



**Disclaimer**

The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.



# *Principi modernih komunikacija*

**Disclaimer**

The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.

# Razlika između H.264 i H.265 kodeka

- Predstavićemo teorijske osnove oba standarda za kompresiju video sadržaja
- Na praktičnom primeru videti razliku putem merenja PSNR-a, korišćenjem softvera MSU- Video Quality Measurement Tool.

# H.264 / Advanced Video Coding (AVC)

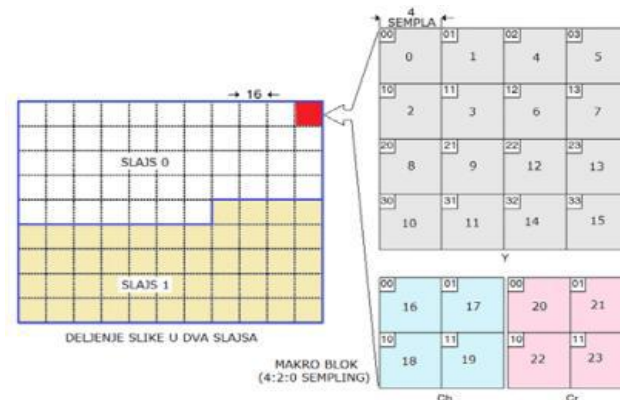
Kompresije video podataka leže na činjenici da u slici ima dosta regiona sa identičnim vrednostima piksela, redundansa, što omogućava kompresiju slike i smanjenje ukupnog bitskog protoka.

- Prostorna redundansa
- Vremenska redundansa
- Redundansa je suvišna informacija pa se ne prenosi.

# H.264 / Advanced Video Coding (AVC)

- H.264 je naslednik MPEG-2 standarda i sa sobom nosi određena poboljšanja u svim koracima kompresije.
- Razlog za stvaranje novog standarda za kompresiju jeste da se pri mnogo manjem protoku podataka obezbedi bolji kvalitet slike, ali istovremeno da ceo dizajn sistema bude praktičan za realizaciju.

- Prvi korak pri kompresiji video sadržaja jeste deljenje slike na jedan ili vise isečaka (slajsova, *slice*) koji se nadalje deli na makroblokove veličine 16x16 luminantnih odbiraka s odgovarajućim hrominentnim odbircima.
- Svaki makroblok se sastoji od particija koje mogu imati jednu od sedam različitih vrednosti piksela: 16x16, 16x8, 8x16, 8x8, 8x4, 4x8, 4x4. Ove particije će se koristiti za predikciju pokreta.

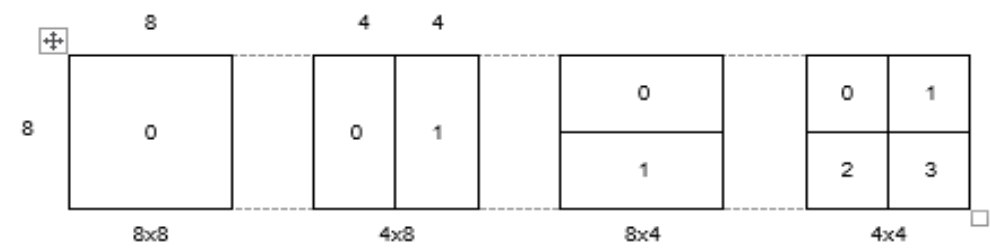
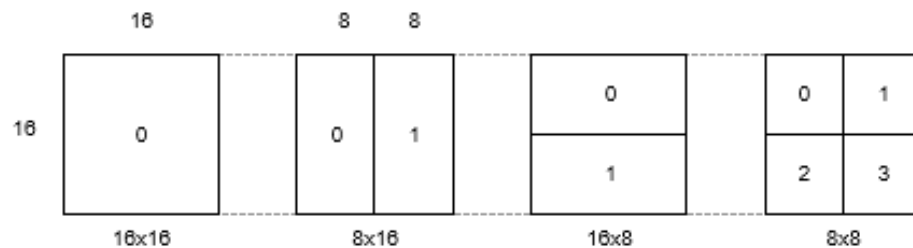


# Intra predikcija

- Vremenska redundantnost otklanja se tako što se upoređuju susedni frejmovi i traži se razlika između njih i tako formirajući predikciju tekućeg frejma.
- Slika kodirana u intra režimu naziva se I slikom. Prilikom kodiranja I slike dobija se velika količina podataka, jer znamo da I slika ujedno nosi najviše informacija o originalnoj slici. Kada se ovakva slika podeli na makroblokove nad njima se direktno primenjuje transformacija. Obično susedni makroblokovski imaju slične elemente ili male razlike pa je to iskorišćeno kod H.264 standarda. Najpre se određuje predikcija trenutnog makrobloka na osnovu susednih makroblokova, pa će se kodirati samo razlika između stvarnog makrobloka i njegove predikcije. Na taj način je izvršeno smanjenje količine podataka koje treba preneti.

# Intra predikcija

- Kada je u pitanju predikcija luma komponente koriste se blokovi 4x4, 8x8 i 16x16. Kada se radi 4x4 predikcija svaki 4x4 luma blok može koristiti jednu od devet mogućih vrsta predikcije. Ukoliko se vrši 8x8 predikcija, takođe postoji devet vrsta predikcije, s tim što ovde svi 8x8 blokovi moraju koristiti isti način predikcije, a kada je u pitanju 16x16 predikcija ovde postoje četiri načina predikcije 16x16 luma blokova.

