



Πρόλογος	xxiii
Πριν Ξεκινήσετε	liii
1 Εισαγωγή στους Υπολογιστές και τη C++	1
1.1 Εισαγωγή	2
1.2 Υλικό	4
1.2.1 Οργάνωση Υπολογιστών	4
1.2.2 Νόμος του Moore, Πολυπύρρηνοι Επεξεργαστές και Ταυτόχρονος Προγραμματισμός	7
1.3 Ιεραρχίες Δεδομένων	10
1.4 Γλώσσες Μηχανής, Συμβολικές Γλώσσες και Γλώσσες Υψηλού Επιπέδου	13
1.5 Λειτουργικά Συστήματα	14
1.6 C και C++	18
1.7 Πρότυπη Βιβλιοθήκη της C++ και Βιβλιοθήκες Ανοιχτού Κώδικα	19
1.8 Άλλες Δημοφιλείς Γλώσσες Προγραμματισμού	21
1.9 Εισαγωγή στον Προσανατολισμό στα Αντικείμενα	23
1.10 Απλοποιημένη Επισκόπηση Ενός Περιβάλλοντος Ανάπτυξης σε C++	25
1.11 Δοκιμή μιας Εφαρμογής της C++20 με Διάφορους Τρόπους	28
1.11.1 Μεταγλώττιση και Εκτέλεση στα Windows με το Visual Studio Community Edition	29
1.11.2 Μεταγλώττιση και Εκτέλεση με το GNU C++ σε Linux	32
1.11.3 Μεταγλώττιση και Εκτέλεση με την g++ στο GCC Docker Container	34
1.11.4 Μεταγλώττιση και Εκτέλεση με clang++ σε Docker Container	36
1.11.5 Μεταγλώττιση και Εκτέλεση με Xcode σε macOS	37
1.12 Το Διαδίκτυο, ο Παγκόσμιος Ιστός, το Νέφος και το Διαδίκτυο Πραγμάτων	41
1.12.1 Το Διαδίκτυο: Ένα Δίκτυο Δικτύων	41
1.12.2 Ο Παγκόσμιος Ιστός: Κάνοντας το Διαδίκτυο Φιλικό προς τον Χρήστη	42
1.12.3 Το Νέφος	42
1.12.4 Το Διαδίκτυο Πραγμάτων (IoT)	42
1.12.5 Edge Computing	43
1.12.6 Mashups	43
1.13 Metaverse	44
1.13.1 Εικονική Πραγματικότητα (VR)	44
1.13.2 Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)	45
1.13.3 Μεικτή Πραγματικότητα	46
1.13.4 Blockchain	46
1.13.5 Bitcoin και Κρυπτονόμισμα	46

1.13.6	Ethereum	47
1.13.7	Μη Ανταλλάξιμα Διακριτικά (NFT)	47
1.13.8	Web3	47
1.14	Τεχνολογίες Ανάπτυξης Λογισμικού	48
1.15	Πόσο Μεγάλα είναι τα Μεγάλα Δεδομένα;	49
1.15.1	Ανάλυση Μεγάλων δεδομένων	52
1.15.2	Η Επιστήμη των Δεδομένων και τα Μεγάλα Δεδομένα Κάνουν τη Διαφορά: Περιπτώσεις Χρήσης	53
1.16	AI—στη Διασταύρωση της Επιστήμης των Υπολογιστών και της Επιστήμης των Δεδομένων	54
1.16.1	Τεχνητή Νοημοσύνη (AI)	54
1.16.2	Γενική Τεχνητή Νοημοσύνη (AGI)	55
1.16.3	Ορόσημα Τεχνητής Νοημοσύνης	55
1.16.4	Μάθηση Μηχανής	56
1.16.5	Βαθιά Μάθηση	56
1.16.6	Ενισχυτική Μάθηση	57
1.16.7	Παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη—ChatGPT και Dall-E 2	57
1.17	Ανακεφαλαίωση	59
2	Εισαγωγή στον Προγραμματισμό με την C++20	65
2.1	Εισαγωγή	66
2.2	Το Πρώτο Πρόγραμμα στην C++: Εμφάνιση μιας Γραμμής Κειμένου	66
2.3	Τροποποίηση του Πρώτου μας Προγράμματος στην C++	70
2.4	Ένα Ακόμα Πρόγραμμα σε C++: Πρόσθεση Ακεραίων	71
2.5	Έννοιες Μνήμης	75
2.6	Πράξεις	76
2.7	Λήψη Αποφάσεων: Τελεστές Ισότητας και Σχεσιακοί Τελεστές	79
2.8	Objects Natural: Δημιουργία και Χρήση Αντικειμένων της Κλάσης <code>string</code> της Πρότυπης Βιβλιοθήκης	83
2.9	Ανακεφαλαίωση	86
3	Ανάπτυξη Αλγορίθμων και Προτάσεις Ελέγχου: Μέρος 1	93
3.1	Εισαγωγή	94
3.2	Αλγόριθμοι	95
3.3	Ψευδοκώδικας	95
3.4	Δομές ελέγχου	96
3.4.1	Σειριακή Δομή	97
3.4.2	Προτάσεις επιλογής	98
3.4.3	Προτάσεις επανάληψης	98
3.4.4	Σύνοψη των Προτάσεων Ελέγχου	99
3.5	Πρόταση <code>if</code> Μονής Επιλογής	100
3.6	Πρόταση Διπλής Επιλογής <code>if...else</code>	101
3.6.1	Ένθετες Προτάσεις <code>if...else</code>	102
3.6.2	Μπλοκ	104
3.6.3	Τελεστής Υπό Όρους (<code>?:</code>)	104
3.7	Πρόταση Επανάληψης <code>while</code>	105

