | 0930 | 1122 | 1294 | 1457 | 1616 | 1768 | 1916 | 1945 | 1974 | 2003 | 2031 | 2060 | 2088 | 2116 | 2144 | 2172 | 2199 | | |
| 8 0 | 1101 | 1289 | 1456 | 1614 | 1767 | 1914 | 2056 | 2084 | 2112 | 2140 | 2167 | 2194 | 2222 | 2249 | 2275 | 2302 | 2329 | | |
| 9 0 | 1269 | 1453 | 1615 | 1768 | 1915 | 2056 | 2194 | 2221 | 2247 | 2274 | 2300 | 2327 | 2353 | 2379 | 2404 | 2430 | 2456 | | |
| 10 0 | 1433 | 1614 | 1770 | 1918 | 2060 | 2196 | 2328 | 2354 | 2380 | 2406 | 2431 | 2456 | 2481 | 2506 | 2531 | 2556 | 2580 | | |
| 11 0 | 1594 | 1771 | 1923 | 2065 | 2202 | 2333 | 2461 | 2485 | 2510 | 2535 | 2559 | 2584 | 2608 | 2632 | 2656 | 2679 | 2703 | | |
| 12 0 | 1751 | 1926 | 2072 | 2210 | 2341 | 2468 | 2590 | 2614 | 2638 | 2662 | 2685 | 2709 | 2732 | 2755 | 2778 | 2801 | 2823 | | |
| 13 0 | 1906 | 2077 | 2218 | 2351 | 2478 | 2600 | 2718 | 2741 | 2764 | 2787 | 2809 | 2832 | 2854 | 2876 | 2898 | 2920 | 2942 | | |
| 14 0 | 2058 | 2225 | 2362 | 2490 | 2613 | 2730 | 2843 | 2865 | 2887 | 2909 | 2931 | 2953 | 2974 | 2995 | 3017 | 3038 | 3059 | | |
| 15 0 | 2207 | 2371 | 2503 | 2627 | 2745 | 2858 | 2967 | 2988 | 3009 | 3030 | 3051 | 3072 | 3092 | 3113 | 3133 | 3154 | 3174 | | |
| 16 0 | 2353 | 2514 | 2642 | 2761 | 2875 | 2983 | 3088 | 3109 | 3129 | 3149 | 3169 | 3189 | 3209 | 3229 | 3248 | 3268 | 3287 | | |
| 17 0 | 2496 | 2654 | 2778 | 2893 | 3002 | 3107 | 3208 | 3227 | 3247 | 3266 | 3286 | 3305 | 3324 | 3343 | 3362 | 3380 | 3399 | | |
| 18 0 | 2637 | 2792 | 2912 | 3023 | 3128 | 3229 | 3325 | 3344 | 3363 | 3382 | 3400 | 3419 | 3437 | 3455 | 3473 | 3491 | 3509 | | |
| 19 0 | 2776 | 2928 | 3044 | 3150 | 3252 | 3348 | 3441 | 3460 | 3478 | 3496 | 3514 | 3531 | 3549 | 3566 | 3584 | 3601 | 3618 | | |
| 20 0 | 2912 | 3061 | 3173 | 3276 | 3373 | 3466 | 3556 | 3573 | 3591 | 3608 | 3625 | 3642 | 3659 | 3676 | 3693 | 3709 | 3726 | | |
| 21 0 | 3046 | 3193 | 3300 | 3400 | 3493 | 3583 | 3669 | 3686 | 3702 | 3719 | 3735 | 3752 | 3768 | 3784 | 3800 | 3816 | 3832 | | |
| 22 0 | 3178 | 3322 | 3426 | 3522 | 3612 | 3698 | 3780 | 3796 | 3813 | 3828 | 3844 | 3860 | 3876 | 3891 | 3907 | 3922 | 3937 | | |
| 23 0 | 3308 | 3449 | 3550 | 3642 | 3728 | 3811 | 3890 | 3906 | 3921 | 3937 | 3952 | 3967 | 3982 | 3997 | 4012 | 4026 | 4041 | | |
| 24 0 | 3436 | 3574 | 3671 | 3760 | 3843 | 3923 | 3999 | 4014 | 4029 | 4043 | 4058 | 4073 | 4087 | 4101 | 4116 | 4130 | 4144 | | |
| 25 0 | 3562 | 3698 | 3791 | 3877 | 3957 | 4033 | 4106 | 4121 | 4135 | 4149 | 4163 | 4177 | 4191 | 4205 | 4218 | 4232 | 4246 | | |

Πίνακας XIV (συνέχεια)
Ισόπικνη παράγωγος ($\partial S/\partial t$)_p [°C⁻¹]

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 0 | 5 0 | 10 0 | 15 0 | 20 0 | 25 0 | 30 0 | 31 0 | 32 0 | 33 0 | 34 0 | 35 0 | 36 0 | 37 0 | 38 0 | 39 0 | 40 0 |
| -2 0 | 0134 | 0341 | 0538 | 0730 | 0917 | 1100 | 1279 | 1314 | 1349 | 1384 | 1419 | 1454 | 1489 | 1523 | 1558 | 1592 | 1626 |
| -1 0 | 0311 | 0516 | 0708 | 0895 | 1076 | 1253 | 1426 | 1460 | 1494 | 1528 | 1562 | 1595 | 1629 | 1662 | 1695 | 1728 | 1761 |
| 0 0 | 0485 | 0688 | 0875 | 1056 | 1231 | 1403 | 1570 | 1603 | 1636 | 1668 | 1701 | 1733 | 1765 | 1797 | 1829 | 1861 | 1893 |
| 1 0 | 0656 | 0856 | 1038 | 1214 | 1384 | 1549 | 1711 | 1742 | 1774 | 1806 | 1837 | 1868 | 1899 | 1930 | 1961 | 1991 | 2022 |
| 2 0 | 0824 | 1020 | 1198 | 1368 | 1533 | 1693 | 1848 | 1879 | 1909 | 1940 | 1970 | 2000 | 2030 | 2060 | 2089 | 2119 | 2148 |
| 3 0 | 0988 | 1182 | 1354 | 1519 | 1678 | 1833 | 1983 | 2013 | 2042 | 2071 | 2100 | 2129 | 2158 | 2187 | 2215 | 2244 | 2272 |
| 4 0 | 1149 | 1340 | 1508 | 1667 | 1821 | 1970 | 2115 | 2144 | 2172 | 2200 | 2228 | 2256 | 2284 | 2311 | 2339 | 2366 | 2393 |
| 5 0 | 1306 | 1495 | 1658 | 1812 | 1961 | 2105 | 2244 | 2272 | 2299 | 2326 | 2353 | 2380 | 2407 | 2433 | 2460 | 2486 | 2512 |
| 6 0 | 1461 | 1646 | 1804 | 1954 | 2098 | 2237 | 2371 | 2397 | 2424 | 2450 | 2476 | 2502 | 2527 | 2553 | 2578 | 2603 | 2628 |
| 7 0 | 1612 | 1795 | 1948 | 2093 | 2232 | 2366 | 2495 | 2521 | 2546 | 2571 | 2596 | 2621 | 2645 | 2670 | 2694 | 2719 | 2743 |
| 8 0 | 1761 | 1941 | 2090 | 2230 | 2364 | 2492 | 2617 | 2642 | 2666 | 2690 | 2714 | 2738 | 2762 | 2785 | 2809 | 2832 | 2855 |
| 9 0 | 1907 | 2083 | 2228 | 2363 | 2493 | 2617 | 2737 | 2760 | 2784 | 2807 | 2830 | 2853 | 2876 | 2898 | 2921 | 2943 | 2965 |
| 10 0 | 2050 | 2224 | 2364 | 2494 | 2619 | 2739 | 2854 | 2877 | 2899 | 2922 | 2944 | 2966 | 2988 | 3009 | 3031 | 3053 | 3074 |
| 11 0 | 2190 | 2361 | 2497 | 2623 | 2743 | 2859 | 2970 | 2991 | 3013 | 3034 | 3056 | 3077 | 3098 | 3119 | 3140 | 3160 | 3181 |
| 12 0 | 2328 | 2496 | 2627 | 2750 | 2865 | 2976 | 3083 | 3104 | 3125 | 3145 | 3166 | 3186 | 3206 | 3226 | 3246 | 3266 | 3286 |
| 13 0 | 2464 | 2629 | 2756 | 2874 | 2985 | 3082 | 3195 | 3215 | 3235 | 3255 | 3274 | 3294 | 3313 | 3332 | 3352 | 3371 | 3390 |
| 14 0 | 2597 | 2759 | 2882 | 2996 | 3103 | 3206 | 3305 | 3324 | 3343 | 3362 | 3381 | 3400 | 3418 | 3437 | 3455 | 3474 | 3492 |
| 15 0 | 2728 | 2887 | 3006 | 3116 | 3219 | 3318 | 3413 | 3432 | 3450 | 3468 | 3486 | 3504 | 3522 | 3540 | 3558 | 3575 | 3593 |

Πίνακας XVI

Αναλογία αδιαβατικής εκτροπής (Γ) [°C/1000dbar] σε ατμοσφαιρική πίεση.