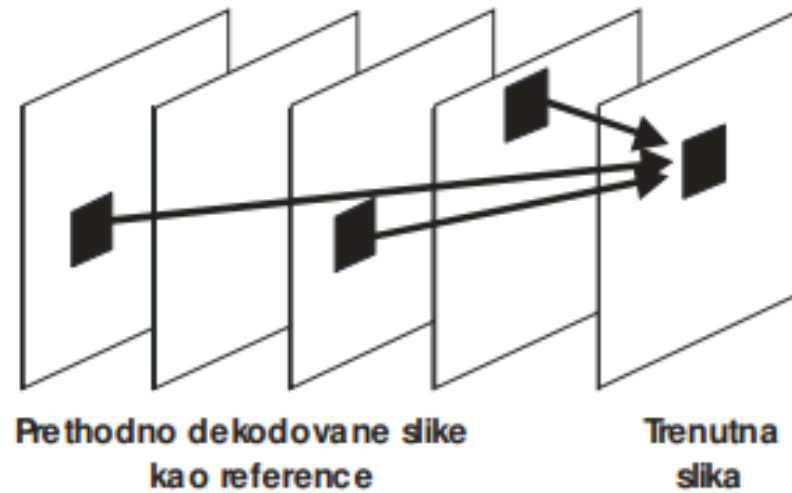


# Inter predikcija

- Kod inter predikcije suština je da se vrši kompenzacija pokreta zasnovana na blokovima. Činjenica da postoji velika korelacija između uzastopnih slika iskorišćena je za režim inter kodiranja slika upotrebom kompenzacije i estimacije pokreta. Za kodiranje P slika, prilikom kompenzacije i estimacije pokreta koristi se prethodno kodovana slika kao referentna, a kada se koduje B slika onda se koriste kao referentne prethodna i buduća slika. Svaki 8x8 blok nadalje može biti podeljen na manje blokove 8x8, 4x8, 8x4 i 4x4.
- Već smo rekli da postoji jaka korelacija između susednih slika, pa se tako može predvideti vektor pokreta na osnovu prethodno kodiranih vektora pokreta. Traži se srednja vrednost pokreta iz prethodno kodiranih vektora pokreta pa se on oduzima od trenutnog vektora pokreta i njihova razlika se kodira i prenosi.



# Inter predikcija



# Kvantizacija i entropijski kodiranje

- Nakon što je izvršeno inter i intra kodiranje vrši se DCT.
- H.264 standard koristi celobrojnu (integer) transformaciju koja nema gubitka tačnosti, a takođe je i postupak dekodiranja je veoma precizan. Nakon toga se vrši kvantizacija čime se dodatno smanjuje količina bitova potrebnih za prenos video sekvence.
- H.264 norma koristi efikasnije algoritme entropijskog kodiranja. VLC (*Variable Length Coding*), CAVLC (*Context Adaptive Variable Length Coding*) i CABAC (*Context Adaptive Binary Arithmetic Coding*).

# Deblocking filter

- Jedan od nedostatak kod MPEG-2 kodovanja video signala jeste da posle kodovanja blokova piksela u reprodukovanoj slici uočavaju se granice između blokova jer su različitih intenziteta (*blocking artifacts*).
- Najviše se uočavaju kod 4x4 transformacije. Da bi se smanjio uticaj ove vrste defekta, AVC/H.264 standard uvodi filter protiv blokovskih ostataka (*In-Loop Deblocking Filter*) koji je implementiran u koderu tako da se nakon filtriranja prelazi između blokova gotovo ne uočavaju.

# HEVC- H.265

- Ovaj standard daje od 30 do 50 % bolje performanse za razliku od prethodnog standarda. Za isti *bitrate* daje bolji subjektivni ali i objektivni kvalitet video signala. To omogućava veći stepen kompresije a da kvalitet ostane isti.
- Kod HEVC blokovi se dele na različite oblike u zavisnosti od regiona CTU (*Coding tree unit*). Koder sam donosi odluku u kom formatu CTU-a će analizirati određeni region.
- CTU se sastoji od luma CTB (*Coding tree block*) i odgovarajućeg hroma CTB .

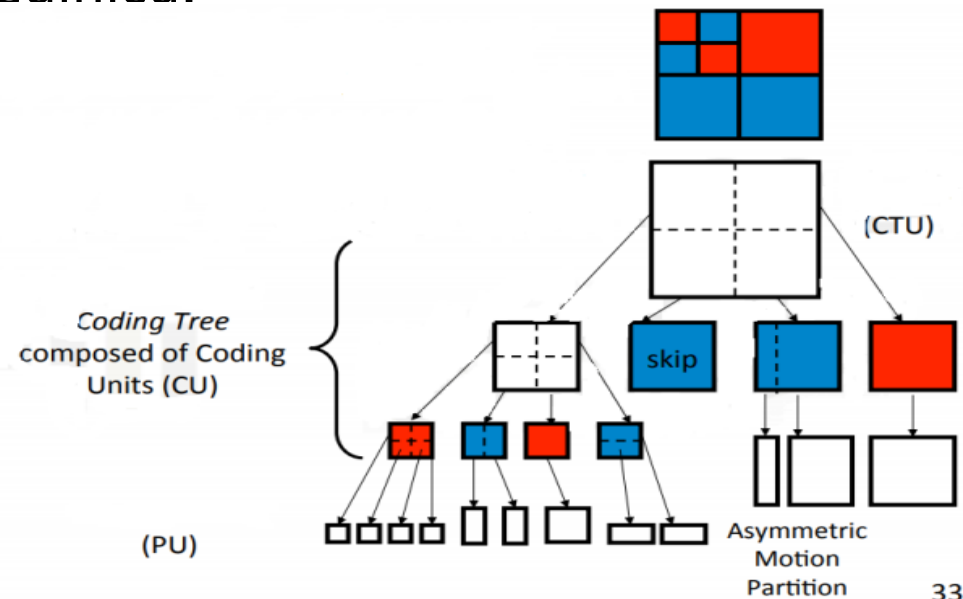
# HEVC- H.265

- Veličina CTB luma bloka se može izabrati da bude 16x16, 32x32 ili čak 64x64 jer veće veličine obično omogućavaju bolju kompresiju. HEVC potom podržava particionisanie CTB-ova na manje blokove koristeći tzv. kvadratnu strukturu stabla.