3.8	Διατύπωση Αλγορίθμων: Επανάληψη Ελεγχόμενη από Μετρητή	107
3.8.1	Ψευδοκώδικας για τον Αλγόριθμο Επανάληψης Ελεγχόμενης από Μετρητή	107
3.8.2	Χειρισμός Επανάληψης Ελεγχόμενης από Μετρητή	108
3.8.3	Ακέραια Διάρθρωση και Περικοπή	110
3.8.4	Υπερχείλιση Αριθμών	110
3.8.5	Επικύρωση Εισόδου	110
3.9	Διατύπωση Αλγορίθμων: Επανάληψη Ελεγχόμενη από Τιμή-Φρουρό	111
3.9.1	Σταδιακή Βελτίωση από Πάνω προς τα Κάτω: η Κορυφαία και η Πρώτη Βελτίωση	112
3.9.2	Προχωρώντας στη Δεύτερη Βελτίωση	112
3.9.3	Χειρισμός Επανάληψης Ελεγχόμενης από Τιμή-Φρουρό	114
3.9.4	Εκφράσεις Μεικτών Τύπων και Έμμεσοι Προβιβασμοί Τύπων	116
3.9.5	Μορφοποίηση Αριθμών Κινητής Υποδιαστολής	117
3.10	Διατύπωση Αλγορίθμων: Ένθετες Προτάσεις Ελέγχου	118
3.10.1	Παρουσίαση του Προβλήματος	118
3.10.2	Από Πάνω προς τα Κάτω, Σταδιακή Βελτίωση: Ψευδοκώδικας για το «Πάνω»	119
3.10.3	Σταδιακή Βελτίωση από Πάνω προς τα Κάτω: Πρώτη Βελτίωση	119
3.10.4	Σταδιακή Βελτίωση από Πάνω προς τα Κάτω: Δεύτερη Βελτίωση	120
3.10.5	Πλήρης Δεύτερη Βελτίωση του Ψευδοκώδικα	120
3.10.6	Υλοποίηση του Προγράμματος	
3.10.7	Αποτροπή Μετατροπών Περιορισμού με Αρχικοποίηση σε Άγκιστρα	123
3.11	Τελεστές Σύνθετης Εκχώρησης	125
3.12	Τελεστές Αύξησης και Μείωσης	125
3.13	Οι Θεμελιώδεις Τύποι Δεν Είναι Μεταφέρισιμοι	128
3.14	Μελέτη Περίπτωσης Objects Natural: Ακέραιοι Μεγάλου Μεγέθους	129
3.15	Ανακεφαλαίωση	134
4	Προτάσεις Ελέγχου, Μέρος 2	145
4.1	Εισαγωγή	146
4.2	Βασικά Στοιχεία της Επανάληψης που Ελέγχεται με Μετρητή	146
4.3	Πρόταση Επανάληψης <code>for</code>	148
4.4	Παραδείγματα Χρήσης της Πρότασης <code>for</code>	151
4.5	Εφαρμογή: Άθροιση Ζυγών Ακεραίων – Παρουσίαση της Μορφοποίησης Κειμένου στην C++20	152
4.6	Εφαρμογή: Υπολογισμοί Ανατοκισμού - Παρουσίαση των Προσδιοριστικών Μορφοποίησης	153
4.7	Πρόταση Επανάληψης <code>do...while</code>	158
4.8	Πρόταση Πολλαπλής Επιλογής <code>switch</code>	159
4.9	Προτάσεις Επιλογής με Αρχικοποιητές	165
4.10	Προτάσεις <code>break</code> και <code>continue</code>	167
4.11	Λογικοί Τελεστές	169
4.11.1	Λογικός Τελεστής AND (&&)	169
4.11.2	Λογικός Τελεστής OR ()	170
4.11.3	Υπολογισμός με Διακοπτόμενο Κύκλωμα	170
4.11.4	Λογικός Τελεστής Άρνησης (!)	171
4.11.5	Παράδειγμα: Δημιουργία Πινάκων Αληθείας Λογικών Τελεστών	171

4.12	Σύγκριση Μεταξύ των Τελεστών Ισότητας (==) και Εκχώρησης (=)	173
4.13	Σύνοψη του Δομημένου Προγραμματισμού	175
4.14	Μελέτη Περίπτωσης Objects-Natural: Ακριβείς Νομισματικοί Υπολογισμοί με την Βιβλιοθήκη Boost Multiprecision	180
4.15	Ανακεφαλαίωση	183
5	Συναρτήσεις και Εισαγωγή στα Πρότυπα Συναρτήσεων	189
5.1	Εισαγωγή	190
5.2	Συστατικά των Προγραμμάτων της C++	191
5.3	Συναρτήσεις της Μαθηματικής Βιβλιοθήκης	192
5.4	Ορισμοί Συναρτήσεων και Πρωτότυπα Συναρτήσεων	194
5.5	Σειρά Υπολογισμού των Ορισμάτων μιας Συνάρτησης	197
5.6	Σημειώσεις για τα Πρωτότυπα Συναρτήσεων και τη Μετατροπή των Ορισμάτων	197
5.6.1	Υπογραφές Συναρτήσεων και Πρωτότυπα Συναρτήσεων	198
5.6.2	Μετατροπή Ορισμάτων	198
5.6.3	Κανόνες Προβιβασμού Ορισμάτων και Έμμεσες Μετατροπές	198
5.7	Κεφαλίδες της Πρότυπης Βιβλιοθήκης της C++	200
5.8	Μελέτη περίπτωσης: Γεννήτρια Τυχαίων Αριθμών	203
5.8.1	Ρίψη ενός Εξάπλευρου Ζαριού	204
5.8.2	Ρίψη ενός Εξάπλευρου Ζαριού 60.000.000 Φορές	205
5.8.3	Τροφοδοσία της Γεννήτριας Τυχαίων Αριθμών	207
5.8.4	Τροφοδοσία της Γεννήτριας Τυχαίων Αριθμών με την <code>random_device</code>	208
5.9	Μελέτη Περίπτωσης: Τυχερό Παιχνίδι. Παρουσίαση Απαριθμητών με Εμβέλεια	209
5.10	Στοιβά Κλήσεων Συναρτήσεων και Εγγραφές Ενεργοποίησης	214
5.11	Ενσωματωμένες Συναρτήσεις	217
5.12	Αναφορές και Παράμετροι Αναφοράς	219
5.13	Προεπιλεγμένα Ορίσματα	222
5.14	Υπερφόρτωση Συναρτήσεων	224
5.15	Πρότυπα Συναρτήσεων	227
5.16	Αναδρομή	229
5.16.1	Παραγοντικά	230
5.16.2	Παράδειγμα Αναδρομής για το Παραγοντικό	230
5.16.3	Παράδειγμα Αναδρομικής Σειράς Fibonacci	234
5.16.4	Αναδρομή ως προς Επανάληψη	237
5.17	Κανόνες Εμβέλειας	239
5.18	Μοναδιαίος Τελεστής Επίλυσης Εμβέλειας	244
5.19	<code>lnfylun Lhqtomh Wjtz Qarcv: Qjwazkrplm xzz Xndmwwqhlz</code>	245
5.20	Ανακεφαλαίωση	248
6	Πίνακες, Διανύσματα, Εύρη και Συναρτησιακός Προγραμματισμός	259
6.1	Εισαγωγή	260
6.2	Πίνακες (<code>array</code>)	261
6.3	Δήλωση ενός <code>array</code>	262
6.4	Αρχικοποίηση των Στοιχείων ενός <code>array</code> με ένα Βρόχο	262

6.5	Αρχικοποίηση ενός array με μια Λίστα Αρχικοποίησης	265
6.6	Πρόταση for Βασισμένη σε Εύρος	267
6.7	Υπολογισμός των Τιμών των Στοιχείων ενός Πίνακα και Εισαγωγή στην constexpr	269
6.8	Άθροιση των Στοιχείων ενός Πίνακα	271
6.9	Χρήση ενός Απλοϊκού Γραφήματος Ράβδου για Γραφική Εμφάνιση των Δεδομένων ενός Πίνακα	272
6.10	Χρήση Στοιχείων ενός array ως Μετρητές	274
6.11	Χρήση Πινάκων για Σύνοψη Αποτελεσμάτων μιας Έρευνας	275
6.12	Ταξινόμηση και Αναζήτηση σε Πίνακες	277
6.13	Πολυδιάστατοι Πίνακες	279
6.14	Εισαγωγή στον Προγραμματισμό Συναρτησιακού Στυλ	283
6.14.1	Τι ως προς Πώς	283
6.14.2	Πέρασμα Συναρτήσεων ως Ορίσματα σε Άλλες Συναρτήσεις: Εισαγωγή στις Λάμδα Παραστάσεις	284
6.14.3	Φιλτράρισμα, Απεικόνιση και Περιορισμός: Εισαγωγή στη Βιβλιοθήκη Εύρους της C++20	286
6.15	Μελέτη Περίπτωσης Objects-Natural: Πρότυπο της Κλάσης vector της Πρότυπης Βιβλιοθήκης της C++	290
6.16	Ανακεφαλαίωση	297
7	(Υποβάθμιση) Δεικτών στην Σύγχρονη C++	309
7.1	Εισαγωγή	310
7.2	Δηλώσεις και Αρχικοποίηση Μεταβλητών Δεικτών	312
7.2.1	Δήλωση Δεικτών	312
7.2.2	Αρχικοποίηση Δεικτών	312
7.2.3	Δείκτες Null	312
7.3	Τελεστές Δεικτών	313
7.3.1	Τελεστής Διεύθυνσης (&)	313
7.3.2	Τελεστής Έμμεσης Αναφοράς (*)	314
7.3.3	Χρήση των Τελεστών Διεύθυνσης (&) και Έμμεσης Αναφοράς (*)	315
7.4	Πέρασμα με Αναφορά με Δείκτες	316
7.5	Ενσωματωμένοι Πίνακες	320
7.5.1	Δήλωση και Πρόσβαση σε έναν Ενσωματωμένο Πίνακα	320
7.5.2	Αρχικοποίηση Ενσωματωμένων Πινάκων	321
7.5.3	Πέρασμα Ενσωματωμένων Πινάκων σε Συναρτήσεις	322
7.5.4	Δήλωση Παραμέτρων Ενσωματωμένων Πινάκων	322
7.5.5	Συναρτήσεις begin και end της Πρότυπης Βιβλιοθήκης	323
7.5.6	Περιορισμοί Ενσωματωμένων Πινάκων	323
7.6	Χρήση της to_array της C++20 για Μετατροπή ενός Ενσωματωμένου Πίνακα σε έναν std::array	324
7.7	Χρήση της const με Δείκτες και τα Δεδομένα στα Οποία Δείχνει	325
7.7.1	Χρήση ενός Μη Σταθερού Δείκτη σε Μη Σταθερά Δεδομένα	326
7.7.2	Χρήση ενός Μη Σταθερού Δείκτη σε Σταθερά Δεδομένα	326
7.7.3	Χρήση ενός Σταθερού Δείκτη σε Μη Σταθερά Δεδομένα	327
7.7.4	Χρήση ενός Σταθερού Δείκτη σε Σταθερά Δεδομένα	327
7.8	Τελεστής sizeof	329
7.9	Εκφράσεις με Δείκτες και Πράξεις με Δείκτες	331
7.9.1	Πρόσθεση και Αφαίρεση Ακεραίων από Δείκτες	332

