

# Laboratorium Kompresji Wideo - Analiza Jakości i Skuteczności

## Wprowadzenie

W ramach niniejszego laboratorium przeprowadzono implementację oraz analizę uproszczonego systemu kompresji wideo. Celem było zrozumienie fundamentalnych technik redukcji danych w strumieniach wideo, takich jak transformacja przestrzeni barw, podpróbkowanie chrominancji, kodowanie międzyklatkowe oraz kwantyzacja. Prace laboratoryjne obejmowały badanie wpływu poszczególnych parametrów kompresji na jakość wizualną rekonstruowanych klatek oraz ocenę efektywności zastosowanych metod na przykładzie dwóch różnych sekwencji wideo. Wykorzystano biblioteki OpenCV do operacji na obrazach oraz NumPy do obliczeń numerycznych.

## Opis Zaimplementowanego Systemu

Zaimplementowany system kompresji i dekompresji wideo realizuje następujące etapy:

- 1. Wczytanie klatki:** Sekwencyjne pobieranie klatek z pliku wideo (OpenCV).
- 2. Konwersja przestrzeni barw:** Transformacja klatek z przestrzeni BGR do YCrCb.
- 3. Podpróbkowanie chrominancji (Chroma Subsampling):** Redukcja rozdzielczości składowych Cb i Cr według schematów 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0, 4:4:0, 4:1:1, 4:1:0.
- 4. Rozróżnienie typów klatek:** Klatki kluczowe (I-frames) kodowane niezależnie oraz klatki różnicowe (P-frames) kodujące różnicę do ostatniej zrekonstruowanej I-klatki.
- 5. Kwantyzacja sygnału różnicowego:** Dzielenie wartości sygnału różnicowego P-klatek przez **dzielnik** (1, 2, lub 4).
- 6. Kompresja bezstratna RLE:** Opcjonalne zastosowanie RLE do składowych Y, Cb, Cr (I-frames) lub skwantowanych różnic (P-frames).
- 7. Proces dekompresji:** Operacje odwrotne, w tym rekwantyzacja, rekonstrukcja chrominancji i konwersja do BGR.
- 8. Analiza wizualna:** Funkcja **plotDiffrence** generująca obrazy porównawcze ROI w przestrzeni RGB oraz mapy błędów.

# Część 1: Badanie Jakości dla Różnych Parametrów (bez kompresji RLE)

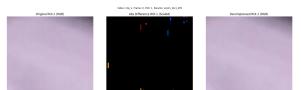
Analizowano wpływ parametrów kompresji stratnej na jakość wizualną dla [clip\\_1.mp4](#) (kawa, 27 klatek) i [clip\\_2.mp4](#) (kula plazmowa, 32 klatki), używając ROI [100, 228, 100, 228] i KF co 8 klatek.

## Wyniki dla [clip\\_1.mp4](#) (Kawa)

### Analiza Klatek Kluczowych (I-frames) - Klatka 0

Analizowano wpływ podpróbkowania chrominancji ([dzielnik=1](#)).

Table 1. Tabela obserwacji i obrazów różnic dla Klatki Kluczowej 0 ([clip\\_1.mp4](#), ROI 1, KF=8)

Subsampling	Opis Obrazu Różnicy	Obraz Różnicy
4:4:4	Obraz różnicy praktycznie czarny (jednolicie szary), idealna rekonstrukcja.	
4:2:2	Obraz różnicy praktycznie czarny (jednolicie szary).	
4:2:0	Obraz różnicy praktycznie czarny (jednolicie szary).	
4:4:0	Obraz różnicy praktycznie czarny (jednolicie szary).	
4:1:1	Nieznaczne, pionowe artefakty barwne (delikatne smugi niebieskie, pomarańczowe, czerwone) na krawędziach ROI.	
4:1:0	Podobnie jak dla 4:1:1, nieznaczne pionowe artefakty barwne na krawędziach.	

**Podsumowanie dla Klatki Kluczowej 0 ([clip\\_1.mp4](#)):** Rekonstrukcja dla schematów 4:4:4 do 4:4:0 jest niemal idealna. Agresywne podpróbkowanie 4:1:1 i 4:1:0 wprowadza niewielkie, zlokalizowane artefakty barwne.

## Analiza Klatek Różnicowych (P-frames) - Klatka 7 (blisko I-frame)

Table 2. Tabela obserwacji dla Klatki 7 ([clip\\_1.mp4](#), ROI 1, Dzielnik=2, KF=8)

Subsampling	Opis Obrazu Różnicy	Obraz Różnicy
4:4:4	Zniekształcenia chrominancji i szum kwantyzacji, tworzące wzór rozproszonych, różnorodnych pikseli.	  
4:4:0	Podobnie jak dla 4:4:4, rozproszone, wielobarwne zniekształcenia pikselowe.	  
4:2:2	Charakter artefaktów zbliżony do 4:4:4, rozproszone zniekształcenia barwne.	  
4:2:0	Obserwacje analogiczne do 4:4:4, być może minimalnie bardziej zintensyfikowane rozproszone zniekształcenia barwne.	  
4:1:1	Na czarno-szarym tle widoczne rozproszone zniekształcenia barwne oraz dodatkowo większe, półprzezroczyste, prostokątne artefakty w kolorach niebieskim i czerwonym.	  
4:1:0	Identyczne obserwacje jak dla 4:1:1 przy Dzielniku=2.	  

Table 3. Tabela obserwacji dla Klatki 7 ([clip\\_1.mp4](#), ROI 1, SS=4:2:0, KF=8)

Dzielnik	Opis Obrazu Różnicy	Obraz Różnicy
1	Obraz różnicy praktycznie czarny. Minimalne błędy.	  
2	Widoczne zniekształcenia chrominancji i szum kwantyzacji (rozproszone, wielobarwne piksele).	  
4	Intensywniejsze zniekształcenia chrominancji i szum, pojawiają się wyraźne artefakty blokowe.	  

**Podsumowanie dla Klatki 7 ([clip\\_1.mp4](#)):** Przy **dzielnik=1** jakość jest bardzo dobra. Dla **dzielnik=2**, schematy 4:2:0-4:4:4 wykazują podobny charakter rozproszonych zniekształceń barwnych, podczas gdy 4:1:0/4:1:1 wprowadzają dodatkowe, większe artefakty. **Dzielnik=4** intensyfikuje zniekształcenia i prowadzi do efektu blokowego.

## Analiza Klatek Różnicowych (P-frames) - Klatka 15 (dalej od I-frame)

Table 4. Tabela obserwacji dla Klatki 15 ([clip\\_1.mp4](#), ROI 1, Dzielnik=2, KF=8)

Subsampling	Opis Obrazu Różnicy	Obraz Różnicy
4:4:4	Rozproszone zniekształcenia barwne, lewa strona ROI wykazuje lokalne deformacje/powiększenia.	  
4:4:0	Podobnie jak dla 4:4:4.	  
4:2:2	Podobnie jak dla 4:4:4.	  
4:2:0	Podobnie jak dla 4:4:4.	  
4:1:1	Artefakty barwne (RGB) na krawędziach ROI, w prawym górnym rogu pomarańczowe, pionowe artefakty smugowe.	  
4:1:0	Identyczne obserwacje jak dla 4:1:1.	  