# HEVC- H.265

- Jedna luma CB i dve hroma CBs zajedno sa sintaksom čine jedinicu za kodiranje CU (Coding Unit). Jedinica za kodiranje se dalje deli na jedinicu za predviđanje i transformacionu jedinicu.



# HEVC- H.265

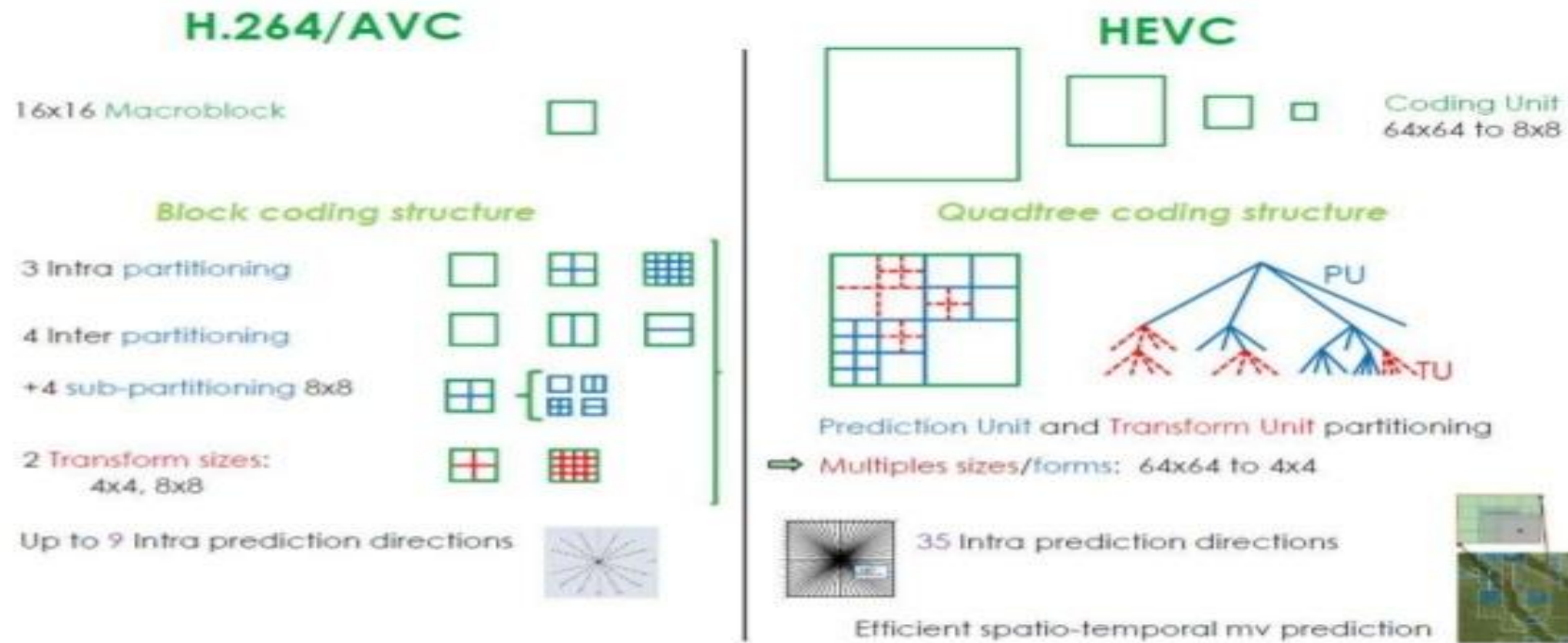
- H.264 dozvoljava transformacione jedinice veličine 4x4 i 8x8 dok HEVC dozvoljava transformacionu jedinicu veličine od 32x32 do 4x4.
- HEVC donosi bolje predviđanje i u intra i u inter režimu.
- Predviđanje unutar slike (intra predikcija) podržava 33 moda (za razliku od H.264 gde je bilo podržano 8 takvih modova) .
- U slučaju inter predikcije HEVC koristi interpolacijske tehnike za estimaciju pomaka kao i kod H.264, sa tačnošću od  $\frac{1}{4}$  za MV-ove i filtra koji daje težinsku sumu sedam ili osam susednih uzoraka koji se nalaze na celobrojnim udaljenostima slike, za razliku od H.264 gde je bilo šest susednih uzoraka .

# HEVC- H.265

- Koristi se CABAC (*Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding*) kodiranje ali je koeficijent kodovanja poboljšan što dovodi do veće efikasnosti za veće veličine transformacije i mnogo veći protok nego ranije. S obzirom da se primenjuje samo jedan metod za kodiranje morao je biti veoma efikasan, a potvrđeno je da CABAC nudi značajno veću komprciju u odnosu na CAVLC.
- HEVC koristi filter za uklanjanje ovakvih pojava u slici kao i H.264 ali se filtriranje vrši nad blokovima 8x8 što pojednostavljuje process filtriranja. HEVC uvodi i Sample Adaptive Offset (SAO) koji opciono obrađuje sliku.



