

**1<sup>η</sup> Γραπτή Εργασία ΠΛΗ 23**  
**Ακαδημαϊκό Έτος 2024-2025**  
**ΧΑΡΑΜΙΔΗΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ ΑΜ: 142887**  
**Ημερομηνία Παράδοσης 06/12/2024**

**Άσκηση 1**

1)

Αν ο Χρήστης 1 (U1) θέλει να επικοινωνήσει με τον Χρήστη 3 (U3), αρχικά ο χρήστης U1 στέλνει το αίτημα σύνδεσης στο TK1 (Μέγεθος αίτησης σύνδεσης χρήστη 64 bytes) και έχουμε χρόνο μετάδοσης

$$TRANSP(U1-TK1) = \frac{64 \text{ Bytes}}{50 \text{ Mbps}} = \frac{64 \cdot 8 \text{ bits}}{50 \cdot 10^6 \text{ bits/sec}} = 0.01024 \text{ ms}$$

και χρόνο διάδοσης

$$PROP(U1 - TK1) = \frac{2 \text{ Km}}{300.000 \text{ Km/s}} = 0.00667 \text{ ms}$$

Αρα έχουμε TRANS+PROP+χρόνος επεξεργασίας TK1 =  
0.01024ms+0.00667ms+1ms=1.01691ms

Στην συνέχεια από TK1 στο ΔΒΚ έχουμε ότι η πιο αργή σύνδεση επηρεάζει όλες τις άλλες δηλαδή η 100Mbps και επειδή χρησιμοποιείται TDMA 8 χρονοθυρίδων (slots) θα έχουμε 100/8 = 12.5Mbps . Άρα θα έχουμε για τον χρόνο μετάδοσης

$$TRANSP(TK1 - EKA) = \frac{512 \text{ Bytes}}{12.5 \text{ Mbps}} = \frac{512 \cdot 8 \text{ bits}}{12,5 \cdot 10^6 \text{ bits/s}} = 0.32768 \text{ ms}$$

Χρόνος διάδοσης :

$$PROP(TK1 - ΔΒΚ) = \frac{500 \text{ Km}}{300.000 \text{ Km/s}} = 1.66667 \text{ ms}$$

Λογο οτι η αποσταση απο το TK1 στο ΔΒΚ είναι 200+100+100+100 = 500 Km .

Αρα έχουμε TRANS+PROP+χρόνος επεξεργασίας ΔΒΚ = 0.32768+1.66667+1 = 2.99435 ms

Αρα συνολικά έχουμε 1.01691+ 2.99435=4.01125 ms όπου είναι ο συνολικός χρόνος από το U1 στο ΔΒΚ .

Στην συνέχεια το ΔΒΚ προωθεί το αίτημα στον Τοπικό Κέντρο 2 και έχουμε αντίστοιχα τους υπολογισμούς :

Εδώ έχουμε πιο αργή σύνδεση την 100 Mbps

Αρα

$$TRANSP(ΔΒΚ - ΕΚΗ) = \frac{512 \text{ Bytes}}{100 \text{ Mbps}} = \frac{512 \cdot 8 \text{ bits}}{100 \cdot 10^6 \text{ bits/s}} = 0.04096 \text{ ms}$$

$$PROP(\Delta BK - TK2) = \frac{600 \text{ Km}}{300.000 \text{ Km/s}} = 2 \text{ ms}$$

Επειδή η απόσταση από το ΔΚΒ στο ΤΚ2 είναι : 100+100+100+100+200 = 600 Km .