Table 5. Tabela obserwacji dla Klatki 15 ([clip\\_1.mp4](#), ROI 1, SS=4:2:0, KF=8)

Dzielnik	Opis Obrazu Różnicy	Obraz Różnicy
1	Prawie czarny obraz różnicy, kilka pojedynczych barwnych pikseli.	  
2	Rozproszone zniekształcenia barwne z deformacją po lewej stronie ROI.	  
4	Zniekształcenia barwne mniej intensywne niż dla Div2, ale obraz silnie spikselizowany z półprzezroczystymi plamami.	  

**Podsumowanie dla Klatki 15 ([clip\\_1.mp4](#)):** Wyniki zbliżone do Klatki 7. Dla SS=4:2:0, **dzielnik=2** daje inny typ degradacji (pixselizacja) niż **dzielnik=4**.

## Analiza Klatek Różnicowych (P-frames) - Klatka 23 ("najdalej odsunięta")

Table 6. Tabela obserwacji dla Klatki 23 ([clip\\_1.mp4](#), ROI 1, Dzielnik=2, KF=8)

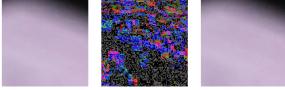
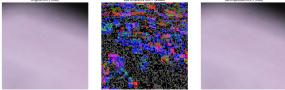
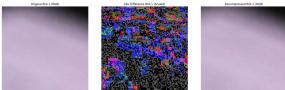
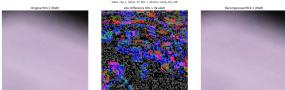
Subsampling	Opis Obrazu Różnicy	Obraz Różnicy
4:4:4	Podobnie jak dla Klatki 15 (rozproszone zniekształcenia barwne i deformacje).	
4:4:0	Podobnie jak dla 4:4:4.	
4:2:2	Podobnie jak dla 4:4:4.	
4:2:0	Podobnie jak dla 4:4:4.	
4:1:1	Tło czarno-szare, wyraźne półprzezroczyste prostokątne artefakty barwne (czerwone, niebieskie, zielone).	
4:1:0	Identycznie jak dla 4:1:1 Div2.	

Table 7. Tabela obserwacji dla Klatki 23 ([clip\\_1.mp4](#), ROI 1, SS=4:2:0, KF=8)

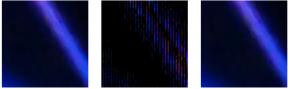
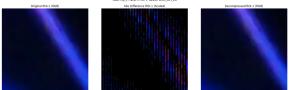
Dzielnik	Opis Obrazu Różnicy	Obraz Różnicy
1	Bardzo dobra jakość, minimalne błędy.	
2	Rozproszone zniekształcenia barwne i deformacje.	
4	Pikselizacja i efekt ditheringu.	

**Podsumowanie dla Klatki 23 ([clip\\_1.mp4](#)):** Nawet dla klatki znacznie oddalonej od I-frame, charakter artefaktów jest zbliżony do Klatki 15, co świadczy o stabilności czasowej sceny.

# Wyniki dla **clip\_2.mp4** (Kula Plazmowa)

## Analiza Klatek Kluczowych (I-frames) - Klatka 0

Table 8. Tabela obserwacji i obrazów różnicy dla Klatki Kluczowej 0 (**clip\_2.mp4**, ROI 1, KF=8)

Subsampling	Opis Obrazu Różnicy	Obraz Różnicy
4:4:4	Obraz różnicy praktycznie czarny (jednolicie szary).	
4:4:0	Niewielkie, poziome, prostokątne artefakty barwne (pomarańczowe, matowożółte) w lewym dolnym rogu ROI.	
4:2:2	Niewielkie, pionowe, prostokątne artefakty barwne (zielone, niebieskie).	
4:2:0	Zwiększona liczba pojedynczych, barwnych pikseli w lewej części ROI, mieszanka efektów z 4:4:0 i 4:2:2.	
4:1:1	Długie, pionowe, smugowe artefakty barwne (niebieskie, czerwone, pomarańczowe, fioletowe).	
4:1:0	Charakter artefaktów identyczny jak dla 4:1:1.	

**Podsumowanie dla Klatki Kluczowej 0 (**clip\_2.mp4**):** Tylko 4:4:4 daje idealną rekonstrukcję. Pozostałe schematy wprowadzają widoczne artefakty barwne, co świadczy o dużej wrażliwości klipu na redukcję informacji o kolorze.

## Analiza Klatek Różnicowych (P-frames) - Klatka 7 (blisko I-frame)

Table 9. Tabela obserwacji dla Klatki 7 ([clip\\_2.mp4](#), ROI 1, Dzielnik=2, KF=8)

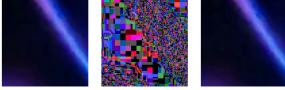
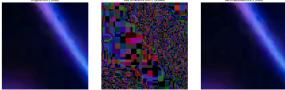
Subsampling	Opis Obrazu Różnicy	Obraz Różnicy
4:4:4	Bardzo intensywne, rozległe zniekształcenia barwne i artefakty kwantyzacji.	
4:4:0	Drobne, wielobarwne artefakty pikselowe oraz artefakty konturowe.	
4:2:2	Podobnie jak dla 4:4:0.	
4:2:0	Podobnie jak dla 4:4:0.	
4:1:1	Duże, prostokątne artefakty barwne (niebieskie, czerwone, zielone) w prawej górnej części.	
4:1:0	Identycznie jak dla 4:1:1.	

Table 10. Tabela obserwacji dla Klatki 7 ([clip\\_2.mp4](#), ROI 1, SS=4:2:0, KF=8)

Dzielnik	Opis Obrazu Różnicy	Obraz Różnicy
1	Szary obraz różnicy, niewielka ilość rozproszonych artefaktów barwnych, głównie w prawym górnym rogu.	
2	Silne, mozaikowe artefakty barwne, efekt pikselizacji z artefaktami konturowymi.	
4	Podobnie jak dla Div2, ale zniekształcenia barwne i artefakty są bardziej intensywne.	

**Podsumowanie dla Klatki 7 ([clip\\_2.mp4](#)):** Przy **dzielnik=2**, schematy 4:2:0-4:4:0 dają silne artefakty 4:1:0/4:1:1. 4:4:4 Div2 generuje najsilniejsze zniekształcenia. **Dzielnik=4** dla SS=4:2:0 intensyfikuje artefakty.

## Analiza Klatek Różnicowych (P-frames) - Klatka 15 (dalej od I-frame)

Table 11. Tabela obserwacji dla Klatki 15 ([clip\\_2.mp4](#), ROI 1, Dzielnik=2, KF=8)

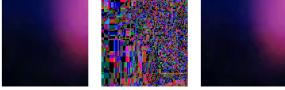
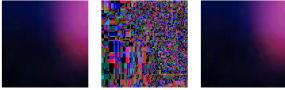
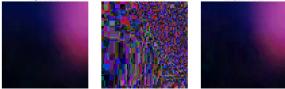
Subsampling	Opis Obrazu Różnicy	Obraz Różnicy
4:4:4 - 4:1:0	Charakter artefaktów dla poszczególnych schematów subsamplingu jest zasadniczo identyczny jak dla Klatki 7 przy Dzielniku=2.	

