

# ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ

## Φοιτητές:

Δήμος Τηλέμαχος 3130055

Σεφεριάδης Ιάκωβος 3130185

## Περιγραφή Εργασίας

Στην εργασία που μας ανατέθηκε εξετάσαμε το πρότυπο κωδικοποίησης h.264! Χρησιμοποιώντας 2 video samples, ένα με γρήγορες εναλλαγές εικόνων και κίνησης (motion.avi) και ένα τύπου head&shoulders με ελάχιστη κίνηση (static.avi)

Χωρίσαμε την εργασία σε 2 ενότητες.

Η 1η ήταν η κωδικοποίηση των αρχικών video (motion.avi και static.avi) με διάφορες παραμέτρους κωδικοποίησης -καταλήξαμε σε 2, *Bitrate* και *GOP Size*- με στόχο την κατανόηση της επίδρασής τους.

Η 2η ήταν η υλοποίηση ενός πομπού IPTV Multicast με τη στοίβα πρωτοκόλλων MPEG2-TS/RTP/UDP/IP για τη μετάδοση των videos με χρήση του προγράμματος Sirannon προσομοιώνοντας τη δικτυακή συνθήκη packet loss.

## 1η Ενότητα

Επιλέξαμε να πειραματιστούμε με τις παραμέτρους Bitrate και GOP Size οι οποίες επηρεάζουν άμεσα το Video Size! Σε αυτό το συμπέρασμα φτάσαμε βασιζόμενοι στα εξής:

Πρώτον στην ακόλουθη εξίσωση:

$$\left[ \begin{matrix} \text{Video Bitrate} \\ (\# \text{ bits/sec}) \end{matrix} + \begin{matrix} \text{Audio Bitrate} \\ (\# \text{ bits/sec}) \end{matrix} \right] \times \# \text{ Seconds} = \begin{matrix} \text{Total File Size} \\ (\# \text{ bits}) \end{matrix}$$

στην οποία κρατήσαμε σταθερό το audio bitrate και προφανώς τη διάρκεια του video!

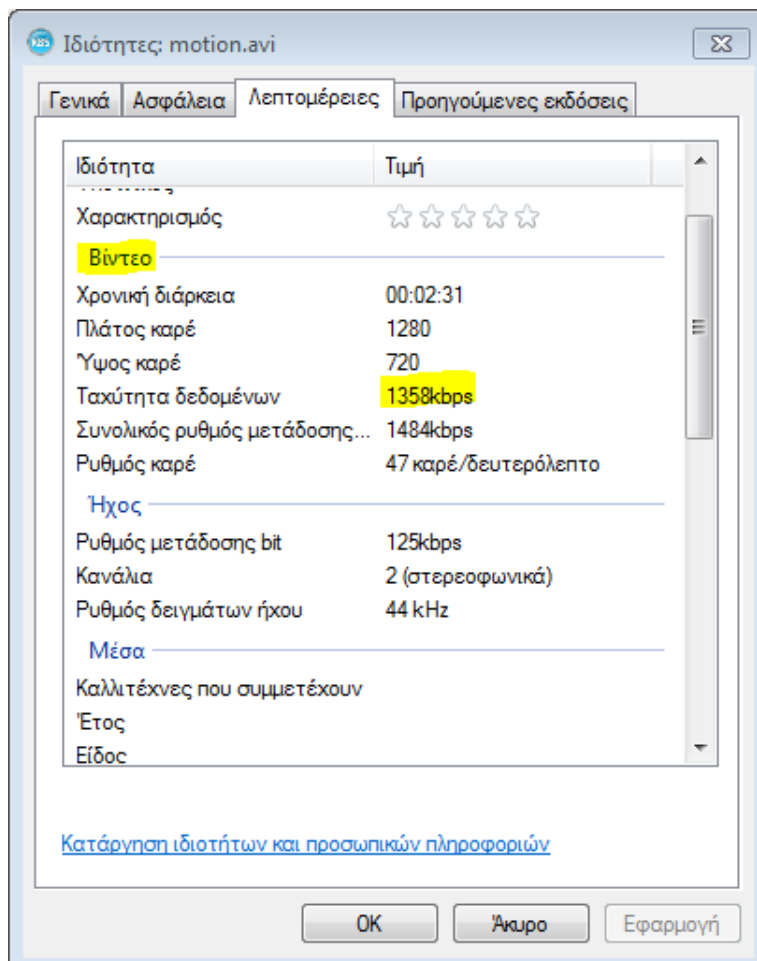
Δεύτερον, όσο αναφορά το GOP Size και την επίδραση του στο Video Size, εξ ορισμού, το GOP Size αντιπροσωπεύει το πλήθος των πλαισίων μεταξύ δύο I-frames. Το I-frame είναι ένα πλαίσιο που δεν χρειάζεται αναφορές σε άλλα πλαίσια! Επομένως το μέγεθος του I-frame είναι μεγαλύτερο και από το

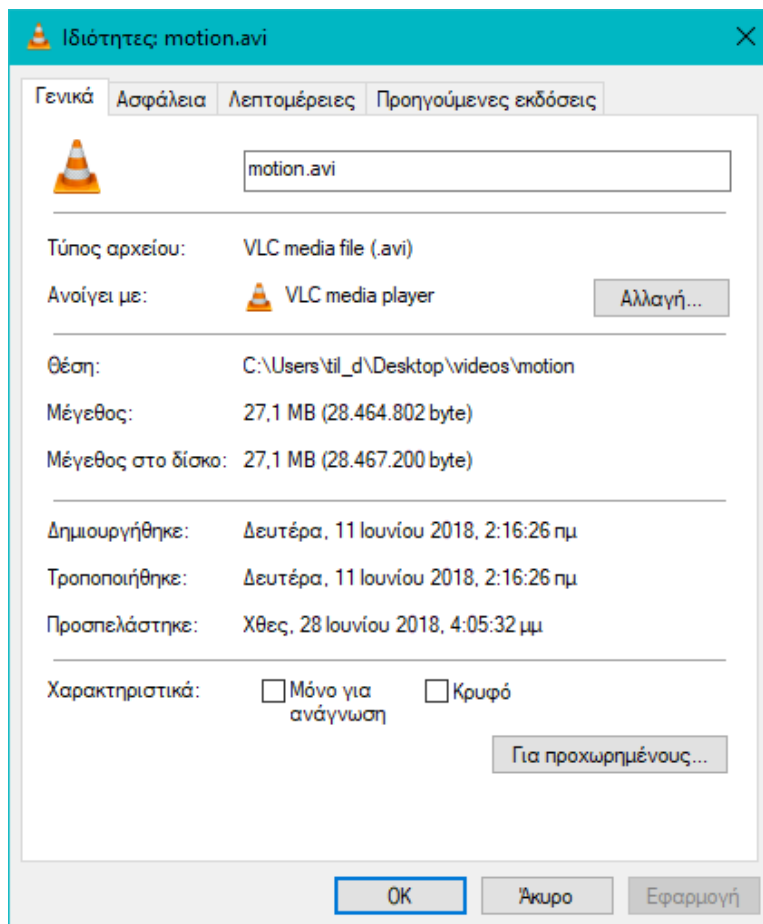
P-frame και από το B-frame, αφού περιέχει περισσότερη πληροφορία (και έτσι δε χρειάζεται να κάνει αναφορά σε άλλα frames). Συνεπώς αυξάνοντας το GOP Size, μειώνουμε τον συνολικό αριθμό των I-frames που συνθέτουν το video και έτσι εξοικονομούμε σε μέγεθος του συνολικού video! Φυσικά εδώ έχουμε να αναλογιστούμε και το trade-off καθώς μειώνοντας το συνολικό αριθμό των I-frames κερδίζουμε σε μέγεθος αλλά μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα, αφού θα έχουμε περισσότερα συνεχόμενα frames πρόβλεψης.

Όλα αυτά φαίνονται στα διαγράμματα που ακολουθούν.

## ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΡΧΙΚΩΝ Videos

- Αναλύοντας το **motion.avi**



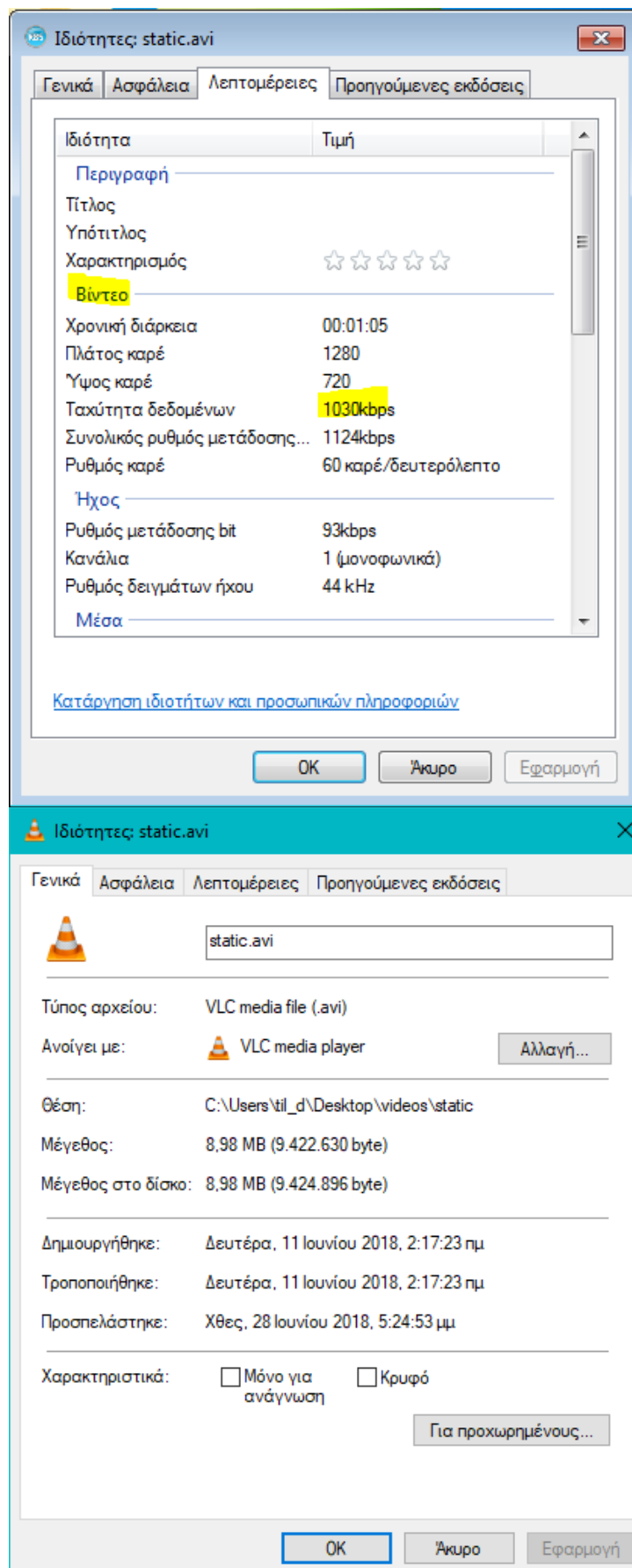
[illegible]

\*Τρέχοντας ένα script που βρήκαμε στο Internet, το οποίο εμφανίζει τη δομή των GOP ενός video, εντοπίσαμε το GOP size του αρχικού video που είναι 128.

Βάσει της τιμής αυτής επιλέξαμε τις δικές μας τιμές για το GOP Size. Επίσης παρατηρήσαμε πως η τιμή 128 εμφανίζεται μόνο μία φορά καθώς το πρότυπο h.264 ανεξάρτητα από το gop size που επιλέγουμε να κωδικοποιήσουμε, αποφασίζει δυναμικά το size όταν κρίνει ότι είναι απαραίτητο αυτό.