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.0 | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 20.0 | 25.0 | 30.0 | 31.0 | 32.0 | 33.0 | 34.0 | 35.0 | 36.0 | 37.0 | 38.0 | 39.0 | 40.0 |
| -2.0 | 0678 | 0545 | 0417 | 0294 | 0175 | 0058 | 0056 | 0079 | 0101 | 0123 | 0146 | 0168 | 0190 | 0212 | 0234 | 0256 | 0277 |
| -1.0 | 0568 | 0428 | 0306 | 0187 | 0071 | 0042 | 0152 | 0174 | 0196 | 0217 | 0239 | 0260 | 0281 | 0303 | 0324 | 0345 | 0366 |
| 0.0 | 0440 | 0315 | 0196 | 0081 | 0031 | 0140 | 0246 | 0267 | 0288 | 0309 | 0330 | 0350 | 0371 | 0391 | 0412 | 0432 | 0452 |
| 1.0 | 0328 | 0205 | 0090 | 0021 | 0130 | 0235 | 0338 | 0358 | 0378 | 0398 | 0418 | 0438 | 0458 | 0478 | 0498 | 0517 | 0537 |
| 2.0 | 0214 | 0097 | 0014 | 0122 | 0226 | 0328 | 0427 | 0447 | 0466 | 0486 | 0505 | 0524 | 0544 | 0563 | 0582 | 0601 | 0618 |
| 3.0 | 0105 | 0008 | 0116 | 0220 | 0321 | 0419 | 0515 | 0534 | 0553 | 0571 | 0590 | 0609 | 0627 | 0645 | 0664 | 0682 | 0700 |
| 4.0 | 0002 | 0111 | 0215 | 0316 | 0413 | 0508 | 0600 | 0619 | 0637 | 0655 | 0673 | 0691 | 0709 | 0727 | 0744 | 0762 | 0779 |
| 5.0 | 0106 | 0212 | 0312 | 0409 | 0503 | 0595 | 0684 | 0702 | 0720 | 0737 | 0754 | 0772 | 0789 | 0806 | 0823 | 0840 | 0857 |
| 6.0 | 0208 | 0310 | 0407 | 0501 | 0592 | 0680 | 0767 | 0784 | 0801 | 0817 | 0834 | 0851 | 0867 | 0884 | 0900 | 0917 | 0933 |
| 7.0 | 0308 | 0407 | 0500 | 0591 | 0679 | 0764 | 0847 | 0864 | 0880 | 0896 | 0912 | 0929 | 0945 | 0961 | 0976 | 0992 | 1008 |
| 8.0 | 0408 | 0501 | 0591 | 0678 | 0764 | 0846 | 0925 | 0942 | 0958 | 0974 | 0989 | 1005 | 1020 | 1036 | 1051 | 1066 | 1082 |
| 9.0 | 0501 | 0593 | 0681 | 0766 | 0847 | 0926 | 1004 | 1019 | 1035 | 1050 | 1065 | 1080 | 1095 | 1110 | 1124 | 1139 | 1154 |
| 10.0 | 0595 | 0684 | 0768 | 0850 | 0929 | 1006 | 1081 | 1095 | 1110 | 1125 | 1139 | 1154 | 1168 | 1182 | 1197 | 1211 | 1225 |
| 11.0 | 0687 | 0773 | 0854 | 0933 | 1009 | 1083 | 1156 | 1170 | 1184 | 1198 | 1212 | 1226 | 1240 | 1254 | 1268 | 1282 | 1295 |
| 12.0 | 0778 | 0860 | 0939 | 1015 | 1088 | 1160 | 1230 | 1244 | 1257 | 1271 | 1284 | 1298 | 1311 | 1325 | 1338 | 1351 | 1365 |
| 13.0 | 0867 | 0946 | 1022 | 1095 | 1166 | 1235 | 1303 | 1316 | 1329 | 1342 | 1356 | 1369 | 1382 | 1395 | 1407 | 1420 | 1433 |
| 14.0 | 0954 | 1031 | 1104 | 1175 | 1243 | 1310 | 1375 | 1388 | 1400 | 1413 | 1426 | 1438 | 1451 | 1463 | 1476 | 1488 | 1501 |
| 15.0 | 1040 | 1114 | 1184 | 1253 | 1319 | 1383 | 1446 | 1458 | 1471 | 1483 | 1495 | 1507 | 1520 | 1532 | 1544 | 1556 | 1567 |
| 16.0 | 1124 | 1196 | 1264 | 1330 | 1393 | 1456 | 1516 | 1528 | 1540 | 1552 | 1564 | 1576 | 1587 | 1599 | 1611 | 1622 | 1634 |
| 17.0 | 1208 | 1277 | 1342 | 1405 | 1467 | 1527 | 1586 | 1598 | 1609 | 1620 | 1632 | 1643 | 1654 | 1666 | 1677 | 1688 | 1699 |
| 18.0 | 1290 | 1356 | 1419 | 1481 | 1540 | 1598 | 1655 | 1668 | 1677 | 1688 | 1699 | 1710 | 1721 | 1732 | 1743 | 1754 | 1764 |
| 19.0 | 1371 | 1436 | 1496 | 1555 | 1612 | 1668 | 1723 | 1734 | 1744 | 1755 | 1766 | 1776 | 1787 | 1797 | 1808 | 1818 | 1829 |
| 20.0 | 1451 | 1513 | 1571 | 1628 | 1683 | 1737 | 1790 | 1801 | 1811 | 1821 | 1832 | 1842 | 1852 | 1863 | 1873 | 1883 | 1893 |
| 21.0 | 1531 | 1589 | 1646 | 1701 | 1754 | 1806 | 1857 | 1867 | 1877 | 1887 | 1897 | 1907 | 1917 | 1927 | 1937 | 1947 | 1957 |
| 22.0 | 1609 | 1666 | 1720 | 1772 | 1824 | 1874 | 1924 | 1933 | 1943 | 1953 | 1963 | 1972 | 1982 | 1991 | 2001 | 2010 | 2020 |
| 23.0 | 1686 | 1741 | 1793 | 1844 | 1893 | 1942 | 1990 | 1999 | 2009 | 2018 | 2027 | 2037 | 2046 | 2055 | 2064 | 2074 | 2083 |
| 24.0 | 1763 | 1815 | 1865 | 1914 | 1962 | 2009 | 2055 | 2064 | 2074 | 2083 | 2092 | 2101 | 2110 | 2119 | 2128 | 2137 | 2145 |
| 25.0 | 1839 | 1889 | 1937 | 1984 | 2030 | 2076 | 2120 | 2129 | 2138 | 2147 | 2156 | 2164 | 2173 | 2182 | 2190 | 2199 | 2208 |
| 26.0 | 1914 | 1962 | 2008 | 2054 | 2098 | 2142 | 2185 | 2194 | 2202 | 2211 | 2219 | 2228 | 2236 | 2245 | 2253 | 2261 | 2270 |
| 27.0 | 1989 | 2034 | 2079 | 2123 | 2166 | 2208 | 2250 | 2258 | 2266 | 2274 | 2283 | 2291 | 2299 | 2307 | 2315 | 2323 | 2332 |
| 28.0 | 2063 | 2106 | 2149 | 2191 | 2232 | 2273 | 2314 | 2322 | 2330 | 2338 | 2346 | 2354 | 2361 | 2369 | 2377 | 2385 | 2393 |
| 29.0 | 2136 | 2178 | 2219 | 2259 | 2299 | 2338 | 2377 | 2385 | 2393 | 2401 | 2408 | 2416 | 2424 | 2431 | 2439 | 2447 | 2454 |
| 30.0 | 2209 | 2249 | 2288 | 2326 | 2365 | 2403 | 2441 | 2448 | 2456 | 2463 | 2471 | 2478 | 2485 | 2493 | 2500 | 2508 | 2515 |
| 31.0 | 2281 | 2319 | 2356 | 2394 | 2430 | 2467 | 2504 | 2511 | 2518 | 2525 | 2533 | 2540 | 2547 | 2554 | 2561 | 2569 | 2576 |
| 32.0 | 2353 | 2389 | 2425 | 2460 | 2496 | 2531 | 2568 | 2573 | 2580 | 2587 | 2594 | 2601 | 2608 | 2615 | 2622 | 2629 | 2636 |
| 33.0 | 2424 | 2458 | 2492 | 2526 | 2560 | 2594 | 2628 | 2635 | 2642 | 2649 | 2656 | 2662 | 2669 | 2676 | 2683 | 2689 | 2696 |
| 34.0 | 2495 | 2527 | 2558 | 2592 | 2625 | 2657 | 2690 | 2697 | 2703 | 2710 | 2716 | 2723 | 2730 | 2736 | 2743 | 2749 | 2756 |
| 35.0 | 2565 | 2595 | 2626 | 2657 | 2688 | 2720 | 2751 | 2758 | 2764 | 2771 | 2777 | 2783 | 2790 | 2796 | 2802 | 2809 | 2815 |
| 36.0 | 2635 | 2663 | 2692 | 2722 | 2752 | 2782 | 2812 | 2818 | 2825 | 2831 | 2837 | 2843 | 2849 | 2855 | 2862 | 2868 | 2874 |
| 37.0 | 2704 | 2730 | 2758 | 2786 | 2814 | 2843 | 2873 | 2879 | 2885 | 2890 | 2896 | 2902 | 2908 | 2914 | 2920 | 2926 | 2932 |
| 38.0 | 2773 | 2797 | 2823 | 2849 | 2877 | 2904 | 2932 | 2938 | 2944 | 2950 | 2955 | 2961 | 2967 | 2973 | 2978 | 2984 | 2990 |
| 39.0 | 2840 | 2863 | 2887 | 2912 | 2938 | 2965 | 2992 | 2997 | 3003 | 3008 | 3014 | 3019 | 3025 | 3030 | 3036 | 3041 | 3047 |
| 40.0 | 2908 | 2928 | 2951 | 2974 | 2999 | 3024 | 3050 | 3055 | 3061 | 3066 | 3071 | 3076 | 3082 | 3087 | 3093 | 3098 | 3103 |