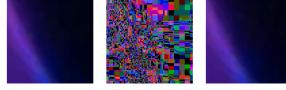
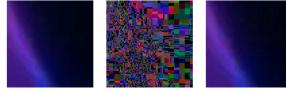
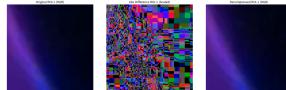
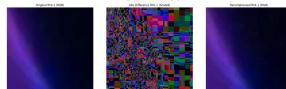
Table 12. Tabela obserwacji dla Klatki 15 ([clip\\_2.mp4](#), ROI 1, SS=4:2:0, KF=8)

Dzielnik	Opis Obrazu Różnicy	Obraz Różnicy
1	Obraz różnicy jednolicie szary, bez widocznych barwnych artefaktów.	
2	Bardzo silne uszkodzenia: mozaikowe artefakty barwne (RGB) zmiesiane z półprzezroczystymi plamami szarości i czerni.	
4	Artefakty nadal bardzo silne, ale subiektywnie mniej intensywne barwnie niż dla Dzielnika=2, który wydaje się powodować większe ogólne uszkodzenie.	

**Podsumowanie dla Klatki 15 ([clip\\_2.mp4](#)):** Dla `dzielnik=2`, wpływ subsamplingu jest taki sam jak dla Klatki 7. Dla SS=4:2:0, `dzielnik=1` daje dobry wynik, ale `dzielnik=2` powoduje ekstremalne uszkodzenia, subiektywnie gorsze niż `dzielnik=4`.

## Analiza Klatek Różnicowych (P-frames) - Klatka 31 ("najdalej odsunięta")

Table 13. Tabela obserwacji dla Klatki 31 ([clip\\_2.mp4](#), ROI 1, Dzielnik=2, KF=8)

Subsampling	Opis Obrazu Różnicy	Obraz Różnicy
4:4:4	Artefakty mniej intensywne niż dla 4:2:0 Div2; podobne do 4:2:2 Div2 dla tej klatki.	
4:4:0	Zintensyfikowane artefakty, podobne do 4:2:0 Div2 dla tej klatki.	
4:2:2	Mniej intensywne artefakty niż dla 4:2:0 Div2.	
4:2:0	Zintensyfikowana wersja artefaktów obserwowanych dla 4:1:1 Div2.	
4:1:1	Pionowe, smugowe artefakty barwne w kolorach RGB, zlokalizowane po prawej stronie ROI, stosunkowo mało widoczne na tle ogólnego szumu.	
4:1:0	Identycznie jak dla 4:1:1 Div2.	

**Podsumowanie dla Klatki 31 ([clip\\_2.mp4](#)):** Nawet dla klatki znacznie oddalonej od I-frame, przy [dzielnik=2](#), schematy 4:1:0/4:1:1 dają stosunkowo łagodne, choć specyficzne artefakty. Pozostałe schematy generują silniejsze i bardziej rozległe zniekształcenia, z pewnymi różnicami w intensywności między nimi.

# Porównanie Wyników Jakościowych dla `clip_1` i `clip_2`

- **Podobieństwa:**

- Dla obu klipów, `dzielnik=1` w połączeniu z `subsampling="4:4:4"` zapewnia najlepszą jakość rekonstrukcji P-klatek. Przy subsamplingu i `dzielnik=1` błędy są minimalne lub niewielkie, choć bardziej widoczne dla `clip_2`.
- Zwiększenie `dzielnika` generalnie prowadzi do wzrostu widoczności i intensywności artefaktów.
- Dla `clip_1`, przy `dzielnik > 1`, wpływ samego subsamplingu (poza 4:1:x) na obraz różnicy wydaje się mniej znaczący niż wpływ kwantyzacji. Dla `clip_2` różnice między schematami subsamplingu są często bardziej wyraźne.

- **Różnice:**

- `clip_2` jest znacznie bardziej wrażliwy na kompresję. Już I-klatki z subsamplingiem w `clip_2` pokazują zauważalne artefakty barwne.
- Charakter dominujących artefaktów dla `dzielnik > 1` różni się: dla `clip_1` to zniekształcenia chrominancji, szum, artefakty blokowe i konturowe; dla `clip_2` to silne, mozaikowe przebarwienia.
- Nietypowe zachowanie `clip_2` (np. Klatka 15, SS=4:2:0), gdzie `dzielnik=2` zdawał się generować gorsze obrazy niż `dzielnik=4`, wymaga odnotowania.
- `clip_1` lepiej toleruje kompresję przy zachowaniu jakości wizualnej.

# Wybór "Najlepszych" Ustawień do Testów RLE

Na podstawie przeprowadzonej analizy jakości wizualnej (Część 1), do dalszych badań skuteczności kompresji RLE (Część 2) wybrano następujące parametry: podpróbkowanie chrominancji **4:2:0** oraz **dzielnik** dla sygnału różnicowego równy **2**.

Chociaż zastosowanie **dzielnik=1** zapewniało najwyższą jakość wizualną P-klatek, generowany sygnał różnicowy byłby mało podatny na RLE. **Dzielnik=4** wprowadzał zbyt silne artefakty, zwłaszcza dla **clip\_2**. **Dzielnik=2** stanowi kompromis: wprowadza akceptowalne straty wizualne, jednocześnie zwiększał liczbę wartości zerowych i powtarzających się w skwantowanym sygnale różnicowym, co jest kluczowe dla RLE.

Schemat **4:2:0** wybrano jako standard oferujący znaczną redukcję danych o kolorze. Obserwacje (zwłaszcza dla **clip\_1**) wykazały, że przy **dzielnik=2**, błędy kwantyzacji różnicy często maskowały subtelniejsze efekty subsamplingu (dla schematów 4:2:0-4:4:4). Wybór **4:2:0** maksymalizuje więc redukcję danych chrominancji przed RLE, nie pogarszając drastycznie jakości bardziej niż sam **dzielnik=2**.

## Część 2: Badanie Skuteczności Kompresji Bezstratnej (z użyciem RLE)

Zastosowano parametry: **subsampling="4:2:0"**, **dzielnik=2**. Analizowano wpływ **key\_frame\_interval** (2, 4, 8, 12, 16, 20) na zysk pamięci.

### Wyniki Kompresji RLE dla **clip\_1.mp4** (Kawa)

Poniższe wykresy przedstawiają skuteczność kompresji RLE dla **clip\_1.mp4** przy różnych interwałach klatek kluczowych (KF), z zastosowaniem podpróbkowania 4:2:0 i dzielnika różnicowy równego 2.