Χρόνος επεξεργασίας όπως παντού επίσης είναι 1 ms (Proc) .

$$\text{Αρα } 0.04096 + 2 + 1 = 3.04096 \text{ ms}$$

Για την προώθηση από το ΤΚ2 στον U3 έχουμε :

$$TRANSP(TK2 - U2) = \frac{64 \text{ Bytes}}{50 \text{ Mbps}} = \frac{64.8 \text{ bits}}{50 \cdot 10^6 \text{ bits/s}} = 0.01024 \text{ ms}$$

$$PROP(TK2 - U2) = \frac{1 \text{ Km}}{300.000 \text{ Km/s}} = 0.00333 \text{ ms}$$

$$\text{Ο χρόνος από το ΤΚ2 στον U2 είναι } 0.01024 + 0.00333 = 0.01357 \text{ ms}$$

$$\text{Αρα προσθέτοντας τους δυο χρόνους θα είναι : } 3.04096 \text{ ms} + 0.01357 \text{ ms} = 3.05453 \text{ ms} .$$

Αρα συνοψίζοντας ο χρόνος που θα χρειαστεί για να πάει το αίτημα από το χρήστη U1 στον χρήστη U2 θα είναι 4.01125 ms + 3.05453 ms = 7.06579 ms .

Το Round Trip θα είναι το διπλό άρα  $2 \times 7.06579 = 14.13157 \text{ ms}$  , που είναι ο ζητούμενος χρόνος από τον χρήστη U1 στον χρήστη U2 και πίσω .

## 2)

Αν ο χρόνος εγκατάστασης σύνδεσης (όταν ο Χρήστης 1 (U1) θέλει να επικοινωνήσει με τον Χρήστη 3 (U3)), δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 50ms , ο μέγιστος αριθμός πακέτων (πλαισίων) που μπορεί να περιμένουν στην ουρά του ΔΒΚ για να εξυπηρετηθούν είναι , αφού έχουμε 14.13157 ms ότι απαιτούνται για την μία αίτηση (από προηγούμενο ερώτημα) τότε θα περισσεύουν  $50 - 14.13157 = 35.86843 \text{ ms}$  , και από εκφώνηση έχουμε ότι η επεξεργασία του κάθε πλαισίου είναι 1 ms τότε ο υπόλοιπος χρόνος αν διαιρεθεί με το χρόνο που χρειάζεται το κάθε πλαίσιο δηλ  $35.86843/1 = 35.86843$  δηλαδή το πολύ 35 πλαίσια να βρίσκονται στην ουρά αναμονής (ΔΒΚ) .

## Άσκηση 2

### Ερώτηση 1

Για να δούμε αν επαρκεί η χωρητικότητα της ζεύξης για την εξυπηρέτηση της υπηρεσίας, πρέπει να υπολογίσουμε τον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που απαιτείται για κάθε κατηγορία πακέτων και τον συνολικό ρυθμό μετάδοσης για όλες τις κατηγορίες μαζί .

Αρα έχουμε :

Bronze : 50% . 1000 = 500 συνδρομητές

Silver : 30% . 1000 = 300 συνδρομητές

Gold : 20% . 1000 = 200 συνδρομητές

Για τον Bronze έχουμε :

Ανάλυση 1024 x 576 = 589.824 pixel/frame

$$\text{Ρυθμός μετάδοσης} = \frac{\text{Ανάλυση} \times \text{Frames/s} \times \text{Bits/pixel}}{\text{Συμπίεση}} = \frac{589,824 \times 25 \times 36}{300} = 1.769.472 \text{ bps} \approx 1.77 \text{ Mbps}$$

Για τον Silver έχουμε :

Ανάλυση 1920x1080=2.073.600 pixels/frame

$$\text{Ρυθμός μετάδοσης} = \frac{\text{Ανάλυση} \times \text{Frames/s} \times \text{Bits/pixel}}{\text{Συμπίεση}} = \frac{2.073.600 \times 30 \times 36}{250} = 8.961.792 \text{ bps} \approx 8.96 \text{ Mbps}$$

Για τον Gold έχουμε :