Πίνακες XVII

Αναλογία αδιαβατικής εκτροπής (Γ) [°C/1000dbar]

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 0 | 5 0 | 10 0 | 15 0 | 20 0 | 25 0 | 30 0 | 31 0 | 32 0 | 33 0 | 34 0 | 35 0 | 36 0 | 37 0 | 38 0 | 39 0 | 40 0 |
| 2 0 | 0417 | 0294 | 0177 | 0063 | 0048 | 0156 | 0262 | 0283 | 0304 | 0325 | 0346 | 0366 | 0387 | 0408 | 0428 | 0448 | 0469 |
| -1 0 | 0307 | 0188 | 0074 | 0036 | 0144 | 0248 | 0351 | 0371 | 0391 | 0412 | 0432 | 0451 | 0471 | 0491 | 0511 | 0530 | 0550 |
| 0 0 | 0199 | 0083 | 0027 | 0133 | 0237 | 0338 | 0437 | 0457 | 0477 | 0496 | 0515 | 0535 | 0554 | 0573 | 0592 | 0611 | 0630 |
| 1 0 | 0094 | 0018 | 0125 | 0228 | 0328 | 0425 | 0522 | 0541 | 0560 | 0578 | 0597 | 0616 | 0634 | 0653 | 0671 | 0689 | 0708 |
| 2 0 | 0008 | 0118 | 0221 | 0321 | 0418 | 0512 | 0605 | 0623 | 0641 | 0659 | 0677 | 0695 | 0713 | 0731 | 0749 | 0768 | 0784 |
| 3 0 | 0110 | 0215 | 0315 | 0411 | 0505 | 0596 | 0686 | 0703 | 0721 | 0738 | 0756 | 0773 | 0790 | 0807 | 0824 | 0842 | 0858 |
| 4 0 | 0208 | 0310 | 0406 | 0500 | 0590 | 0679 | 0766 | 0782 | 0799 | 0816 | 0832 | 0849 | 0866 | 0882 | 0899 | 0915 | 0932 |
| 5 0 | 0305 | 0403 | 0496 | 0586 | 0674 | 0759 | 0842 | 0859 | 0875 | 0892 | 0908 | 0924 | 0940 | 0956 | 0972 | 0988 | 1004 |
| 6 0 | 0399 | 0494 | 0584 | 0671 | 0756 | 0838 | 0919 | 0934 | 0950 | 0966 | 0982 | 0997 | 1013 | 1028 | 1044 | 1059 | 1074 |
| 7 0 | 0491 | 0583 | 0670 | 0756 | 0836 | 0916 | 0993 | 1009 | 1024 | 1039 | 1054 | 1069 | 1084 | 1099 | 1114 | 1129 | 1143 |
| 8 0 | 0582 | 0671 | 0755 | 0836 | 0915 | 0992 | 1067 | 1082 | 1096 | 1111 | 1126 | 1140 | 1155 | 1169 | 1183 | 1198 | 1212 |
| 9 0 | 0671 | 0756 | 0838 | 0916 | 0993 | 1067 | 1139 | 1153 | 1168 | 1182 | 1196 | 1210 | 1224 | 1238 | 1251 | 1265 | 1279 |
| 10 0 | 0758 | 0841 | 0919 | 0995 | 1069 | 1140 | 1210 | 1224 | 1238 | 1251 | 1265 | 1278 | 1292 | 1305 | 1319 | 1332 | 1345 |
| 11 0 | 0843 | 0923 | 0999 | 1073 | 1144 | 1213 | 1280 | 1294 | 1307 | 1320 | 1333 | 1346 | 1359 | 1372 | 1385 | 1398 | 1411 |
| 12 0 | 0928 | 1005 | 1078 | 1149 | 1217 | 1284 | 1349 | 1362 | 1375 | 1388 | 1400 | 1413 | 1425 | 1438 | 1450 | 1463 | 1475 |
| 13 0 | 1010 | 1085 | 1156 | 1224 | 1290 | 1355 | 1417 | 1430 | 1442 | 1454 | 1467 | 1479 | 1491 | 1503 | 1515 | 1527 | 1539 |
| 14 0 | 1092 | 1164 | 1232 | 1298 | 1362 | 1424 | 1485 | 1497 | 1509 | 1520 | 1532 | 1544 | 1556 | 1567 | 1579 | 1591 | 1602 |
| 15 0 | 1172 | 1241 | 1307 | 1371 | 1432 | 1493 | 1551 | 1563 | 1574 | 1586 | 1597 | 1609 | 1620 | 1631 | 1642 | 1654 | 1665 |
| 16 0 | 1251 | 1318 | 1381 | 1443 | 1502 | 1560 | 1617 | 1628 | 1639 | 1650 | 1661 | 1672 | 1683 | 1694 | 1705 | 1716 | 1727 |
| 17 0 | 1329 | 1393 | 1455 | 1514 | 1571 | 1627 | 1682 | 1693 | 1704 | 1714 | 1725 | 1736 | 1746 | 1757 | 1767 | 1778 | 1788 |
| 18 0 | 1406 | 1468 | 1527 | 1584 | 1640 | 1694 | 1747 | 1757 | 1767 | 1778 | 1788 | 1798 | 1809 | 1819 | 1829 | 1839 | 1849 |
| 19 0 | 1482 | 1542 | 1599 | 1654 | 1707 | 1759 | 1811 | 1821 | 1831 | 1841 | 1851 | 1861 | 1871 | 1880 | 1890 | 1900 | 1910 |
| 20 0 | 1557 | 1615 | 1669 | 1722 | 1774 | 1825 | 1874 | 1884 | 1894 | 1903 | 1913 | 1923 | 1932 | 1942 | 1951 | 1961 | 1970 |
| 21 0 | 1631 | 1687 | 1739 | 1791 | 1841 | 1889 | 1937 | 1947 | 1956 | 1965 | 1975 | 1984 | 1993 | 2002 | 2012 | 2021 | 2030 |
| 22 0 | 1705 | 1758 | 1809 | 1858 | 1906 | 1953 | 2000 | 2009 | 2018 | 2027 | 2036 | 2045 | 2054 | 2063 | 2072 | 2081 | 2090 |
| 23 0 | 1778 | 1829 | 1878 | 1925 | 1972 | 2017 | 2062 | 2071 | 2079 | 2088 | 2097 | 2106 | 2114 | 2123 | 2132 | 2140 | 2149 |
| 24 0 | 1850 | 1899 | 1946 | 1992 | 2037 | 2081 | 2124 | 2132 | 2141 | 2149 | 2158 | 2166 | 2175 | 2183 | 2192 | 2200 | 2208 |
| 25 0 | 1922 | 1968 | 2014 | 2058 | 2101 | 2143 | 2185 | 2193 | 2202 | 2210 | 2218 | 2226 | 2234 | 2243 | 2251 | 2259 | 2267 |

Πίνακες XVII (συνέχεια)

Αναλογία αδιαβατικής εκτροπής (Γ) [$^{\circ}\text{C}/1000\text{dbar}$]