7.9.2	Αφαίρεση Ενός Δείκτη από Έναν Άλλο	333
7.9.3	Εκχώρηση Δείκτη	333
7.9.4	Δεν Είναι Δυνατή η Διακοπή Αναφοράς ενός <code>void*</code>	333
7.9.5	Σύγκριση Δεικτών	334
7.10	Μελέτη Περίπτωσης Objects-Natural: <code>span</code> της C++20: Προβολές Συνεχόμενων Στοιχείων ενός Κοντέινερ	334
7.11	Μια Σύνομη Εισαγωγή σε Συμβολοσειρές που Βασίζονται σε Δείκτες	340
7.11.1	Ορίσματα Γραμμής Εντολών	341
7.11.2	Επανεξέταση της Συνάρτησης <code>to_array</code> της C++20	342
7.12	Άλλα Θέματα με Δείκτες που θα Εξεταστούν Αργότερα	344
7.13	Ανακεφαλαίωση	344
8	<code>string</code>, <code>string_view</code>, Αρχεία Κειμένου, Αρχεία CSV και Regex	357
8.1	Εισαγωγή	358
8.2	Εκχώρηση και Συνένωση Συμβολοσειρών	359
8.3	Σύγκριση Συμβολοσειρών	361
8.4	Υπο-συμβολοσειρές	363
8.5	Εναλλαγή Συμβολοσειρών	364
8.6	Χαρακτηριστικά Συμβολοσειρών	365
8.7	Εύρεση Υπο-συμβολοσειρών και Χαρακτήρων σε μια Συμβολοσειρά	367
8.8	Αντικατάσταση και Διαγραφή Χαρακτήρων σε μια Συμβολοσειρά	370
8.9	Εισαγωγή Χαρακτήρων σε μια Συμβολοσειρά	372
8.10	Αριθμητικές Μετατροπές	373
8.11	<code>string_view</code>	374
8.12	Αρχεία και Ροές	377
8.13	Δημιουργία ενός Σειριακού Αρχείου	378
8.14	Ανάγνωση Δεδομένων από ένα Σειριακό Αρχείο	381
8.15	Ανάγνωση και Εγγραφή Κειμένου σε Εισαγωγικά	384
8.16	Ενημέρωση Σειριακών Αρχείων	385
8.17	Επεξεργασία Ροής Συμβολοσειρών	386
8.18	Κυριολεκτικές Συμβολοσειρές Ακατέργαστων Δεδομένων	389
8.19	Μελέτη Περίπτωσης Επιστήμης των Δεδομένων Objects-Natural: Ανάγνωση και Ανάλυση ενός CSV Αρχείου που Περιέχει Δεδομένα από την Καταστροφή του Τιτανικού	390
8.19.1	Χρήση της <code>rapidcsv</code> για Ανάγνωση των Περιεχομένων ενός CSV Αρχείου	390
8.19.2	Ανάγνωση και Ανάλυση του Συνόλου Δεδομένων <i>Titanic</i>	392
8.20	Μελέτη Περίπτωσης Επιστήμης των Δεδομένων Objects-Natural: Εισαγωγή στις Κανονικές Παραστάσεις	399
8.20.1	Ταίριασμα Πλήρων Συμβολοσειρών με Μοτίβα	400
8.20.2	Αντικατάσταση Υπο-συμβολοσειρών	405
8.20.3	Αναζήτηση για Ταιριάσματα	405
8.21	Ανακεφαλαίωση	408
9	Προσαρμοσμένες Κλάσεις	431
9.1	Εισαγωγή	432

9.2	Δοκιμή ενός Αντικειμένου Account	433
9.3	Κλάση Account με ένα Μέλος Δεδομένων και Συναρτήσεις-Μέλη Set και Get	435
9.3.1	Ορισμός Κλάσης	435
9.3.2	Προσδιοριστικά Πρόσβασης private και public	437
9.4	Κλάση Account: Προσαρμοσμένες Συναρτήσεις Δημιουργίας	438
9.5	Τεχνολογία Λογισμικού με Συναρτήσεις-Μέλη Set και Get	442
9.6	Κλάση Account με Υπόλοιπο	444
9.7	Μελέτη Περίπτωσης της Κλάσης Time: Διαχωρισμός Διεπαφής από Υλοποίηση	447
9.7.1	Διεπαφή μιας Κλάσης	448
9.7.2	Διαχωρισμός της Διεπαφής από την Υλοποίηση	448
9.7.3	Ορισμός Κλάσης	449
9.7.4	Συναρτήσεις-Μέλη	450
9.7.5	Συμπερίληψη της Κεφαλίδας Κλάσης στο Αρχείο Πηγαίου Κώδικα	450
9.7.6	Τελεστής Επιλύσης Εμβέλειας (: :)	451
9.7.7	Συνάρτηση-Μέλος setTime και Εμφάνιση Εξαιρέσεων	451
9.7.8	Συναρτήσεις-Μέλη to24HourString και to12HourString	451
9.7.9	Έμμεση Ενσωμάτωση Συναρτήσεων-Μελών	452
9.7.10	Συναρτήσεις-Μέλη ως προς Καθολικές Συναρτήσεις	452
9.7.11	Χρήση της Κλάσης Time	452
9.7.12	Μέγεθος Αντικειμένου	454
9.8	Διαδικασία Μεταγλώττισης και Σύνδεσης	454
9.9	Εμβέλεια Κλάσεων και Πρόσβαση σε Μέλη Κλάσεων	455
9.10	Συναρτήσεις Πρόσβασης και Βοηθητικές Συναρτήσεις	456
9.11	Μελέτη Περίπτωσης Κλάσης Time: Συναρτήσεις Δημιουργίας Με Προεπιλεγμένα Ορίσματα	457
9.11.1	Κλάση Time	457
9.11.2	Υπερφορτωμένες Συναρτήσεις Δημιουργίας και Συναρτήσεις Δημιουργίας Ανάθεσης	462
9.12	Συναρτήσεις Καταστροφής	463
9.13	Πότε Καλούνται οι Συναρτήσεις Δημιουργίας και Καταστροφής	464
9.14	Μελέτη Περίπτωσης Κλάσης Time: Μια Ύπουλη Παγίδα — Επιστροφή μιας Αναφοράς ή ενός Δείκτη σε ένα Ιδιωτικό Μέλος Δεδομένων	468
9.15	Προεπιλεγμένος Τελεστής Εκχώρησης	470
9.16	const Αντικείμενα και const Συναρτήσεις-Μέλη	472
9.17	Σύνθεση: Αντικείμενα ως Μέλη Κλάσεων	474
9.18	Συναρτήσεις friend και Κλάσεις friend	480
9.19	Ο Δείκτης this	482
9.19.1	Έμμεση και Άμεση Χρήση του Δείκτη this για Πρόσβαση σε Μέλη Δεδομένων ενός Αντικειμένου	482
9.19.2	Χρήση του Δείκτη this για Ενεργοποίηση Διαδοχικών Κλήσεων Συναρτήσεων	484
9.20	static Μέλη Κλάσεων: Δεδομένα και Συναρτήσεις-Μέλη Επιπέδου Κλάσης	487
9.21	Συγκεντρωτικοί Τύποι στην C++20	492
9.21.1	Αρχικοποίηση Συγκεντρωτικού Τύπου	493
9.21.2	Καθορισμένοι Αρχικοποιητές της C++20:	493
9.22	Ολοκληρώνοντας την Μελέτη Περίπτωσης Objects-Natural: Μελετώντας την Υλοποίηση της Κρυπτογράφησης Μυστικού Κλειδιού Vigenère	494
9.23	Ανακεφαλαίωση	507