Χρησιμοποιώντας το script για video με `gor = 64` παρατηρήσαμε περισσότερες εμφανίσεις της τιμής του επιλεγμένου `gor` σε σχέση με το 128, ενώ με `gor = 16` ακόμα πιο πολλές! Το script βρίσκεται σε αυτό το [link](#).

- Αναλύοντας το **static.avi**



\*Παρομοίως με το `motion.avi`, εντοπίσαμε το GOP size του `static.avi` που είναι 160.

Για το **motion.avi**

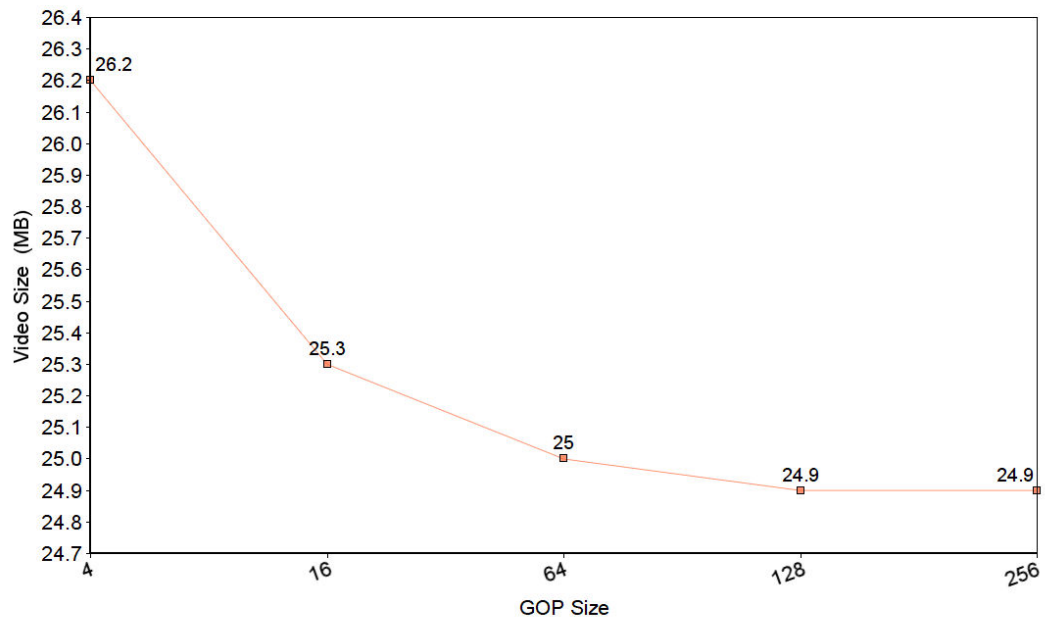
## Για το static.avi

### Διαγράμματα με σταθερό Bitrate και διαφορετικά GOP Sizes

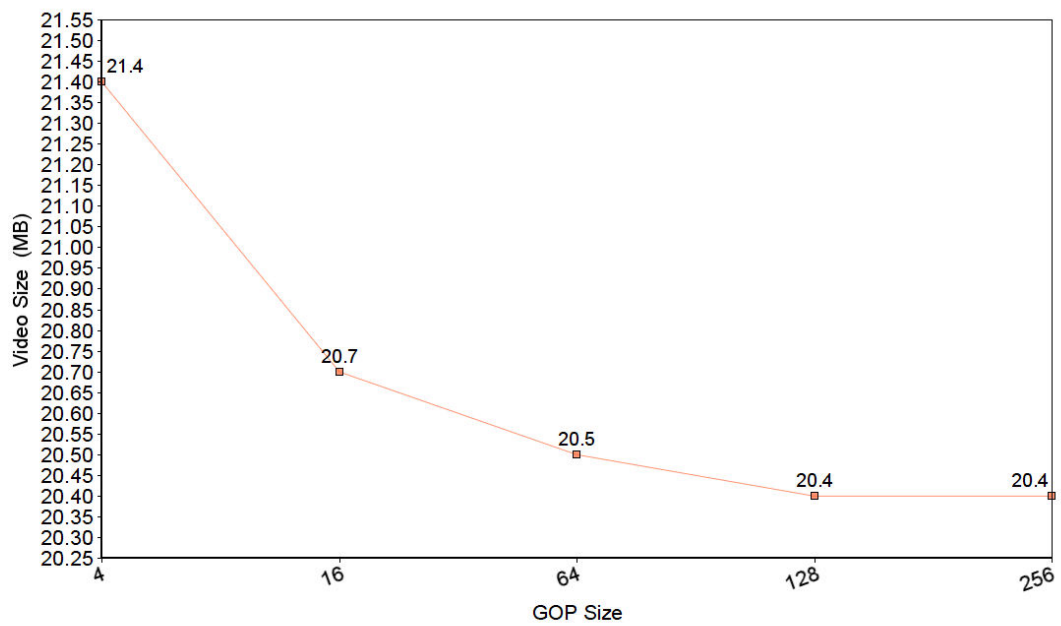
**motion.avi**

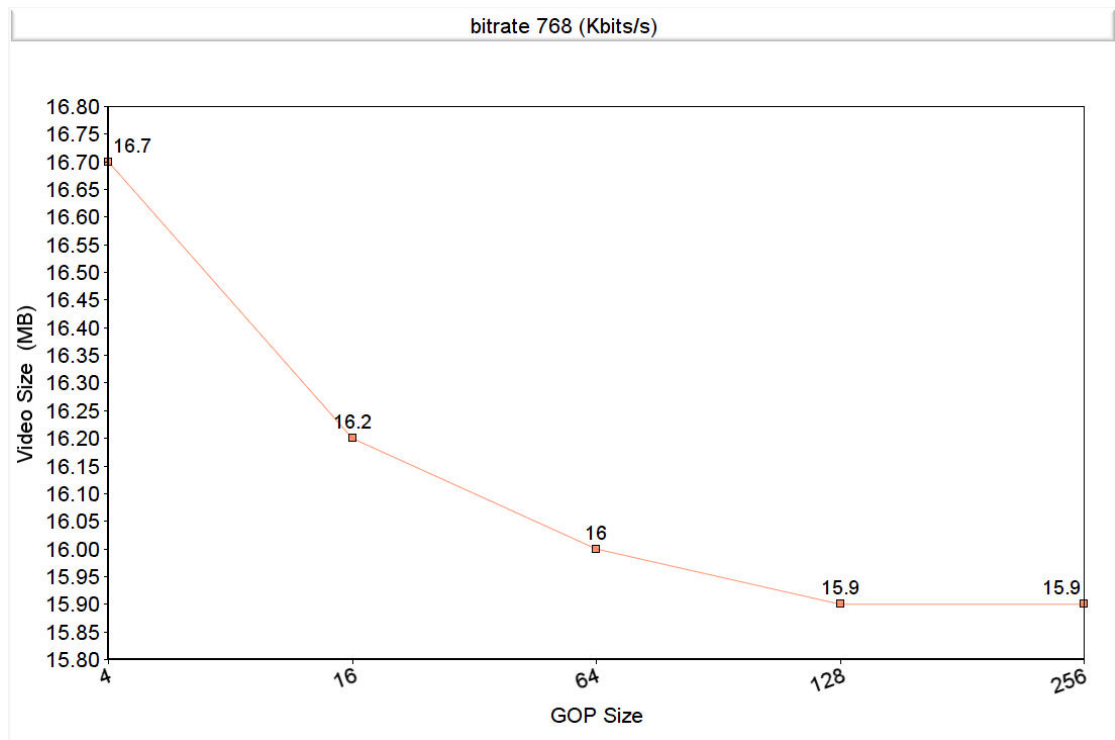
GOP Size	Video Size (MB)
4	32.0
16	31.0
64	30.6
128	30.6
256	30.5

bitrate 1280 (Kbits/s)