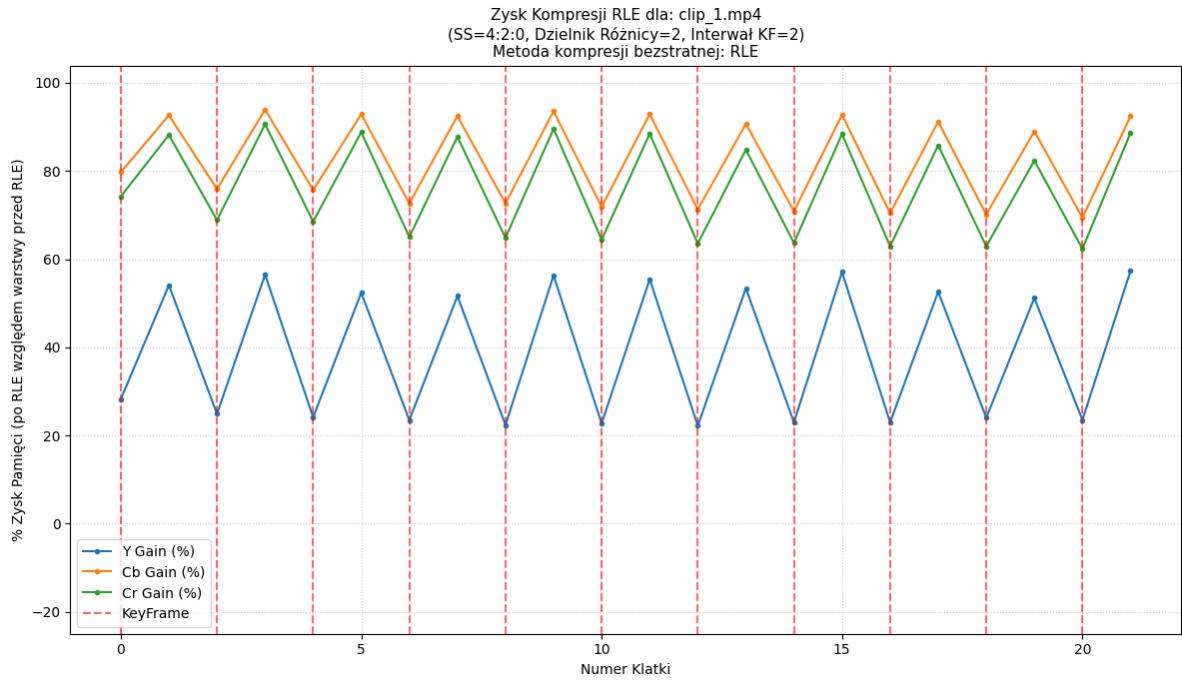


Figure 1. Zysk Kompresji RLE dla clip\_1.mp4, Interwał KF=2

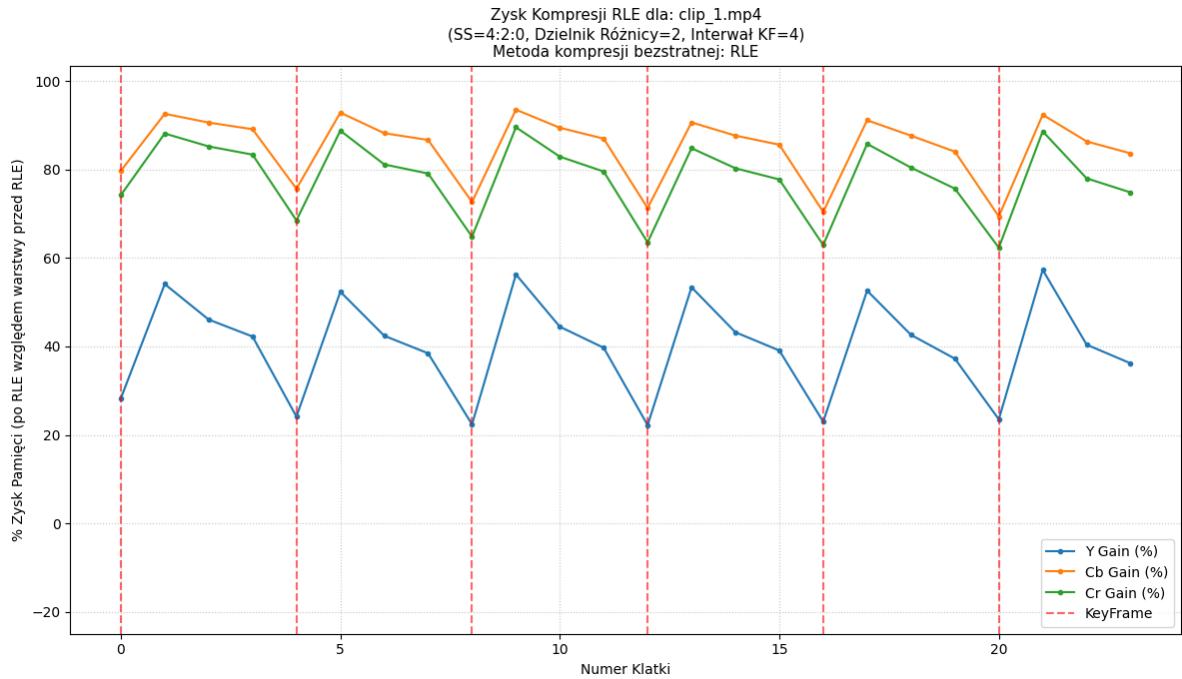


Figure 2. Zysk Kompresji RLE dla clip\_1.mp4, Interwał KF=4

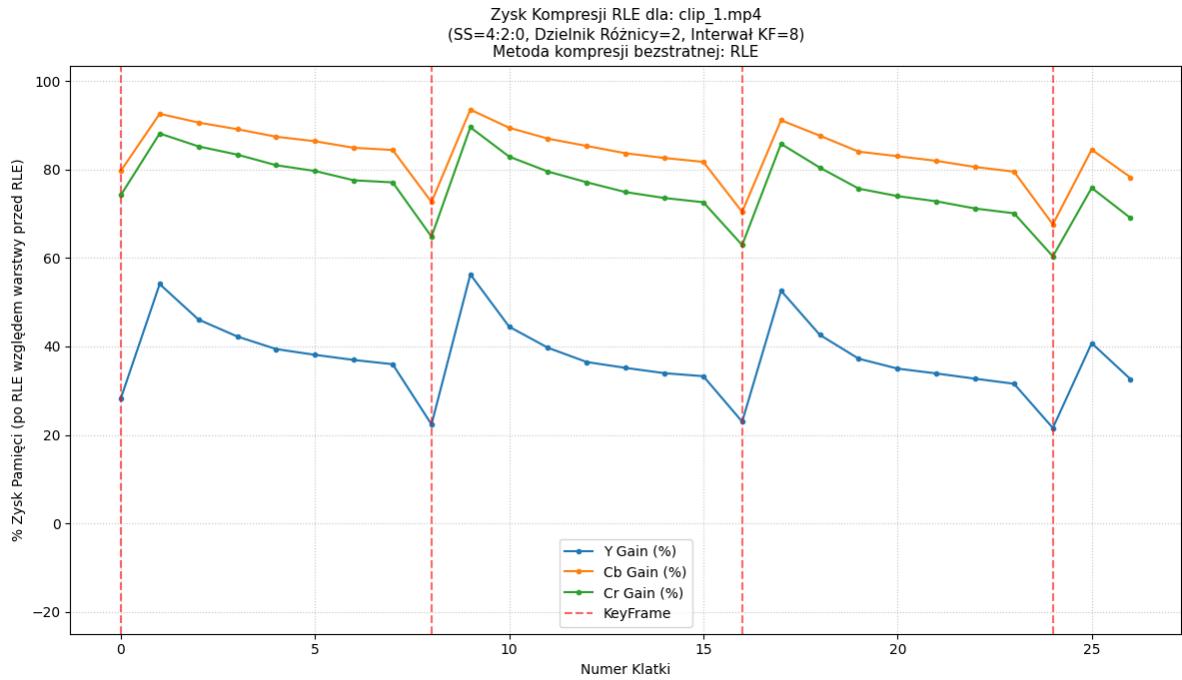


Figure 3. Zysk Kompresji RLE dla clip\_1.mp4, Interwał KF=8

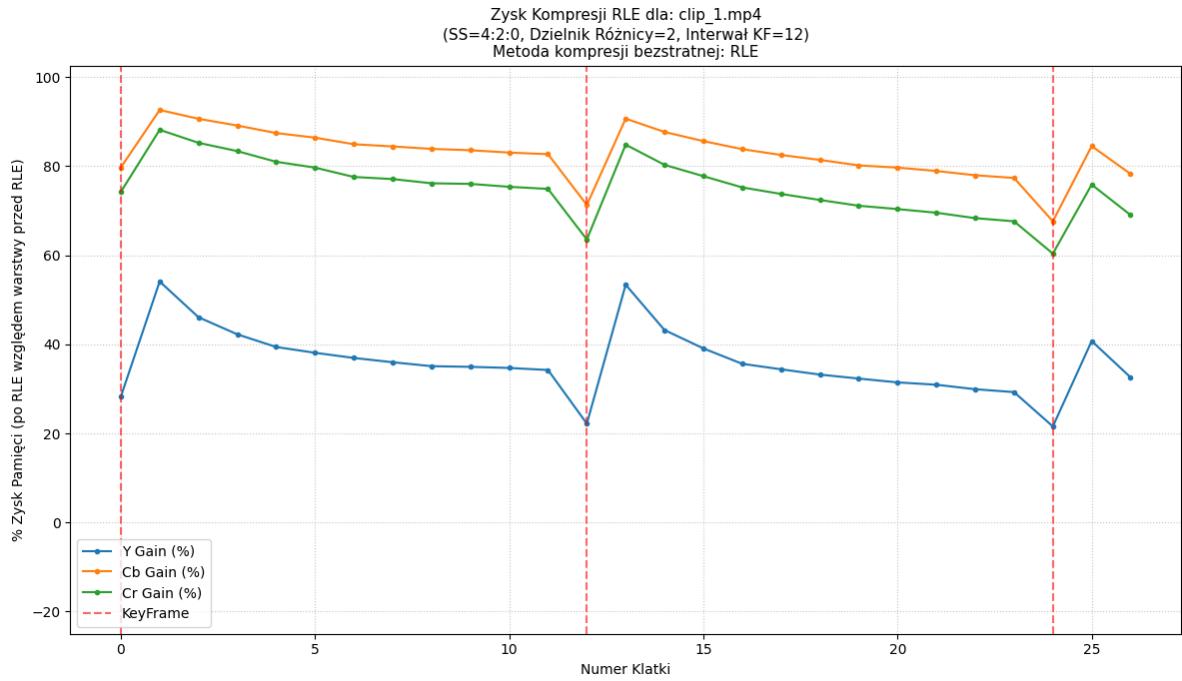


Figure 4. Zysk Kompresji RLE dla clip\_1.mp4, Interwał KF=12