| Θερμ. $^{\circ}\text{C}$ | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.0 | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 20.0 | 25.0 | 30.0 | 31.0 | 32.0 | 33.0 | 34.0 | 35.0 | 36.0 | 37.0 | 38.0 | 39.0 | 40.0 |
| -2.0 | 0168 | 0053 | 0053 | 0158 | 0261 | 0361 | 0459 | 0479 | 0498 | 0517 | 0537 | 0556 | 0575 | 0594 | 0613 | 0632 | 0651 |
| -1.0 | 0067 | 0148 | 0148 | 0249 | 0348 | 0445 | 0540 | 0559 | 0578 | 0597 | 0615 | 0634 | 0652 | 0671 | 0689 | 0707 | 0725 |
| 0.0 | 0031 | 0138 | 0240 | 0338 | 0434 | 0528 | 0620 | 0638 | 0656 | 0674 | 0692 | 0710 | 0728 | 0746 | 0763 | 0781 | 0799 |
| 1.0 | 0128 | 0231 | 0330 | 0425 | 0518 | 0609 | 0698 | 0715 | 0733 | 0750 | 0768 | 0785 | 0802 | 0819 | 0836 | 0853 | 0870 |
| 2.0 | 0222 | 0323 | 0418 | 0510 | 0600 | 0688 | 0774 | 0791 | 0808 | 0824 | 0841 | 0858 | 0875 | 0891 | 0908 | 0924 | 0940 |
| 3.0 | 0315 | 0412 | 0504 | 0594 | 0681 | 0765 | 0848 | 0865 | 0881 | 0897 | 0913 | 0930 | 0946 | 0962 | 0978 | 0993 | 1009 |
| 4.0 | 0406 | 0500 | 0589 | 0675 | 0759 | 0841 | 0921 | 0937 | 0953 | 0969 | 0984 | 1000 | 1015 | 1031 | 1046 | 1062 | 1077 |
| 5.0 | 0494 | 0585 | 0672 | 0755 | 0837 | 0910 | 0993 | 1008 | 1024 | 1039 | 1054 | 1069 | 1084 | 1099 | 1114 | 1128 | 1143 |
| 6.0 | 0581 | 0670 | 0753 | 0834 | 0912 | 0989 | 1064 | 1078 | 1093 | 1108 | 1122 | 1137 | 1151 | 1166 | 1180 | 1194 | 1208 |
| 7.0 | 0667 | 0752 | 0833 | 0911 | 0987 | 1061 | 1133 | 1147 | 1161 | 1175 | 1189 | 1203 | 1217 | 1231 | 1245 | 1259 | 1273 |
| 8.0 | 0750 | 0833 | 0911 | 0987 | 1060 | 1131 | 1201 | 1215 | 1228 | 1242 | 1256 | 1269 | 1283 | 1296 | 1309 | 1323 | 1336 |
| 9.0 | 0833 | 0913 | 0988 | 1061 | 1132 | 1201 | 1268 | 1281 | 1294 | 1308 | 1321 | 1334 | 1347 | 1360 | 1373 | 1385 | 1398 |
| 10.0 | 0913 | 0991 | 1064 | 1134 | 1202 | 1269 | 1334 | 1347 | 1360 | 1372 | 1385 | 1398 | 1410 | 1423 | 1435 | 1447 | 1460 |
| 11.0 | 0993 | 1067 | 1138 | 1205 | 1272 | 1336 | 1399 | 1411 | 1424 | 1436 | 1448 | 1460 | 1473 | 1485 | 1497 | 1509 | 1520 |
| 12.0 | 1071 | 1143 | 1211 | 1277 | 1341 | 1403 | 1463 | 1475 | 1487 | 1499 | 1511 | 1523 | 1534 | 1546 | 1558 | 1569 | 1581 |
| 13.0 | 1148 | 1218 | 1283 | 1347 | 1408 | 1468 | 1527 | 1538 | 1550 | 1561 | 1573 | 1584 | 1595 | 1607 | 1618 | 1629 | 1640 |
| 14.0 | 1224 | 1291 | 1355 | 1416 | 1475 | 1533 | 1590 | 1601 | 1612 | 1623 | 1634 | 1645 | 1656 | 1667 | 1677 | 1688 | 1699 |
| 15.0 | 1299 | 1363 | 1425 | 1484 | 1541 | 1597 | 1652 | 1663 | 1673 | 1684 | 1695 | 1705 | 1716 | 1726 | 1737 | 1747 | 1757 |

Πίνακας XVII (συνέχεια)

Αναλογία αδιαβατικής εκτροπής (Γ) [°C/1000dbar]

| Θερμ. °C | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | 3000 dbars | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------|------|--|
| | 0 0 | 5 0 | 10 0 | 15 0 | 20 0 | 25 0 | 30 0 | 31 0 | 32 0 | 33 0 | 34 0 | 35 0 | 36 0 | 37 0 | 38 0 | 38 0 | 39 0 | 40 0 | |
| -2 0 | 0069 | 0173 | 0272 | 0368 | 0463 | 0555 | 0646 | 0664 | 0682 | 0700 | 0718 | 0736 | 0753 | 0771 | 0788 | 0806 | 0824 | 0824 | |
| -1 0 | 0161 | 0262 | 0358 | 0452 | 0543 | 0633 | 0720 | 0738 | 0755 | 0772 | 0790 | 0807 | 0824 | 0841 | 0858 | 0875 | 0892 | 0892 | |
| 0 0 | 0251 | 0349 | 0442 | 0533 | 0622 | 0708 | 0793 | 0810 | 0827 | 0844 | 0860 | 0877 | 0893 | 0910 | 0926 | 0943 | 0959 | 0959 | |
| 1 0 | 0339 | 0434 | 0525 | 0613 | 0698 | 0782 | 0865 | 0881 | 0897 | 0913 | 0929 | 0945 | 0961 | 0977 | 0993 | 1009 | 1025 | 1025 | |
| 2 0 | 0426 | 0518 | 0606 | 0691 | 0774 | 0855 | 0934 | 0950 | 0966 | 0981 | 0997 | 1012 | 1028 | 1043 | 1059 | 1074 | 1089 | 1089 | |
| 3 0 | 0510 | 0600 | 0685 | 0768 | 0848 | 0926 | 1003 | 1018 | 1033 | 1048 | 1063 | 1078 | 1093 | 1108 | 1123 | 1138 | 1152 | 1152 | |
| 4 0 | 0594 | 0680 | 0763 | 0843 | 0920 | 0996 | 1070 | 1085 | 1100 | 1114 | 1129 | 1143 | 1157 | 1172 | 1186 | 1200 | 1214 | 1214 | |
| 5 0 | 0675 | 0759 | 0839 | 0916 | 0992 | 1065 | 1136 | 1151 | 1165 | 1179 | 1193 | 1207 | 1221 | 1234 | 1248 | 1262 | 1276 | 1276 | |
| 6 0 | 0755 | 0837 | 0914 | 0989 | 1061 | 1132 | 1201 | 1215 | 1229 | 1242 | 1256 | 1269 | 1283 | 1298 | 1309 | 1323 | 1336 | 1336 | |
| 7 0 | 0834 | 0913 | 0988 | 1060 | 1130 | 1199 | 1265 | 1279 | 1292 | 1305 | 1318 | 1331 | 1344 | 1357 | 1370 | 1382 | 1395 | 1395 | |
| 8 0 | 0911 | 0988 | 1060 | 1130 | 1198 | 1264 | 1328 | 1341 | 1354 | 1367 | 1379 | 1392 | 1404 | 1417 | 1429 | 1441 | 1454 | 1454 | |
| 9 0 | 0987 | 1061 | 1131 | 1199 | 1264 | 1328 | 1391 | 1403 | 1415 | 1427 | 1439 | 1452 | 1464 | 1476 | 1488 | 1499 | 1511 | 1511 | |
| 10 0 | 1062 | 1134 | 1201 | 1266 | 1330 | 1391 | 1452 | 1464 | 1475 | 1487 | 1499 | 1511 | 1522 | 1534 | 1545 | 1557 | 1568 | 1568 | |
| 11 0 | 1136 | 1205 | 1270 | 1333 | 1394 | 1454 | 1512 | 1524 | 1535 | 1547 | 1558 | 1569 | 1580 | 1592 | 1603 | 1614 | 1625 | 1625 | |
| 12 0 | 1208 | 1275 | 1338 | 1399 | 1458 | 1516 | 1572 | 1583 | 1594 | 1605 | 1616 | 1627 | 1638 | 1649 | 1659 | 1670 | 1681 | 1681 | |
| 13 0 | 1280 | 1344 | 1405 | 1464 | 1521 | 1577 | 1631 | 1642 | 1652 | 1663 | 1674 | 1684 | 1695 | 1705 | 1715 | 1726 | 1736 | 1736 | |
| 14 0 | 1350 | 1413 | 1471 | 1528 | 1583 | 1637 | 1690 | 1700 | 1710 | 1720 | 1731 | 1741 | 1751 | 1761 | 1771 | 1781 | 1791 | 1791 | |
| 15 0 | 1420 | 1480 | 1537 | 1592 | 1645 | 1697 | 1748 | 1758 | 1767 | 1777 | 1787 | 1797 | 1807 | 1817 | 1826 | 1836 | 1846 | 1846 | |

