

**ΠΛΗ202 – ΔΟΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ & ΑΡΧΕΙΩΝ**  
**2Η ΑΣΚΗΣΗ**

ΠΕΤΡΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ - 2018030070

**ΑΝΑΦΟΡΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

- Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το αρχείο “testnumbers\_1000000\_BE.bin” που δόθηκε μεταξύ άλλων, με την εκφώνηση της άσκησης.
- Χρησιμοποιήθηκε γεννήτρια τυχαίων αριθμών προκειμένου να παραχθούν τα κατάλληλα arguments για τις μεθόδους αναζήτησης.
- Οι χρονικές μετρήσεις ίσως να ποικίλουν από hardware σε hardware λόγω διαφορετικών επιδόσεων του υλικού.

**1<sup>ο</sup> Μέρος**

Κατά τις δοκιμές μετρήθηκαν χρόνοι και αριθμός συγκρίσεων για τις εισαγωγές και αναζητήσεις στοιχείων στις 3 δομές δεδομένων που υλοποιήθηκαν στον κώδικα. Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα του testing για εισαγωγή **N (πλήθος αριθμών αρχείου)** κλειδιών, αναζήτηση **100 τυχαίων** κλειδιών και inrange αναζήτηση σε ποίκιλο εύρος.

**A) Δυαδικό δέντρο αναζήτησης σε υλοποίηση πίνακα**

Μέσος αριθμός συγκρίσεων / εισαγωγή	Συνολικός χρόνος για N εισαγωγές	Μέσος αριθμός συγκρίσεων / τυχαία αναζήτηση (100 αναζητήσεις)	Συνολικός χρόνος για 100 αναζητήσεις	Μέσος αριθμός συγκρίσεων / in-range 100	Μέσος αριθμός συγκρίσεων / in-range 1000
25	0,952 s	27	758.100 ns	28	28

**B) Δυαδικό δέντρο αναζήτησης με δυναμική παραχώρηση μνήμης**

Μέσος αριθμός συγκρίσεων / εισαγωγή	Συνολικός χρόνος για N εισαγωγές	Μέσος αριθμός συγκρίσεων / τυχαία αναζήτηση (100 αναζητήσεις)	Συνολικός χρόνος για 100 αναζητήσεις	Μέσος αριθμός συγκρίσεων / in-range 100	Μέσος αριθμός συγκρίσεων / in-range 1000
50	2,372 s	27	1.070.800 ns	28	28

### Γ) Μονοδιάστατο πεδίο N x 1

Μέσος αριθμός συγκρίσεων / τυχαία αναζήτηση (100 αναζητήσεις)	Συνολικός χρόνος για 100 αναζητήσεις	Μέσος αριθμός συγκρίσεων / in-range 100	Μέσος αριθμός συγκρίσεων / in-range 1000
<b>20</b>	<b>2.264.600 ns</b>	<b>62</b>	<b>61</b>

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα του testing διακρίνονται πολλές αναμενόμενες διαφορές και ομοιότητες μεταξύ των τριών δομών. Η εισαγωγή των κλειδιών στο ΔΔΕ με υλοποίηση πίνακα φαίνεται να χρειάστηκε σχεδόν το **½ του χρόνου** από αυτήν στο ΔΔΕ με δυναμική παραχώρηση μνήμης, γεγονός που υπογραμμίζει την καθυστέρηση που επιφέρει η χρήση του τελεστή **new**. Η δέσμευση της μνήμης για το δέντρο πριν την κατασκευή του, αποδεικνύεται εξαιρετικά αποδοτική, αφού **αποδεσμεύει** το πρόγραμμα από την **δημιουργία διακοπών** σε χρόνο χρήσης. Δεν απαιτείται η παρέμβαση του λειτουργικού συστήματος, όπως στο δυναμικό allocation, με αποτέλεσμα η επεξεργαστική ροή να αφιερώνεται εξ'ολοκλήρου στο πρόγραμμα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο αριθμός συγκρίσεων για την εισαγωγή των κλειδιών στο δυναμικό ΔΔΕ είναι ακριβώς **διπλάσιος** από αυτόν του ΔΔΕ με πεδίο. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην υλοποίηση του αλγορίθμου σε κώδικα. Στην μία περίπτωση χρησιμοποιήθηκε **αναδρομική** μέθοδος, ενώ στην άλλη **επαναληπτική**.

Τα δύο δέντρα μετά την κατασκευή τους συμπεριφέρονται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, **πλησιάζοντας** κατά πολύ την θεωρητική **πολυπλοκότητα** των πράξεων στα ΔΔΕ που υπολογίζεται περί το  **$O(\log_2 n)$** . Ενδεικτικά, βλέπουμε ότι εκτελούνται για αναζήτηση κλειδιού ή εύρους ακριβώς **28 συγκρίσεις**. Το πλήθος των στοιχείων του πειράματος ήταν 1.000.000 με  **$\log_2 1.000.000 = 6$** , αριθμός ο οποίος βρίσκεται ιδιαίτερα κοντά στα αποτελέσματα. Φυσικά, στον αριθμό αυτόν δεν συμπεριλαμβάνονται όλες οι πράξεις παρά **μόνο** οι συγκρίσεις μεταξύ στοιχείων του δέντρου.