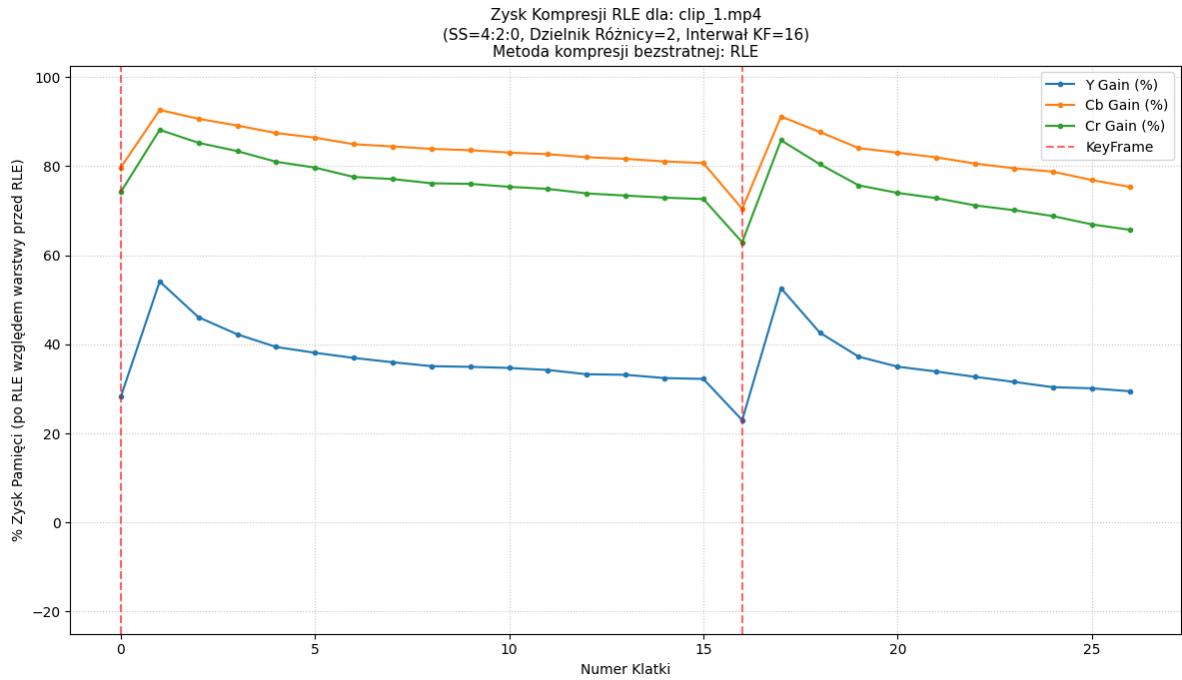


Figure 5. Zysk Kompresji RLE dla clip\_1.mp4, Interwał KF=16

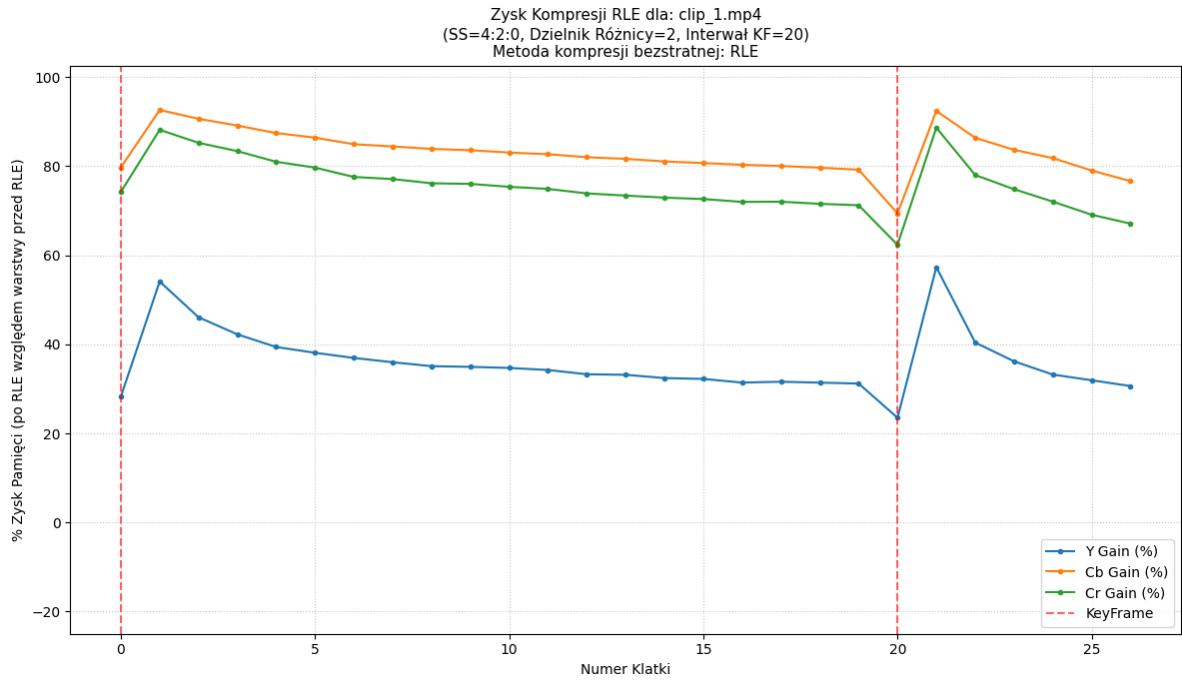


Figure 6. Zysk Kompresji RLE dla clip\_1.mp4, Interwał KF=20

# Wyniki Kompresji RLE dla `clip_2.mp4` (Kula Plazmowa)

Poniższe wykresy przedstawiają skuteczność kompresji RLE dla `clip_2.mp4` przy różnych interwałach klatek kluczowych (KF), z zastosowaniem podpróbkowania 4:2:0 i dzielnika różnicy równego 2.