Ανάλυση 3840x2160=8.294.400 pixels/frame

$$\text{Ρυθμός μετάδοσης} = \frac{\text{Ανάλυση} \times \text{Frames/s} \times \text{Bits/pixel}}{\text{Συμπίεση}} = \frac{8.294.400 \times 50 \times 36}{200} = 74.649.600 \text{ bps} \approx 74.65 \text{ Mbps}$$

Επίσης έχουμε 500 συνδρομητές για το Bronze αρα 1.77 x 500=0,885 Gbps

Για το Silver 300 x 8.96 Mbps = 2.688 Gbps

Και για το Gold έχουμε 74.65 Mbps x 200 = 14.930 Gbps

Συνολικός Ρυθμός : 0.885+2.688+14.930 = 18.503 Gbps

Αρα έχουμε 18.503 Gbps που είναι μικρότερη από την 20 Gbps οπότε είναι αρκετή η χωρητικότητα για την εξυπηρέτηση της υπηρεσίας .

## Ερώτηση 2

Επειδή έχουμε ίδιο αριθμό ταυτόχρονων χρηστών και σταθερό ποσοστό Gold συνδρομητών, και από προηγούμενο ερώτημα θα έχουμε τα εξής :

Το ποσοστό των Gold συνδρομητών είναι το 20% από τα 1000 που είναι οι συνολικοί χρήστες δηλαδή 200 συνδρομητές , οι υπόλοιποι θα είναι Silver(S) = S και Bronze(B) οι B=800-S .

Η διαθέσιμη χωρητικότητα είναι 20 Gbps και οι 200 χρησιμοποιούν το 14,92992 Gbps άρα απομένουν 20 Gbps-14,92992 Gbps= 5,07008 Gbps για τους Silver + Bronze δηλαδή για τους υπόλοιπους 800 .

Αρα λύνοντας την εξίσωση ως προς S (αριθμός χρηστών Silver) θα έχουμε :

$$B \times 1,769472 \text{ Mbps} + S \times 8,957952 \text{ Mbps} \leq 5,07008 \text{ Gbps} \Rightarrow$$

$$(800 - S) \times 1,769472 \text{ Mbps} + S \times 8,957952 \text{ Mbps} \leq 5,07008 \text{ Gbps} \Rightarrow$$

$$800 \times 1,769472 \text{ Mbps} + S \times (8,957952 \text{ Mbps} - 1,769472 \text{ Mbps}) \leq 5,07008 \text{ Gbps} \Rightarrow$$

$$1,4155776 \text{ Gbps} + S \times 7,18848 \text{ Mbps} \leq 5,07008 \text{ Gbps} \Rightarrow$$

$$S \leq \frac{5,07008 \text{ Gbps} - 1,4155776 \text{ Gbps}}{7,18848 \text{ Mbps}} \Rightarrow$$

$$S \leq \frac{5,07008 \text{ Gbps} - 1,4155776 \text{ Gbps}}{0,0718848 \text{ Gbps}} \Rightarrow$$

$$S \leq \frac{3,6545024 \text{ Gbps}}{0,0718848 \text{ Gbps}} \Rightarrow$$

$$S \leq 508 \text{ (ακεραία τιμή επειδή είναι συνδρομητές)}$$

Αρα max θα είναι 508 συνδρομητές οι Silver άρα απομένουν B=800-508 = 292 συνδρομητές .

508/292 = 1,73 θα είναι η αναλογία μεταξύ των Silver και Bronze έτσι ώστε να έχουμε τον ίδιο αριθμό χρηστών (ταυτόχρονων) και σταθερό ποσοστό Gold χωρίς να οδηγεί σε ανάγκη για επιπλέον bandwidth .