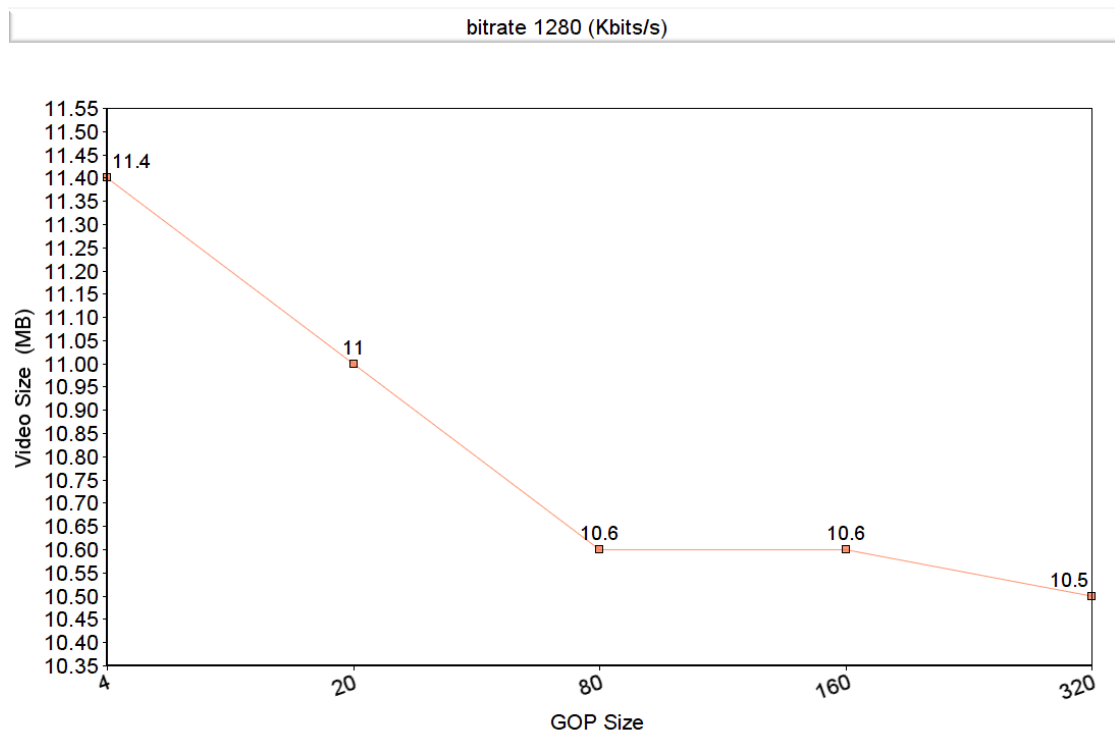


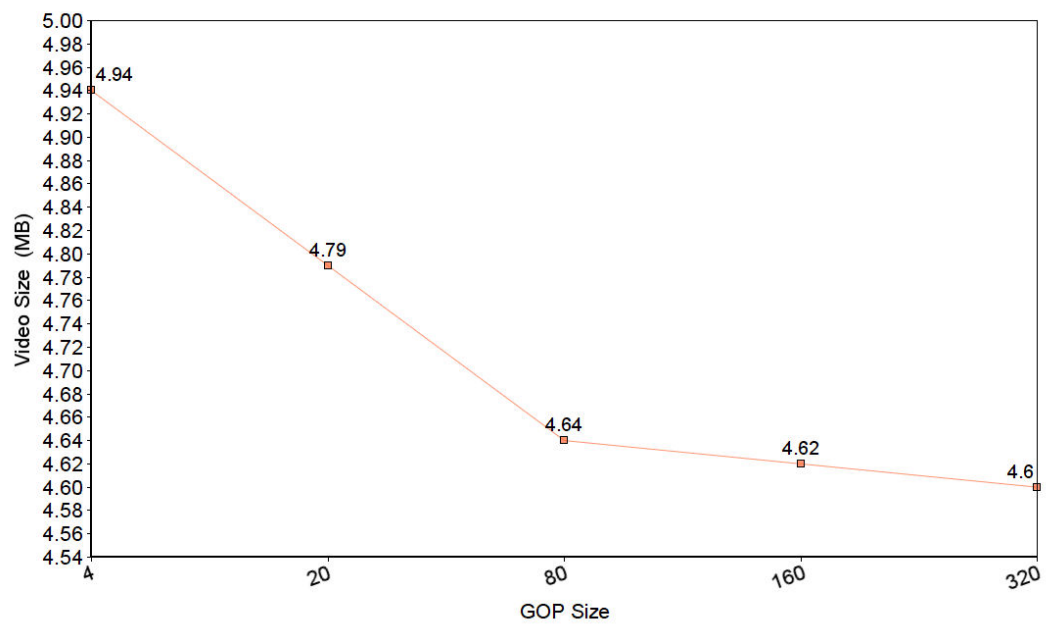
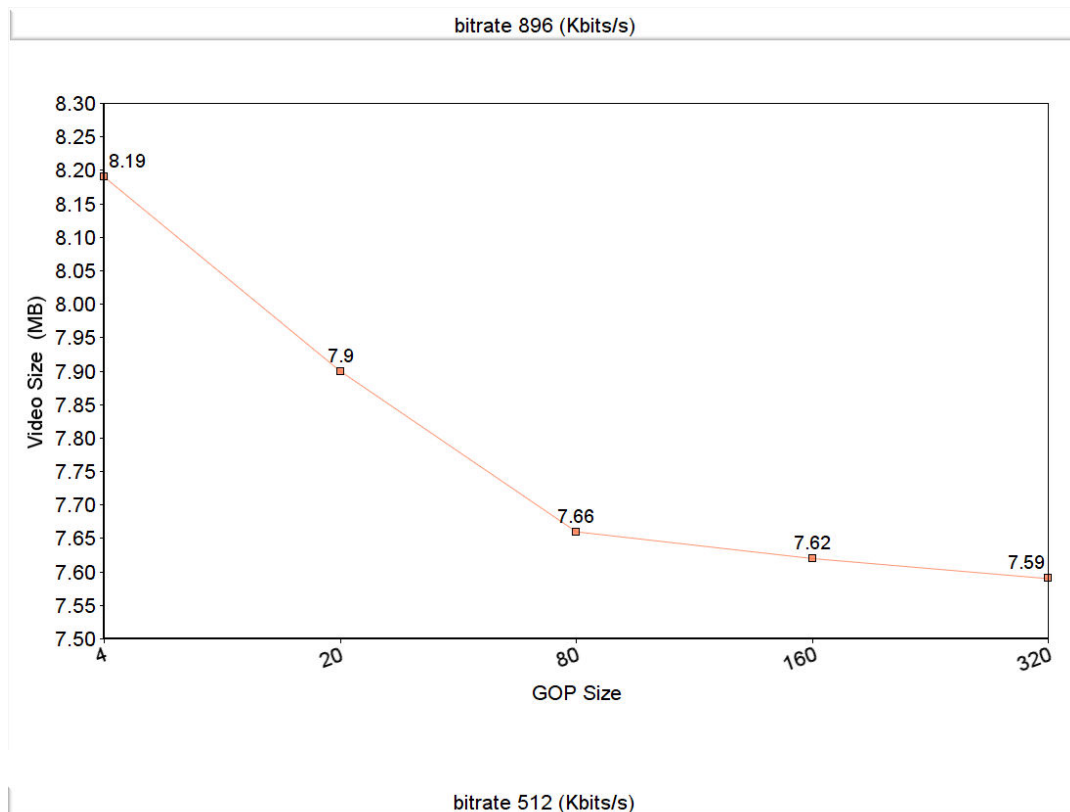
bitrate 1024 (Kbits/s)



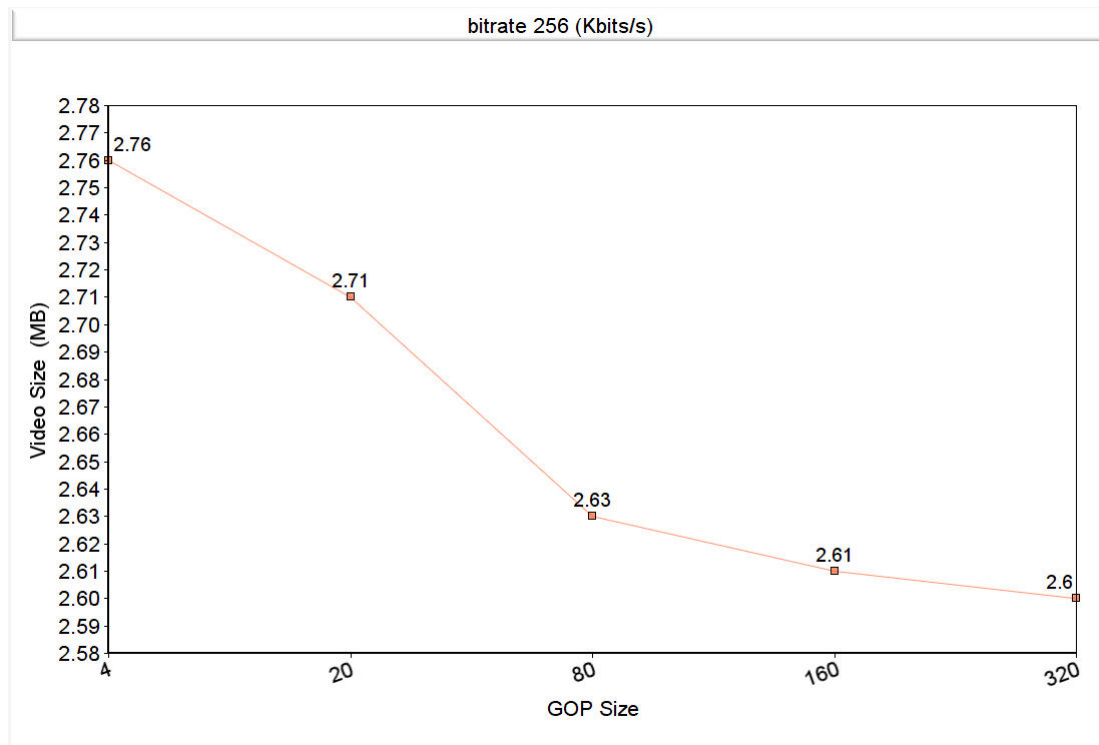


**static.avi**





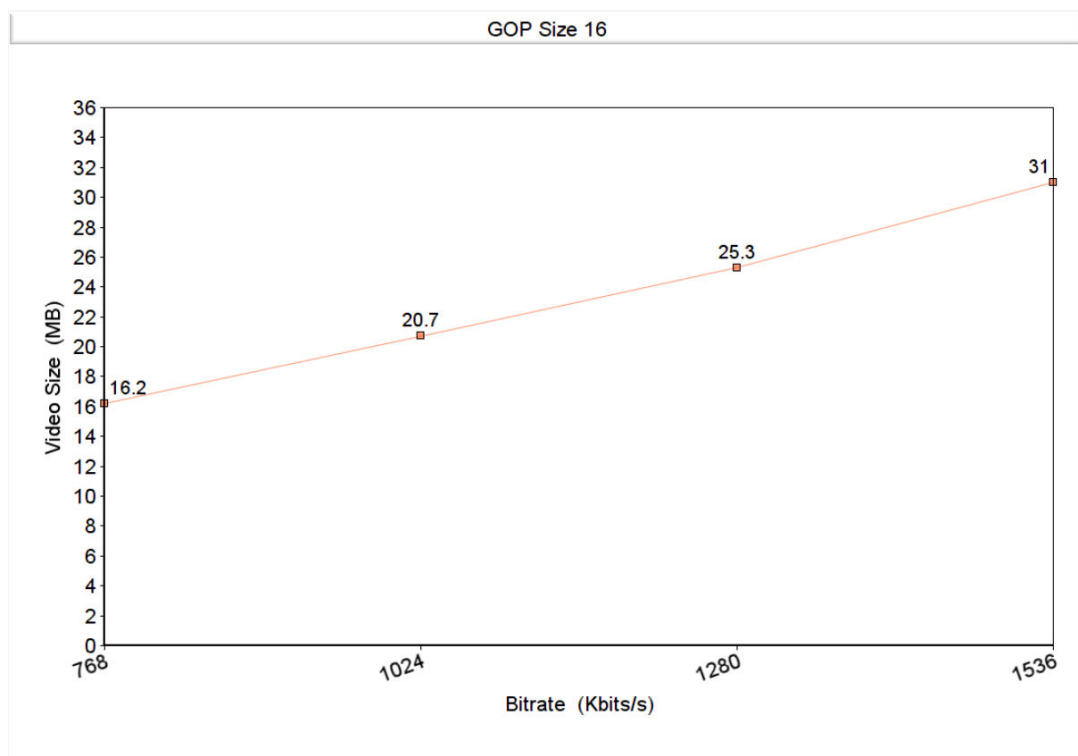
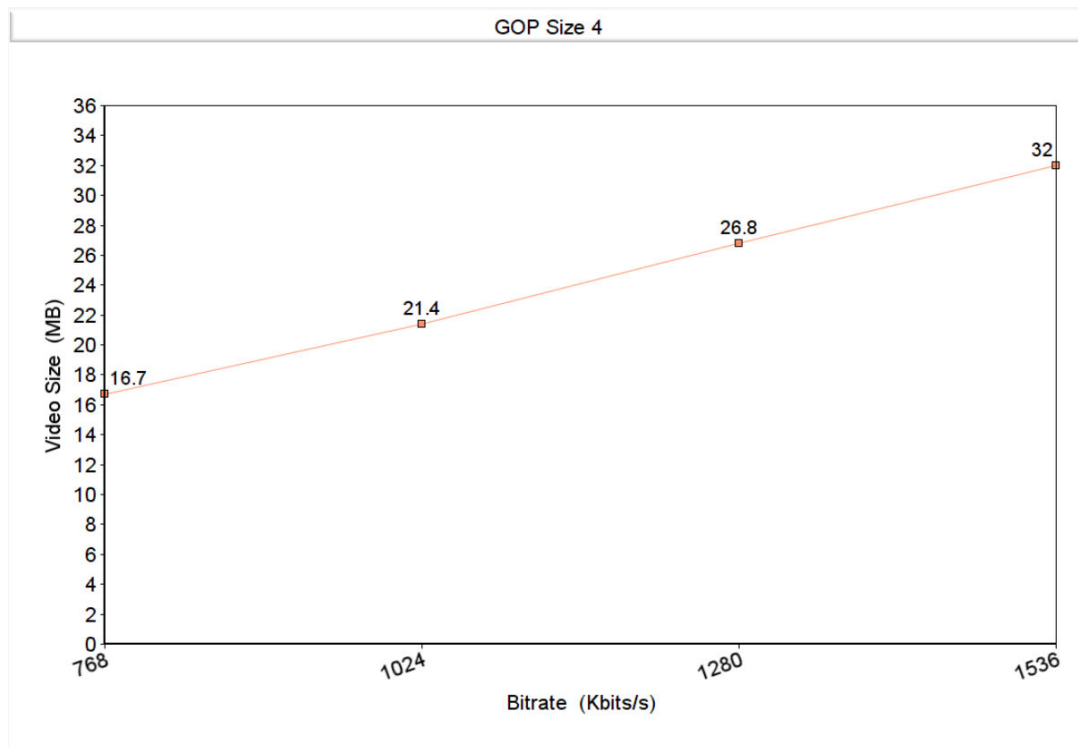