# H.264 / (AVC) i HEVC- H.265



# Procena kvaliteta video signala

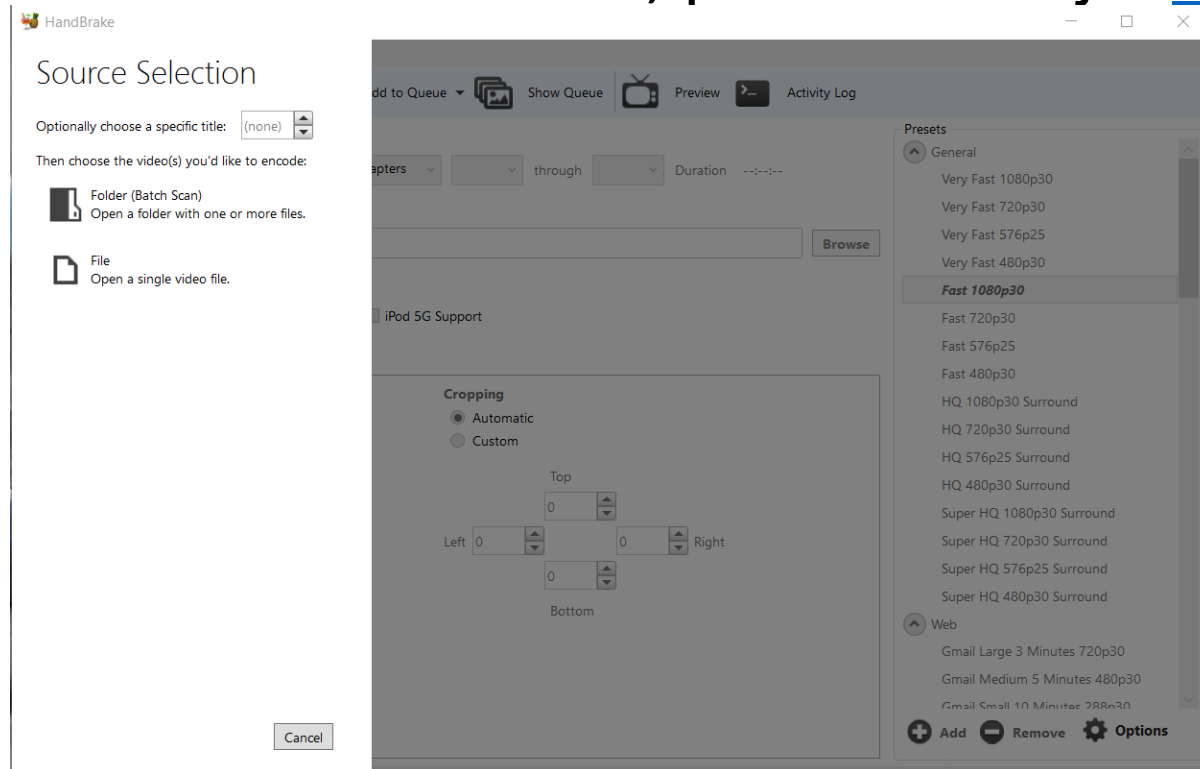
- Za procenu kvaliteta se koriste subjektivne i objektivne metode
- Mi ćemo ovde koristiti objektivnu metodu uz pomoc programa MSU- Video Quality Measurement Tool.

Kao izvorni video koristićemo *Samsung 7 Wonders Of The World Brazil 4K Demo*, prezet sa sajta <http://4kmedia.org/>

Tip fajla koji je prezet je .ts i radi se o videu koji ima 4K rezoluciju, odnosno 3840x2160 piksela, sa ukupnim bitrate-om od 51575 kbps, 60 frejma u sekundi. Trajanje videa je 2 minuta i 5 sekundi, a veličina fajla je 769MB.

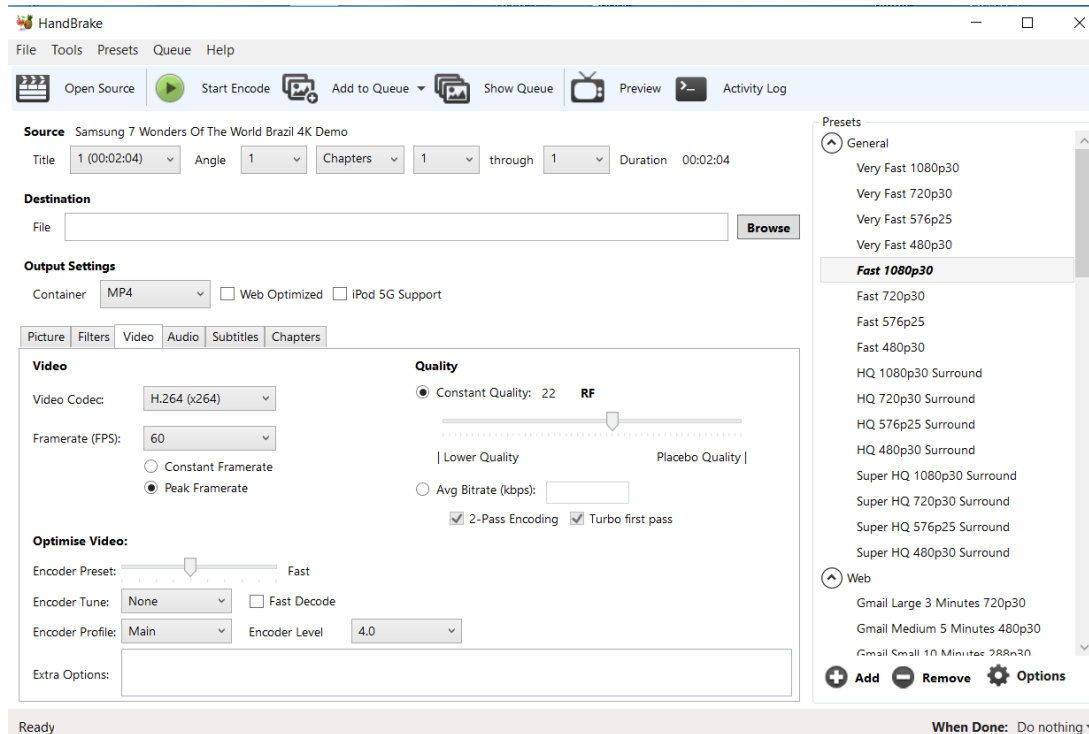
# Konvertovanje originalnog videa

- Kako bi konvertovali video sa manjim *bitrate*-om za komparaciju, koristili smo softver *HandBrake*, preuzet sa sajta <https://handbrake.fr/>