## Ερώτηση 3

Υποθέτοντας ότι η συνδρομή στο Bronze επίπεδο πωλείται στα 5 Ευρώ/μήνα, στο Silver στα 7 Ευρώ/μήνα και στο Gold στα 12 Ευρώ/μήνα, καθώς ότι η αγορά της αρχικής γραμμής των 20 Gbps κόστισε 250.000 ευρώ, ενώ η προσθήκη κάθε επιπλέον Gbps χωρητικότητας (πέραν των 20 Gbps) στοιχίζει 25.000 ευρώ, ο αριθμός συνδρομητών που απαιτούνται, ώστε η εταιρεία να αποσβέσει την επένδυση σε τηλεπικοινωνιακές υποδομές στο τέλος του πρώτου χρόνου , θα είναι έστω N ο αριθμός των συνδρομητών που απαιτούνται για να καλύψουν την επένδυση και η χρήση της ζεύξης θα είναι το 30% δηλαδή 0,3 x N

Υπολογίζοντας την εξίσωση για μεγαλύτερο ίσο της επένδυσης (για τα τα καλύψουν) έχουμε ότι (x 12 μηνες είναι οι τιμές των συνδρομών επειδή είναι για 1 χρόνο)

$$0,5N \times 5 \times 12 + 0,3N \times 7 \times 12 + 0,2N \times 12 \times 12 \geq 250.000 \Rightarrow$$

$$0,5N \times 60 + 0,3N \times 84 + 0,2N \times 144 \geq 250.000 \Rightarrow$$

$$30N + 25,2N + 28,8N \geq 250.000 \Rightarrow$$

$$84N \geq 250.000 \Rightarrow$$

$$N \geq \frac{250.000}{84} \Rightarrow N \geq 2976,19$$

Επειδη ειναι συνδρομητες στρογγυλοποιουμε στο 2977 και αυτοι θα καλύψουν την επένδυση της εταιρείας και επίσης έχουμε οτι το 30% θα εξυπηρετούνται ταυτόχρονα άρα  $0,3 \times 2977 = 893.1$  στρογγυλοποιώντας 894 ταυτόχρονους χρήστες ,και γνωρίζοντας απο το 1 ερωτημα οτι επαρκουν (1000 χρήστες στο 1 ερώτημα που χρησιμοποιούν ταυτοχρονα την ζευξη των 20 Gbps ).

## Άσκηση 3

### Ερώτημα 1

Έχουμε  $R_sA = R_sB = R_sC = R_sD = 100 \text{ Mbps}$

$R_cA = R_cB = R_cC = R_cD = 40 \text{ Mbps}$  και  $R = 150 \text{ Mbps}$

Οι servers μπορούν να δώσουν ο καθένας 100Mbps ( $4 \times 100 = 400\text{Mbps}$ ), οι Clients ο καθένας παίρνει 40 Mbps ( $4 \times 40 = 160 \text{ Mbps}$ ) και η ζεύξη R έχει 150Mbps οπότε συμφόρηση (bottleneck) δημιουργείται στην ζεύξη R όπου  $150 \text{ Mbps} < 160 \text{ Mbps}$ .

Επειδή στην εκφώνηση λέει ότι μοιράζει ισοδύναμα τα 150 Mbps στους 4 Servers θα αποδίδει ο καθένας  $150/4 = 37,5 \text{ Mbps}$ . Άρα οι Clients θα πάρουν από 37,5 Mbps ο καθένας (από τον Server που συνδέονται) από τα συνολικά 40 Mbps που μπορούν να λάβουν, οι Servers θα στέλνουν 37,5 Mbps ο καθένας και η ζεύξη R θα είναι στο μέγιστο της 150Mbps/150Mbps οπότε στην ζεύξη αυτή θα υπάρχει bottleneck για τον συγκεκριμένο ρυθμό αποστολής δεδομένων από τους εξυπηρετητές.

