

# **STANDARDI U MULTIMEDIJALNIM KOMUNIKACIJAMA (I deo)**

- ▶ Za razmatranje standarda u oblasti multimedijalnih komunikacija postoje dva pristupa.
- ▶ **Jedan od pristupa se fokusira na bit-niz sintaksi** u nameri da se razume šta predstavlja svaki sloj sintakse i na šta ukazuje svaki bit u jednom određenom nizu bita.
- ▶ Ovakav pristup je važan za proizvođače opreme u skladu sa standardima.
- ▶ **Drugi pristup je usredsređen na algoritme za kodiranje** koji se koriste za generisanje nizova bita, u skladu sa odgovarajućim multimedijalnim kodnim standardom. Isto tako, **ovaj pristup zasniva se na istraživanju, razvoju, modernizaciji i implementaciji različitih tipova algoritama za kodovanje multimedijalnog sadržaja** kako bi se podržao veliki broj različitih i sve zahtevnijih multimedijalnih aplikacija i servisa.

- ▶ **Predstavljanje neobrađenih video signala zahteva veliki kapacitet** pa se, u vezi sa tim, moraju definisati manje kompleksni video kodni algoritmi radi efikasnije kompresije video sekvenci kako bi se iste memorisale i prenosile. **Pravilni izbor algoritma za video kodovanje multimedijalnih aplikacija je značajan faktor koji zavisi od raspoloživog kapaciteta i multimedijalnih zahteva za kvalitetom.**
- ▶ **Bitski prenos i brzina frejmova** su faktori sa kojima se selektovani video koder može adaptivno birati, a sve to u skladu sa raspoloživim propusnim opsegom medijuma za komunikaciju.
- ▶ Sa druge strane, stalni napredak u tehnologiji daje kao rezultat povećanje svoga procesora digitalnih signala i značajno smanjuje cene opreme. U oblasti audio-vizuelnih komunikacija takvi video kodni algoritmi se koriste za kompresiju video signala **sa visokom efikasnošću kodovanja i maksimalnim perceptualnim kvalitetom.**

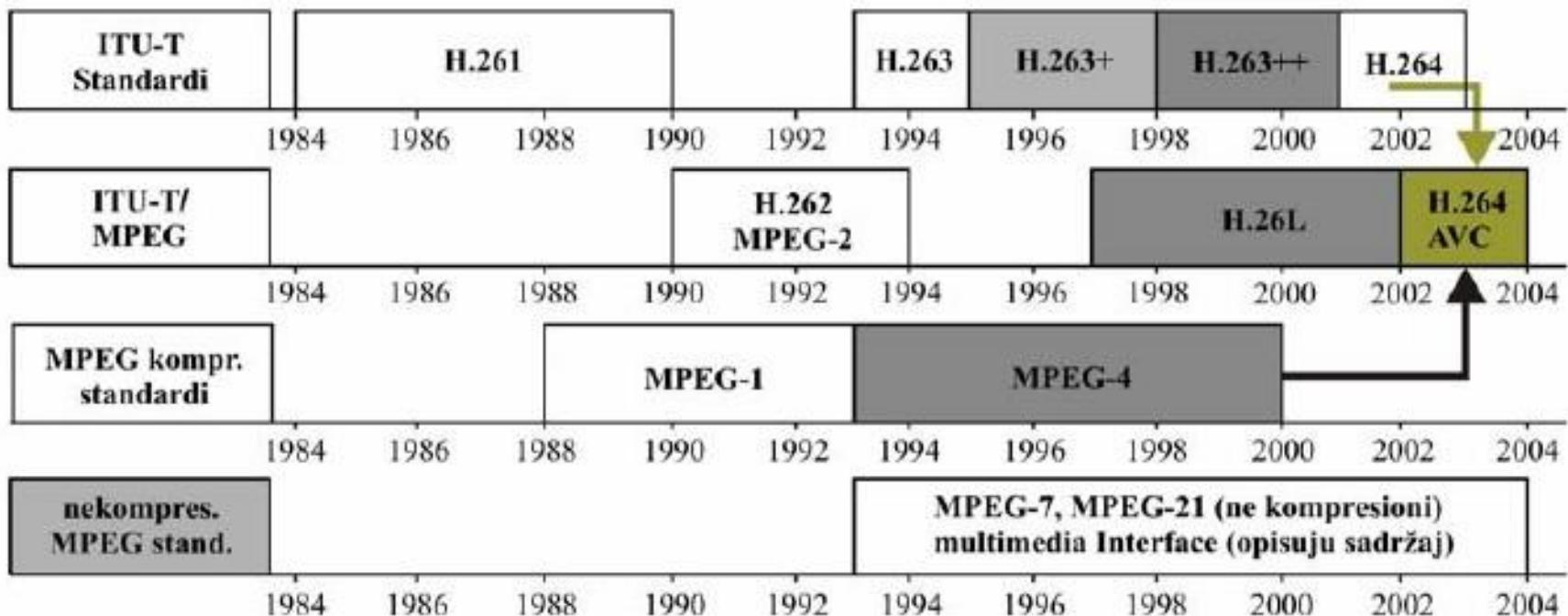
# Značaj standardizacije

- ▶ Savremene tehnike kompresije multimedijalnih podataka pružaju mogućnost memorisanja ili prenosa velike količine informacija neophodnih za prezentaciju digitalnog sadržaja na efikasan način.
- ▶ Sa neprekidnim povećanjem kapaciteta prenosa i memorisanja, kompresija postaje jedna od osnovnih komponenata za multimedijalne servise.