# Konvertovanje originalnog videa

- Nakon pokretanja programa selektujemo originalni video koji želimo konvertovati i dobijamo sledeći izgled prozora



# Konvertovanje originalnog videa

Definišemo izlazna podešavanja

- Video kodek (H.264 ili H.265)
- Broj frejmova u sekundi: 60
- Bitrate,
- U našem slučaju odabrali smo da rezolucija videa na izlazu konvertora bude 1920x1080 piksela (FHD), za oba kodeka.
- Izvršili smo nekoliko konverzija sa istom rezolucijom ali sa različitim bitrate-ovima kako bi videli efikasnost kodeka H.265 u odnosu na H.264 kodek.

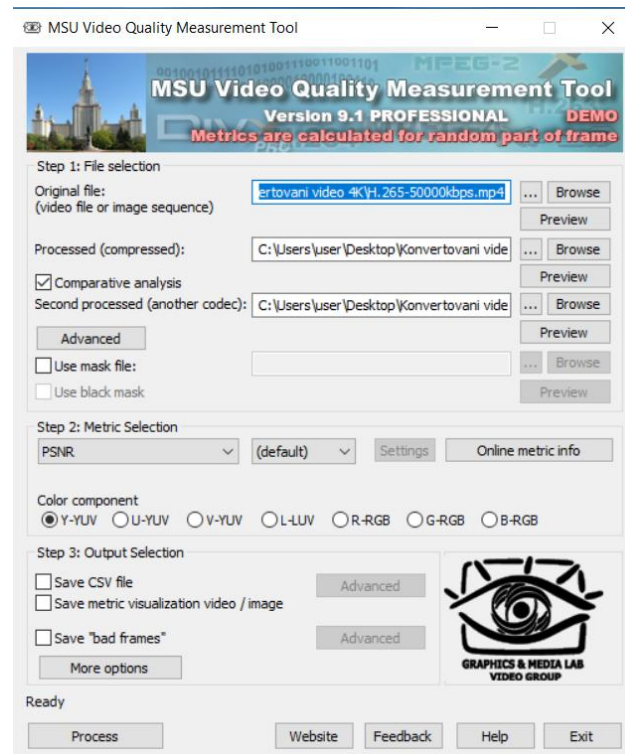
**Disclaimer**

The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.

## Određivanje PSNR-a korišćenjem softverskog alata MSU

- U prvom slučaju koristimo video sa bitrate-om 800kbps za oba kodeka.





Disclaimer  
The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.



# Određivanje PSNR-a korišćenjem softverskog alata MSU

- Pošto je ljudsko oko osetljivije na promenu intenziteta osvetljenosti nego na promenu boje, mi bираmo luminentnu komponentu Y-YUV.

# Određivanje PSNR-a korišćenjem softverskog alata MSU

- Najčešće korišćene objektivne mere za procenu kvaliteta/distorzije su srednja kvadratna greška (*Mean Squared Error*, MSE) i vršni odnos signal šum
- PSNR vršni odnos signal-šum (engl. Peak-to-peak signal-to-noise ratio) je korišćen u ovom primeru kao kriterijum za procenu kvaliteta kompresije.



# Određivanje PSNR-a korišćenjem softverskog alata MSU

- Obe vrednosti predstavljaju srednju grešku između ulaznog i izlaznog video sadržaja.
- što je ova vrednost manja, rezultat je bolji. PSNR rezultate daje u dB i meri apsolutnu razliku između dva signala. Vrednost do 35 dB se smatra dobrom vrednošću. Ova vrednost se može računati za sve YUV i RGB (*Red Green Blue*) komponente.