### Ερώτημα 2

Από το 1 ερώτημα έχουμε ότι

$R_sA = R_sB = R_sC = R_sD = 37,5 \text{ Mbps}$

$R_cA = R_cB = R_cC = R_cD = 37,5 \text{ Mbps}$

$R = 150 \text{ Mbps}$

Βαθμοί χρήσης των ζεύξεων :

Οι Servers αποδίδουν μέχρι 100 Mbps άρα  $37,5/100 = 0.375$  ή 37,5 %

Οι Clients δέχονται μέχρι 40 Mbps άρα  $37,5/40 = 0.9375$  ή 93,75%

Και η ζεύξη R έχει 150 Mbps από τα οποία αποδίδει και τα 150 Mbps άρα 100%.

Η ζεύξη που αποτελεί το bottleneck είναι η R διότι είναι στο μέγιστο της.

### Ερώτημα 3

Υποθέτοντας ότι  $R_sA = 100 \text{ Mbps}$ ,  $R_sB = 80 \text{ Mbps}$ ,  $R_sC = 30 \text{ Mbps}$  και  $R_sD = 10 \text{ Mbps}$  θα έχουμε ότι οι  $R_sC$  και  $R_sD$  είναι πιο κάτω από τα 37,5 Mbps οπότε θα είναι πλήρης  $R_sC = 30 \text{ Mbps}$  και  $R_sD = 10 \text{ Mbps}$  πράγμα που σημαίνει ότι θα έχουμε bottlenecks στις ζεύξεις αυτές.

Τα υπόλοιπα 110 Mbps που μένουν θα ισομοιραστούν (λόγο εκφώνησης) στις  $R_sA$  και  $R_sB$  από 55 Mbps η κάθε μία ( $110/2 = 55 \text{ Mbps}$ ).

Οι Clients όμως με τους οποίους συνδέονται  $R_cA$ ,  $R_cB$  μπορούν να λάβουν μέχρι 40 Mbps οπότε εμφανίζεται bottleneck στις ζεύξεις  $R_cA$  και  $R_cB$ .

Ο μέσος ρυθμός λήψης δεδομένων στον Client A ( $R_cA$ ) είναι 40 Mbps.

#### **Ερώτημα 4**

Εάν η χωρητικότητα μετάδοσης της ζεύξης  $R_{cA}$  διπλασιασθή δηλαδή από 40 Mbps γίνει 80 Mbps

δεν θα υπάρχει bottleneck στην ζεύξη αυτή όπως πριν διότι η  $R_{cA}$  θα μπορεί να λάβει μέχρι 80 Mbps και θα παίρνει από τον  $R_{sA}$  70 Mbps ( $70 \text{ Mbps} < 80 \text{ Mbps}$ ) με την αλλαγή αυτή (επειδή  $R_{sD}=10 \text{ Mbps}$  ,  $R_{sC} = 30 \text{ Mbps}$  ,  $R_{sB} = 40 \text{ Mbps}$  συνολικά έχουμε 80 Mbps από αυτές και υπολείπεται άλλα 70 Mbps από την ζεύξη  $R$  που είναι 150 Mbps) . Οι ζεύξεις  $R_{sD}$  ,  $R_{sC}$  και  $R_{cB}$  θα εξακολουθήσουν να είναι κορεσμένες . Επίσης όπως προαναφέρθηκε ο ρυθμός είναι πλέον 70 Mbps .

#### **Ερώτημα 5**

Για να γίνει upload του αρχείου 500 K bits από τον Server με ταχύτητα 100 Mbps θα χρειαστεί  $500\text{Kbits}/100\text{Mbps} = 0.5\text{Mbits}/100\text{Mbps} = 5 \text{ ms}$  .

Για το ακολουθιακό uploading τεσσάρων αντιγράφων του αρχείου θα είναι το τετραπλό άρα  $4 \times 5 \text{ ms} = 20 \text{ ms}$  .

Επίσης ο πάνω router για να μεταδώσει στον κάτω router το αρχείο με ταχύτητα 150 Mbps θα έχουμε επίσης  $0,5\text{Mbits}/150\text{Mbps} = 3,333 \text{ ms}$  με την οποία θα επιβαρυνθεί η τελευταία αποστολή άρα θα είναι  $20 + 3,333 = 23,333 \text{ ms}$  .