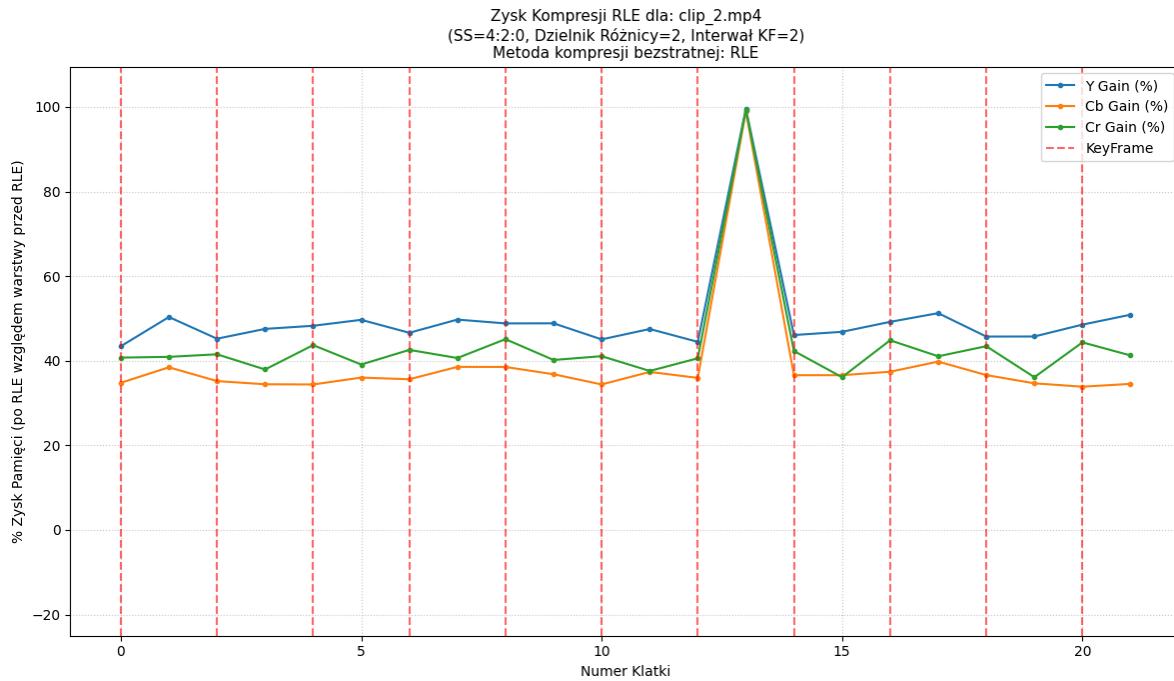


Figure 7. Zysk Kompresji RLE dla `clip_2.mp4`, Interwał KF=2

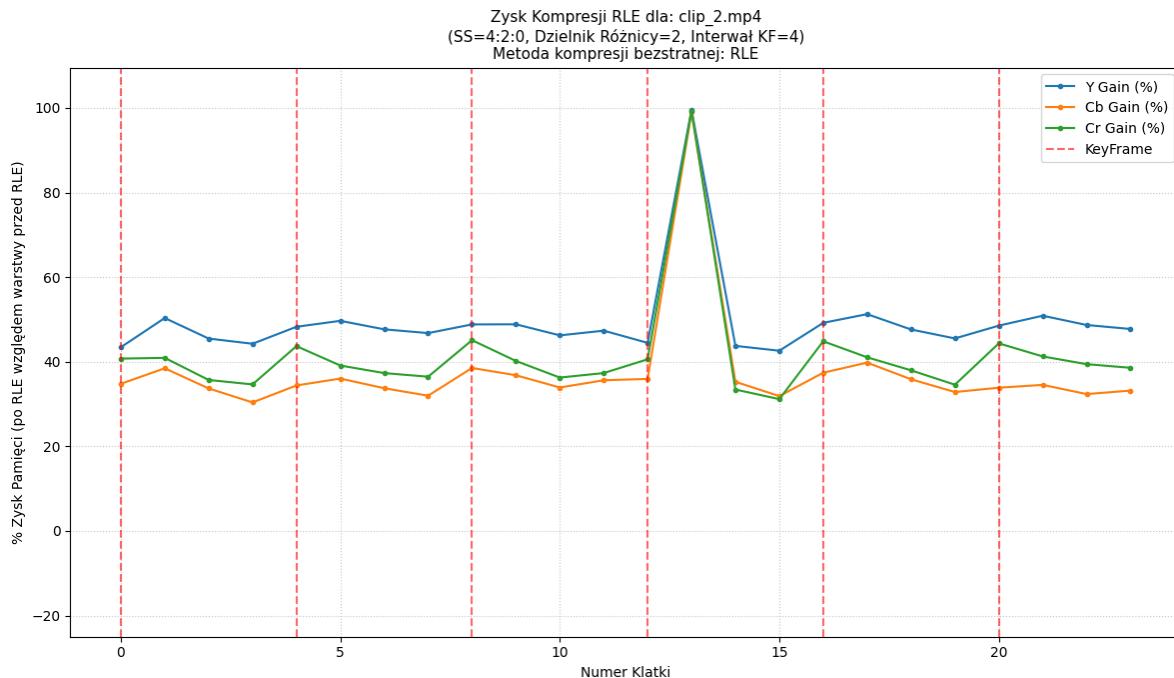


Figure 8. Zysk Kompresji RLE dla `clip_2.mp4`, Interwał KF=4

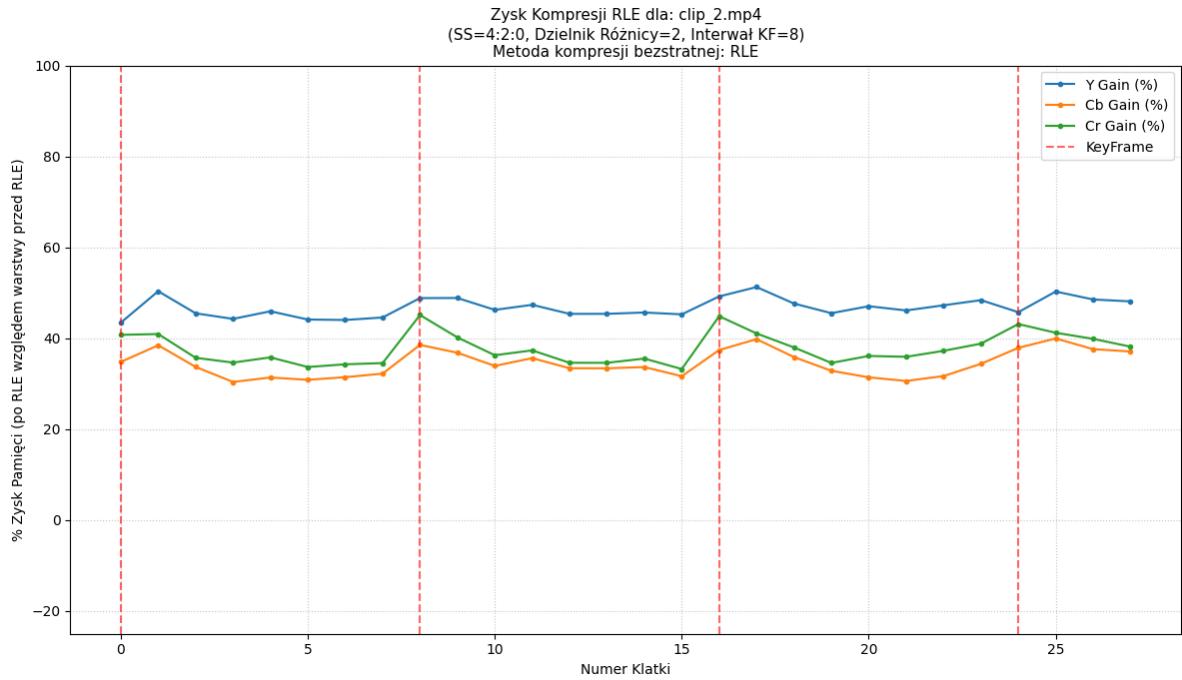


Figure 9. Zysk Kompresji RLE dla clip\_2.mp4, Interwał KF=8

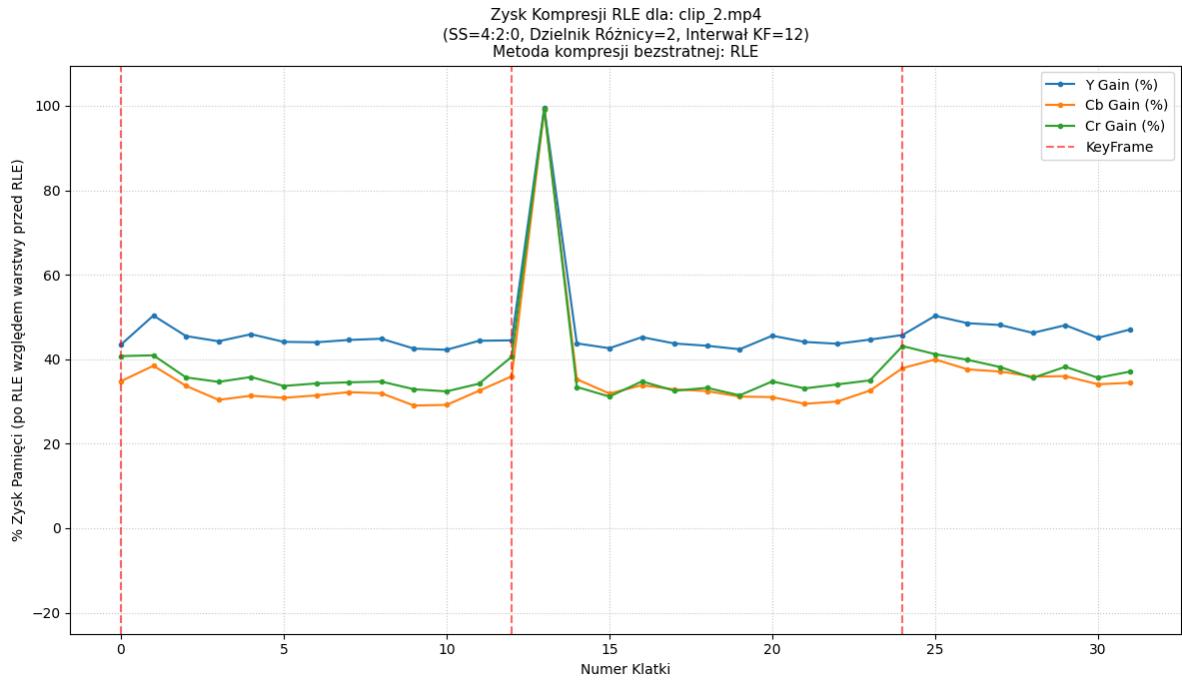


Figure 10. Zysk Kompresji RLE dla clip\_2.mp4, Interwał KF=12

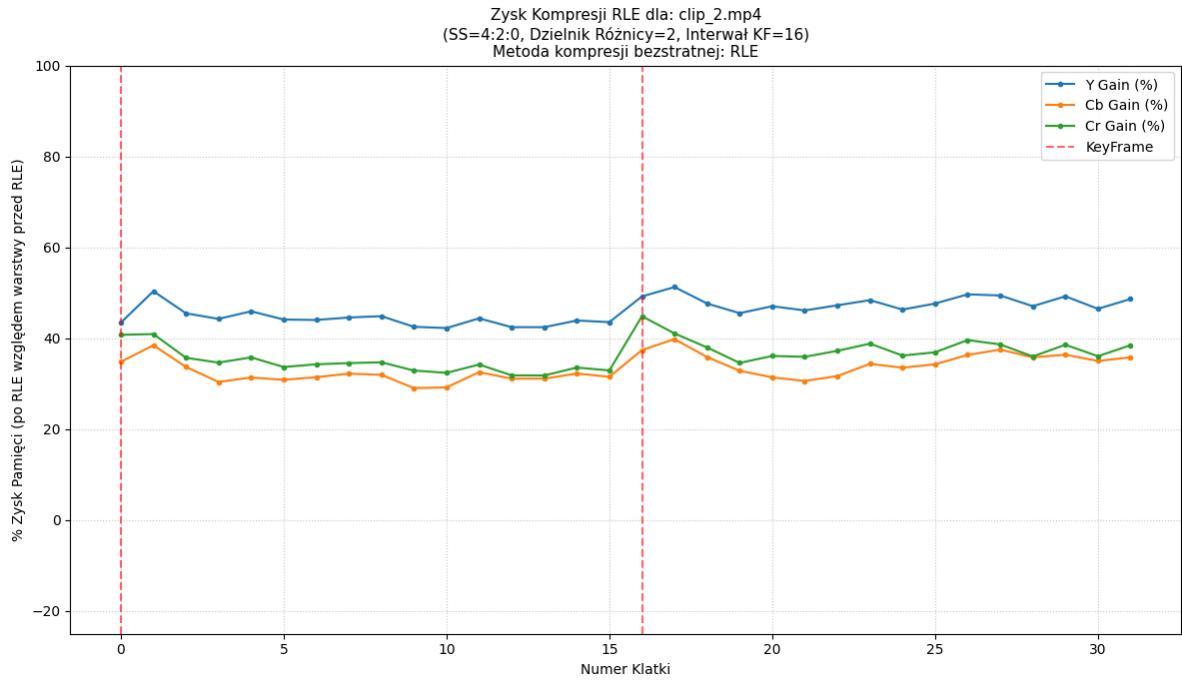


Figure 11. Zysk Kompresji RLE dla clip\_2.mp4, Interwał KF=16

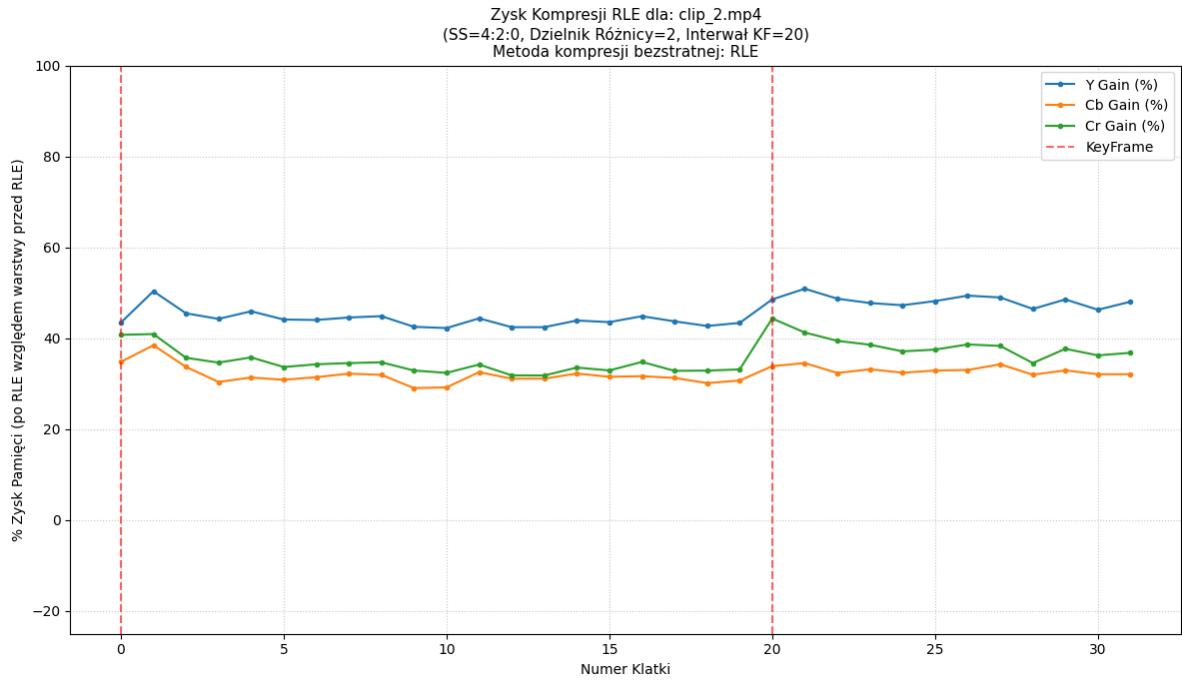


Figure 12. Zysk Kompresji RLE dla clip\_2.mp4, Interwał KF=20

# Analiza Wyników Kompresji RLE

- Kompresja klatek kluczowych (I-frames) vs klatek różnicowych (P-frames):
- Dla **clip\_1.mp4**:
  - **Klatki I:** Luminancja (Y) zyskuje 22-30%. Chrominacja (Cb, Cr) 60-80% (dla KF=20: Y 26-30%, CbCr 63-77%).
  - **Klatki P:** Luminancja (Y) zyskuje 34-58% (dla KF=20: 34-55%). Chrominacja (Cb, Cr) 67-94% (dla KF=20: 67-93%).
- Dla **clip\_2.mp4**:
  - **Klatki I:** Luminancja (Y) zyskuje 41-50%. Chrominacja (Cb, Cr) 33-47%.