Erasmus+

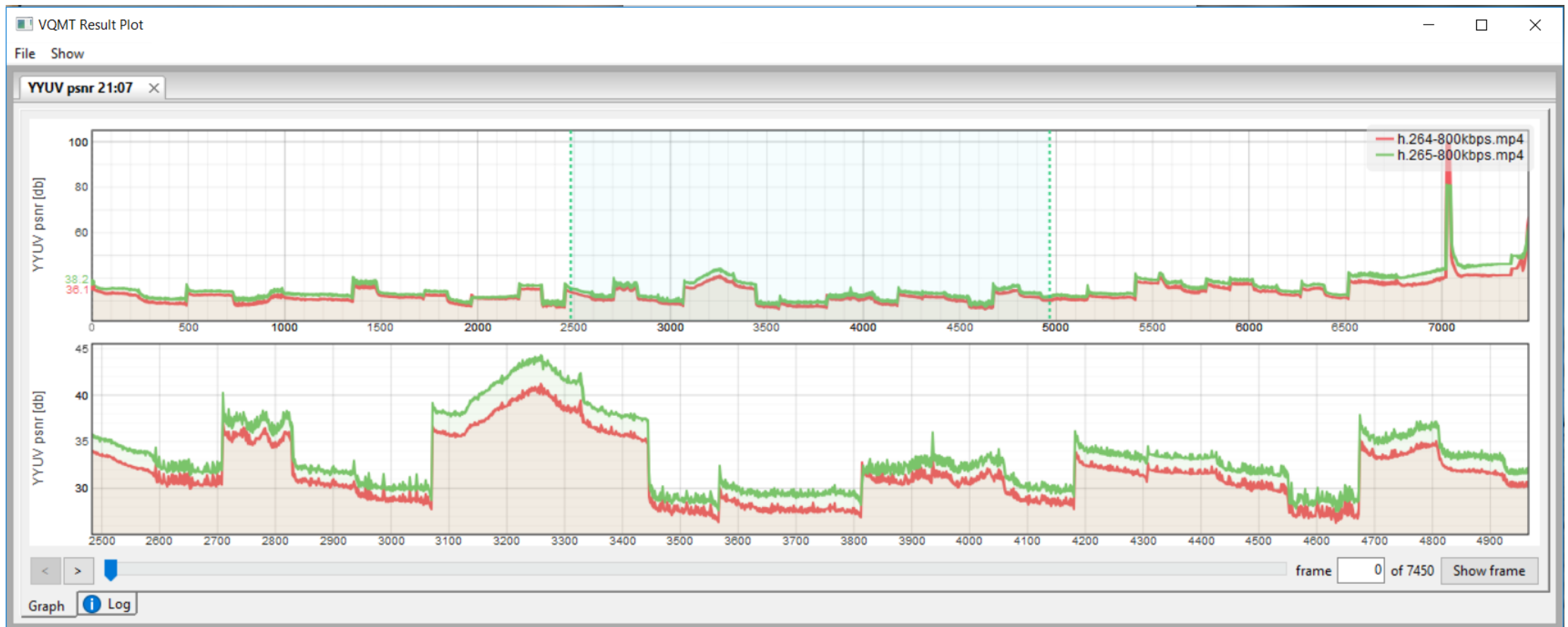
**Disclaimer**

The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.



# Uporedna analiza h.264 i h.265 kodeka

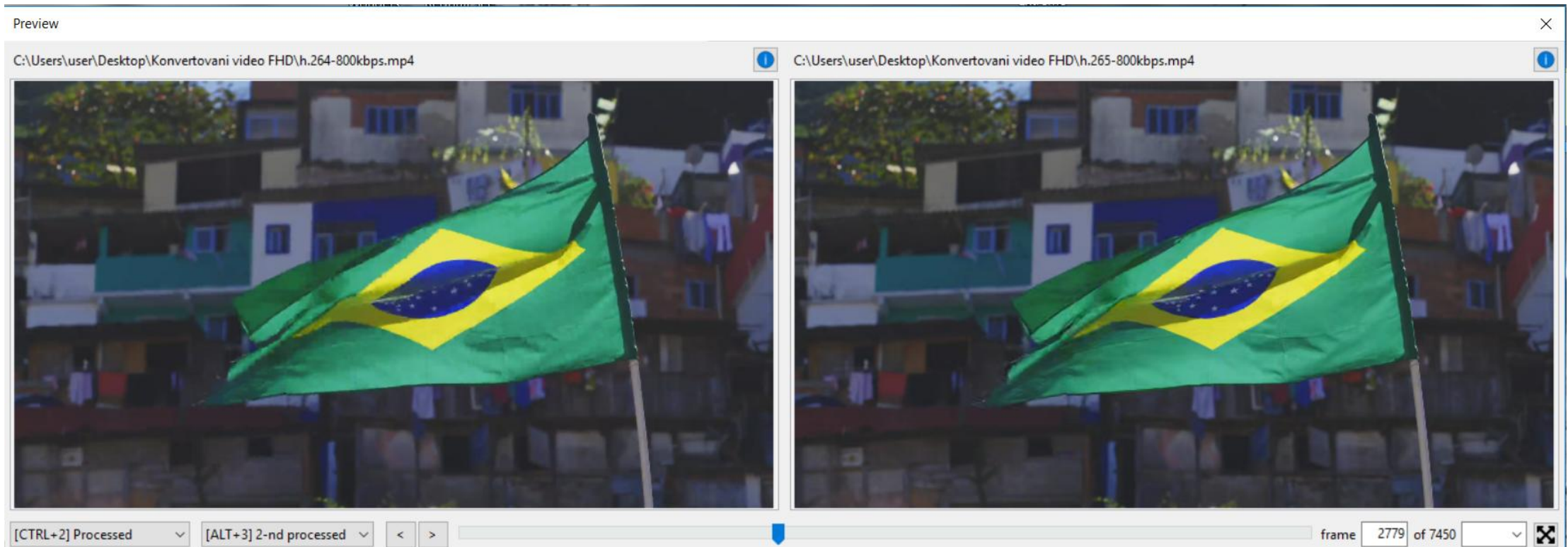


**Disclaimer**

The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.