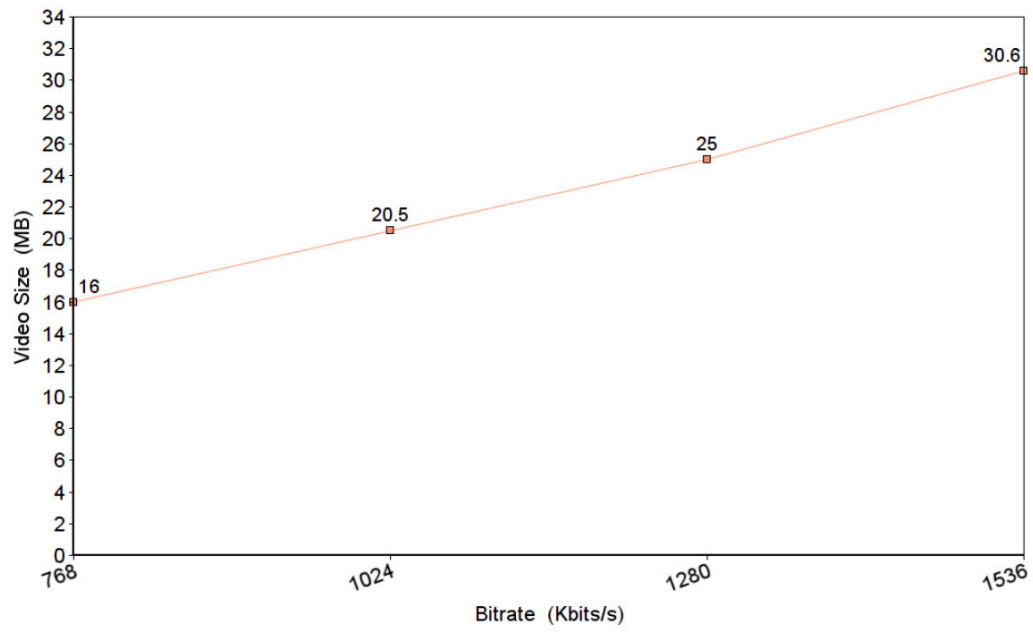
Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι και στα 2 video κρατώντας σταθερό το Bitrate -όποια τιμή και αν είχε αυτό- και αυξάνοντας το GOP Size το συνολικό Video Size μειώνεται! Αξίζει να σημειωθεί όμως, πως η μείωση αυτή δεν είναι ανάλογη από κάποιο σημείο και μετά. Δηλαδή, οι διαφορές των Video Sizes μεταξύ των τιμών GOP Size = 64, 128, 256 στο *motion.avi* και GOP Size = 80, 160, 320 στο *static.avi* είναι αμελητέες. Παρατηρήθηκε, επίσης, ότι η διαφορά στην ποιότητα των video όταν αλλάζουμε το GOP size δεν μεταβάλλεται ιδιαίτερα, αλλά το size του video μικραίνει. Επομένως, κερδίζουμε σε συμπίεση χωρίς να χάνουμε ιδιαίτερα σε ποιότητα. Από την άλλη, μειώνοντας το bitrate φυσικά κερδίζουμε σε συμπίεση αλλά χάνουμε σε ποιότητα!