- ▶ Signal koji nosi informaciju može se komprimovati da bi se **odstranila redundansa**. Kod sistema za kompresiju bez gubitka statistička redundansa je odstranjena na taj način da se komprimovani signal može perfektno rekonstruisati na prijemniku.
- ▶ Međutim, većina praktičnih tehnika za video kompresiju, na primer, **zasniva se na kompresiji sa gubicima**, tako da signal koji je dekodovan nije identičan originalnom.

- ▶ **Cilj algoritma za kompresiju je da se postigne što efikasnija kompresija uz minimiziranje izobličenja koje nastaje u tom procesu.**
- ▶ Na primer, algoritmi za video kompresiju rade tako što odstranjuju redundansu u prostornom, vremenskom, statističkom i psihovizuelnom domenu.
- ▶ Odstranjivanjem redundantne u različitim oblicima, moguće je značajnije komprimovati podatke.
- ▶ Na primer, ljudski vizuelni sistem (oko i mozak) više je osetljiv na niže, nego na više frekvencije pa ako se odstrani iz slike sadržaj sa nižim frekvencijama, slika će i dalje biti prepoznatljiva uprkos činjenici da je deo informacija odstranjen. Videli smo, takođe, da se kompresija može postići tako što se podaci koji se prenose koduju primenom entropijskog kodovanja (Huffmanovo kodovanje, aritmetičko kodovanje).

- ▶ U postupku standardizacije kompresije slike i video signala pojavljuju se dve organizacije i to:
  - ▶ • Međunarodna unija za telekomunikacije-telekomunikacioni sektor (eng. *International Telecommunication Union-Telecommunication sector - ITU-T*) za standardizaciju sa svojom Ekspertskom grupom za video kodovanje (eng. Video Coding Expert Group – VCEG)
  - ▶ • Međunarodna organizacija za standardizaciju/ Međunarodni elektrotehnički komitet (eng. *International Standard Organization/International Electrotechnical Committee* – ISO/IEC) sa grupom MPEG.



Slika 7.1.1—Razvoj standarda za kompresiju video signala

# MPEG prilaz multimedijalnoj standardizaciji

- ▶ Grupa eksperata za obradu pokretne slike MPEG formirana je 1988 godine sa zadatkom da razvije standarde za kodovanje pokretne slike, audia, i njihove kombinacije.
- ▶ Ova grupa radi u okviru združenog ISO/IEC tehničkog komiteta (eng. *technical committee - TC*) *TC 1 na informacionim tehnologijama*, kao radna grupa (eng. *working group - WG*) *WG11 pri podkomitetu* (eng. *sub-committee - SC*) *SC 29. U zavisnosti od prirode standarda, donose se različiti dokumenti.*