# Uporedna analiza h.264 i h.265 kodeka





Erasmus+

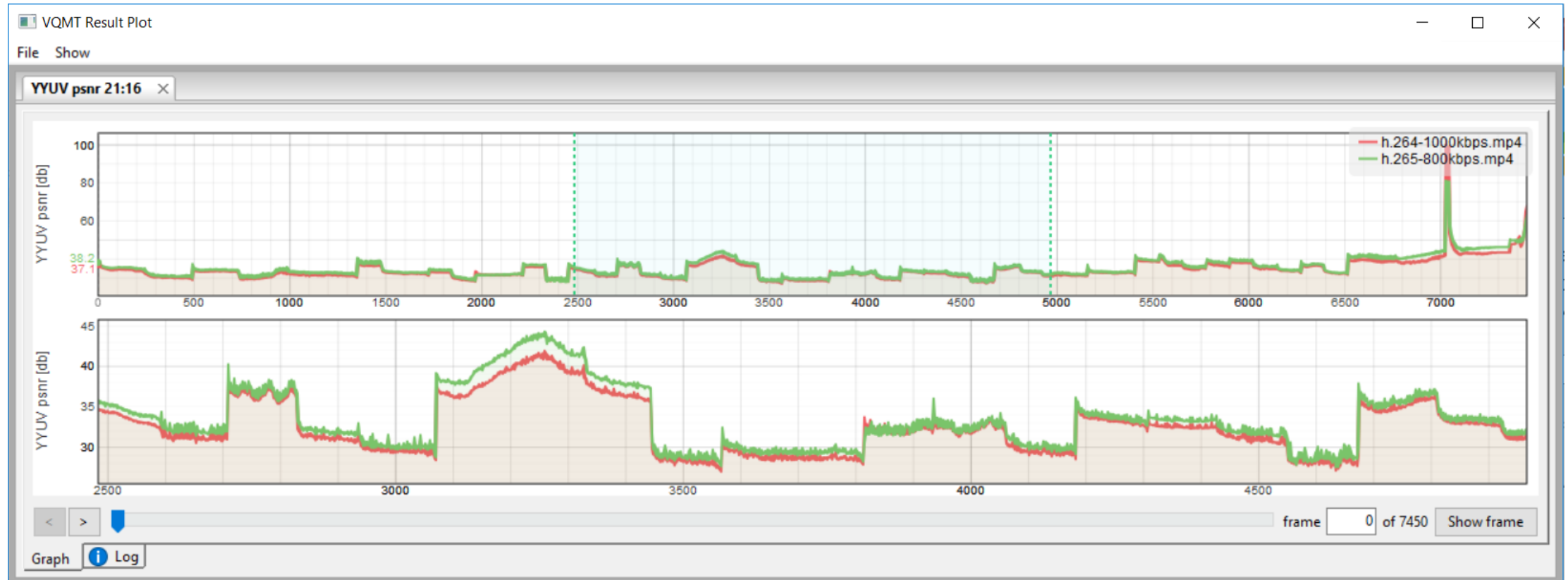
**Disclaimer**

The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

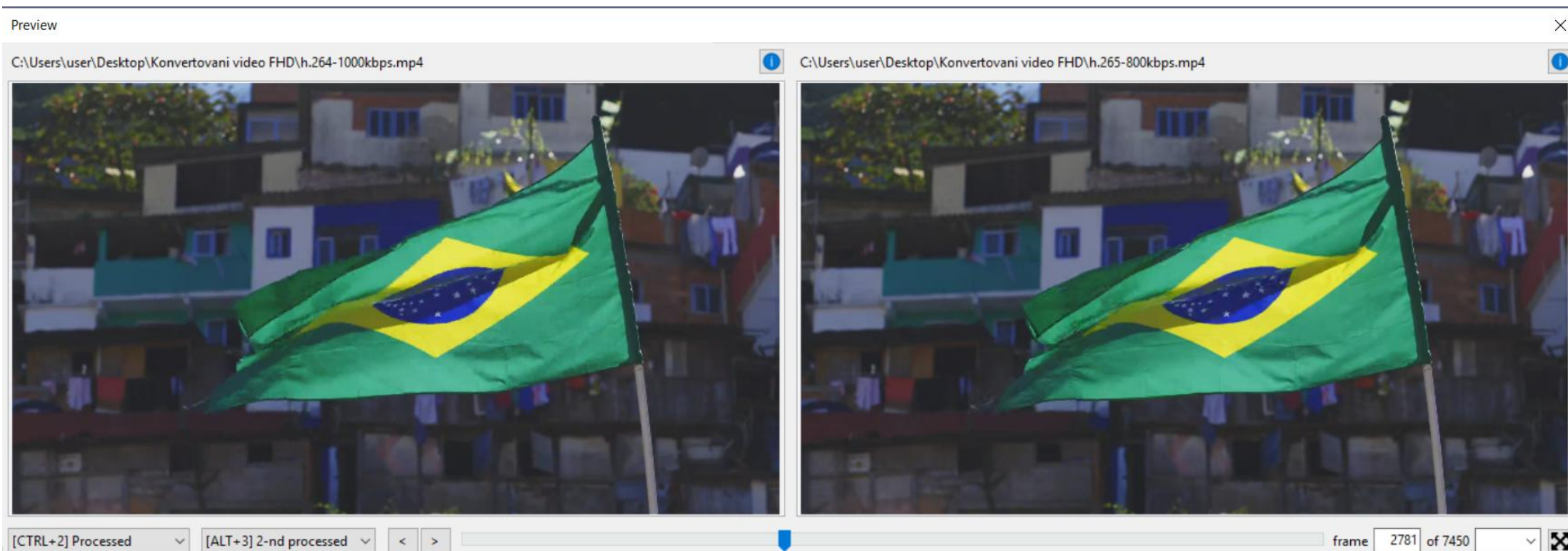
Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting from the use of these resources.