Διαγράμματα με σταθερό *GOP Size* και διαφορετικά *Bitrate*

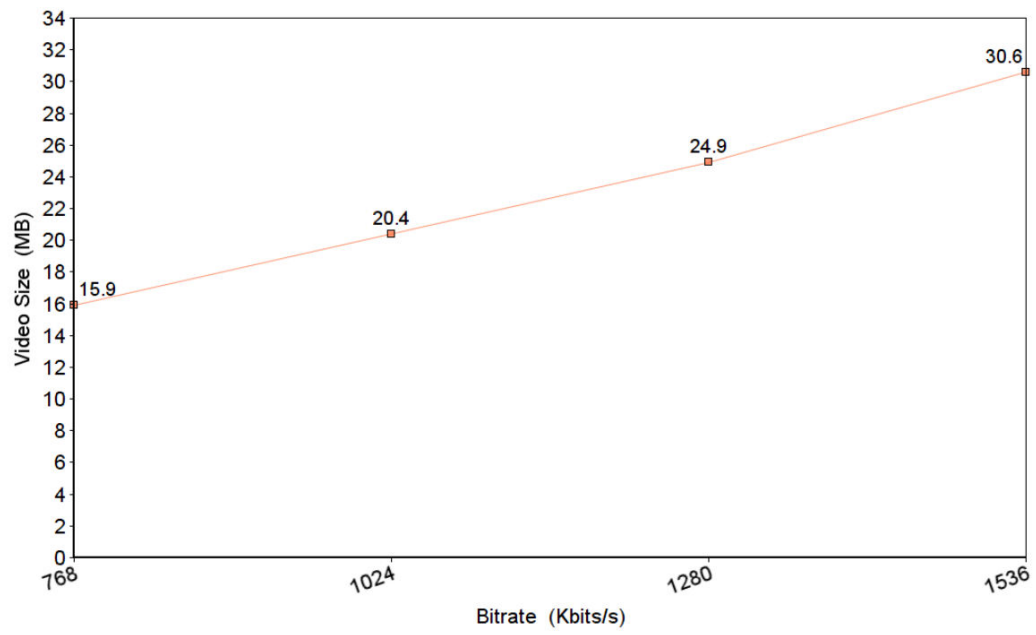
motion.avi



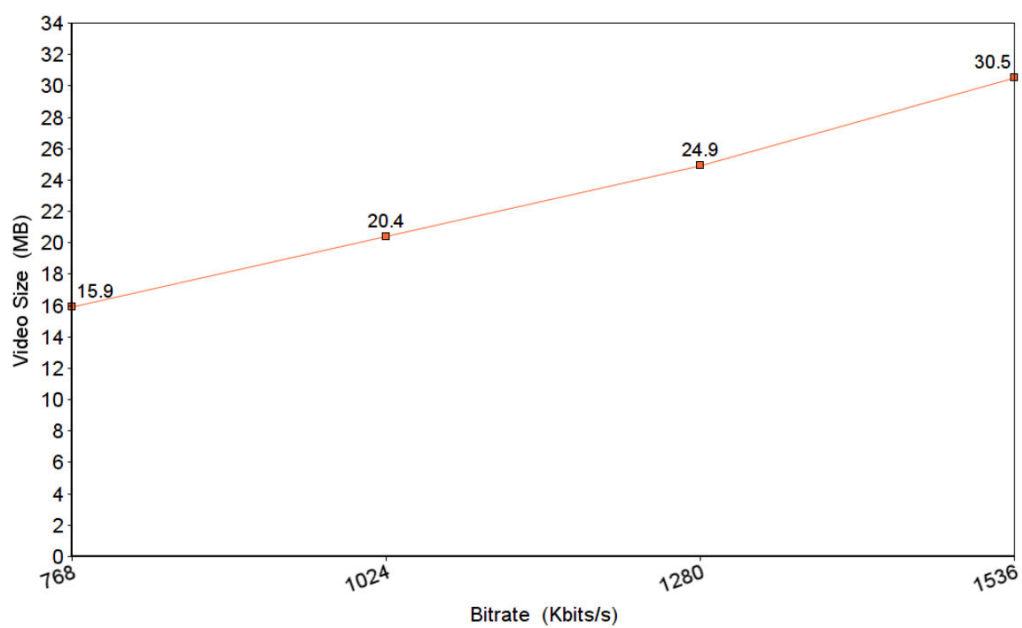
GOP Size 64



GOP Size 128

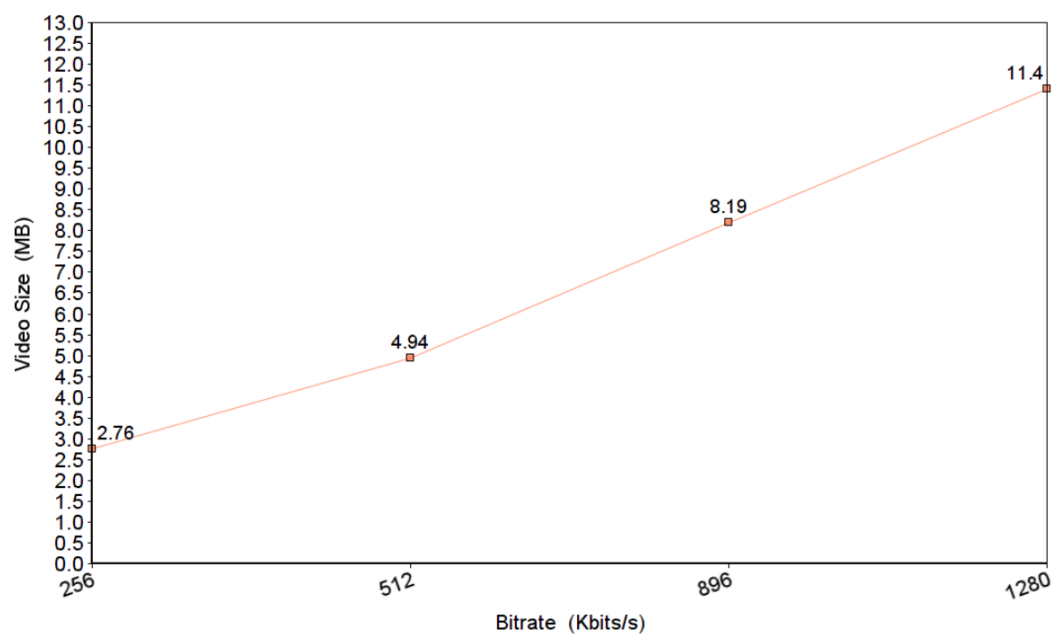


GOP Size 256

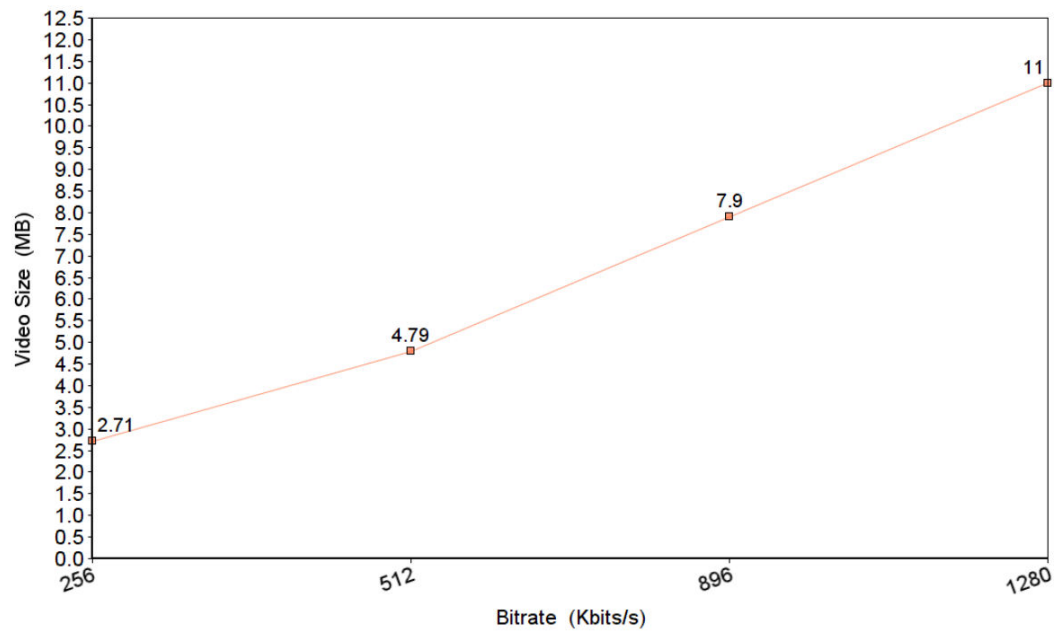


## static.avi

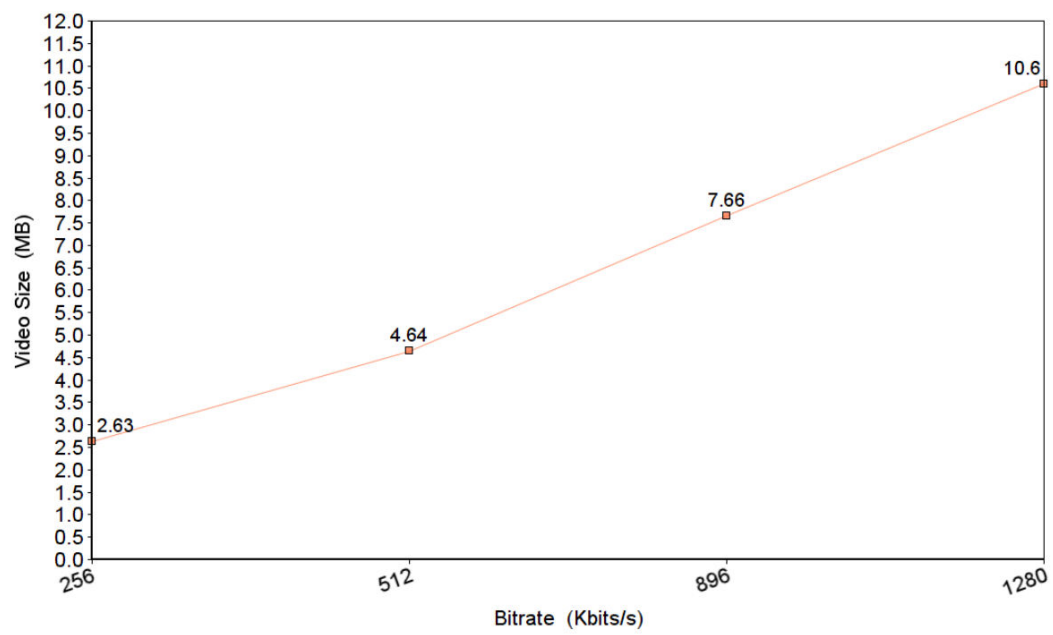
GOP Size 4



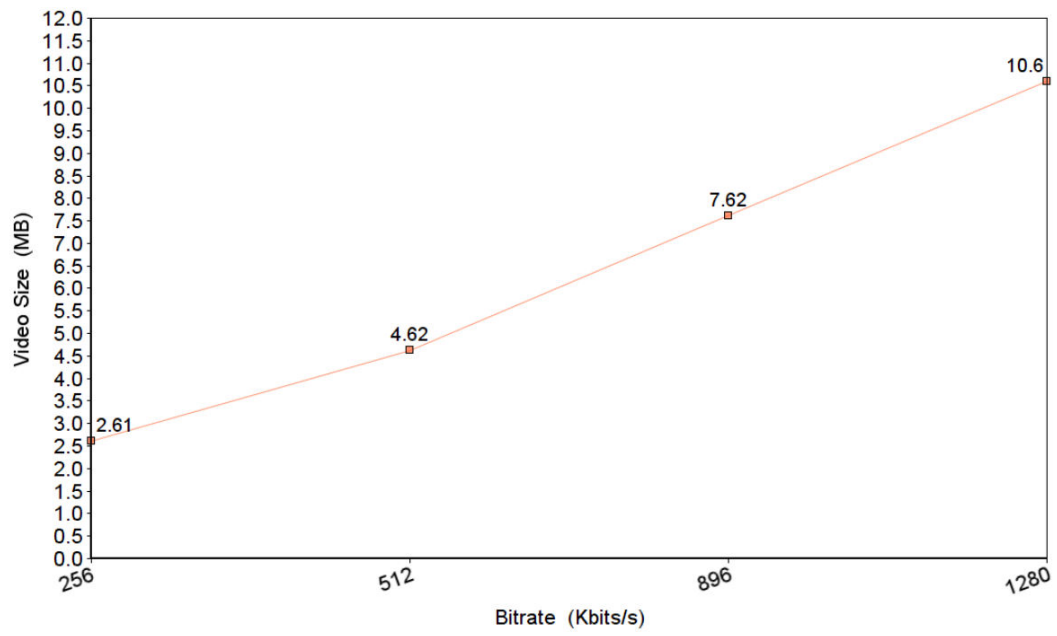
GOP Size 20



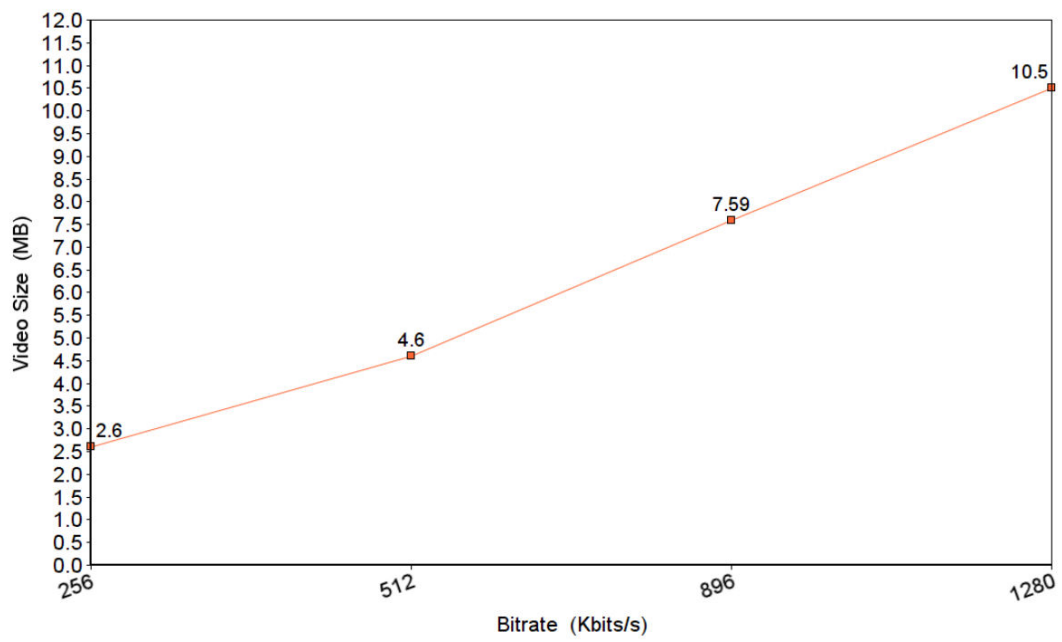
GOP Size 80



GOP Size 160



GOP Size 320



Screenshots του **motion.avi** με σταθερό GOP size (16)

- Αρχικό video



- Bitrate:768 Kbits/s





- Bitrate:1024 Kbits/s



- Bitrate:1280 Kbits/s



- Bitrate:1536 Kbits/s





Screenshots του **static.avi** με σταθερό GOP size (80)