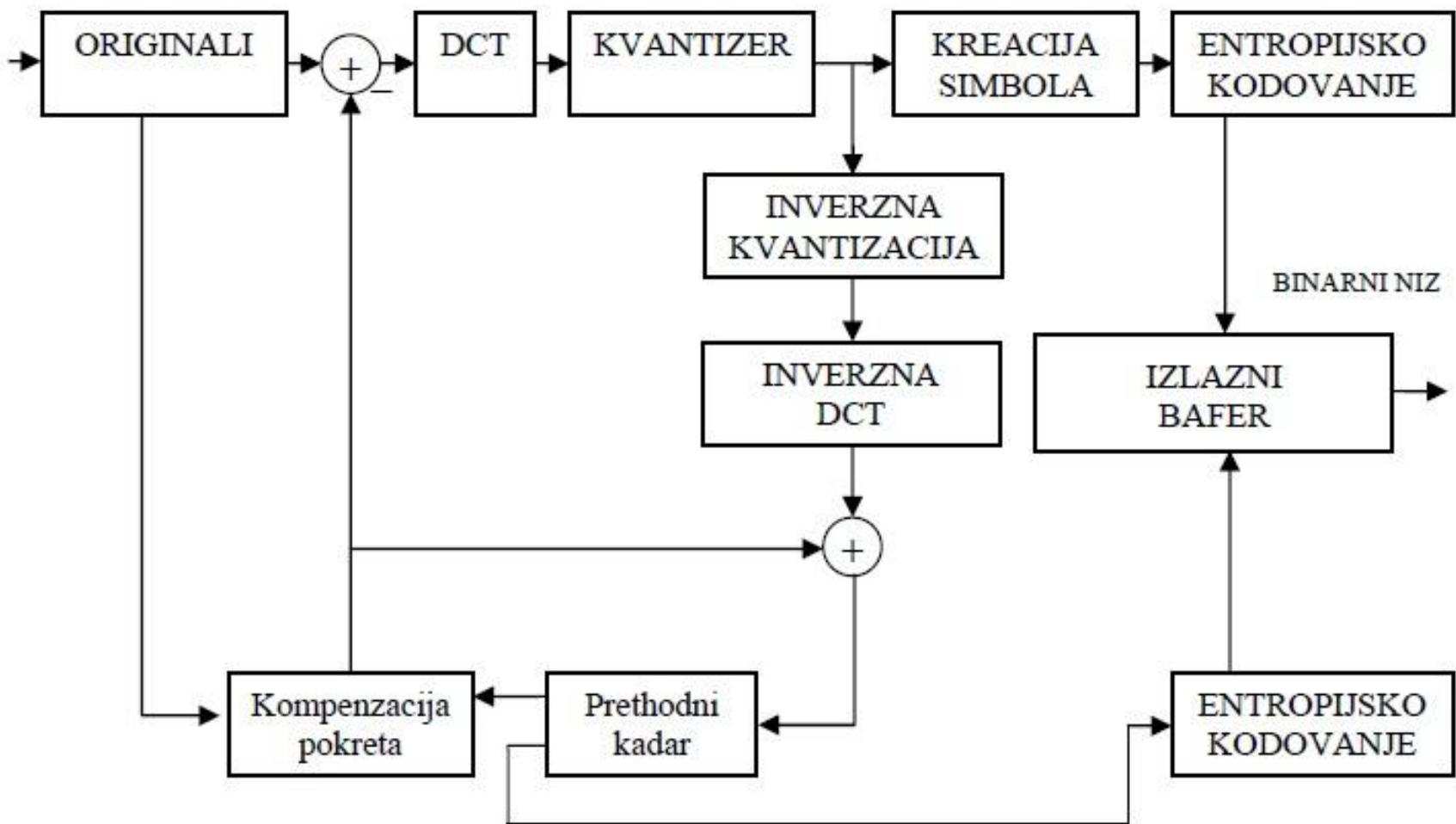
- ▶ Lista radnih pojedinosti u procesu multimedijalne standardizacije je sledeća:
  - ▶ • ISO/IEC, 11172 – Kodovanje pokretnih slika sa pridruženim audiom do oko 1.5 Mbit/s (**MPEG-1**)
  - ▶ • ISO/IEC, 13818 – Kodovanje pokretne slike i pridruženje audia (**MPEG-2**)
  - ▶ • ISO/IEC, 14496 – Kodovanje audio-vizuelnih objekata (**MPEG-4**)
  - ▶ • ISO/IEC, 15938 – Interfejs za opis multimedijalnog sadržaja (**MPEG-7**)
  - ▶ • ISO/IEC, 21000 – Multimedijalni okvir (**MPEG 21**)

# MPEG-1 standard

- ▶ MPEG-1 standard predstavlja prvu generaciju iz grupe MPEG standarda koja je uvedena u periodu od 1988 do 1991 godine.
- ▶ MPEG-1 je u stvari originalni MPEG standard za kodovanje (kompresiju) audija i videa, protokom do 1.5 Mbit/s.
- ▶ **MPEG obično razvija audio i video kodne standarde paralelno, zajedno sa specifikacijama za multipleksiranje i sinhronizaciju.**

- ▶ To je razlog zbog čega su **MPEG standardi organizovani po delovima**, od kojih svaki definiše neki deo tehnologije. MPEG-1 se sastoji iz pet Delova.
- ▶ a) **Deo 1: Sistemi**
- ▶ Odnosi se na kombinaciju jednog ili više strimova podataka (MPEG-1 Video, Audio) sa vremenskom informacijom koja formira jedinstveni strim, optimiziran za digitalno memorisanje ili prenos.
- ▶ b) **Deo 2: Video**
- ▶ Specificira kodni format (video strim i odgovarajući proces dekodovanja) za video sekvence pri binarnim protocima od oko 1.5 Mbit/s. Ciljano radno okruženje je memorija pri kontinualnoj brzini prenosa, ali je modni format uopšten i može se koristiti u širem smislu. Omogućena je interaktivnost.

- ▶ **Deo 3: Audio**
- ▶ Specificira kodne formate (audio strim i odgovarajući proces dekodovanja) za monofonski od 32 kbit/s do 192 kbit/s i stereofonski od 128 kbit/s do 134 kbit/s zvuk.
- ▶ Ovaj standard specificira tri hijerarhijska sloja kodovanja: I, II i III koji su pridruženi zbog kompleksnosti, kašnjenja i efikasnosti.
- ▶ **d) Deo 4: Prilagođeno ispitivanje**
- ▶ Određuje testove za proveru da li su strimovi bita (sadržaj) i dekoderi korektni u odnosu na specifikacije u delovima 1, 2 i 3.
- ▶ **e) Deo 5: Softverska simulacija**
- ▶ Sastoji se iz softvera koji primenjuje alate specifične u Delovima 1, 2 i 3. **To je tehnički izveštaj koji ima samo informativnu vrednost.** U kasnijim MPEG standardima tzv. Referentni softver postaje deo standarda. MPEG-1 je još uvek popularan kod internet video straminga i downloading-a. Isto tako, poznato je da je u oblasti distribucije digitalne muzike značajan standard Grupe eksperata za obradu pokretne slike-1 audio sloj 3 (eng. *Motion Picture Experts Group-1 Audio Layer 3 - MP3*), odnosno *MPEG-1 audio sloj 3*.