Ο χρόνος που χρειάζεται ο κάθε χρήστης για να κατεβάσει το αρχείο είναι  $500\text{Kbits} / 40 \text{ Mbps} = 0.5 \text{ Mbits} / 40\text{Mbps} = 12.5 \text{ ms}$  .

Για να ολοκληρωθεί η λήψη του αρχείου από όλους τους Clients θα χρειαστεί 23.333 ms από το προηγούμενο ερώτημα προσθέτοντας τον χρόνο κατεβάσματος του σε κάθε έναν (ταυτόχρονα) δηλαδή  $23,333+12,5= 35.83 \text{ ms}$  .

## Άσκηση 4

### Ερώτηση 1

Έχουμε N σήματα με εύρος 20 Hz άρα σύμφωνα με το κριτήριο Nyquist θα πρέπει η συχνότητα δειγματοληψίας να είναι μεγαλύτερη ή ίση με  $2 \times 20\text{Hz} = 40\text{Hz}$ .  
Επειδή από εκφώνηση λέει ότι τα σήματα αυτά δειγματοληπτούνται με ρυθμό που είναι μεγαλύτερος 10% από την συχνότητα Nyquist άρα είναι :

$$40 \times 10 = 400 / 100 = 4, 4 + 40 = 44 \text{ Hz}.$$

Επίσης έχουμε 512 επίπεδα κβάντισης άρα  $\log_2 512 = 9 \text{ bits/sample}$

$$\text{Άρα θα έχουμε : } 44\text{Hz} \times 9 = 44 \times 10^3 \text{ samples/s} \times 9 \text{ bits/sample} = 396 \times 10^3 \text{ bits/s}, 396 \text{ Kbps}$$

Με 100 Mbps θα μπορούμε να αποστείλουμε χωρίς απώλεια δεδομένων

$$\frac{100\text{Mbps}}{396 \text{ Kbps}} = \frac{100\text{Mbps}}{0.396\text{Mbps}} = 252, 525$$

Άρα 252 σήματα .

### Ερώτηση 2

Από εκφώνηση 96KHz ή  $96 \times 10^3 \text{ samples/sec}$  και 16 bits/sample

$$\text{Έχουμε } 96 \times 10^3 \text{ samples/s} \times 16 \text{ bits/sample} = 1536 \times 10^3 \text{ bits/s}$$

A) N=50 σήματα

$$50 \times 1536 \times 10^3 \text{ bits/s} = 50 \times 1,536\text{Mbps} = 76,8\text{Mbps}$$

Είναι μικρότερη από την 100 Mbps άρα δεν θα γίνει συμπίεση .

B) N=90 σήματα

$$90 \times 1536 \times 10^3 \text{ bits/s} = 90 \times 1,536\text{Mbps} = 138,24\text{Mbps}$$

Είναι μεγαλύτερη των 100 Mbps άρα θα χρειαστεί συμπίεση του λόγου 1,3824:1



Γ)

Για την FLAC : μικρότερη αλλοίωση του σήματος , μεγάλος όγκος δεδομένων .

Για την MP3 : μικρός όγκος δεδομένων , υπάρχει αλλοίωση του σήματος .

Θα προτιμούσα το FLAC για την λιγότερη δυνατή αλλοίωση του σήματος .