10	Αντικειμενοστραφής Προγραμματισμός: Κληρονομικότητα και Πολυμορφισμός Χρόνου Εκτέλεσης	529
10.1	Εισαγωγή	530
10.2	Βασικές Κλάσεις και Παραγόμενες Κλάσεις	532
10.2.1	Ιεραρχία Κλάσεων CommunityMember	533
10.2.2	Ιεραρχία Κλάσης Shape και Δημόσια Κληρονομικότητα	534
10.3	Συσχέτιση Μεταξύ Βασικών και Παραγόμενων Κλάσεων	535
10.3.1	Δημιουργία και Χρήση μιας Κλάσης SalariedEmployee	535
10.3.2	Δημιουργία μιας Ιεραρχίας Κληρονομικότητας SalariedEmployee–SalariedCommissionEmployee	538
10.4	Συναρτήσεις Δημιουργίας και Συναρτήσεις Καταστροφής σε Παραγόμενες Κλάσεις	544
10.5	Εισαγωγή στον Πολυμορφισμό Χρόνου Εκτέλεσης: Πολυμορφικό Βιντεοπαιχνίδι	545
10.6	Συσχετίσεις Μεταξύ Αντικειμένων σε μια Ιεραρχία Κληρονομικότητας	546
10.6.1	Κλήση Συναρτήσεων Βασικής Κλάσης από Αντικείμενα Παραγόμενης Κλάσης	547
10.6.2	Στόχευση Δεικτών Παραγόμενης Κλάσης σε Αντικείμενα Βασικής Κλάσης	549
10.6.3	Κλήσεις Συναρτήσεων-Μελών Παραγόμενης Κλάσης Μέσω Δεικτών Βασικής Κλάσης	550
10.7	Εικονικές Συναρτήσεις και Εικονικές Συναρτήσεις Καταστροφής	551
10.7.1	Γιατί οι Εικονικές Συναρτήσεις Είναι Χρήσιμες	551
10.7.2	Δήλωση Εικονικών Συναρτήσεων	552
10.7.3	Κλήση μιας Εικονικής Συνάρτησης	553
10.7.4	virtual Συναρτήσεις στην Ιεραρχία SalariedEmployee	553
10.7.5	virtual Συναρτήσεις καταστροφής	557
10.7.6	Συναρτήσεις-Μέλη και Κλάσεις final	557
10.8	Αφηρημένες Κλάσεις και Καθαρά Virtual Συναρτήσεις	558
10.8.1	Καθαρές virtual Συναρτήσεις	559
10.8.2	Προγράμματα Οδήγησης Συσκευών: Πολυμορφισμός σε Λειτουργικά Συστήματα	559
10.9	Μελέτη Περίπτωσης: Σύστημα Μισθοδοσίας που Χρησιμοποιεί Πολυμορφισμό Κατά την Εκτέλεση	560
10.9.1	Δημιουργία Αφηρημένης Βασικής Κλάσης Employee	561
10.9.2	Δημιουργία Συμπαγούς Κλάσης SalariedEmployee	563
10.9.3	Δημιουργία Συμπαγούς Παραγόμενης Κλάσης CommissionEmployee	565
10.9.4	Επίδειξη Πολυμορφικής Επεξεργασίας Κατά την Εκτέλεση	567
10.10	Πολυμορφισμός Εκτέλεσης, Εικονικές Συναρτήσεις και Δυναμική Σύνδεση στο Παρασκήνιο	570
10.11	Προγραμματισμός μιας Διασύνδεσης, Όχι μιας Υλοποίησης	573
10.11.1	Επανεξέταση της Ιεραρχίας Employee: Διασύνδεση CompensationModel	575
10.11.2	Κλάση Employee	575
10.11.3	Χειρισμοί του CompensationModel	577
10.11.4	Δοκιμή της Νέας Ιεραρχίας	579
10.11.5	Οφέλη της Σχεδίασης με Παρεμβολή Εξάρτηση	580
10.12	Ανακεφαλαίωση	581
11	Υπερφόρτωση Τελεστών, η Σημασιολογία της Αντιγραφής/Μετακίνησης και οι Έξυπνοι Δείκτες	587
11.1	Εισαγωγή	588