Slika 7.3.1—Arhitektura uprošćenog MPEG-1 video kodera

# MPEG-2 standard

- ▶ MPEG-2 je ISO/IEC 13818 standard koji specificira kompresiju audia i videa.
- ▶ Po pravilu MPEG-2 komprimovani signal višeg je kvaliteta nego u slučaju MPEG-1 kompresije. Ovaj standard specificira parametre prenosa i čini centralni deo digitalne video difuzije (eng. *Digital video broadcasting – DVB*).
- ▶ **Glavni cilj MPEG-2 video standarda je definisanje formata koji će se koristiti za opis kodovanog video signala.** MPEG-2 standard definiše rezultujući strim bita.

- ▶ U odnosu na MPEG-1 standard, MPEG-2 je uveo sledeće razlike:
  - Pretraživanje u poljima, a ne samo u kadrovima,
  - Generisanje makroblokova tipa 4:2:2 i 4:4:4,
  - Veličina kadra može biti do  $16\ 383 \times 16\ 383$  piksela,
  - Može se koristiti nelinearna kvantizacija trakta makrobloka.

- ▶ Danas standard
- ▶ MPEG-2 sačinjavaju različiti Delovi .
  - ▶ a) Deo 1:Sistemi
  - ▶ Ovde važe iste karakteristike kao i za MPEG-1 sisteme s tim što se još podržavaju:
    - ▶ 1) Okruženje kao što je difuzija,
    - ▶ 2) Hardverski orijentisano procesiranje pored softverski orijentisanog procesiranja,
    - ▶ 3) Prenos više programa simultano bez zajedničke vremenske baze,
    - ▶ 4) Prenos u asinhronom transfer modu (eng. *asynchronous transfer mode - ATM*)
  - ▶ Ovi zahtevi daju kao rezultat specifikaciju dva tipa sistema strimova: Programski strim sličan i kompatibilan sa MPEG-1 sistemima strimova i novi Transportni strim za prenos više nezavisnih programa.

- ▶ b) Deo 2: Video
  - ▶ Određuje opšti domet kodovanja (video strim i odgovarajući proces dekodovanja) za video sekvence sve do HDTV rezolucije. Osnovna kodna arhitektura je ista kao i za MPEG-1 Video, uz podršku za isprepletane video formate i skalabilne/ hijerarhijske kodne formate (vremenski, prostorni, SNR). MPEG-2 Video podrazumeva više alata. U nekim primenama neki, od ovih alata suviše su komplikovani za primenu. MPEG-2
- ▶ c) Deo 3: Audio
  - ▶ Određuje kodni fomat (audio strim i odgovarajući proces dekodovanja) za višekanalni audio. Deo 3 obezbeđuje kompatibilnost sa MPEG-1 Audio strimovima. Na primer, MPEG-1 Stereo dekoder bio bi u stanju da reprodukuje značajnu verziju originalnog višekanalnog MPEG-2 Audio strima. MPEG-2 Audio je u tehničkom pogledu sličan sa MPEG-1 Audio sa ista tri sloja.