  - **Klatki P:** Luminancja (Y) zyskuje 41-53%. Chrominacja (Cb, Cr) 30-45%. Obserwuje się piki do 100% zysku dla wszystkich składowych przy KF=2, 4, 12.
- Wpływ interwału klatek kluczowych (KF) na skuteczność RLE:
  - Dla **clip\_1.mp4**: Zysk dla Y w I-klatkach jest stabilny. Dla Y w P-klatkach, przy dłuższych interwałach (8-20), zysk stabilizuje się na wysokim poziomie i spada pod koniec GOPu. Dla CbCr w P-klatkach zysk jest konsekwentnie bardzo wysoki. Optymalny interwał KF=8 do KF=16.
  - Dla **clip\_2.mp4**: Zysk dla Y i CbCr w I-klatkach jest stabilny. Zysk dla Y w P-klatkach jest bardziej zmienny. Krótsze interwały (2, 4) pokazują silne "piki". Dla dłuższych interwałów (8-20), średni zysk dla Y w P-klatkach jest niższy niż w **clip\_1**. KF=8 wydaje się rozsądny kompromisem.
- Czy opłaca się kompresować luminancję (Y) za pomocą RLE?
- Dla klatek P: Tak, dla obu klipów uzyskano znaczące zyski.
- Dla klatek I: Dla **clip\_1** zysk był umiarkowany, dla **clip\_2** wyższy.
- Ogólnie: Kompresja luminancji RLE jest opłacalna.
- Porównanie wyników dla **clip\_1** i **clip\_2**:
  - **clip\_1** generalnie wykazuje lepszą i bardziej stabilną kompresowalność RLE.