11.2	Χρήση των Υπερφορτωμένων Τελεστών της Κλάσης <code>string</code> της Πρότυπης βιβλιοθήκης	590
11.3	Βασικές Αρχές Υπερφόρτωσης Τελεστών	596
11.3.1	Η Υπερφόρτωση Τελεστών Δεν Είναι Αυτόματα	596
11.3.2	Τελεστές που Δεν Μπορούν να Υπερφορτωθούν	596
11.3.3	Τελεστές που Δεν Χρειάζεται να Υπερφορτωθούν	596
11.3.4	Κανόνες και Περιορισμοί στην Υπερφόρτωση Τελεστών	597
11.4	(Υποβάθμιση) Δυναμική Διαχείριση Μνήμης με τις <code>new</code> και <code>delete</code>	598
11.5	Δυναμική Διαχείριση Μνήμης της Σύγχρονης C++: <code>RAII</code> και Έξυπνοι Δείκτες	600
11.5.1	Έξυπνοι Δείκτες	601
11.5.2	Επίδειξη του <code>unique_ptr</code>	601
11.5.3	Ιδιοκτησία του <code>unique_ptr</code>	603
11.5.4	Ένας <code>unique_ptr</code> για Έναν Ενσωματωμένο Πίνακα	603
11.6	Μελέτη Περίπτωσης <code>MyArray</code> : Δημιουργία μιας Πολύτιμης Κλάσης με Υπερφόρτωση Τελεστή	604
11.6.1	Ειδικές Συναρτήσεις-Μέλη	605
11.6.2	Χρήση της Κλάσης <code>MyArray</code>	606
11.6.3	Ορισμός Κλάσης <code>MyArray</code>	615
11.6.4	Συνάρτηση Δημιουργίας που Καθορίζει το Μέγεθος ενός <code>MyArray</code>	617
11.6.5	Πέρασμα με Λίστα Αρχικοποίησης σε Άγκιστρα σε μια Συνάρτηση Δημιουργίας	618
11.6.6	Συνάρτηση δημιουργίας αντιγραφής και Τελεστής Εκχώρησης Αντιγραφής	619
11.6.7	Συνάρτηση Δημιουργίας Μετακίνησης και Τελεστής Εκχώρησης Μετακίνησης	622
11.6.8	Συνάρτηση Καταστροφής	626
11.6.9	Συναρτήσεις <code>toString</code> και <code>size</code>	626
11.6.10	Υπερφόρτωση των Τελεστών Ισότητας (<code>==</code>) και Ανισότητας (<code>!=</code>)	627
11.6.11	Υπερφόρτωση του Τελεστή Δείκτη Πίνακα (<code>[]</code>)	629
11.6.12	Υπερφόρτωση του Μοναδιαίου Τελεστή Μετατροπής <code>bool</code>	630
11.6.13	Υπερφόρτωση του Τελεστή Προθέματος	631
11.6.14	Υπερφόρτωση του Τελεστή Επιθέματος	632
11.6.15	Υπερφόρτωση του Τελεστή Πρόσθεσης με Εκχώρηση (<code>+=</code>)	633
11.6.16	Υπερφόρτωση των Δυαδικών Τελεστών Εξαγωγής Ροής (<code>>></code>) και Εισαγωγής Ροής (<code><<</code>)	633
11.6.17	<code>friend</code> Συνάρτηση <code>swap</code>	636
11.7	Τελεστής Τριαδικής Σύγκρισης (<code><=></code>) της C++20	636
11.8	Μετατροπή Μεταξύ Τύπων	640
11.9	<code>explicit</code> Συναρτήσεις Δημιουργίας και Τελεστές Μετατροπής	641
11.10	Υπερφόρτωση του Τελεστή Κλήσης Συνάρτησης (<code>()</code>)	644
11.11	Ανακεφαλαίωση	644
12	Εξαιρέσεις και Μια Ματιά στο Μέλλον στα Συμβόλαια	653
12.1	Εισαγωγή	654
12.2	Ροή Ελέγχου με Χειρισμό Εξαιρέσεων	658
12.2.1	Ορισμός μιας Προσαρμοσμένης Κλάσης Εξαιρέσεων	658
12.2.2	Επίδειξη Χειρισμού Εξαιρέσεων	659
12.2.3	Περικλείοντας Κώδικα σε ένα Μπλοκ <code>try</code>	660
12.2.4	Ορισμός ενός Χειριστή <code>catch</code> για το <code>DivideByZeroExceptions</code>	661
12.2.5	Μοντέλο Τερματισμού του Χειρισμού Εξαιρέσεων	662
12.2.6	Ροή Ελέγχου Όταν ο Χρήστης Εισάγει Έναν Μη Μηδενικό Παρονομαστή	663
12.2.7	Ροή Ελέγχου Όταν ο Χρήστης Εισάγει Έναν Μηδενικό Παρονομαστή	663

12.3	Εγγυήσεις Ασφάλειας Εξαιρέσεων και η noexcept	664
12.4	Επανεμφάνιση μιας Εξαιρέσης	665
12.5	Ανάλυση Στοιβάς και Μη Συλληφθείσες Εξαιρέσεις	667
12.6	Πότε να Χρησιμοποιείται Χειρισμός Εξαιρέσεων	669
12.6.1	Μακροεντολή assert	671
12.6.2	Άμεσο Σφάλμα	671
12.7	Συναρτήσεις Δημιουργίας, Συναρτήσεις Καταστροφής και Χειρισμός Εξαιρέσεων	672
12.7.1	Εμφάνιση Εξαιρέσεων από Συναρτήσεις Δημιουργίας	672
12.7.2	Σύλληψη Εξαιρέσεων σε Συναρτήσεις Δημιουργίας Μέσω Μπλοκ Συναρτήσεων try	673
12.7.3	Εξαιρέσεις και Συναρτήσεις Καταστροφής: Επανεξέταση της noexcept (false)	675
12.8	Επεξεργασία Αποτυχιών της new	676
12.8.1	Η new Εμφανίζει bad_alloc σε Περίπτωση Αποτυχίας	677
12.8.2	Η new Επιστρέφει nullptr σε Περίπτωση Αποτυχίας	678
12.8.3	Χειρισμός Αποτυχιών της new Χρησιμοποιώντας τη Συνάρτηση set_new_handler	679
12.9	Ιεραρχία Εξαιρέσεων της Πρότυπης βιβλιοθήκης	680
12.10	Η Εναλλακτική της C++ ως προς το Μπλοκ finally: Το Resource Acquisition Is Initialization (RAII)	683
12.11	Ορισμένες Βιβλιοθήκες Υποστηρίζουν Τόσο Εξαιρέσεις Όσο και Κωδικούς Σφαλμάτων	683
12.12	Αρχείο Καταγραφής	685
12.13	Μια Ματιά στο Μέλλον με τα Συμβόλαια	685
12.14	Ανακεφαλαίωση	694
13	Δομές Δεδομένων: Κοντέινερ και Επαναλήπτες της Πρότυπης Βιβλιοθήκης	697
13.1	Εισαγωγή	698
13.2	Μια Σύνοψη Εισαγωγή στο Big O	700
13.3	Μια Σύνοψη Εισαγωγή στους Πίνακες Κατακερματισμού	703
13.4	Εισαγωγή στα Κοντέινερ	704
13.4.1	Κοινοί Ένθετοι Τύποι σε Κοντέινερ Ακολουθίας και Συσχέτισης	706
13.4.2	Κοινές Συναρτήσεις-Μέλη και Μη Μέλη Ενός Κοντέινερ	707
13.4.3	Απαιτήσεις για Στοιχεία Κοντέινερ	710
13.5	Εργασία με Επαναλήπτες	710
13.5.1	Χρήση του istream_iterator για Είσοδο και του ostream_iterator για Έξοδο	710
13.5.2	Κατηγορίες Επαναληπτών	712
13.5.3	Υποστήριξη των Κοντέινερ σε Επαναλήπτες	712
13.5.4	Προκαθορισμένα Ονόματα Τύπων Επαναληπτών	713
13.5.5	Τελεστές Επαναληπτών	713
13.6	Μια Σύνοψη Εισαγωγή στους Αλγορίθμους	714
13.7	Κοντέινερ Ακολουθίας	715
13.8	Κοντέινερ Ακολουθίας vector	715
13.8.1	Χρήση vector και iterator	716
13.8.2	Συναρτήσεις Χειρισμού Στοιχείων Ενός vector	719
13.9	Κοντέινερ Ακολουθίας list	723
13.10	Κοντέινερ Ακολουθίας deque	728