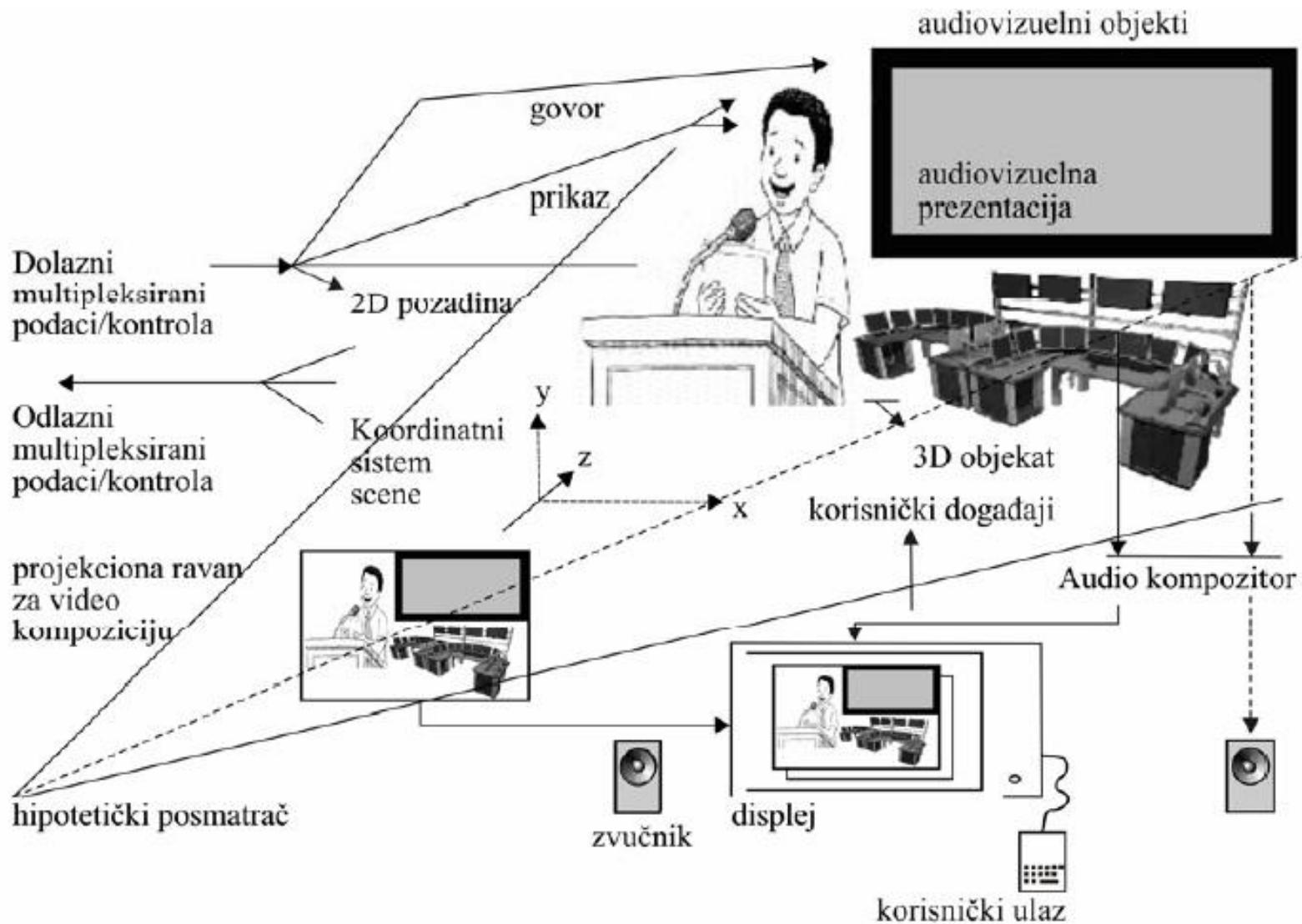
- ▶ d) **Deo 4: Prilagođeno ispitivanje**
- ▶ Obuhvata specifične testove koji omogućavaju da se proveri da li su strimovi bita (sadržaj) i dekoderi takvi da odgovaraju specifikacijama i tehničkim delovima MPEG-2. Za video strimove prilagođavanje je definisano za strimove određenog nivoa i određenog profila.
- ▶ e) **Deo 5: Softverska simulacija**
- ▶ Sastoji se iz softvera i koristi alate specificirane u delovima 1, 2, i 3. Opis je dat u obliku informativnog Tehničkog Izveštaja.
- ▶ f) **Deo 6: Digitalna memorija-komanda i kontrola (eng. *digital storage media-command and control - DSM-CC*)** Obuhvata specifične opšte komande i kontrole nezavisno od vrste DSM, kako bi se predstavile funkcije specifične za MPEG strimove bez potrebe da se znaju detalji o DSM.
- ▶ g) **Deo 7: AAC**
- ▶ Pošto je MPEG-2 Audio (Deo3) specifičan sa ograničenjem u pogledu kompatibilnosti, određuje multikanalni kodni format, bez zahteva u pogledu kompatibilnosti. Na taj način postiže se sličan kvalitet na znatno nižim bitskim brzinama nego kod MPEG-2 audio dela 3.

- ▶ Završavajući ovaj kratak prikaz MPEG-2 standarda, može se reći da se on **bavi tehnologijama kompresije i sintakse bit strimova, u cilju obezbeđivanja prenosa audia i videa u širokopojasnim mrežama**. U mnogim slučajevima MPEG-2 se pripisuje samo video kompresiji.
- ▶ Međutim, MPEG-2 standardi ne uključuju samo video. Različiti delovi ovog standarda prikazuju više aspekata predstavljanja, prenosa i predaje kako digitalnog videa tako i digitalnog audia.