Το μονοδιάστατο πεδίο σε σχέση με τα δύο δέντρα παρουσιάζει **μεγαλύτερο μέσο χρόνο** αναζήτησης τυχαίου κλειδιού με **λιγότερες**, ωστόσο, συγκρίσεις. Η διαφορά είναι μικρή, όχι όμως ασήμαντη. Εκμεταλλευόμενη το γεγονός ότι το πεδίο είναι **ταξινομημένο**, η δυαδική αναζήτηση κλειδιού καταφέρνει να **κατατοπιστεί** εντός του καλύτερα, μειώνοντας τον αριθμό των συγκρίσεων. Στην αναζήτηση εύρους παρατηρούνται **διπλάσιες** συγκρίσεις σε σχέση με τα δέντρα. Ο αλγόριθμος του in-range search σε πεδίο θα το διασχίσει, δυαδικά, προς τα δεξιά και προς τα αριστερά προκειμένου να μην παραλειφθούν τιμές, γεγονός που αποδεικνύει ότι έχουμε **δύο φορές την πολυπλοκότητα** της αντίστοιχης αναζήτησης σε ΔΔΕ.

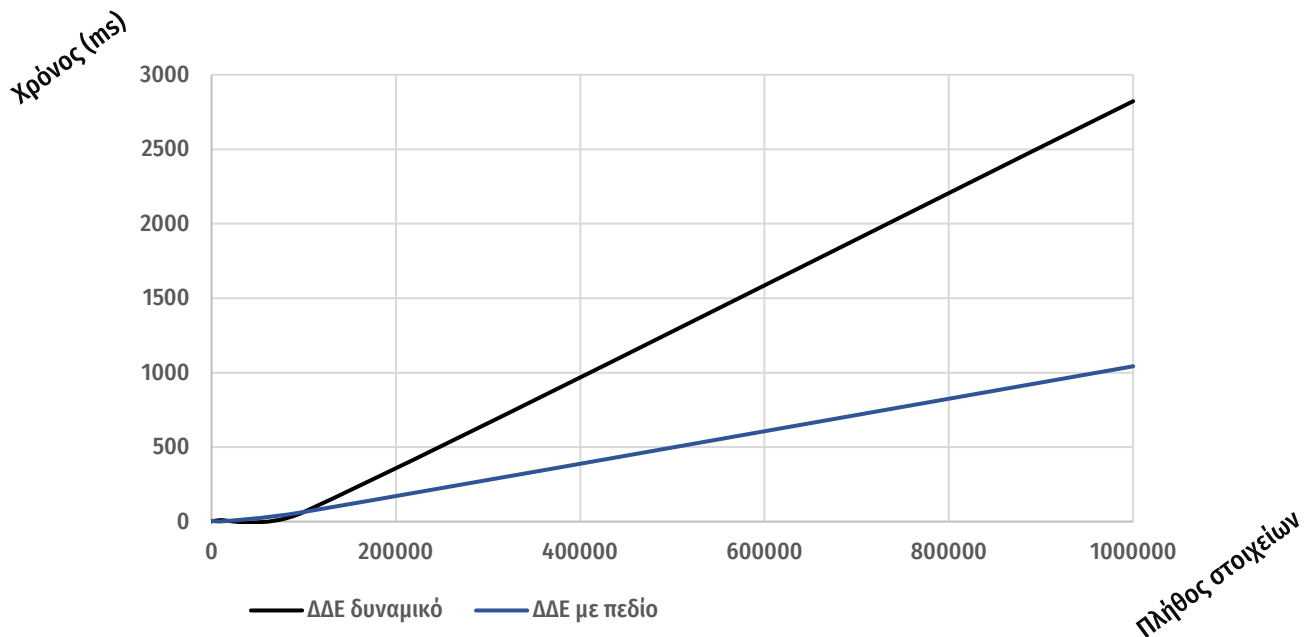
Παρατίθεται συγκεντρωτικός πίνακας για πείραμα με N αναζητήσεις τυχαίων κλειδιών για εκμηδενισμό σφαλμάτων στους υπολογισμούς:

Δομή	Μέσος αριθμός συγκρίσεων/ εισαγωγή	Συνολικός χρόνος εισαγωγής N κλειδιών	Μέσος αριθμός συγκρίσεων / τυχαία αναζήτηση	Συνολικός χρόνος για N αναζητήσεις	Μέσος αριθμός συγκρίσεων / in-range 100	Μέσος αριθμός συγκρίσεων / in-range 1000
ΔΔΕ Δυν.	<b>25</b>	<b>0,952 s</b>	<b>27</b>	<b>1,396 s</b>	<b>29</b>	<b>28</b>
ΔΔΕ Πεδίο	<b>50</b>	<b>2,372 s</b>	<b>27</b>	<b>0,737 s</b>	<b>29</b>	<b>28</b>
Nx1 Πεδίο			<b>20</b>	<b>0,435 s (!)</b>	<b>62</b>	<b>61</b>