Πίνακας XVIII

Θ(35,τ,ρ,θ) αδιαβατική ψύξη θαλασσινού νερού που ανέρχεται στην επιφάνεια

| Πίεση dbars | Θερμοκρασία °C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | -2.0 | -1.0 | 0.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 11.0 | 12.0 | 13.0 | 14.0 | 15.0 |
| 200 | -2.004 | -1.006 | -0.008 | 0.981 | 1.989 | 2.986 | 3.980 | 4.984 | 5.983 | 6.981 | 7.980 | 8.978 | 9.973 | 10.976 | 11.974 | 12.972 | 13.971 | 14.970 |
| 400 | -2.009 | -1.012 | -0.016 | 0.981 | 1.978 | 2.974 | 3.971 | 4.984 | 5.965 | 6.962 | 7.969 | 8.966 | 9.963 | 10.960 | 11.957 | 12.954 | 13.952 | 14.950 |
| 600 | -2.015 | -1.020 | -0.025 | 0.970 | 1.965 | 2.961 | 3.956 | 4.951 | 5.927 | 6.942 | 7.938 | 8.933 | 9.929 | 10.925 | 11.920 | 12.916 | 13.912 | 14.908 |
| 800 | -2.021 | -1.028 | -0.034 | 0.868 | 1.963 | 2.946 | 3.940 | 4.934 | 5.922 | 6.922 | 7.916 | 8.910 | 9.904 | 10.899 | 11.893 | 12.888 | 13.882 | 14.877 |
| 1000 | -2.028 | -1.037 | -0.045 | 0.947 | 1.939 | 2.931 | 3.924 | 4.918 | 5.908 | 6.901 | 7.894 | 8.886 | 9.878 | 10.872 | 11.865 | 12.858 | 13.852 | 14.846 |
| 1200 | -2.036 | -1.046 | -0.056 | 0.834 | 1.925 | 2.916 | 3.906 | 4.897 | 5.888 | 6.880 | 7.871 | 8.862 | 9.854 | 10.846 | 11.837 | 12.829 | 13.821 | 14.813 |
| 1400 | -2.046 | -1.056 | -0.068 | 0.821 | 1.910 | 2.899 | 3.889 | 4.878 | 5.868 | 6.858 | 7.848 | 8.838 | 9.828 | 10.818 | 11.808 | 12.799 | 13.790 | 14.780 |
| 1600 | -2.054 | -1.067 | -0.080 | 0.907 | 1.895 | 2.883 | 3.871 | 4.859 | 5.847 | 6.835 | 7.824 | 8.813 | 9.801 | 10.790 | 11.779 | 12.769 | 13.758 | 14.748 |
| 1800 | -2.064 | -1.079 | -0.093 | 0.893 | 1.879 | 2.865 | 3.852 | 4.838 | 5.825 | 6.812 | 7.800 | 8.787 | 9.775 | 10.762 | 11.750 | 12.738 | 13.726 | 14.714 |
| 2000 | -2.076 | -1.091 | -0.107 | 0.878 | 1.862 | 2.847 | 3.832 | 4.818 | 5.803 | 6.789 | 7.775 | 8.761 | 9.747 | 10.734 | 11.720 | 12.707 | 13.694 | 14.681 |
| 2200 | -2.087 | -1.104 | -0.121 | 0.862 | 1.845 | 2.829 | 3.812 | 4.786 | 5.781 | 6.765 | 7.750 | 8.735 | 9.720 | 10.705 | 11.690 | 12.676 | 13.661 | 14.647 |
| 2400 | -2.099 | -1.118 | -0.136 | 0.846 | 1.827 | 2.810 | 3.782 | 4.775 | 5.758 | 6.741 | 7.724 | 8.708 | 9.692 | 10.676 | 11.660 | 12.644 | 13.628 | 14.613 |
| 2600 | -2.112 | -1.132 | -0.152 | 0.828 | 1.809 | 2.790 | 3.771 | 4.752 | 5.734 | 6.716 | 7.698 | 8.680 | 9.663 | 10.646 | 11.629 | 12.612 | 13.595 | 14.579 |
| 2800 | -2.125 | -1.147 | -0.168 | 0.811 | 1.790 | 2.770 | 3.750 | 4.730 | 5.710 | 6.691 | 7.672 | 8.653 | 9.634 | 10.616 | 11.597 | 12.579 | 13.562 | 14.544 |
| 3000 | -2.139 | -1.162 | -0.185 | 0.783 | 1.771 | 2.749 | 3.728 | 4.706 | 5.686 | 6.665 | 7.645 | 8.625 | 9.605 | 10.586 | 11.566 | 12.547 | 13.528 | 14.509 |
| 3200 | -2.154 | -1.179 | -0.203 | 0.774 | 1.751 | 2.728 | 3.705 | 4.683 | 5.661 | 6.639 | 7.617 | 8.598 | 9.575 | 10.554 | 11.534 | 12.513 | 13.493 | 14.473 |
| 3400 | -2.170 | -1.195 | -0.221 | 0.764 | 1.730 | 2.706 | 3.682 | 4.658 | 5.635 | 6.612 | 7.589 | 8.567 | 9.544 | 10.523 | 11.501 | 12.480 | 13.459 | 14.438 |
| 3600 | -2.186 | -1.213 | -0.239 | 0.735 | 1.709 | 2.683 | 3.658 | 4.634 | 5.603 | 6.585 | 7.561 | 8.538 | 9.514 | 10.491 | 11.469 | 12.448 | 13.424 | 14.402 |
| 3800 | -2.203 | -1.231 | -0.258 | 0.714 | 1.687 | 2.661 | 3.634 | 4.608 | 5.583 | 6.558 | 7.533 | 8.508 | 9.484 | 10.459 | 11.436 | 12.412 | 13.389 | 14.365 |
| 4000 | -2.220 | -1.249 | -0.278 | 0.693 | 1.666 | 2.637 | 3.610 | 4.583 | 5.556 | 6.530 | 7.504 | 8.478 | 9.452 | 10.427 | 11.402 | 12.377 | 13.353 | 14.328 |
| 4200 | -2.238 | -1.269 | -0.299 | 0.672 | 1.642 | 2.613 | 3.585 | 4.557 | 5.529 | 6.501 | 7.474 | 8.447 | 9.421 | 10.394 | 11.368 | 12.343 | 13.317 | 14.292 |
| 4400 | -2.257 | -1.288 | -0.320 | 0.650 | 1.619 | 2.589 | 3.559 | 4.530 | 5.501 | 6.473 | 7.444 | 8.416 | 9.389 | 10.361 | 11.334 | 12.308 | 13.281 | 14.255 |
| 4600 | -2.278 | -1.309 | -0.341 | 0.627 | 1.595 | 2.564 | 3.533 | 4.503 | 5.473 | 6.443 | 7.414 | 8.385 | 9.358 | 10.328 | 11.300 | 12.272 | 13.245 | 14.217 |
| 4800 | -2.295 | -1.329 | -0.363 | 0.604 | 1.571 | 2.539 | 3.507 | 4.476 | 5.444 | 6.414 | 7.383 | 8.353 | 9.324 | 10.294 | 11.265 | 12.238 | 13.208 | 14.180 |
| 5000 | -2.318 | -1.351 | -0.388 | 0.580 | 1.545 | 2.513 | 3.480 | 4.448 | 5.416 | 6.384 | 7.352 | 8.321 | 9.291 | 10.260 | 11.230 | 12.200 | 13.171 | 14.142 |
| 5200 | -2.337 | -1.373 | -0.409 | 0.556 | 1.521 | 2.487 | 3.453 | 4.419 | 5.388 | 6.353 | 7.321 | 8.289 | 9.257 | 10.228 | 11.196 | 12.164 | 13.133 | 14.103 |
| 5400 | -2.358 | -1.395 | -0.432 | 0.532 | 1.496 | 2.460 | 3.425 | 4.391 | 5.358 | 6.323 | 7.289 | 8.256 | 9.223 | 10.191 | 11.159 | 12.127 | 13.098 | 14.068 |
| 5600 | -2.380 | -1.418 | -0.456 | 0.506 | 1.469 | 2.432 | 3.397 | 4.361 | 5.326 | 6.291 | 7.257 | 8.223 | 9.189 | 10.156 | 11.123 | 12.090 | 13.058 | 14.028 |
| 5800 | -2.402 | -1.442 | -0.481 | 0.481 | 1.443 | 2.405 | 3.368 | 4.332 | 5.298 | 6.256 | 7.225 | 8.190 | 9.155 | 10.121 | 11.087 | 12.053 | 13.020 | 13.987 |
| 6000 | -2.425 | -1.466 | -0.508 | 0.455 | 1.416 | 2.377 | 3.339 | 4.302 | 5.265 | 6.228 | 7.192 | 8.156 | 9.120 | 10.085 | 11.050 | 12.018 | 12.981 | 13.947 |
| 6200 | -2.449 | -1.490 | -0.531 | 0.428 | 1.388 | 2.349 | 3.310 | 4.272 | 5.233 | 6.196 | 7.159 | 8.122 | 9.085 | 10.049 | 11.013 | 11.978 | 12.943 | 13.908 |
| 6400 | -2.473 | -1.515 | -0.557 | 0.401 | 1.360 | 2.320 | 3.280 | 4.241 | 5.202 | 6.163 | 7.125 | 8.087 | 9.050 | 10.013 | 10.976 | 11.940 | 12.904 | 13.868 |
| 6600 | -2.497 | -1.541 | -0.584 | 0.374 | 1.332 | 2.291 | 3.250 | 4.210 | 5.170 | 6.130 | 7.081 | 8.052 | 9.014 | 9.976 | 10.939 | 11.901 | 12.864 | 13.828 |
| 6800 | -2.522 | -1.567 | -0.611 | 0.346 | 1.303 | 2.261 | 3.219 | 4.178 | 5.137 | 6.097 | 7.057 | 8.017 | 8.978 | 9.939 | 10.901 | 11.863 | 12.825 | 13.787 |
| 7000 | -2.548 | -1.593 | -0.638 | 0.318 | 1.274 | 2.231 | 3.188 | 4.146 | 5.104 | 6.063 | 7.022 | 7.982 | 8.942 | 9.902 | 10.863 | 11.824 | 12.785 | 13.747 |
| 7200 | -2.574 | -1.620 | -0.666 | 0.289 | 1.245 | 2.201 | 3.157 | 4.114 | 5.071 | 6.029 | 6.988 | 7.946 | 8.905 | 9.865 | 10.825 | 11.785 | 12.745 | 13.706 |
| 7400 | -2.600 | -1.646 | -0.694 | 0.260 | 1.215 | 2.170 | 3.125 | 4.081 | 5.038 | 5.995 | 6.952 | 7.910 | 8.868 | 9.827 | 10.784 | 11.745 | 12.705 | 13.665 |
| 7600 | -2.627 | -1.675 | -0.723 | 0.230 | 1.184 | 2.138 | 3.093 | 4.048 | 5.004 | 5.960 | 6.917 | 7.873 | 8.831 | 9.789 | 10.747 | 11.708 | 12.664 | 13.624 |
| 7800 | -2.655 | -1.704 | -0.752 | 0.200 | 1.153 | 2.107 | 3.061 | 4.015 | 4.970 | 5.925 | 6.881 | 7.837 | 8.794 | 9.751 | 10.708 | 11.668 | 12.624 | 13.582 |
| 8000 | -2.683 | -1.732 | -0.781 | 0.170 | 1.122 | 2.075 | 3.028 | 3.981 | 4.936 | 5.890 | 6.845 | 7.800 | 8.756 | 9.712 | 10.669 | 11.628 | 12.583 | 13.540 |
| 8500 | -2.754 | -1.806 | -0.857 | 0.093 | 1.043 | 1.993 | 2.944 | 3.896 | 4.848 | 5.800 | 6.753 | 7.707 | 8.660 | 9.615 | 10.569 | 11.524 | 12.479 | 13.435 |
| 9000 | -2.828 | -1.882 | -0.936 | 0.013 | 0.961 | 1.909 | 2.858 | 3.808 | 4.758 | 5.695 | 6.650 | 7.611 | 8.560 | 9.516 | 10.468 | 11.421 | 12.376 | 13.328 |
| 9500 | -2.904 | -1.960 | -1.015 | -0.089 | 0.877 | 1.824 | 2.771 | 3.719 | 4.657 | 5.585 | 6.516 | 7.474 | 8.425 | 9.381 | 10.368 | 11.317 | 12.269 | 13.220 |
| 10000 | -2.983 | -2.041 | -1.097 | -0.154 | 0.791 | 1.736 | 2.681 | 3.627 | 4.574 | 5.521 | 6.468 | 7.416 | 8.364 | 9.313 | 10.262 | 11.211 | 12.161 | 13.111 |