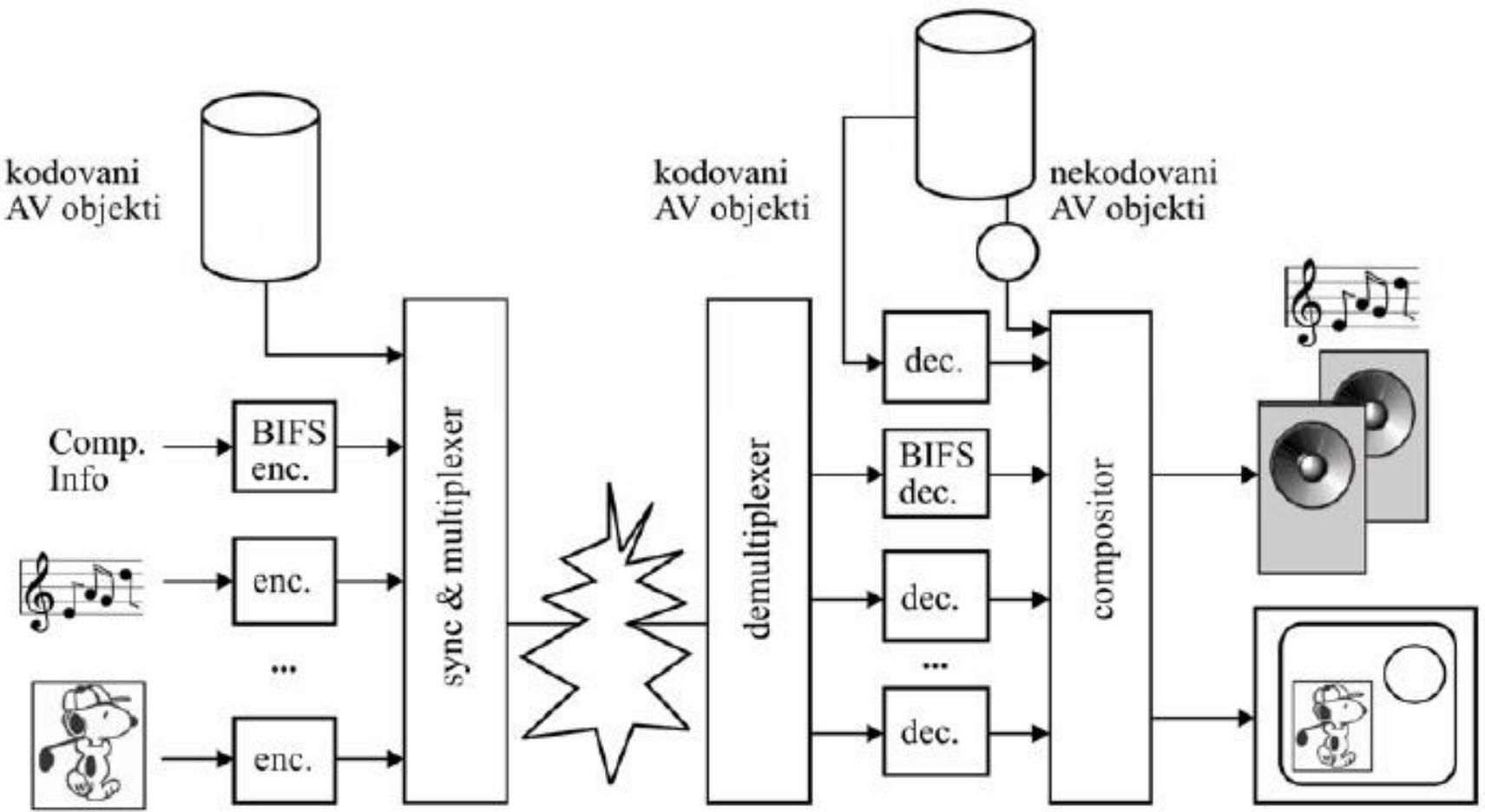
# MPEG-4 standard

- ▶ MPEG-4 je standard koji specificira postupke simultanog kodovanja (kompresije) sintetičkih i prirodnih objekata i zvuka. Radi se, dakle, o standardu za audiovizuelno kodovanje radi zadovoljenja različitih potreba komunikacionih, interaktivnih i difuznih modela servisa, kao i potreba mešovitih modela servisa. To daje kao rezultat tehnološku konvergenciju.
- ▶ MPEG-4 standard obezbeđuje skup tehnologija da bi zadovoljio potrebe autora, provajdera servisa i krajnjih korisnika.

- ▶ Generalno, MPEG-4 omogućava:
  - Prikazivanje audio, vizuelnog i audio-vizuelnog sadržaja koji se nazivaju medija objekti. Ovi objekti mogu biti prirodnog ili sintetičkog porekla, što znači da mogu biti snimljeni kamerom ili mikrofonom ili biti generisani pomoću računara;
  - Opisivanje kompozicije objekata da bi se kreirao složeni medija objekat koji formira audio-vizuelne scene;
  - Multipleksiranje i sinhronizaciju podataka koji su povezani sa medija objektima, tako da se mogu prenositi kanalom u mreži obezbeđujući pri tome QoS koji odgovara prirodi specifičnih objekata;
  - Interakcije sa audio-vizuelnim scenama generisanim na prijemnom sloju.



Slika 7.5.1—Jedan primer za audio-vizuelnu scenu



Slika 7.5.2—MPEG-4 arhitektura zasnovana na objektima

# Delovi MPEG-4 standarda

- ▶ MPEG-4 standard se sastoji iz sledećih delova :
  - ▶ a) **deo 1: Sistemi**
  - ▶ Određuju arhitekturu sistema i alate koje treba pridružiti kako za binarne oblike scena (eng. binary format for scenes – BIFS), tako i za proširene MPEG-4 tekstualne (eng. eXtensible MPEG-4 textual – XMT) formate.
- ▶ b) **deo 2: Vizuelni**
- ▶ Određuje kodne alate pridružene vizuelnim objektima prirodnog i sintetičkog porekla. Na primer, to podrazumeva specifikaciju rešenja za video kodovanje i to od vrlo malih bitskih brzina do vrlo zahtevnih uslova uključujući dinamičke 3D objekte. O vizuelnom MPEG-4 Delu biće kasnije više govora.

- ▶ **c) Deo 3: Audio**
- ▶ Specifira sve kodne alate koji se pridružuju objektima kako prirodnog tako i sintetičkog porekla (na primer kodna rešenja za muzičke i govorne podatke za vrlo širok opseg bitskih brzina i sintetičkog audia uključujući tu i 3D audio prostore).
  