## 2<sup>ο</sup> Μέρος

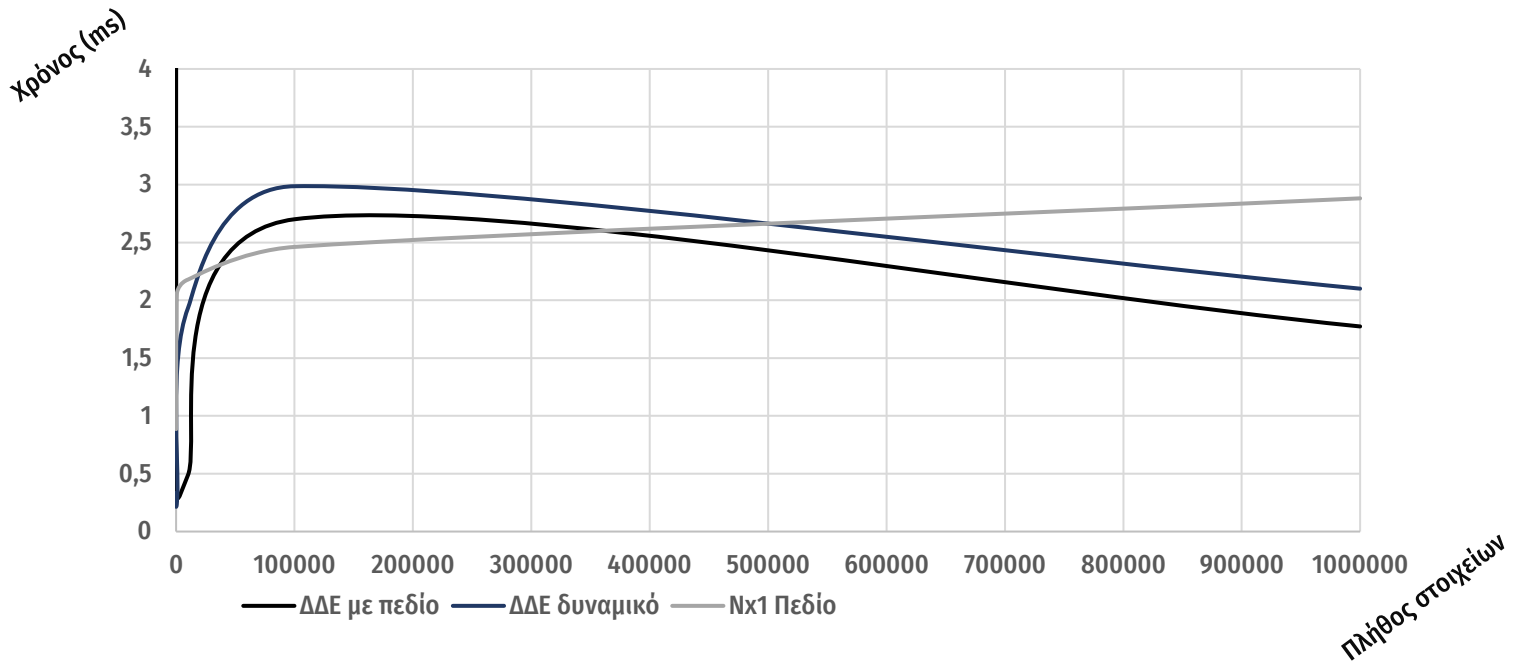
Παρακάτω παρατίθενται διάγραμματα που απεικονίζουν το χρόνο εκτέλεσης πράξεων σε συνάρτηση με το πλήθος των στοιχείων του εκάστοτε αρχείου:

### A) Εισαγωγή κλειδιών



Παρατηρείται η λογαριθμική μορφή και των δύο αποκρίσεων, ενώ είναι η εμφανής η αύξηση της χρονικής καθυστέρησης ανάλογα με το πλήθος των στοιχείων στο ΔΔΕ με δυναμική παραχώρηση μνήμης.

### B) Αναζήτηση 100 τυχαίων κλειδιών



Παρατηρείται, ότι με την αύξηση του πλήθους των στοιχείων, ο χρόνος αναζήτησης στα δέντρα τείνει να μειώνεται ενώ για το πεδίο αυξάνεται με ανάλογο ρυθμό. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της αύξησης του μεγέθους του πεδίου και κατ'επέκταση της διάρκειας της δυαδικής αναζήτησης σε αυτό. Στα δέντρα κάτι τέτοιο δεν αποτελεί εμπόδιο αφού η δυαδικότητα τους δεν εξαρτάται από το ύψος τους.