  - **clip\_2** jest trudniejszy do kompresji. "Piki" 100% kompresji w **clip\_2** są interesujące.
  - Lepsza kompresja Y I-klatek dla **clip\_2** może wynikać z obszarów o niższej entropii luminancji.

# Podsumowanie i Wnioski Ogólne

1. **Podpróbkowanie chrominancji** (np. 4:2:0) efektywnie redukuje dane o kolorze, ale materiały o złożonej strukturze barwnej ([clip\\_2](#)) są bardziej wrażliwe na artefakty.
2. **Kwantyzacja sygnału różnicowego** ([dzielnik](#)) jest kluczowa dla kompresji stratnej. [Dzielnik=2](#) stanowił dobry kompromis między jakością a stopniem kompresji.
3. **Kodowanie międzyklatkowe** jest fundamentalne. Interwał KF=8 był rozsądny punktem wyjścia.
4. **Kompresja RLE** jest wysoce efektywna dla skwantowanych sygnałów różnicowych, zwłaszcza chrominancji. Dla luminancji I-klatek jej efektywność jest ograniczona, ale ogólnie jest korzystna.
5. **Charakterystyka materiału wideo** decyduje o podatności na kompresję. Sceny dynamiczne i złożone ([clip\\_2](#)) są trudniejsze do kompresji przy zachowaniu jakości.

Ostateczny wybór parametrów kompresji wideo jest zawsze wynikiem złożonego kompromisu.