Πίνακας XXI

Θ(35,τ,θ,ρ) αδιαβατική θέρμανση θαλασσινού νερού που βυθίζεται από την επιφάνεια

| Πίεση dbars | Θερμοκρασία °C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | - 2.0 | - 1.0 | 0.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 11.0 | 12.0 | 13.0 | 14.0 | 15.0 |
| 200 | -1.996 | 0.994 | 0.008 | 1.009 | 2.011 | 3.013 | 4.014 | 5.016 | 6.017 | 7.019 | 8.020 | 9.022 | 10.023 | 11.025 | 12.020 | 13.028 | 14.029 | 15.030 |
| 400 | -1.991 | 0.988 | 0.018 | 1.019 | 2.022 | 3.026 | 4.028 | 5.032 | 6.035 | 7.038 | 8.041 | 9.044 | 10.047 | 11.050 | 12.045 | 13.058 | 14.058 | 15.061 |
| 600 | -1.985 | 0.980 | 0.025 | 1.030 | 2.035 | 3.040 | 4.044 | 5.049 | 6.054 | 7.058 | 8.063 | 9.067 | 10.071 | 11.076 | 12.068 | 13.084 | 14.088 | 15.092 |
| 800 | -1.979 | 0.972 | 0.035 | 1.041 | 2.048 | 3.054 | 4.060 | 5.067 | 6.073 | 7.079 | 8.085 | 9.090 | 10.096 | 11.102 | 12.091 | 13.113 | 14.119 | 15.124 |
| 1000 | -1.972 | 0.963 | 0.045 | 1.053 | 2.061 | 3.069 | 4.077 | 5.085 | 6.092 | 7.100 | 8.107 | 9.114 | 10.122 | 11.129 | 12.116 | 13.143 | 14.149 | 15.158 |
| 1200 | -1.963 | 0.953 | 0.056 | 1.066 | 2.076 | 3.085 | 4.094 | 5.104 | 6.113 | 7.122 | 8.130 | 9.139 | 10.147 | 11.156 | 12.141 | 13.173 | 14.181 | 15.189 |
| 1400 | -1.955 | 0.943 | 0.068 | 1.080 | 2.091 | 3.102 | 4.112 | 5.123 | 6.133 | 7.144 | 8.154 | 9.164 | 10.174 | 11.184 | 12.166 | 13.203 | 14.212 | 15.222 |
| 1600 | -1.945 | 0.932 | 0.081 | 1.094 | 2.106 | 3.119 | 4.131 | 5.143 | 6.156 | 7.167 | 8.178 | 9.189 | 10.201 | 11.212 | 12.201 | 13.244 | 14.255 | 15.265 |
| 1800 | -1.935 | 0.920 | 0.094 | 1.109 | 2.123 | 3.137 | 4.150 | 5.164 | 6.177 | 7.190 | 8.203 | 9.216 | 10.228 | 11.241 | 12.233 | 13.285 | 14.277 | 15.289 |
| 2000 | -1.924 | 0.907 | 0.108 | 1.124 | 2.140 | 3.155 | 4.170 | 5.186 | 6.200 | 7.214 | 8.228 | 9.242 | 10.256 | 11.270 | 12.263 | 13.329 | 14.310 | 15.323 |
| 2200 | -1.912 | 0.894 | 0.123 | 1.141 | 2.157 | 3.174 | 4.191 | 5.207 | 6.223 | 7.239 | 8.254 | 9.269 | 10.285 | 11.300 | 12.314 | 13.389 | 14.344 | 15.368 |
| 2400 | -1.899 | 0.880 | 0.139 | 1.157 | 2.178 | 3.194 | 4.212 | 5.229 | 6.247 | 7.264 | 8.280 | 9.297 | 10.314 | 11.330 | 12.348 | 13.432 | 14.377 | 15.403 |
| 2600 | -1.886 | 0.865 | 0.155 | 1.175 | 2.195 | 3.214 | 4.233 | 5.252 | 6.271 | 7.289 | 8.307 | 9.325 | 10.343 | 11.360 | 12.378 | 13.471 | 14.412 | 15.428 |
| 2800 | -1.872 | 0.850 | 0.172 | 1.193 | 2.214 | 3.235 | 4.256 | 5.276 | 6.296 | 7.315 | 8.335 | 9.354 | 10.373 | 11.392 | 12.410 | 13.528 | 14.446 | 15.464 |
| 3000 | -1.857 | 0.834 | 0.189 | 1.212 | 2.235 | 3.257 | 4.278 | 5.300 | 6.321 | 7.342 | 8.363 | 9.383 | 10.403 | 11.423 | 12.443 | 13.582 | 14.481 | 15.501 |
| 3200 | -1.842 | 0.817 | 0.207 | 1.232 | 2.255 | 3.279 | 4.302 | 5.325 | 6.347 | 7.369 | 8.391 | 9.413 | 10.434 | 11.456 | 12.476 | 13.647 | 14.517 | 15.537 |
| 3400 | -1.828 | 0.799 | 0.228 | 1.252 | 2.277 | 3.301 | 4.326 | 5.350 | 6.373 | 7.397 | 8.420 | 9.443 | 10.455 | 11.488 | 12.510 | 13.711 | 14.553 | 15.574 |
| 3600 | -1.809 | 0.781 | 0.246 | 1.272 | 2.299 | 3.325 | 4.350 | 5.376 | 6.400 | 7.425 | 8.449 | 9.473 | 10.477 | 11.520 | 12.544 | 13.788 | 14.589 | 15.612 |
| 3800 | -1.791 | 0.763 | 0.266 | 1.294 | 2.321 | 3.349 | 4.375 | 5.402 | 6.428 | 7.454 | 8.479 | 9.504 | 10.529 | 11.554 | 12.578 | 13.862 | 14.628 | 15.650 |
| 4000 | -1.773 | 0.743 | 0.287 | 1.316 | 2.346 | 3.373 | 4.401 | 5.429 | 6.458 | 7.483 | 8.510 | 9.538 | 10.562 | 11.588 | 12.613 | 13.938 | 14.663 | 15.688 |
| 4200 | -1.754 | 0.723 | 0.308 | 1.338 | 2.368 | 3.398 | 4.427 | 5.456 | 6.485 | 7.513 | 8.540 | 9.568 | 10.595 | 11.622 | 12.648 | 13.975 | 14.701 | 15.728 |
| 4400 | -1.735 | 0.702 | 0.330 | 1.362 | 2.393 | 3.424 | 4.454 | 5.484 | 6.514 | 7.543 | 8.572 | 9.600 | 10.628 | 11.656 | 12.684 | 13.971 | 14.738 | 15.785 |
| 4600 | -1.715 | 0.681 | 0.352 | 1.385 | 2.418 | 3.450 | 4.481 | 5.512 | 6.543 | 7.573 | 8.603 | 9.633 | 10.662 | 11.691 | 12.720 | 13.949 | 14.777 | 15.805 |
| 4800 | -1.694 | 0.659 | 0.376 | 1.410 | 2.443 | 3.475 | 4.508 | 5.541 | 6.573 | 7.605 | 8.638 | 9.668 | 10.697 | 11.727 | 12.757 | 13.988 | 14.815 | 15.844 |
| 5000 | -1.673 | 0.636 | 0.399 | 1.435 | 2.469 | 3.504 | 4.537 | 5.571 | 6.604 | 7.636 | 8.668 | 9.700 | 10.732 | 11.763 | 12.794 | 13.924 | 14.854 | 15.884 |
| 5200 | -1.651 | 0.613 | 0.424 | 1.460 | 2.496 | 3.531 | 4.566 | 5.601 | 6.635 | 7.668 | 8.702 | 9.734 | 10.767 | 11.799 | 12.831 | 13.862 | 14.894 | 15.925 |
| 5400 | -1.628 | 0.590 | 0.449 | 1.486 | 2.523 | 3.559 | 4.595 | 5.631 | 6.665 | 7.701 | 8.735 | 9.769 | 10.803 | 11.835 | 12.869 | 13.901 | 14.933 | 15.965 |
| 5600 | -1.605 | 0.566 | 0.474 | 1.513 | 2.551 | 3.588 | 4.625 | 5.662 | 6.698 | 7.734 | 8.769 | 9.804 | 10.839 | 11.873 | 12.907 | 13.940 | 14.973 | 16.006 |
| 5800 | -1.581 | 0.540 | 0.500 | 1.540 | 2.578 | 3.617 | 4.656 | 5.693 | 6.730 | 7.787 | 8.804 | 9.839 | 10.875 | 11.910 | 12.945 | 13.980 | 15.014 | 16.048 |
| 6000 | -1.557 | 0.515 | 0.527 | 1.567 | 2.608 | 3.647 | 4.686 | 5.725 | 6.763 | 7.801 | 8.838 | 9.875 | 10.912 | 11.948 | 12.984 | 14.019 | 15.054 | 16.089 |
| 6200 | -1.532 | 0.489 | 0.554 | 1.598 | 2.637 | 3.677 | 4.718 | 5.757 | 6.797 | 7.835 | 8.874 | 9.912 | 10.949 | 11.985 | 13.023 | 14.059 | 15.096 | 16.131 |
| 6400 | -1.506 | 0.462 | 0.581 | 1.624 | 2.666 | 3.708 | 4.749 | 5.790 | 6.830 | 7.870 | 8.909 | 9.948 | 10.987 | 12.025 | 13.063 | 14.100 | 15.137 | 16.174 |
| 6600 | -1.480 | 0.435 | 0.610 | 1.653 | 2.697 | 3.739 | 4.782 | 5.823 | 6.864 | 7.905 | 8.945 | 9.985 | 11.025 | 12.064 | 13.102 | 14.141 | 15.179 | 16.216 |
| 6800 | -1.453 | 0.407 | 0.638 | 1.683 | 2.727 | 3.771 | 4.814 | 5.857 | 6.895 | 7.941 | 8.982 | 10.023 | 11.063 | 12.103 | 13.143 | 14.182 | 15.221 | 16.259 |
| 7000 | -1.426 | 0.379 | 0.668 | 1.713 | 2.759 | 3.803 | 4.847 | 5.891 | 6.934 | 7.977 | 9.019 | 10.061 | 11.102 | 12.143 | 13.183 | 14.223 | 15.263 | 16.303 |
| 7200 | -1.398 | 0.350 | 0.697 | 1.744 | 2.790 | 3.836 | 4.881 | 5.925 | 6.970 | 8.013 | 9.056 | 10.099 | 11.141 | 12.183 | 13.224 | 14.265 | 15.306 | 16.348 |
| 7400 | -1.370 | 0.321 | 0.728 | 1.775 | 2.822 | 3.869 | 4.915 | 5.960 | 7.005 | 8.050 | 9.094 | 10.137 | 11.180 | 12.223 | 13.265 | 14.307 | 15.348 | 16.390 |
| 7600 | -1.341 | 0.291 | 0.758 | 1.807 | 2.855 | 3.903 | 4.949 | 5.996 | 7.042 | 8.087 | 9.132 | 10.176 | 11.220 | 12.264 | 13.307 | 14.350 | 15.392 | 16.435 |
| 7800 | -1.312 | 0.261 | 0.790 | 1.838 | 2.888 | 3.936 | 4.984 | 6.032 | 7.078 | 8.124 | 9.170 | 10.216 | 11.260 | 12.305 | 13.349 | 14.393 | 15.436 | 16.475 |
| 8000 | -1.282 | 0.230 | 0.821 | 1.872 | 2.922 | 3.971 | 5.020 | 6.068 | 7.115 | 8.162 | 9.209 | 10.255 | 11.301 | 12.348 | 13.391 | 14.436 | 15.480 | 16.524 |
| 8500 | -1.205 | 0.151 | 0.903 | 1.955 | 3.007 | 4.059 | 5.110 | 6.160 | 7.210 | 8.259 | 9.308 | 10.356 | 11.404 | 12.451 | 13.498 | 14.545 | 15.681 | 16.637 |
| 9000 | -1.125 | 0.069 | 0.987 | 2.041 | 3.096 | 4.149 | 5.202 | 6.254 | 7.306 | 8.358 | 9.408 | 10.459 | 11.509 | 12.558 | 13.607 | 14.656 | 15.704 | 16.752 |
| 9500 | -1.042 | 0.016 | 1.073 | 2.130 | 3.186 | 4.242 | 5.297 | 6.351 | 7.406 | 8.459 | 9.511 | 10.563 | 11.615 | 12.667 | 13.718 | 14.769 | 15.819 | 16.869 |
| 10000 | -0.957 | 0.103 | 1.163 | 2.222 | 3.280 | 4.337 | 5.394 | 6.450 | 7.506 | 8.561 | 9.616 | 10.670 | 11.724 | 12.777 | 13.830 | 14.883 | 15.935 | 16.987 |