- ▶ **d) Deo 4: Prilagođeno ispitivanje**
- ▶ Definiše testove koji omogućavaju da se proveri da li strimovi (sadržaj) i dekoderi odgovaraju tehničkim specifikacijama propisanim prema Delovima MPEG-4 standarda. Pri tome je za video i audio strimove profil definisan kao niz objekata.

- ▶ e) Deo 5: Referentni softver
- ▶ Uključuje softver koji odgovara najvećem broju Delova MPEG-4, naime **video i audio koderima i dekoderima**. Za razliku od MPEG-1 i MPEG-2, MPEG-4 referentni softver za dekodere pomaže da se razumeju tekstualni delovi poruka.
- ▶ f) Deo 6: Okvir za isporuku multimedijalnih integracija (eng. *delivery multimedia integration framework - DMIF*)
- ▶ Specificira isporuku formata nezavisno od medija i omogućava da se transparentno prevaziđu granice različitih predajnih okruženja.
- ▶ g) Deo 7: Optimizirani softverski alati za MPEG-4
- ▶ Uključuje optimizirane kodne softvere za vizuelne kodne alate kao što su estimacija pokreta i brza globalna estimacija pokreta.
- ▶ h) Deo 8: Prenos MPEG-4 sadržaja po IP mrežama
- ▶ Specificira preslikavanje MPEG-4 sadržaja u nekoliko IP protokola.

# MPEG-4 standard: vizuelni deo

- ▶ ISO/IEC standard 14 496 Deo 2 tj., MPEG-4 vizuelni deo, unapređuje MPEG-2 standard kako po pitanju efikasnosti kompresije (bolja kompresija za isti vizuelni kvalitet) i po pitanju fleksibilnosti (mnogo širi opseg primena). To je omogućeno na dva načina : **korišćenjem naprednih algoritama za kompresiju i obezbeđenjem seta alata za kodovanje i manipulaciju sa digitalnim medijumom.** Vizuelni deo se sastoji iz video-koder/dekoder modela kao i iz brojnih dodatnih alata za kodovanje

- ▶ Značajne karakteristike po kojima se MPEG-4 vizuelni kodni standarad razlikuje od prethodnih su:
  - **Efikasno kodovanje progresivnih i isprepletanih video sekvenci** (kompresija frekvenci sa pravougaonim video frejmovima);
  - **Kodovanje video objekata** (video scene sa neregularnim regionima). Ovo predstavlja novu konцепцију za video kodovanje i omogućava nezavisno kodovanje objekata i video scena;
  - **Podrška za prenos preko postojećih mreža.** Alati za otpornost uz greške pomažu dekoderu da se oporavi od grešaka u prenosu i održi uspešnu video konekciju u mrežnom okruženju.
  - **Kodovanje animiranih vizuelnih objekata kao što su 2D i 3D poligonalne mreže animiranih lica i animiranih ljudskih tela;**
  - **Kodovanje specijalnih aplikacija** koje su video-studijskog kvaliteta. Kod ovog tipa aplikacije vizuelni kvalitet je važniji nego velika kompresija.

# MPEG-4 standard: audio

- ▶ Kao što smo videli, MPEG-4 standardizacija razvila se sa ciljem da definiše fleksibilan okvir za audio/video multimediju uz prilagođenje specifičnim aplikacijama, kao što su: **efikasno kodovanje, pristup i prenos prirodnog i računarski generisanog audio/video signala za mobilne i internet komunikacije.** Zahvaljujući aktivnosti ISO MPEG organizacije, perceptualna kompresija audio signala je postala de-facto standard za distribuciju muzike