13.11	Κοντέινερ Συσχέτισης	730
13.11.1	Κοντέινερ Συσχέτισης <code>multiset</code>	730
13.11.2	Κοντέινερ Συσχέτισης <code>set</code>	734
13.11.3	Κοντέινερ Συσχέτισης <code>multimap</code>	736
13.11.4	Κοντέινερ Συσχέτισης <code>map</code>	738
13.12	Προσαρμογείς Κοντέινερ	739
13.12.1	Προσαρμογέας <code>stack</code>	740
13.12.2	Προσαρμογέας <code>queue</code>	742
13.12.3	Προσαρμογέας <code>priority_queue</code>	743
13.13	<code>bitset</code> Περίπου σαν Κοντέινερ	744
13.14	Ανακεφαλαίωση	746
14	Αλγόριθμοι Πρότυπης Βιβλιοθήκης και Εύρη και Προβολές της C++20	773
14.1	Εισαγωγή	774
14.2	Απαιτήσεις Αλγορίθμων: Οι Έννοιες της C++20	776
14.3	Εκφράσεις Λάμδα και Αλγόριθμοι	778
14.4	Αλγόριθμοι	781
14.4.1	<code>fill</code> , <code>fill_n</code> , <code>generate</code> και <code>generate_n</code>	781
14.4.2	<code>equal</code> , <code>mismatch</code> και <code>lexicographical_compare</code>	783
14.4.3	<code>remove</code> , <code>remove_if</code> , <code>remove_copy</code> και <code>remove_copy_if</code>	786
14.4.4	<code>replace</code> , <code>replace_if</code> , <code>replace_copy</code> και <code>replace_copy_if</code>	790
14.4.5	Αλγόριθμοι Αναδιάταξης, Καταμέτρησης και Ελάχιστου και Μέγιστου Στοιχείου	792
14.4.6	Αλγόριθμοι Αναζήτησης και Ταξινόμησης	796
14.4.7	<code>swap</code> , <code>iter_swap</code> και <code>swap_ranges</code>	800
14.4.8	<code>copy_backward</code> , <code>merge</code> , <code>unique</code> , <code>reverse</code> , <code>copy_if</code> και <code>copy_n</code>	802
14.4.9	<code>inplace_merge</code> , <code>unique_copy</code> και <code>reverse_copy</code>	805
14.4.10	Πράξεις Συνόλων	807
14.4.11	<code>lower_bound</code> , <code>upper_bound</code> και <code>equal_range</code>	810
14.4.12	<code>min</code> , <code>max</code> και <code>minmax</code>	812
14.4.13	Αλγόριθμοι <code>gcd</code> , <code>lcm</code> , <code>iota</code> , <code>reduce</code> και <code>partial_sum</code> από την Κεφαλίδα <code><numeric></code>	813
14.4.14	<code>Heapsort</code> και Ουρές Προτεραιότητας	816
14.5	Αντικείμενα Συνάρτησης (Functor)	821
14.6	Προβλέψεις	825
14.7	Προβολές και Προγραμματισμός Συναρτησιακού στυλ της C++20	828
14.7.1	Προσαρμογείς Εύρους	828
14.7.2	Εργασία με Προσαρμογείς Εύρους και Προβολές	830
14.8	Εισαγωγή στους Παράλληλους Αλγορίθμους	834
14.9	Περίληψη Αλγορίθμων Πρότυπης Βιβλιοθήκης	836
14.10	Μελλοντικές Βελτιώσεις στα Εύρη	839
14.11	Ανακεφαλαίωση	840

15	Πρότυπα, Έννοιες και Μεταπρογραμματισμός της C++20	845
15.1	Εισαγωγή	846
15.2	Προσαρμοσμένα Πρότυπα Κλάσεων και Πολυμορφισμός Κατά τη Μεταγλώττιση	849
15.3	Βελτιώσεις Προτύπων Συναρτήσεων της C++20	854
15.3.1	Συντομευμένα Πρότυπα Συναρτήσεων της C++20	854
15.3.2	Πρότυπα Λάμδα της C++20	856
15.4	Οι Έννοιες της C++20: Μια Πρώτη Ματιά	856
15.4.1	Πρότυπο Συνάρτησης <code>multiply</code> Χωρίς Περιορισμούς	857
15.4.2	Περιορισμένο Πρότυπο Συνάρτησης με έναν Όρο <code>requires</code> από τις Έννοιες της C++20	860
15.4.3	Προκαθορισμένες Έννοιες της C++20	862
15.5	Χαρακτηριστικά Τύπων	864
15.6	Έννοιες της C++20: Μια Βαθύτερη Ματιά	868
15.6.1	Δημιουργία Μιας Προσαρμοσμένης Έννοιας	868
15.6.2	Χρήση μιας Έννοιας	869
15.6.3	Χρήση Εννοιών σε Συντομευμένα Πρότυπα Συναρτήσεων	870
15.6.4	Υπερφόρτωση Βασισμένη σε Έννοιες	871
15.6.5	Εκφράσεις <code>requires</code>	874
15.6.6	Έννοιες Μόνο για Έκθεση της C++20	877
15.6.7	Τεχνικές πριν τις Έννοιες της C++20: <code>SFINAE</code> και <code>Tag Dispatch</code>	878
15.7	Δοκιμή Εννοιών της C++20 με την <code>static_assert</code>	879
15.8	Δημιουργία Ενός Προσαρμοσμένου Αλγορίθμου	881
15.9	Δημιουργία Ενός Προσαρμοσμένου Κοντέινερ και Επαναληπτών	883
15.9.1	Πρότυπο Κλάσης <code>ConstIterator</code>	885
15.9.2	Πρότυπο Κλάσης <code>Iterator</code>	888
15.9.3	Πρότυπο Κλάσης <code>MyArray</code>	890
15.9.4	Οδηγός Συνεπαγωγής <code>MyArray</code> για Αρχικοποίηση με Άγκιστρα	893
15.9.5	Χρήση του <code>MyArray</code> και των Προσαρμοσμένων Επαναληπτών του με τους Αλγόριθμους <code>std::ranges</code>	894
15.10	Προεπιλεγμένα Ορίσματα για Παραμέτρους Τύπου Προτύπου	898
15.11	Πρότυπα Μεταβλητών	898
15.12	Variadic Πρότυπα και Εκφράσεις <code>Fold</code>	899
15.12.1	Πρότυπο Variadic Κλάσης <code>tuple</code>	899
15.12.2	Μεταβλητά Πρότυπα Συναρτήσεων και Εισαγωγή στις Εκφράσεις Αναδίπλωσης	902
15.12.3	Τύποι Εκφράσεων Αναδίπλωσης	906
15.12.4	Ο Τρόπος που οι Μοναδιαίες Εκφράσεις Αναδίπλωσης Εφαρμόζουν τους Τελεστές τους	906
15.12.5	Ο Τρόπος που οι Δυναμικές Εκφράσεις Αναδίπλωσης Εφαρμόζουν τους Τελεστές τους	909
15.12.6	Χρήση του Τελεστή Κόμματος για Επαναλαμβανόμενη Εκτέλεση μιας Λειτουργίας	910
15.12.7	Περιορισμός των Στοιχείων ενός Πακέτου Παραμέτρων στον Ίδιο Τύπο	911
15.13	Μεταπρογραμματισμός Προτύπων	913
15.13.1	Τα Πρότυπα της C++ Είναι Turing-Πλήρη	914
15.13.2	Υπολογισμός Τιμών Κατά τη Μεταγλώττιση	914
15.13.3	Μεταγλώττιση υπό Όρους με Μεταπρογραμματισμό Προτύπων και <code>constexpr if</code>	919
15.13.4	Μετασυναρτήσεις Τύπων	921
15.14	Ανακεφαλαίωση	925