Πίνακας XIX

$\Delta\Theta_1(S,0,p,0)$ [°C] για $S \neq 35$ σε σχέση με την πίεση.

| Πίεση dbars | Αλιότητα | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 25 0 | 26 0 | 27 0 | 28 0 | 29 0 | 30 0 | 31 0 | 32 0 | 33 0 | 34 0 | 35 0 | 36 0 | 37 0 | 38 0 | 39 0 | 40 0 |
| 200 | 004 | 003 | 003 | 003 | 002 | 002 | 002 | 001 | 001 | 000 | 000 | 000 | 001 | 001 | 002 | 002 |
| 400 | 007 | 007 | 006 | 005 | 004 | 004 | 004 | 002 | 001 | 001 | 001 | 001 | 001 | 001 | 002 | 003 |
| 600 | 011 | 010 | 009 | 008 | 007 | 006 | 004 | 003 | 002 | 001 | 000 | 000 | 002 | 003 | 004 | 006 |
| 800 | 015 | 013 | 012 | 010 | 009 | 007 | 006 | 004 | 003 | 001 | 000 | 000 | 004 | 005 | 006 | 007 |
| 1000 | 018 | 016 | 015 | 013 | 011 | 009 | 007 | 005 | 004 | 002 | 000 | 000 | 004 | 005 | 007 | 009 |
| 1200 | 022 | 020 | 017 | 015 | 013 | 011 | 009 | 007 | 004 | 002 | 000 | 000 | 004 | 007 | 009 | 011 |
| 1400 | 025 | 023 | 020 | 018 | 015 | 013 | 010 | 008 | 005 | 003 | 000 | 000 | 005 | 008 | 010 | 013 |
| 1600 | 029 | 026 | 023 | 020 | 017 | 014 | 011 | 009 | 006 | 003 | 000 | 000 | 006 | 009 | 011 | 014 |
| 1800 | 032 | 029 | 026 | 022 | 019 | 016 | 013 | 010 | 006 | 003 | 000 | 000 | 006 | 010 | 013 | 016 |
| 2000 | 035 | 032 | 028 | 025 | 021 | 018 | 014 | 011 | 007 | 004 | 000 | 000 | 007 | 011 | 014 | 018 |
| 2200 | 038 | 035 | 031 | 027 | 023 | 019 | 015 | 012 | 008 | 004 | 000 | 000 | 008 | 012 | 016 | 019 |
| 2400 | 042 | 038 | 033 | 029 | 025 | 021 | 017 | 013 | 008 | 004 | 000 | 000 | 008 | 013 | 017 | 021 |
| 2600 | 045 | 041 | 036 | 032 | 027 | 023 | 018 | 014 | 009 | 005 | 000 | 000 | 009 | 014 | 018 | 023 |
| 2800 | 048 | 043 | 039 | 034 | 029 | 024 | 019 | 014 | 010 | 005 | 000 | 000 | 010 | 014 | 019 | 024 |
| 3000 | 051 | 046 | 041 | 036 | 031 | 026 | 020 | 015 | 010 | 005 | 000 | 000 | 010 | 015 | 020 | 026 |
| 3200 | 054 | 049 | 043 | 038 | 033 | 027 | 022 | 016 | 011 | 005 | 000 | 000 | 005 | 011 | 016 | 027 |
| 3400 | 057 | 051 | 046 | 040 | 034 | 029 | 023 | 017 | 011 | 006 | 000 | 000 | 006 | 011 | 017 | 029 |
| 3600 | 060 | 054 | 048 | 042 | 036 | 030 | 024 | 018 | 012 | 006 | 000 | 000 | 006 | 012 | 018 | 030 |
| 3800 | 063 | 057 | 050 | 044 | 038 | 032 | 025 | 019 | 013 | 006 | 000 | 000 | 006 | 013 | 019 | 032 |
| 4000 | 066 | 059 | 053 | 048 | 040 | 033 | 026 | 020 | 013 | 007 | 000 | 000 | 007 | 013 | 020 | 033 |
| 4200 | 069 | 062 | 055 | 048 | 041 | 034 | 027 | 021 | 014 | 007 | 000 | 000 | 007 | 014 | 021 | 034 |
| 4400 | 071 | 064 | 057 | 050 | 043 | 036 | 029 | 021 | 014 | 007 | 000 | 000 | 007 | 014 | 021 | 036 |
| 4600 | 074 | 067 | 059 | 052 | 044 | 037 | 030 | 022 | 015 | 007 | 000 | 000 | 007 | 015 | 022 | 037 |
| 4800 | 077 | 069 | 061 | 054 | 046 | 038 | 031 | 023 | 015 | 008 | 000 | 000 | 008 | 015 | 023 | 038 |
| 5000 | 079 | 071 | 064 | 056 | 048 | 040 | 032 | 024 | 016 | 008 | 000 | 000 | 008 | 016 | 024 | 040 |
| 5200 | 082 | 074 | 066 | 057 | 049 | 041 | 033 | 025 | 016 | 008 | 000 | 000 | 008 | 016 | 025 | 041 |
| 5400 | 085 | 076 | 068 | 059 | 051 | 042 | 034 | 025 | 017 | 008 | 000 | 000 | 008 | 017 | 025 | 042 |
| 5600 | 087 | 078 | 070 | 061 | 052 | 044 | 035 | 026 | 017 | 009 | 000 | 000 | 009 | 017 | 026 | 044 |
| 5800 | 089 | 081 | 072 | 063 | 054 | 045 | 036 | 027 | 018 | 009 | 000 | 000 | 009 | 018 | 027 | 045 |
| 6000 | 092 | 083 | 073 | 064 | 055 | 046 | 037 | 028 | 018 | 009 | 000 | 000 | 009 | 018 | 028 | 046 |
| 6200 | 094 | 085 | 075 | 066 | 057 | 047 | 038 | 028 | 019 | 009 | 000 | 000 | 009 | 019 | 028 | 047 |
| 6400 | 096 | 087 | 077 | 068 | 058 | 048 | 039 | 029 | 019 | 010 | 000 | 000 | 010 | 019 | 029 | 048 |
| 6600 | 099 | 089 | 079 | 069 | 059 | 049 | 040 | 030 | 020 | 010 | 000 | 000 | 010 | 020 | 030 | 049 |
| 6800 | 101 | 091 | 081 | 071 | 061 | 051 | 040 | 030 | 020 | 010 | 000 | 000 | 010 | 020 | 030 | 051 |
| 7000 | 103 | 093 | 083 | 072 | 062 | 052 | 041 | 031 | 021 | 010 | 000 | 000 | 010 | 021 | 031 | 052 |
| 7200 | 105 | 095 | 084 | 074 | 063 | 053 | 042 | 032 | 021 | 011 | 000 | 000 | 011 | 021 | 032 | 053 |
| 7400 | 107 | 097 | 086 | 075 | 064 | 054 | 043 | 032 | 021 | 011 | 000 | 000 | 011 | 022 | 032 | 054 |
| 7600 | 109 | 099 | 088 | 077 | 066 | 055 | 044 | 033 | 022 | 011 | 000 | 000 | 011 | 022 | 033 | 055 |
| 7800 | 111 | 100 | 089 | 078 | 067 | 056 | 045 | 033 | 022 | 011 | 000 | 000 | 011 | 022 | 033 | 056 |
| 8000 | 113 | 102 | 091 | 079 | 068 | 057 | 045 | 034 | 023 | 011 | 000 | 000 | 011 | 023 | 034 | 057 |
| 8600 | 118 | 106 | 095 | 083 | 071 | 059 | 047 | 035 | 024 | 012 | 000 | 000 | 012 | 024 | 035 | 059 |
| 9000 | 123 | 110 | 098 | 086 | 074 | 061 | 049 | 037 | 025 | 012 | 000 | 000 | 012 | 025 | 037 | 061 |
| 9600 | 127 | 114 | 101 | 089 | 076 | 063 | 051 | 038 | 025 | 013 | 000 | 000 | 013 | 026 | 038 | 064 |
| 10000 | 131 | 118 | 105 | 092 | 078 | 065 | 052 | 039 | 026 | 013 | 000 | 000 | 013 | 026 | 039 | 066 |