# H.264/AVC MPEG-4 (Part 10) standard

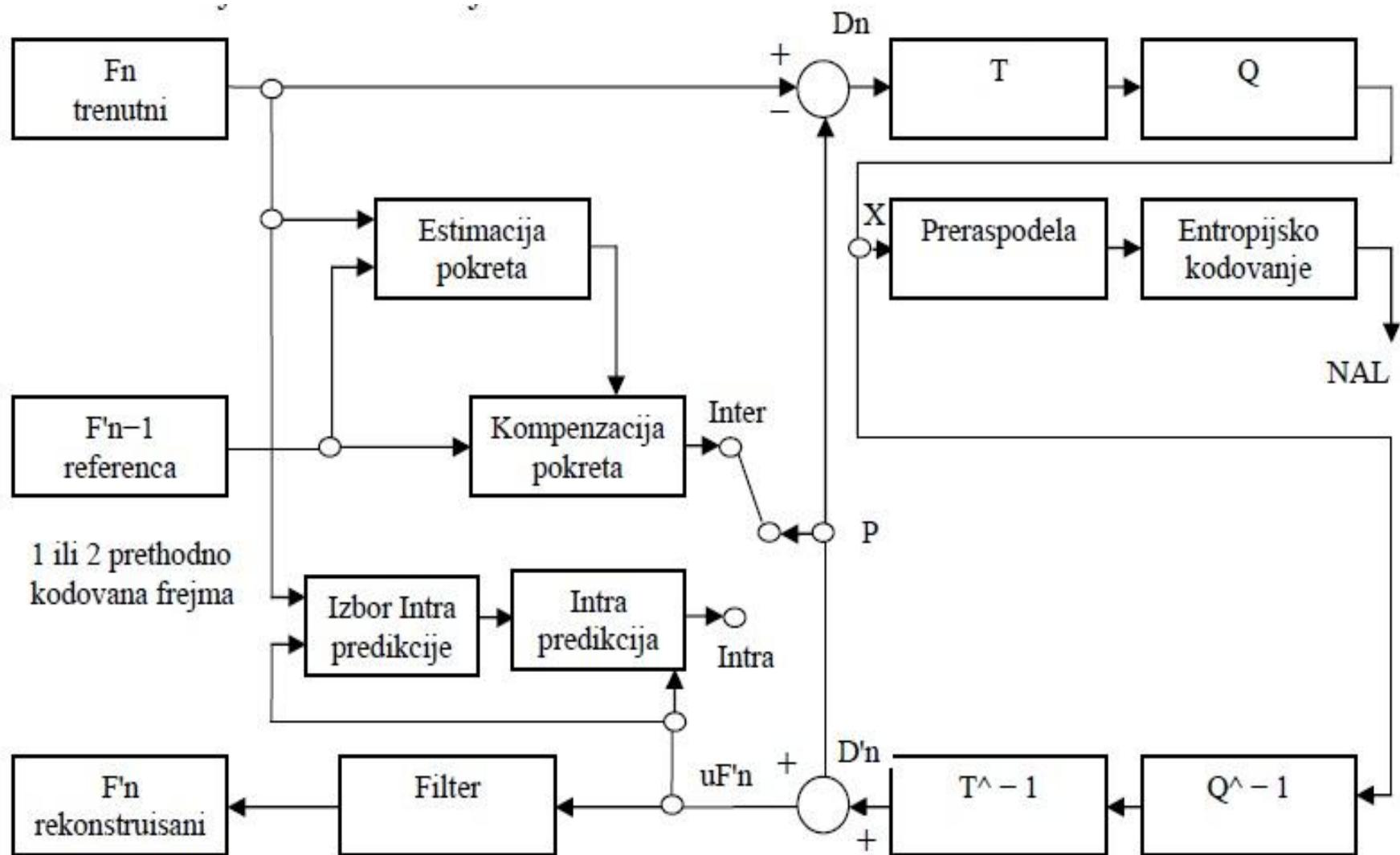
- ▶ H.264/AVC je video kodni standard koji su zajednički razvili eksperti iz JVT, odnosno ITU-T VCEG i ISO/IEC MPEG komiteta za standardizaciju. U poređenju sa prethodnim standardima H.264/AVC obezbeđuje veću kompresiju, efikasnije kodovanje video sadržaja, kao i niže bitske protoke uz mnogo prihvatljiviji perceptualni kvalitet. Takođe, standard podržava fleksibilnost u kodovanju, kao i organizaciju kodovanih podataka tako da je povećana otpornost na greške i gubitke.



Slika 7.5.4.1—Veza između mrežnog apstraktnog sloja i video kodnog sloja u strukturi standarda H.264/AVC

# KODOVANJE I DEKODOVANJE KOD H.264/AVC STANDARDA

- ▶ Na Slici 7.5.4.3 prikazan je koder sa dva dela za prenos podataka "unapred" (sa leva u desno) i "deo za rekonstrukciju" (sa desna u levo). Kod kodera (deo unapred) ulazni frejm ili polje je procesirano u makroblok jedinice.
- ▶ Svaki makroblok je kodovan u Inter ili Intra modu i za svaki blok u okviru makrobloka predikcija PRED (označeno sa P) se formira na osnovu rekonstruisanih odbiraka slike. Kod Intra moda, PRED je formirana od odbiraka aktuelnog isečka koji je perthodno kodovan, dekodovan i rekonstruisan što je označeno sa "uF'n".



Slika 7.5.4.3—Blok-šema kodera za prenos podataka i rekonstrukciju

# ENTROPIJSKO KODOVANJE KOD H.264/AVC STANDARDA

- ▶ H.264/AVC standard specificira dve alternativne metode entropijskog kodovanja: adaptivno kodovanje sa promenljivom kodnom reči (eng. context adaptive variable length coding – CAVLC) i računarski zahtevniji algoritam binarnog aritmetičkog adaptivnog kodovanja konteksta (eng. context adaptive binary arithmetic coding – CABAC). Obe metode predstavljaju bitno poboljšanje efikasnosti kodovanja u poređenju sa tehnikama statističkog kodovanja koje su korišćene kod prethodnih standarda.

# Pitanja:

1. Zašto se koriste algoritmi za video kodovanje?
2. Od čega zavisi pravilan izbor algoritama za video kodovanje?
3. Kako se organizuju MPEG standardi?
4. Iz kojih se delova sastoji MPEG-1 standard?
5. Čime se karakteriše audio deo standarda MPEG-1?
6. Koji je cilj MPEG-2 video standarda?
7. Koje razlike uvodi MPEG-2 standard u odnosu na MPEG-1 standard?
8. Iz kojih se delova sastoji MPEG-2 standard?
9. Čime se karakteriše MPEG-4 standard?
10. Čime se karakterišu prirodni a čime sintetički alati kod kodovanja audija za MPEG-4?