16	Λειτουργικές Μονάδες της C++20: Ανάπτυξη Μεγάλης Κλίμακας	933
16.1	Εισαγωγή	934
16.2	Μεταγλώττιση και σύνδεση πριν την C++20	936
16.3	Πλεονεκτήματα και Στόχοι των Λειτουργικών Μονάδων	937
16.4	Παράδειγμα: Μετάβαση σε Λειτουργικές Μονάδες — Μονάδες Κεφαλίδας	938
16.5	Οι Λειτουργικές Μονάδες Μπορούν να Μειώσουν τα Μεγέθη των Μονάδων Μετάφρασης και τους Χρόνους Μεταγλώττισης	941
16.6	Παράδειγμα: Δημιουργία και Χρήση μιας Λειτουργικής Μονάδας	942
16.6.1	Δήλωση <code>module</code> για μια Μονάδα Διασύνδεσης Λειτουργικής Μονάδας	943
16.6.2	Εξαγωγή μιας Δήλωσης	945
16.6.3	Εξαγωγή μιας Ομάδας Δηλώσεων	945
16.6.4	Εξαγωγή Ενός Χώρου Ονομάτων	945
16.6.5	Εξαγωγή Ενός Μέλους Χώρου Ονομάτων	946
16.6.6	Εισαγωγή μιας Λειτουργικής Μονάδας για Χρήση των Εξαγόμενων Δηλώσεων της	946
16.6.7	Παράδειγμα: Προσπάθεια Πρόσβασης σε Μη Εξαγόμενα Περιεχόμενα Λειτουργικών Μονάδων	948
16.7	Τμήμα Καθολικής Λειτουργικής Μονάδας	951
16.8	Διαχωρισμός Διασύνδεσης από Υλοποίηση	951
16.8.1	Παράδειγμα: Μονάδες Χειρισμού Λειτουργικών Μονάδων	951
16.8.2	Παράδειγμα: Κάνοντας Αρθρωτή μια Κλάση	954
16.8.3	Τμήμα Λειτουργικής Μονάδας : private	958
16.9	Διαμερίσματα	958
16.9.1	Παράδειγμα: Μονάδες Διαμερίσματος Διασύνδεσης Λειτουργικής Μονάδας	959
16.9.2	Μονάδες Διαμερισμάτων Χειρισμού Λειτουργικών Μονάδων	962
16.9.3	Παράδειγμα: «Υπο-Λειτουργικές Μονάδες» ως προς Διαμερίσματα	962
16.10	Πρόσθετα Παραδείγματα Λειτουργικών Μονάδων	967
16.10.1	Παράδειγμα: Εισαγωγή της Πρότυπης Βιβλιοθήκης της C++ ως Λειτουργικές Μονάδες	967
16.10.2	Παράδειγμα: Δεν Επιτρέπονται οι Κυκλικές Εξαρτήσεις	969
16.10.3	Παράδειγμα: Οι Εισαγωγές Δεν Είναι Μεταβατικές	970
16.10.4	Παράδειγμα: Ορατότητα ως προς Προσβασιμότητα	971
16.11	Μετάβαση Κώδικα στις Λειτουργικές Μονάδες	972
16.12	Το Μέλλον των Λειτουργικών Μονάδων και των Εργαλείων Λειτουργικών Μονάδων	973
16.13	Ανακεφαλαίωση	975
17	Παράλληλοι Αλγόριθμοι και Ταυτόχρονη Εκτέλεση: Μια Ματιά Υψηλού Επιπέδου	987
17.1	Εισαγωγή	988
17.2	Παράλληλοι Αλγόριθμοι της Πρότυπης Βιβλιοθήκης	991
17.2.1	Παράδειγμα: Προφίλ Αλγορίθμων Σειριακής και Παράλληλης Ταξινόμησης	991
17.2.2	Πότε να Χρησιμοποιούνται Παράλληλοι Αλγόριθμοι	994
17.2.3	Πολιτικές Εκτέλεσης	995
17.2.4	Παράδειγμα: Προφίλ Παράλληλων και Διανυσματικών Πράξεων	996
17.2.5	Πρόσθετες Σημειώσεις για τους Παράλληλους Αλγορίθμους	998
17.3	Πολυνηματικός Προγραμματισμός	999
17.3.1	Καταστάσεις Νημάτων και ο Κύκλος Ζωής των Νημάτων	999
17.3.2	Αδιέξοδα και Επ' Αόριστον Αναβολή	1001

17.4	Εκκίνηση Εργασιών με την <code>std::jthread</code>	1003
17.4.1	Ορισμός Εργασίας για Εκτέλεση σε Νήμα	1003
17.4.2	Εκτέλεση μιας Εργασίας σε ένα <code>jthread</code>	1005
17.4.3	Πώς το <code>jthread</code> Διορθώνει το <code>thread</code>	1007
17.5	Σχέση Παραγωγού-Καταναλωτή: Μια Πρώτη Προσπάθεια	1008
17.6	Παραγωγός-Καταναλωτής: Συγχρονισμός Πρόσβασης σε Κοινόχρηστα Μεταβλητά Δεδομένα	1015
17.6.1	Κλάση <code>SynchronizedBuffer</code> : <code>Mutex</code> , Κλειδώματα και Μεταβλητές υπό Συνθήκη	1017
17.6.2	Δοκιμή του <code>SynchronizedBuffer</code>	1023
17.7	Παραγωγός-Καταναλωτής: Ελαχιστοποίηση των Αναμονών με Ένα Κυκλικό Buffer	1027
17.8	Αναγνώστες και Εγγραφείς	1036
17.9	Συνεργατική Ακύρωση <code>jthread</code>	1037
17.10	Εκκίνηση Εργασιών με το <code>std::async</code>	1040
17.11	Αρχικοποίηση Μιας Φοράς, Ασφαλής ως προς Νήματα	1047
17.12	Σύντομη Εισαγωγή στις Ατομικές Λειτουργίες	1048
17.13	Συντονισμός Νημάτων με <code>Latch</code> και <code>Barrier</code> της C++20	1052
17.13.1	<code>std::latch</code> της C++20	1052
17.13.2	<code>std::barrier</code> της C++20	1055
17.14	Σηματοφορείς της C++20	1058
17.15	C++23: Μια Ματιά στο Μέλλον της Ταυτόχρονης Εκτέλεσης στην C++	1062
17.15.1	Παράλληλοι Αλγόριθμοι Εύρους	1062
17.15.2	Ταυτόχρονα Κοντέινερ	1062
17.15.3	Άλλες Προτάσεις Σχετικές με την Ταυτόχρονη Εκτέλεση	1063
17.16	Ανακεφαλαίωση	1063
18	Συνρουτίνες της C++20	1073
18.1	Εισαγωγή	1074
18.2	Βιβλιοθήκες Υποστήριξης Συνρουτινών	1075
18.3	Εγκατάσταση των Βιβλιοθηκών <code>concurrency</code> και <code>generator</code>	1077
18.4	Δημιουργία μιας Συνρουτίνας Γεννήτριας με την <code>co_yield</code> και την Βιβλιοθήκη <code>generator</code>	1077
18.5	Εκκίνηση Εργασιών με την <code>concurrency</code>	1081
18.6	Δημιουργία μιας Συνρουτίνας με τις <code>co_await</code> και <code>co_return</code>	1085
18.7	Έννοιες Συνρουτινών Χαμηλού Επιπέδου	1093
18.8	Μελλοντικές Βελτιώσεις στις Συνρουτίνες	1096
18.9	Ανακεφαλαίωση	1096
19	Ροή I/O και Μορφοποίηση Κειμένου στην C++20	1101
19.1	Εισαγωγή	1102
19.2	Ροές	1102
19.2.1	Κλασικές Ροές ως Προς Τυπικές Ροές	1103
19.2.2	Κεφαλίδες της Βιβλιοθήκης <code>iostream</code>	1103
19.2.3	Αντικείμενα και Κλάσεις Ροών Εισόδου/Εξόδου	1103
19.3	Ροή Εξόδου	1104
19.3.1	Έξοδος Μεταβλητών <code>char*</code>	1105
19.3.2	Έξοδος Χαρακτήρων Χρησιμοποιώντας τη Συνάρτηση-Μέλος <code>put</code>	1106