### **Ερώτηση 3**

Έχουμε  $N=70$  σήματα , Εύρος ζώνης = 20 Mhz , Ροή 107,52Mbps

άρα θέλουμε ένα κανάλι με χωρητικότητα  $C \geq 107,52 \text{ Mbps}$

Shannon-Hartley :

$$C = B \cdot \log_2(1 + SNR) \geq 107,52 \text{ Mbps} \Rightarrow$$

$$20 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot \log_2(1 + SNR) \geq 107,52 \cdot 10^6 \text{ bps} \Rightarrow$$

$$20 \text{ Hz} \cdot \log_2(1 + SNR) \geq 107,52 \text{ bps} \Rightarrow$$

$$\log_2(1 + SNR) \geq \frac{107,52}{20} \Rightarrow$$

$$\log_2(1 + SNR) \geq 5,376 \Rightarrow$$

$$\log_2(1 + SNR) \geq \log_2 2^{5,376} \Rightarrow$$

$$1 + SNR \geq 2^{5,376} \Rightarrow$$

$$SNR \geq 2^{5,376} - 1 \Rightarrow$$

$$SNR \geq 2^{5,376} - 1 \Rightarrow$$

$$SNR \geq 41,5276405421 - 1 \Rightarrow$$

$$SNR \geq 40,5276405421$$

Αρα ο ελάχιστος λόγος σήματος προς θόρυβο (SNR) ώστε να είναι εφικτή η μετάδοση είναι  $SNR=40,5$  (περίπου) ή 16 dB .

### **Ερώτηση 4**

A)

Αν εισέρχεται 3 db θόρυβος τότε θα έχουμε  $SNR(db) = 16 - 3 = 13 \text{ db}$

Από θεώρημα Shannon-Hartley έχουμε :

$$C = B \cdot \log_2(1 + SNR) \geq 107,52 \text{ Mbps} \Rightarrow$$

$$B \geq \frac{107,52 \cdot 10^6}{\log(1+SNR)} \Rightarrow$$

Υπολογίζοντας το SNR έχουμε  $SNR = 10^{1,3} \simeq 19,952$

$$B \geq \frac{107,52 \cdot 10^6}{\log(1+19,952)} \Rightarrow$$

$$B \geq \frac{107,52 \cdot 10^6}{4,389} \Rightarrow B \geq 24,497 \cdot 10^6 \text{ Mhz}$$

Άρα πρέπει να αυξηθεί του εύρος του τουλάχιστον  $24,497 \cdot 10^6 \text{ Mhz}$

**B)**

Εάν έχουμε ίδιο εύρος  $B=20 \text{ Mhz}$  τότε

Από θεώρημα Shannon-Hartley έχουμε :

$$C = B \cdot \log_2(1 + SNR) = 20 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot \log_2(1 + 19,952) \Rightarrow 20 \cdot 10^6 \cdot \log_2(20,952) = 20 \cdot 10^6 \cdot 4,389 = 87,78 \cdot 10^6$$

Αν διαιρέσουμε το  $107,52 / 87,78 = 1,224$

Άρα η συμπίεση θα είναι τουλάχιστον  $1,224 : 1$

### **Κριτήρια αξιολόγησης**

<b>Άσκηση 1 (Σύνολο)</b>	<b>25</b>
Ερώτηση 1	9
Ερώτηση 2	4
Ερώτηση 3	6
Ερώτηση 4	6
<b>Άσκηση 2 (Σύνολο)</b>	<b>25</b>
Ερώτηση 1	7
Ερώτηση 2	8
Ερώτηση 3	10
<b>Άσκηση 3 (Σύνολο)</b>	<b>25</b>
Ερώτηση 1	3
Ερώτηση 2	4
Ερώτηση 3	6
Ερώτηση 4	3
Ερώτηση 5	9
<b>Άσκηση 4 (Σύνολο)</b>	<b>25</b>
Ερώτηση 1	6
Ερώτηση 2	9
Ερώτηση 3	4
Ερώτηση 4	6
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>100</b>

Ο συνολικός βαθμός θα διαιρεθεί δια 10, ώστε να προκύψει ο τελικός βαθμός της εργασίας.

### **Τελικός Βαθμός:**

**Υπόδειξη:** Στις απαντήσεις που θα αποστείλετε θα πρέπει **υποχρεωτικά** να υποβάλετε **μόνο** τις απαντήσεις των ερωτημάτων και όχι την εκφώνησή τους.