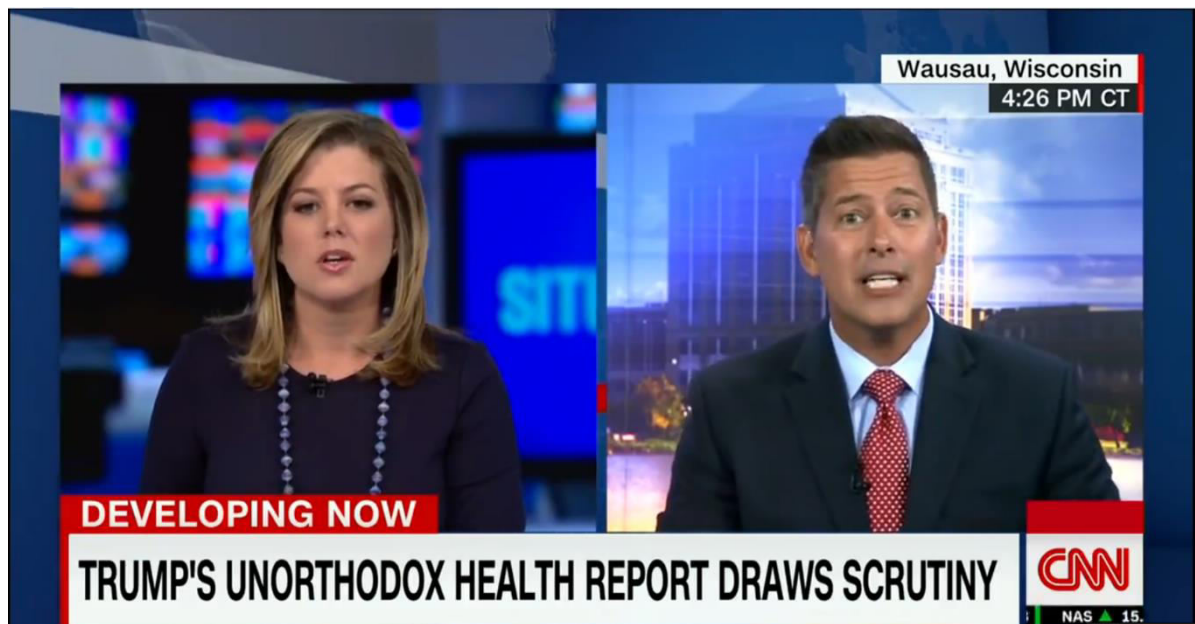
- Αρχικό video



- Bitrate:256 Kbits/s



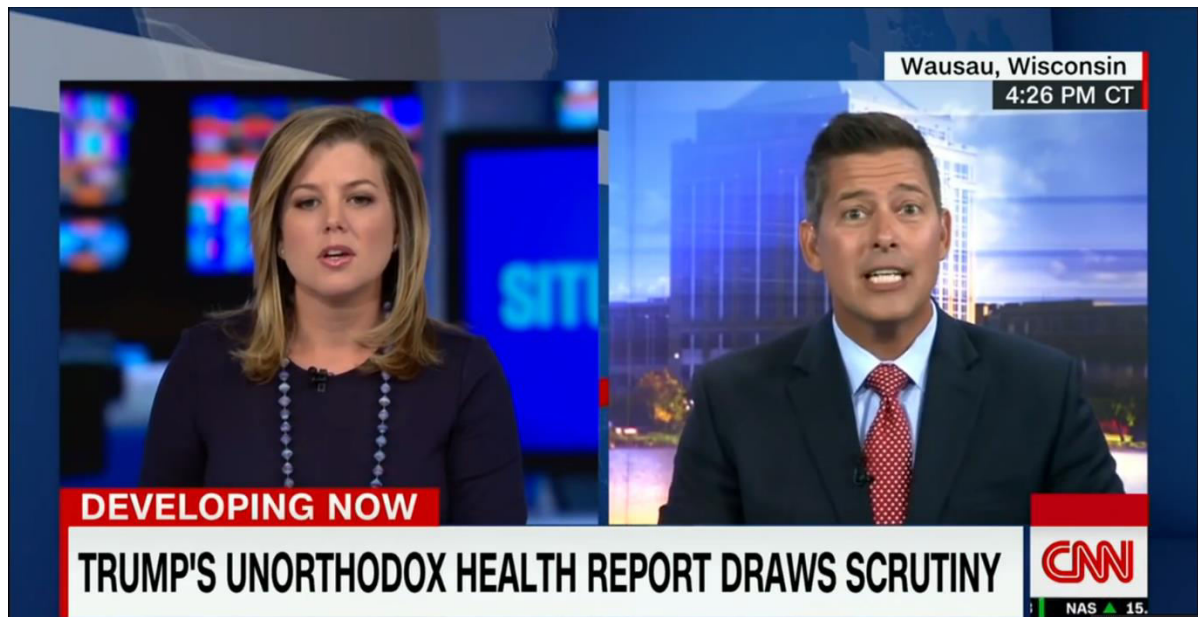
- Bitrate:512 Kbits/s



- Bitrate:896 Kbits/s



- Bitrate:1280 Kbits/s

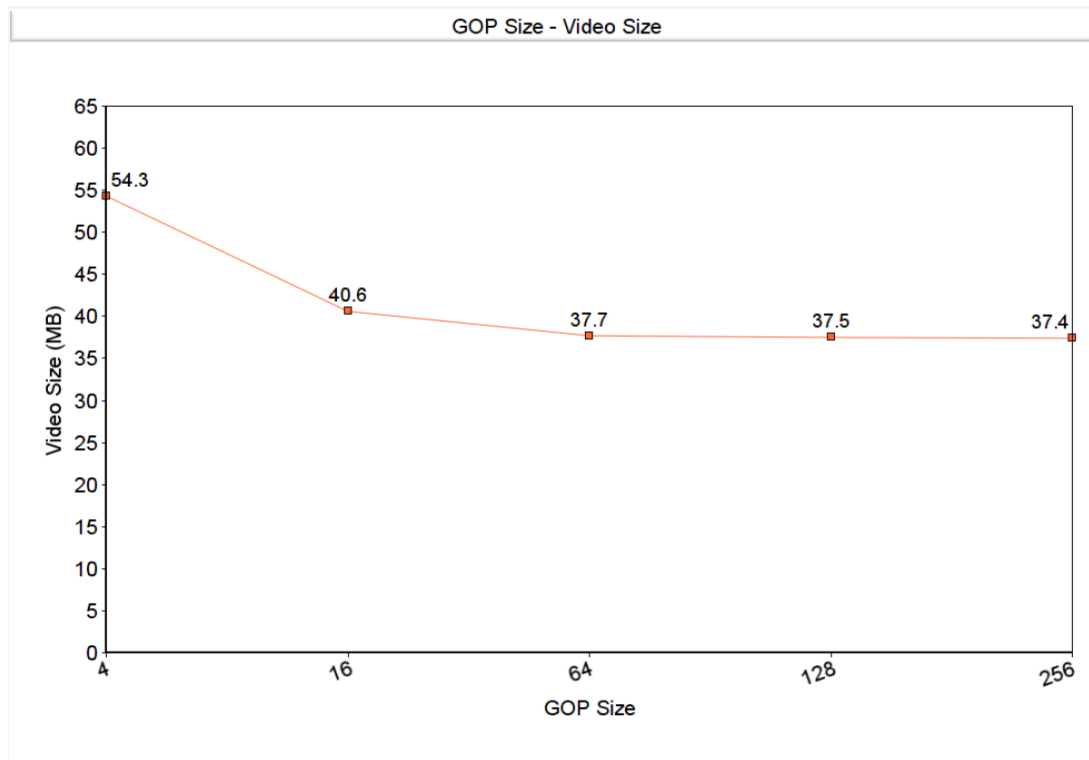
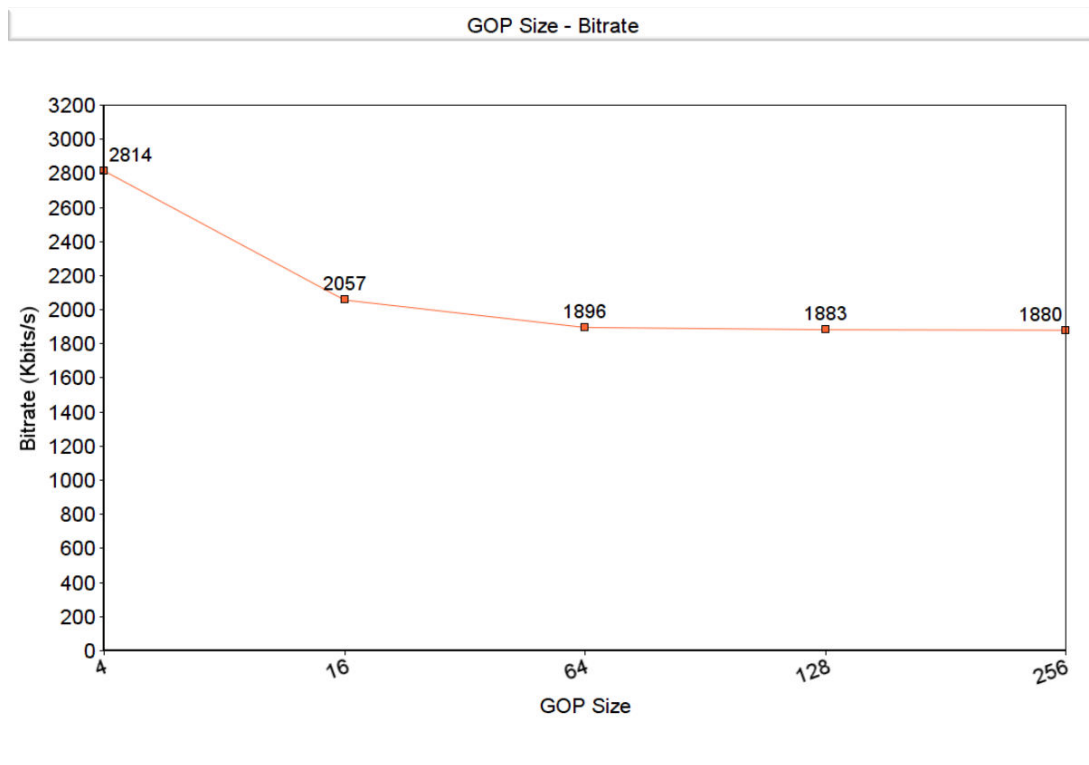


\*Υποσημείωση: Η διαφορά στην ποιότητα της εικόνας μεταξύ των ίδιων video κωδικοποιημένων σε διαφορετικό bitrate δεν είναι τόσο εμφανής στα screenshots, αλλά παρατηρήθηκε αισθητή διαφορά μεταξύ του video των 768 kbps και των 1024 kbps (motion.avi) και των 256 kbps με των 512 kbps (static.avi). Αντίστοιχα, η διαφορά στην ποιότητα μεταξύ 1024 kbps και 1280 kbps (motion.avi) και 512 kbps με 896 kbps (static.avi) ήταν λιγότερο αισθητή, ενώ η διαφορά μεταξύ 1280 kbps και 1536 kbps (motion.avi) και 896 kbps με 1280 kbps (static.avi) ήταν ανεπαίσθητη.

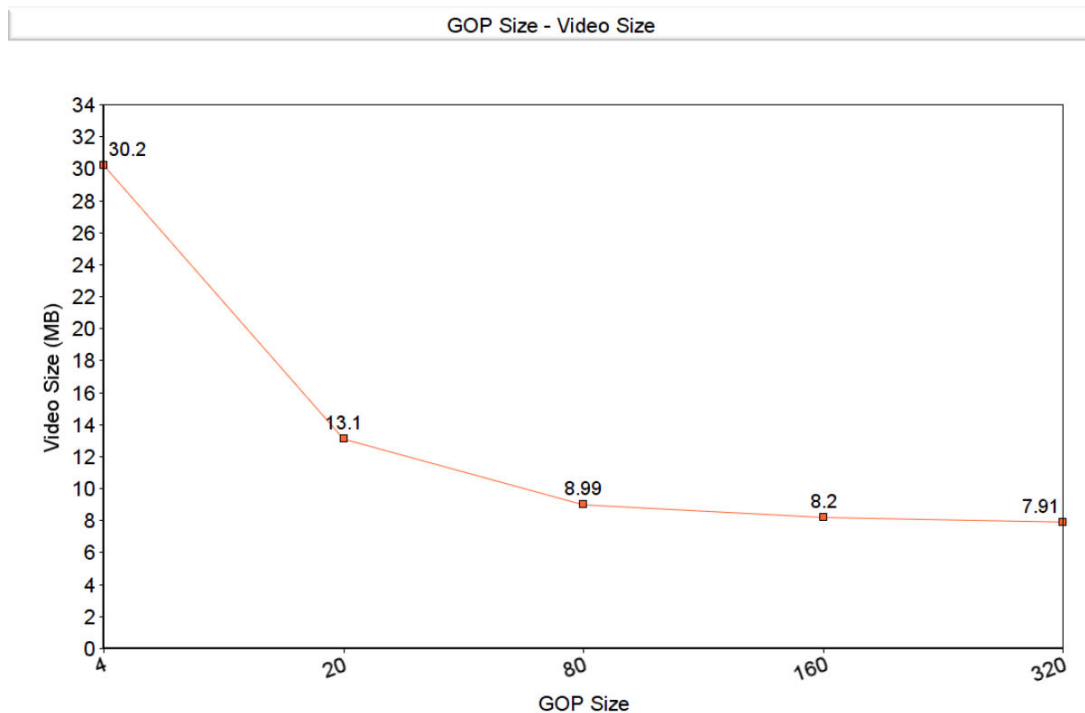
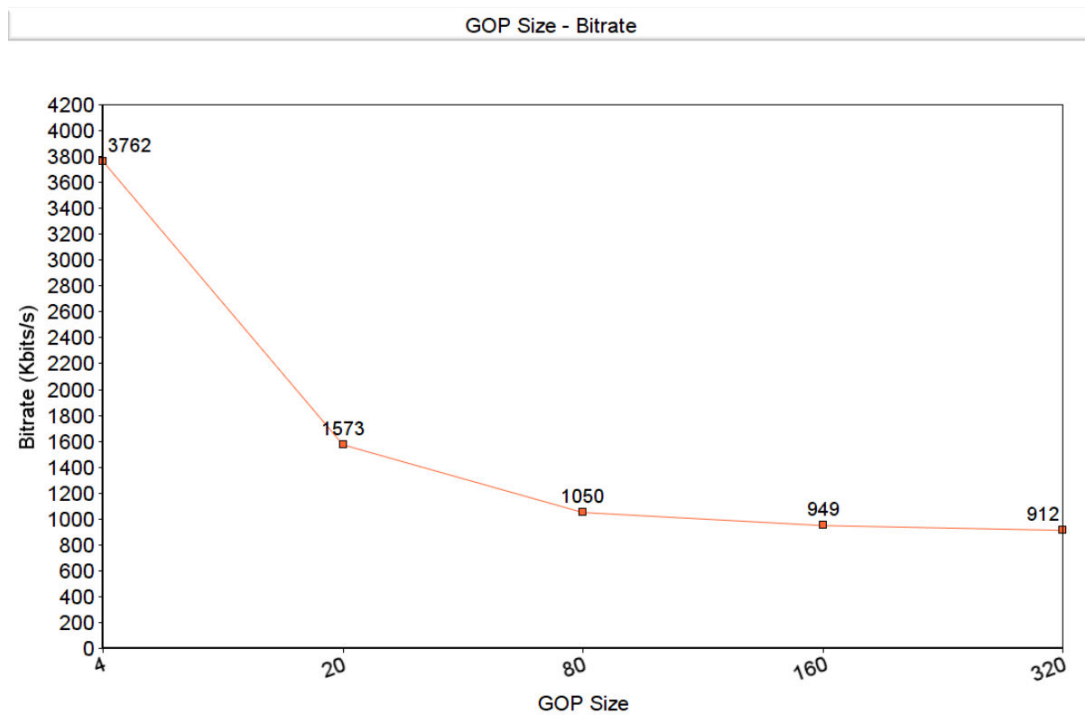
Επίσης επιλέξαμε να κωδικοποιήσουμε τα 2 samples αλλάζοντας μόνο το GOP Size για να παρατηρήσουμε την αλλαγή που θα πραγματοποιηθεί στις τιμές τόσο του Bitrate:video όσο και του συνολικού Video Size.

## Διαγράμματα με διαφορετικό *GOP Size*

### motion.avi



static.avi



Παρατηρήσαμε λοιπόν, ότι μόνο στο static.avi video έγινε συμπίεση από θέμα χώρου όταν αυξήσαμε το GOP σε σχέση με το αντίστοιχο του αρχικού video! Μάλιστα με GOP Size = 4 το Video Size τριπλασιάστηκε (3,36 φορές μεγαλύτερο για την ακρίβεια) αφού από 8.98 MB (αρχικό) πήγε στα 30.2 MB.