19.4	Ροή Εισόδου	1106
19.4.1	Συναρτήσεις-Μέλη <code>get</code> και <code>getline</code>	1106
19.4.2	<code>istream</code> Συναρτήσεις-Μέλη <code>peek</code> , <code>putback</code> και <code>ignore</code>	1109
19.5	Μη Μορφοποιημένη I/O Χρησιμοποιώντας τις <code>read</code> , <code>write</code> και <code>gcount</code>	1110
19.6	Χειριστές Ροών	1111
19.6.1	Ακέραιη Βάση Ροής: <code>dec</code> , <code>oct</code> , <code>hex</code> και <code>setbase</code>	1112
19.6.2	Ακρίβεια Αριθμών Κινητής Υποδιαστολής (<code>setprecision</code> , <code>precision</code>)	1112
19.6.3	Πλάτος Πεδίου (<code>width</code> , <code>setw</code>)	1114
19.6.4	Χειριστές Ροής Εξόδου Καθορισμένοι από το Χρήστη	1115
19.6.5	Τελικά Μηδενικά και Δεκαδικά Ψηφία (<code>showpoint</code>)	1116
19.6.6	Στοίχιση (<code>left</code> , <code>right</code> και <code>internal</code>)	1117
19.6.7	Αναπλήρωση (<code>fill</code> , <code>setfill</code>)	1118
19.6.8	Ακέραιη Βάση Ροής (<code>dec</code> , <code>oct</code> , <code>hex</code> , <code>showbase</code>)	1119
19.6.9	Αριθμοί Κινητής Υποδιαστολής: Επιστημονική και Σταθερή Σύνταξη (<code>scientific</code> , <code>fixed</code>)	1120
19.6.10	Έλεγχος Κεφαλαίων/Πεζών (<code>uppercase</code>)	1121
19.6.11	Καθορισμός Boolean Μορφοποίησης (<code>boolalpha</code>)	1122
19.6.12	Ορισμός και Επαναφορά της Κατάστασης Μορφοποίησης Μέσω της Συνάρτησης-Μέλους <code>flags</code>	1123
19.7	Καταστάσεις Σφαλμάτων Ροών	1124
19.8	Σύνδεση Ροής Εξόδου σε μια Ροή Εισόδου	1127
19.9	Μορφοποίηση Κειμένου στην C++20	1127
19.9.1	Τύποι Παρουσίασης <code>std::format</code> στην C++20	1128
19.9.2	Πλάτη Πεδίων και Στοίχιση με την <code>std::format</code> στην C++20	1130
19.9.3	Μορφοποίηση Αριθμών με την <code>std::format</code> στην C++20	1131
19.9.4	Σύμβολα Κράτησης Θέσης για Πλάτη Πεδίων και Ακρίβειας με την <code>std::format</code> στην C++20	1132
19.10	Ανακεφαλαίωση	1133
20	Άλλα Θέματα και μια Ματιά στο Μέλλον της C++	1141
20.1	Εισαγωγή	1142
20.2	Έξυπνοι Δείκτες <code>shared_ptr</code> και <code>weak_ptr</code>	1143
20.2.1	<code>shared_ptr</code> με Καταμέτρηση Αναφορών	1143
20.2.2	Παρατηρητής <code>weak_ptr</code> : <code>shared_ptr</code>	1147
20.3	Πολυμορφισμός Κατά την Εκτέλεση με τις <code>std::variant</code> και <code>std::visit</code>	1154
20.4	<code>protected</code> Μέλη Κλάσης: Μια Βαθύτερη Ματιά	1160
20.5	Ιδίωμα μη Εικονικής Διασύνδεσης (Non-Virtual Interface - NVI)	1161
20.6	Κληρονομικότητα Συναρτήσεων Δημιουργίας Βασικής Κλάσης	1168
20.7	Πολλαπλή Κληρονομικότητα	1169
20.7.1	Κληρονομικότητα Ρόμβου	1174
20.7.2	Εξάλειψη Διπλότυπων Υπο-αντικειμένων με <code>virtual</code> Κληρονομικότητα Βασικής Κλάσης	1176
20.8	Κληρονομικότητα <code>public</code> , <code>protected</code> και <code>private</code>	1177
20.9	Χώροι Ονομάτων: Μια Βαθύτερη Ματιά	1179
20.9.1	Ορισμός Χώρων Ονομάτων	1180
20.9.2	Πρόσβαση σε Μέλη Ενός <code>namespace</code> με Προσδιορισμένα Ονόματα	1181
20.9.3	Οι Οδηγίες <code>using</code> Δεν Πρέπει να Τοποθετούνται σε Κεφαλίδες	1181

20.9.4	Ένθετοι Χώροι Ονομάτων	1181
20.9.5	Ψευδώνυμα για Ονόματα Χώρων Ονομάτων	1181
20.10	Κλάσεις Αποθήκευσης και Διάρκεια Αποθήκευσης	1182
20.10.1	Διάρκεια Αποθήκευσης	1182
20.10.2	Τοπικές Μεταβλητές και Αυτόματη Διάρκεια Αποθήκευσης	1182
20.10.3	Στατική Διάρκεια Αποθήκευσης	1183
20.10.4	mutable Μέλη Κλάσεων	1184
20.11	Λέξεις-Κλειδιά Τελεστών	1185
20.12	Τελεστής <code>decltype</code>	1186
20.13	Τερματικοί Τύποι Επιστροφής για Συναρτήσεις	1187
20.14	Ιδιότητα <code>[nodiscard]</code>	1187
20.15	Μερικές Βασικές Λειτουργίες της C++23	1189
20.16	Ανακεφαλαίωση	1194

21	Τρόπος Σκέψης στην Επιστήμη των Υπολογιστών: Αναζήτηση, Ταξινόμηση και Σύνταξη Big O	1197
21.1	Εισαγωγή	1198
21.2	Αποτελεσματικότητα αλγορίθμων: Το Big O	1199
21.2.1	Αλγόριθμοι $O(1)$	1199
21.2.2	Αλγόριθμοι $O(n)$	1199
21.2.3	Αλγόριθμοι $O(n^2)$	1200
21.3	Γραμμική αναζήτηση	1201
21.3.1	Υλοποίηση	1201
21.3.2	Αποτελεσματικότητα της Γραμμικής Αναζήτησης $O(n)$	1202
21.4	Δυαδική αναζήτηση	1203
21.4.1	Υλοποίηση	1203
21.4.2	Αποτελεσματικότητα της Δυαδικής Αναζήτησης $O(\log n)$	1207
21.5	Ταξινόμηση εισαγωγής	1208
21.5.1	Υλοποίηση	1209
21.5.2	Αποτελεσματικότητα της Ταξινόμησης Εισαγωγής	1210
21.6	Ταξινόμηση Επιλογής	1210
21.6.1	Υλοποίηση	1211
21.6.2	Αποτελεσματικότητα της Ταξινόμησης Επιλογής	1213
21.7	Ταξινόμηση Συγχώνευσης (μια Αναδρομική Υλοποίηση)	1213
21.7.1	Υλοποίηση	1214
21.7.2	Αποτελεσματικότητα της Ταξινόμησης Συγχώνευσης	1219
21.7.3	Σύνοψη της Σύνταξης των Διαφόρων Αλγορίθμων Big O	1219
21.8	Ανακεφαλαίωση	1221

Παραρτήματα

A	Σύνολο Χαρακτήρων	1225
B	Συστήματα Αριθμών	1227
Γ	Προεπεξεργαστής	1237
Δ	Χειρισμός Bit	1247

Ευρετήριο	1259
------------------	-------------