# Uporedna analiza h.264 i h.265 kodeka



# Uporedna analiza h.264 i h.265 kodeka





Erasmus+

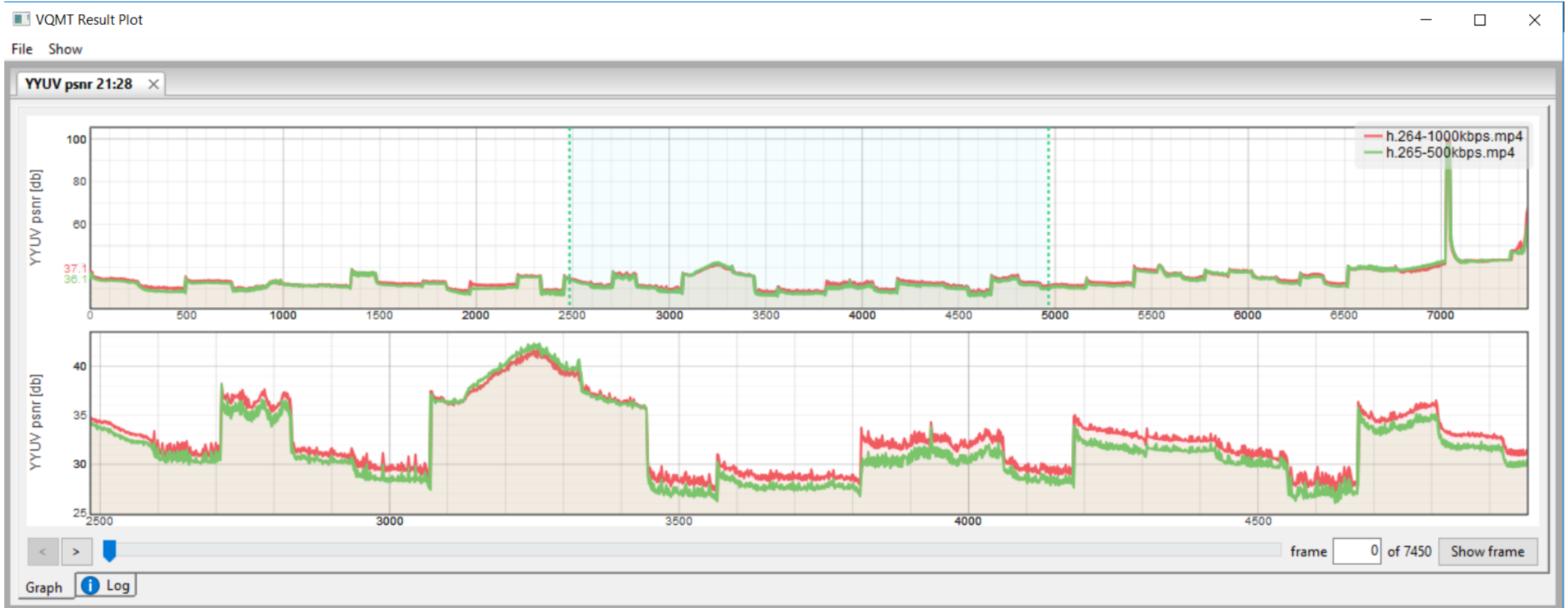
**Disclaimer**

The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

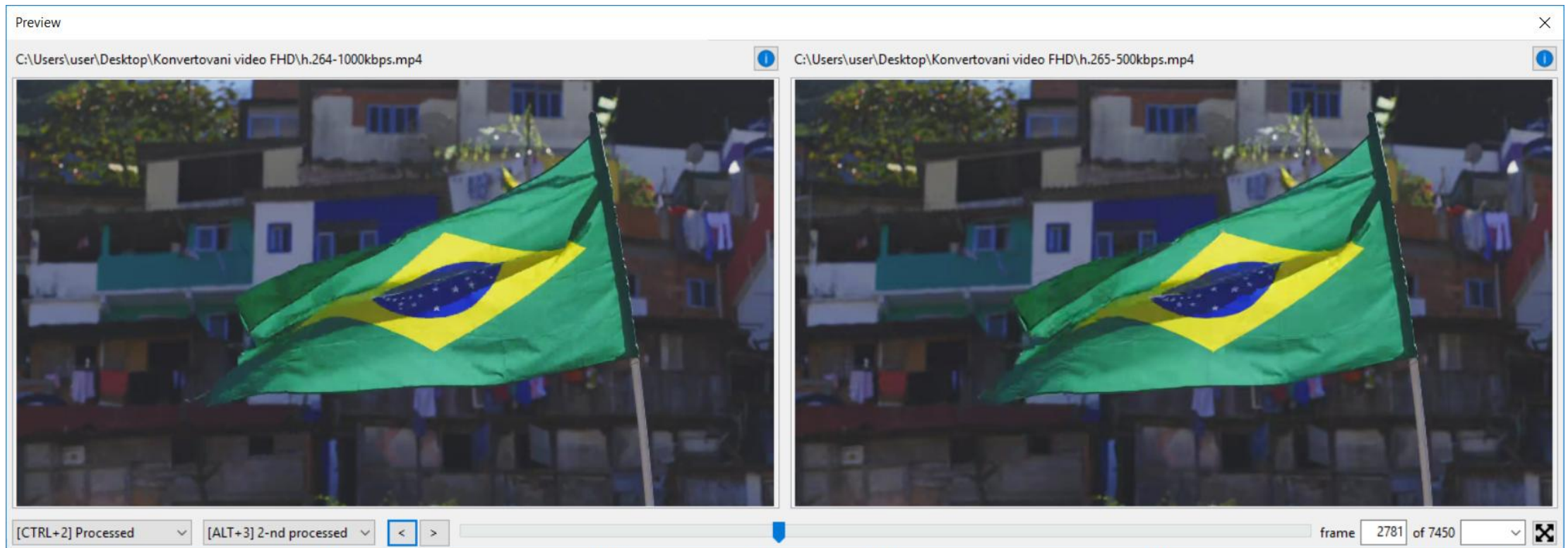
Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting from the use of these resources.



# Uporedna analiza h.264 i h.265 kodeka



# Uporedna analiza h.264 i h.265 kodeka



# Zaključak

- Na osnovu ovih merenja možemo zaključiti da pri istim bitrate-ovima H.265 daje bolji rezultat i na osnovu subjektivne ocene i na osnovu objektivne ocene kvaliteta videa.
- Na osnovu poslednjeg primera vidimo da se pri duplo manjem bit-rateu kodekom H.265 dobija gotovo isti kvalitet videa kao i kod h.264 kodeka sa duplo vecim bitrate-om. To ce omogućiti upotrebu ovog kodeka za kompresiju video signala sa visokom rezolucijom, gde je potreban veliki bitrate za kvalitetan video.
- Očekuje se njegova potpuna primena u DVB-T2 sistemima, kao i u DVB-S2 i DVB-C2.