Πίνακας XX

$\Delta\Theta_2(S,t,1000,0)$ [$^{\circ}\text{C}$] θερμοκρασία σε σχέση με την αλατότητα.

| Θερμ. $^{\circ}\text{C}$ | Αλατότητα | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 25.0 | 26.0 | 27.0 | 28.0 | 29.0 | 30.0 | 31.0 | 32.0 | 33.0 | 34.0 | 35.0 | 36.0 | 37.0 | 38.0 | 39.0 | 40.0 |
| -2.0 | 0.005 | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | -0.001 | -0.001 | -0.002 | -0.002 | -0.003 |
| -1.0 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1.0 | -0.003 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2.0 | -0.005 | -0.005 | -0.004 | -0.004 | -0.003 | -0.003 | -0.002 | -0.002 | -0.001 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 3.0 | -0.008 | -0.007 | -0.006 | -0.006 | -0.005 | -0.004 | -0.003 | -0.002 | -0.002 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4.0 | -0.011 | -0.010 | -0.008 | -0.007 | -0.006 | -0.005 | -0.004 | -0.003 | -0.002 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5.0 | -0.013 | -0.012 | -0.011 | -0.009 | -0.008 | -0.007 | -0.005 | -0.004 | -0.003 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6.0 | -0.016 | -0.014 | -0.013 | -0.011 | -0.010 | -0.008 | -0.006 | -0.005 | -0.003 | -0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7.0 | -0.019 | -0.017 | -0.015 | -0.013 | -0.011 | -0.009 | -0.007 | -0.006 | -0.004 | -0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8.0 | -0.021 | -0.019 | -0.017 | -0.015 | -0.013 | -0.011 | -0.008 | -0.006 | -0.004 | -0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 9.0 | -0.024 | -0.021 | -0.019 | -0.017 | -0.014 | -0.012 | -0.010 | -0.007 | -0.005 | -0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10.0 | -0.027 | -0.024 | -0.021 | -0.019 | -0.016 | -0.013 | -0.011 | -0.008 | -0.005 | -0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11.0 | -0.029 | -0.026 | -0.023 | -0.020 | -0.018 | -0.015 | -0.012 | -0.009 | -0.006 | -0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12.0 | -0.032 | -0.029 | -0.026 | -0.022 | -0.019 | -0.015 | -0.013 | -0.010 | -0.006 | -0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13.0 | -0.035 | -0.031 | -0.028 | -0.024 | -0.021 | -0.017 | -0.014 | -0.010 | -0.007 | -0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14.0 | -0.037 | -0.034 | -0.030 | -0.026 | -0.022 | -0.019 | -0.015 | -0.011 | -0.007 | -0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15.0 | -0.040 | -0.036 | -0.032 | -0.028 | -0.024 | -0.020 | -0.016 | -0.012 | -0.008 | -0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Βιβλιογραφία



1. **Θεοδώρου Αθανάσιος**, 2000 «Γενική ωκεανογραφία», Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
2. **Παπαθεοδώρου Γεώργιος**, 1997 «Ναυτιλία – Ναυτιλιακά όργανα» Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Βόλος σελ: 44 – 53.
3. **Πρακτικά 7^{ου} Συμποσίου Ωκεανογραφίας & Αλιείας**, 6-9 Μαΐου 2003, Χερσόνησος Κρήτης, σελ. 140 – 148
4. **Alberola C., Millot C., Send U., Mertens C., Fuda J. – L.**, 1996 «Comparison of XCTD/CTD data» Deep Sea Research Journal, Volume 43, No 6, pp. 859 – 876
5. **Barber C. R.**, 1969 «The international practical temperature scale of 1968» Metrologia, 5 , 35 – 41.
6. **Bryden H. L.**, 1973 «New polynomials for thermal expansion, adiabatic temperature gradient and potential temperature of sea water» Deep Sea Res., 20, 401 – 408.
7. **Chen C.–T. and Millero F. J.**, 1976 «Re-evaluation of Wilson's sound – speed measurements in pure water» J. Acoust. Soc. of Amer., 60 (6), 1270 – 1273.
8. **Chen C.–T. and Millero F. J.**, 1977 «Speed of sound in seawater at high pressures» J. Acoust. Soc. of Amer., 62 (5), 1129 – 1135.
9. **Ekman V. W.**, 1908 «Die Zusammendruckbarkeit des Meerwassers nebst einigen Werten fuer Wasser und Quecksilber» Publ. Cir. Cons. Explor. Mer., 43, 1 – 47.
10. **Emery W.J. and Thomson R.E.**, 1998 «Data analysis methods in physical oceanography» First edition Pergamon
11. **Fofonoff N. P.** 1977 «Computation of potential temperature of seawater for an arbitrary reference pressure» Deep – Sea Res., 24, 489 – 491.
12. **Fofonoff N. P. and Millard R. C. Jr.**, 1983 «Algorithms for computation of fundamental properties of seawater» Unesco.
13. **Keogh S. J., Oikonomou E., Ballestero D.**, 1998 «Satellite Remote Sensing of the Oceans» Linux Journal, Volume 1998 , Issue 48, Article No. 4
14. **Lewis E. L.**, 1980 «The Practical Salinity Scale 1978 and Its Antecedents» IEEE Journal of Oceanic Engineering, Vol. OE-5, No 1
15. **Pankajakshan T., Aravind K., Ghosh, J.S. Sarupria and V. V. Gopalakrishna**, 2001 «An interactive graphical system for XBT data quality control and visualization» Computers & Geosciences Volume 27, Issue 7, pp 867-876



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097472