Από την άλλη μεριά στο motion.avi δεν πραγματοποιήθηκε καμία συμπίεση και μάλιστα από 27.1 MB (αρχικό) η μικρότερη τιμή που συναντήσαμε ήταν με GOP Size = 256 στα 37.4 MB

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως στην εργασία παρατηρήθηκε και το γεγονός πως στο MPEG το display order των frames μπορεί να διαφέρει από το coding & transmission order!

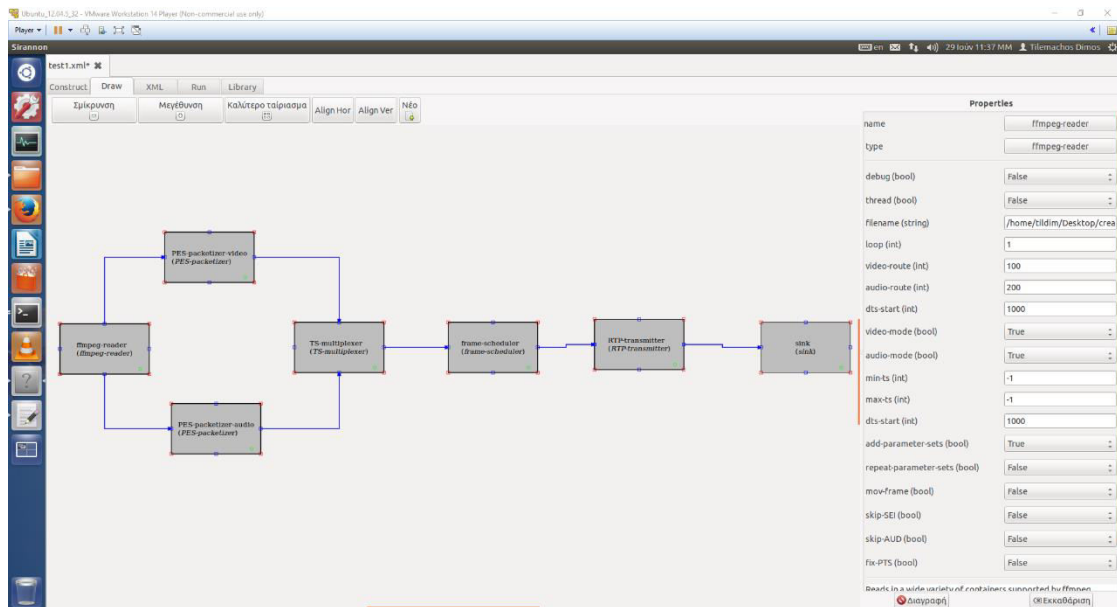
Τρέχοντας την παρακάτω εντολή για το motion.avi video:

```
iakovos@iakovos-VirtualBox: ~/Desktop/demos
iakovos@iakovos-VirtualBox:~/Desktop/demos$ ffprobe motion.avi -show_frames | gr
ep -E 'pict_type|coded_picture_number' > frame_coding_order_motion.txt
```

παρατηρήσαμε το εξής, παρόλο που μετά το 24ο frame που ήταν *P-frame* έχουμε *B-frame*, δεν κωδικοποιήθηκε με αυτή τη σειρά ώστε να είναι το 25ο. Αντ' αυτού κωδικοποιήθηκε το μεθεπόμενο από το 24ο frame που ήταν *P-frame* και έγινε 25ο και το *B-frame* 26ο!

1	pict_type=I	33	pict_type=P
2	coded_picture_number=0	34	coded_picture_number=16
3	pict_type=P	35	pict_type=P
4	coded_picture_number=1	36	coded_picture_number=17
5	pict_type=P	37	pict_type=P
6	coded_picture_number=2	38	coded_picture_number=18
7	pict_type=P	39	pict_type=P
8	coded_picture_number=3	40	coded_picture_number=19
9	pict_type=P	41	pict_type=P
10	coded_picture_number=4	42	coded_picture_number=20
11	pict_type=P	43	pict_type=P
12	coded_picture_number=5	44	coded_picture_number=21
13	pict_type=P	45	pict_type=P
14	coded_picture_number=6	46	coded_picture_number=22
15	pict_type=P	47	pict_type=P
16	coded_picture_number=7	48	coded_picture_number=23
17	pict_type=P	49	pict_type=I
18	coded_picture_number=8	50	coded_picture_number=24
19	pict_type=P	51	pict_type= <u>B</u>
20	coded_picture_number=9	52	coded_picture_number= <u>26</u>
21	pict_type=P	53	pict_type=P
22	coded_picture_number=10	54	coded_picture_number=25
23	pict_type=P	55	pict_type= <u>B</u>
24	coded_picture_number=11	56	coded_picture_number= <u>28</u>
25	pict_type=P	57	pict_type=P
26	coded_picture_number=12	58	coded_picture_number=27
27	pict_type=P	59	pict_type= <u>B</u>
28	coded_picture_number=13	60	coded_picture_number= <u>30</u>
29	pict_type=P	61	pict_type=P
30	coded_picture_number=14	62	coded_picture_number=29
31	pict_type=P	63	pict_type=P
32	coded_picture_number=15	64	coded_picture_number=31

## 2η Ενότητα



Στην ενότητα αυτή επιλέξαμε να πειραματιστούμε με το packet loss του δικτύου και να δούμε πώς αυτό επηρεάζει την ποιότητα της μετάδοσης ενός video σε τοπικό δίκτυο. Κάναμε δοκιμές με τιμές packet loss: 0.1% και 2.5% εκτελώντας τις εξής εντολές:

```
sudo tc qdisc add dev eth0 root netem loss 0.1%
```

```
sudo tc qdisc change dev eth0 root netem loss 2.5%
```

Παρατηρήσαμε ότι όταν το packet loss rate ήταν 0.1%, η ποιότητα του video δεν μεταβαλλόταν πολύ σε σχέση με την ποιότητα του αρχικού. Υπήρχε μια καθυστέρηση στην ανανέωση της εικόνας και μικρές διακοπές στον ήχο και σε σπάνιες περιπτώσεις κάποιο frame αλλοιωνόταν ("θόλωνε" ή "πρασίνιζε"). Αυτά τα φαινόμενα ήταν κλιμακωτά πιο έντονα όσο μεγάλωνε το bitrate του video που μεταδιδόταν. Σε γενικές γραμμές όμως η ποιότητα ήταν ικανοποιητική.

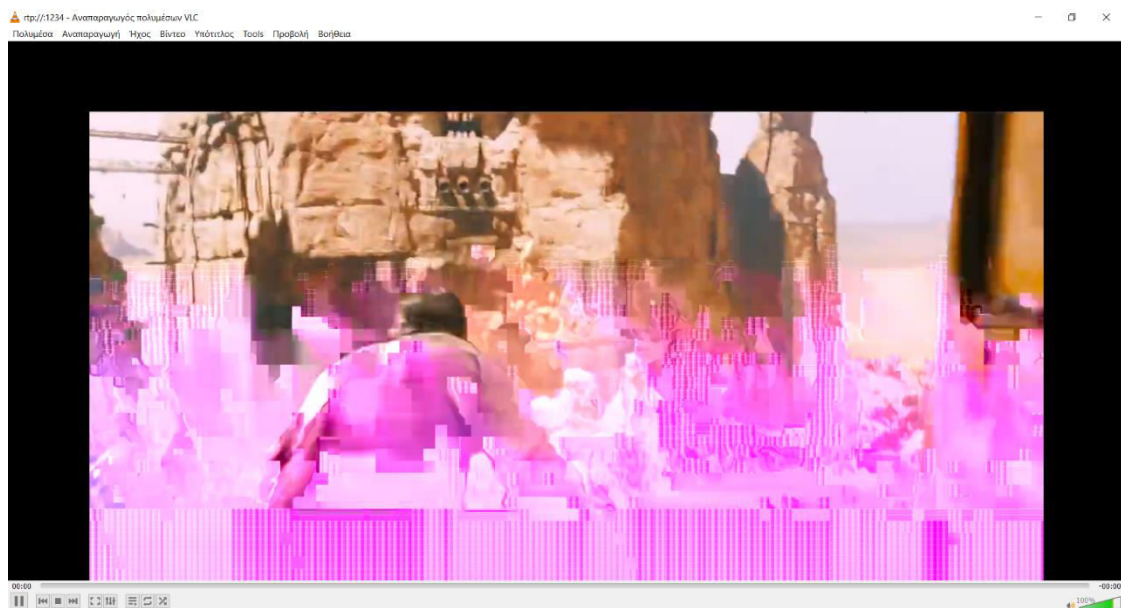
Όταν όμως το packet loss rate έγινε 2.5%, η ποιότητα της εικόνας άλλαξε δραστικά. Υπήρχε μεγάλη καθυστέρηση στην ανανέωση της εικόνας και οι αλλοιώσεις στην ποιότητα των frames ήταν πολύ συχνή και έντονη. Όπως και πριν, όσο μεγάλωνε το bitrate του video, τόσο περισσότερο εντεινόταν τα φαινόμενα αυτά. Συνεπώς, η ποιότητα του video κατά τη μετάδοση δεν ήταν καθόλου ικανοποιητική. Η ποιότητα του ήχου απ' την άλλη δεν είχε ανάλογη αλλοίωση με την εικόνα, η ποιότητα δεν είχε μεγάλη διαφορά από την περίπτωση του packet loss rate 0.1%.

Όσον αφορά το κάθε είδος video ξεχωριστά, στο motion.avi, όπου οι εναλλαγές των frames ήταν πολύ έντονες, η μείωση της ποιότητας ήταν εντονότερη απ' ότι στο static.avi, όπου τα frames μοιάζουν αρκετά μεταξύ τους. Και τα δύο videos είχαν αλλοιωμένα frames, αλλά στο motion.avi η καθυστέρηση στην εναλλαγή των frames ήταν εντονότερη.

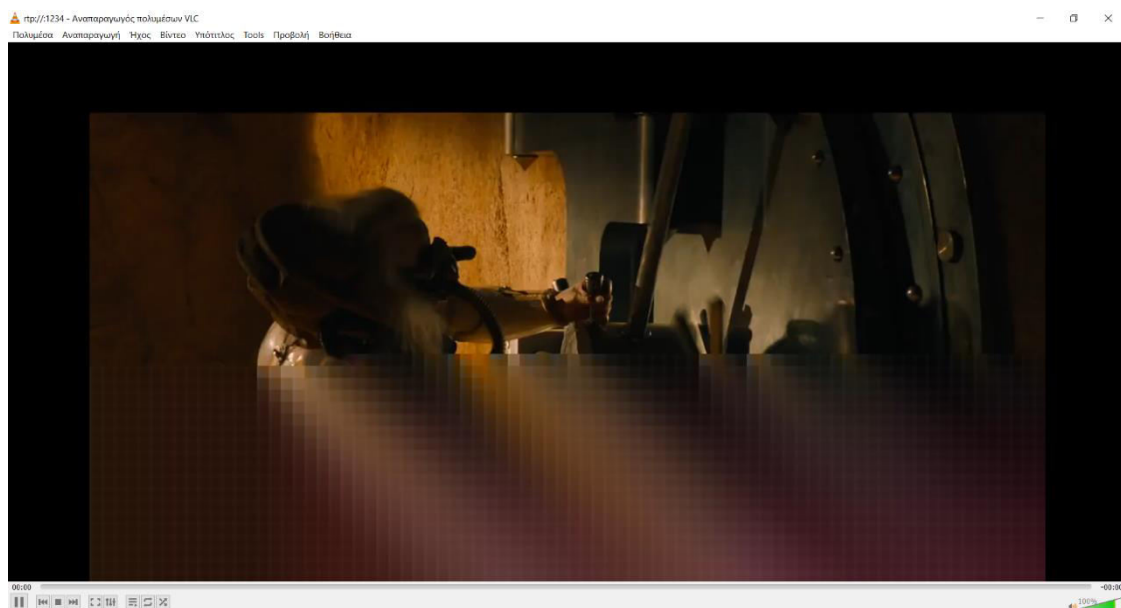
Ενδεικτικά για την περίπτωση με packet loss rate 2.5%, παρατίθενται τα παρακάτω screenshots, όπου φαίνεται έντονα η αλλοίωση της εικόνας:

- **motion.avi**

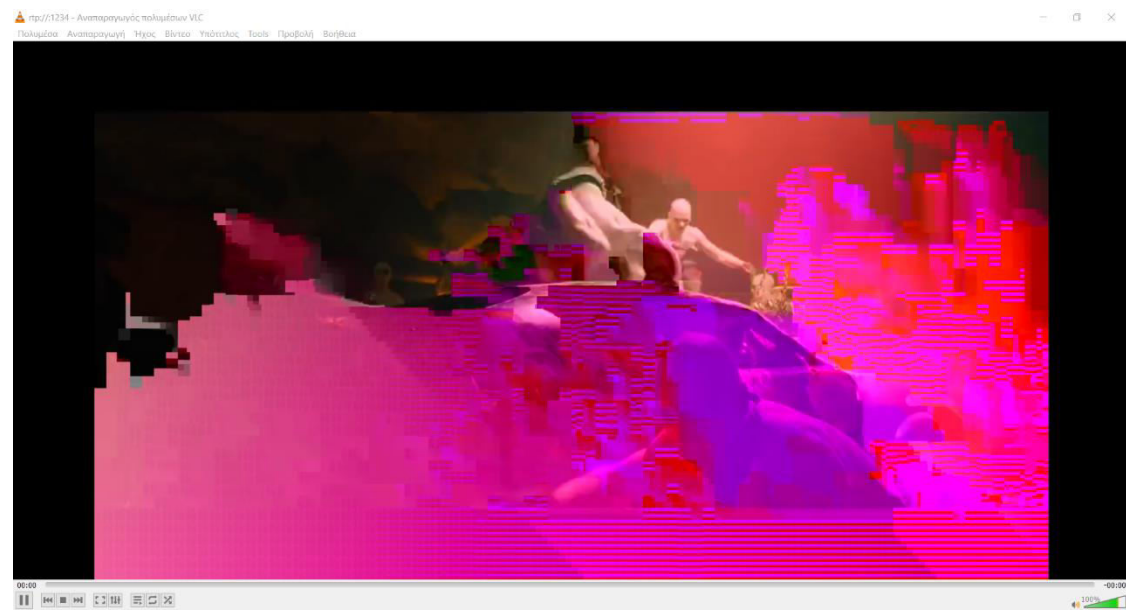
Bitrate:768 Kbits/s



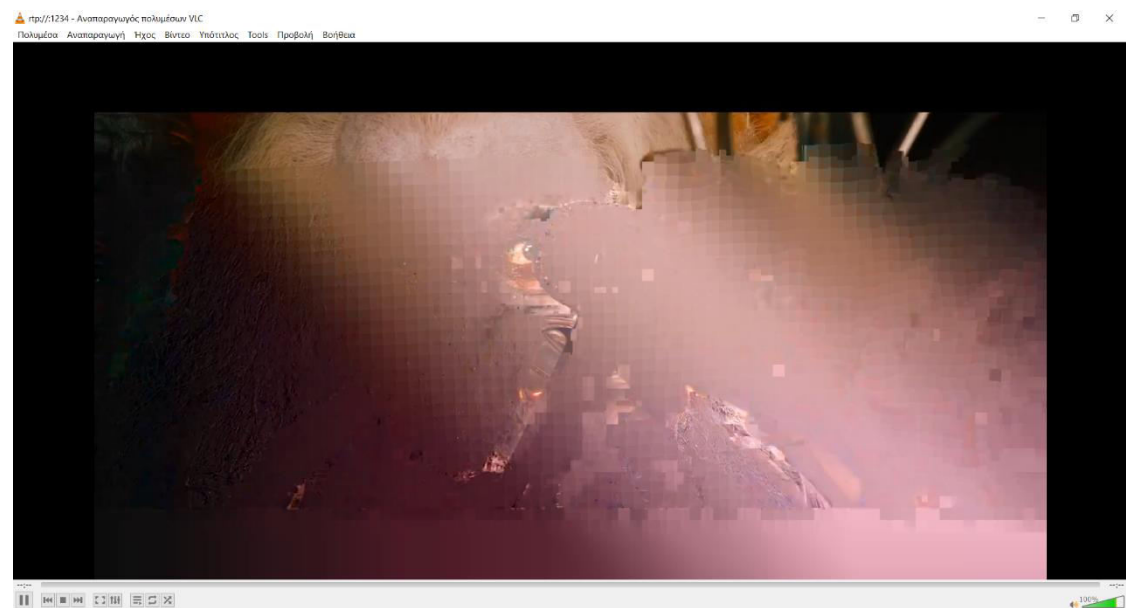
Bitrate:1024 Kbits/s



## Bitrate:1280 Kbits/s

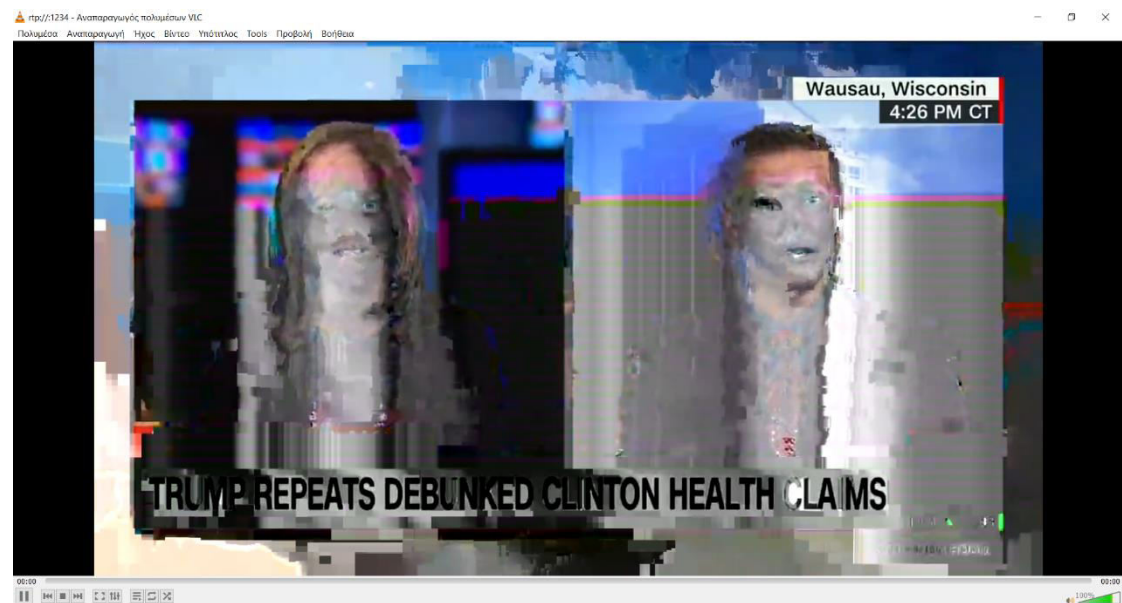


## Bitrate:1536 Kbits/s

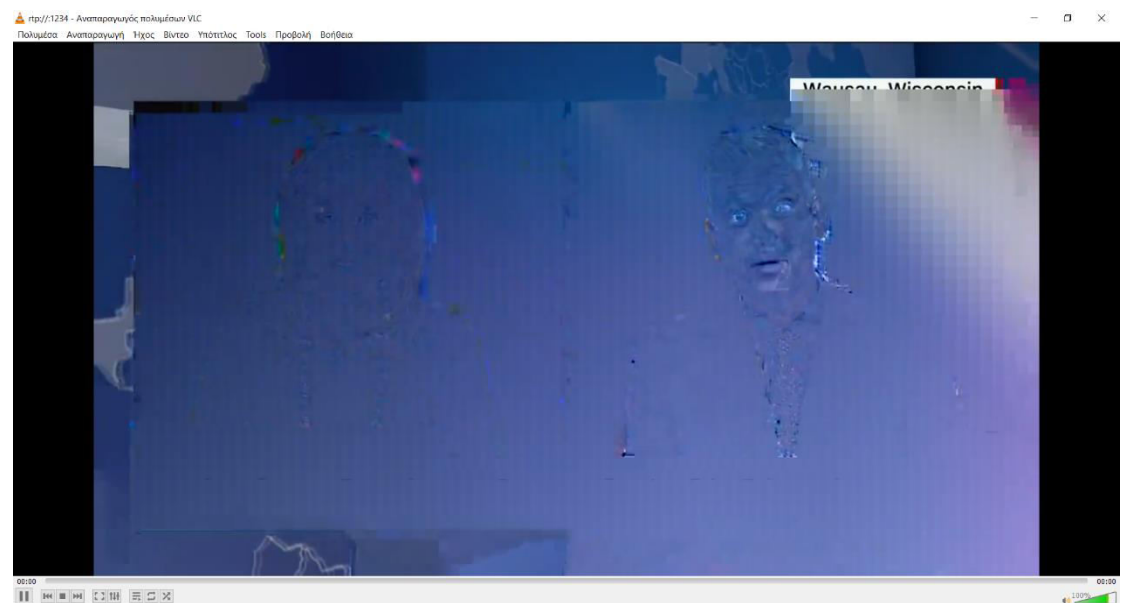


- **static.avi**

**Bitrate:256 Kbits/s**

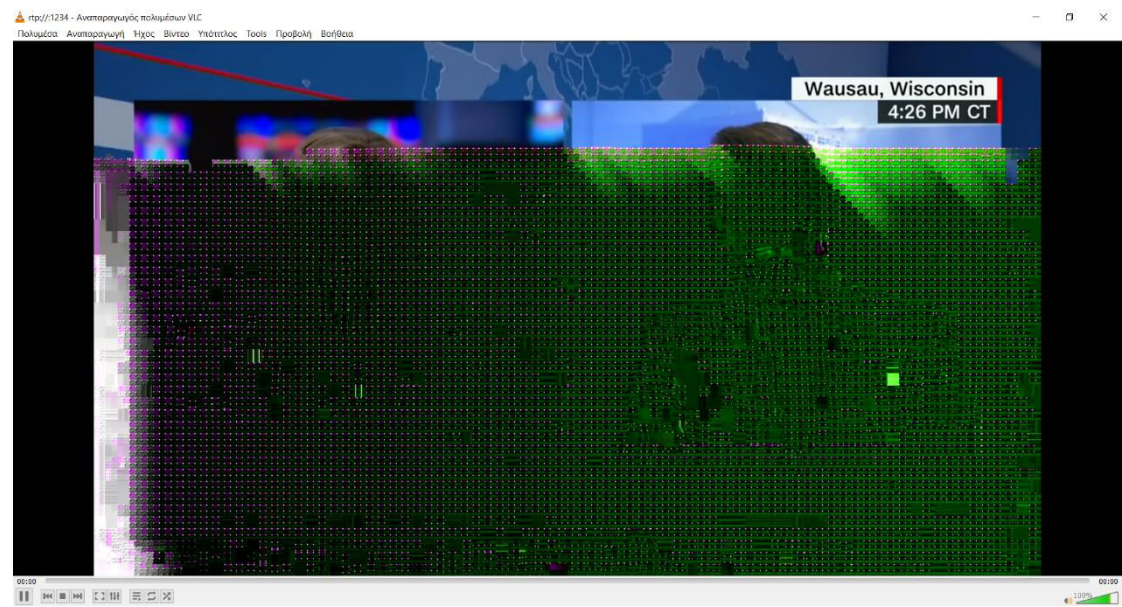


**Bitrate:512 Kbits/s**





## Bitrate:896 Kbits/s



## Bitrate:1280 Kbits/s

