



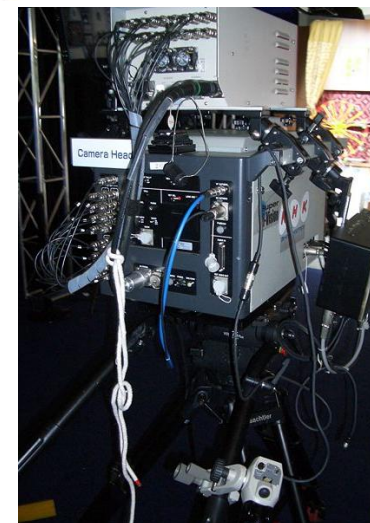
Radiodifuzija





Pregled vsebine

- Radijske komunikacije
- Razvoj radia
- Razvoj televizije
- Analogna radiodifuzija
- Digitalizacija
- Digitalna radiodifuzija
- Konvergenca tehnologij in storitev
- Prihodnost?





Radiodifuzija

- “Radiodifuzija, kot je opredeljena v Zakonu o elektronskih komunikacijah, je radiokomunikacijska storitev (storitev, ki uporablja radijske frekvence), ki je namenjena oddajanju in razširjanju radijskih ali televizijskih programov z neposrednim javnim sprejemom v odprtem prostoru brez selektivnega izbiranja.”
- “V angleških besedilih se uporablja beseda broadcasting. V splošnem je radiodifuzija oddajanje radijskih in televizijskih programov. Tu moramo opozoriti, da v primeru kableskega radia in televizije ter IP televizije ne gre za radiodifuzijo (vsaj v smislu, kakor to opredeljuje Zakon o elektronskih komunikacijah), saj tu ne gre za oddajanje v odprtem prostoru.”

Vir: <http://dvb-t.apek.si/radiodifuzija>

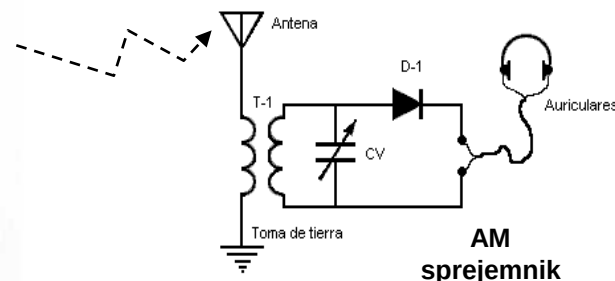


Radijske komunikacije

■ Radijske komunikacije

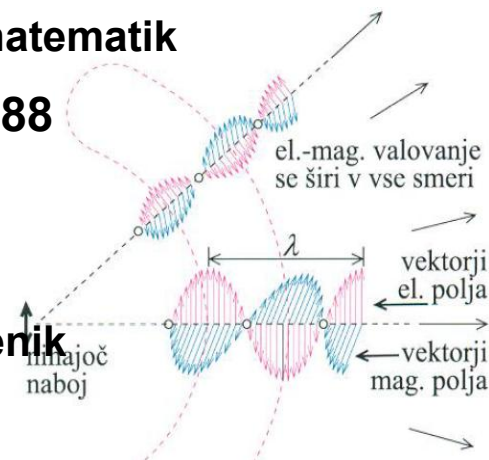
- besedni izvor
 - radijska (lat. radio – žarek)
 - komunikacija (lat. communicare – narediti skupno, deliti kaj s kom, sporočati ...)
- prenos elektromagnetnih (EM) valov med oddajnikom in sprejemnikom

Prvi radijski
AM oddajnik
(1906,
Fessenden)



■ Daljna zgodovina radijskih komunikacij

- matematična utemeljitev zakonov elektrodinamike leta 1873
 - James Clerk Maxwell (1831-1879), škotski fizik in matematik
- prvi praktični prikaz obstoja EM valovanja leta 1888
 - Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894), nemški fizik
- tehnične osnove radia razvite v letih 1892-1894
 - Nikola Tesla (1856-1943), srbsko-ameriški znanstvenik
- razvoj prvih modulacij v začetku 20. stoletja
 - prva radijska AM oddaja 1906





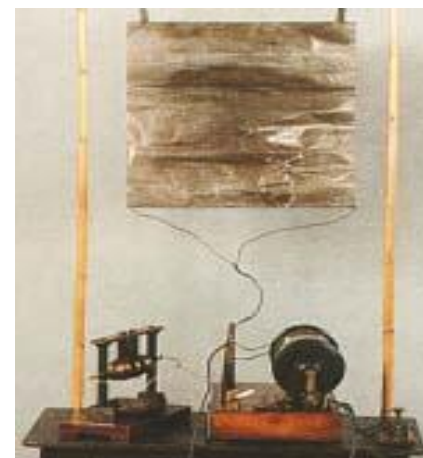
Radio



Zgodovina analognega radia

■ Tehnološka odkritja analognega radia

- 1887 – odkritje radijskih valov (Heinrich Hertz)
- 1894 – izum oddajnika z anteno (Tesla/Marconi)
- do 1920 – poskusne kratkotrajne oddaje po svetu
- 1924 – začetek poskusne oddaje ing. Maria Osane
- 1928 – 1. 9. je začel poskusno obratovati oddajnik Radia Ljubljana
 - na $\lambda=578$ m (519 kHz) z močjo 2,5 kW
- 1952 – poskusi z oddajanjem RA LJ na UKV- FM
- 1968 – začetek stereo oddaje RA LJ
- 1987 – pričetek oddaj RDS na oddajnikih RA LJ





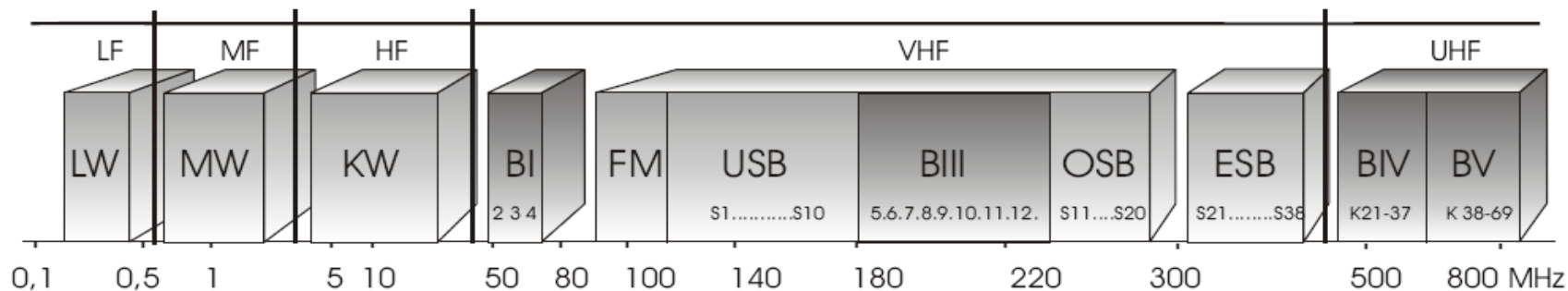
Frekvenčni pasovi analognega radia

■ Frekvenčna razdelitev po posameznih frekvenčnih področjih

AM

FM

	Naziv	Frekv. pas	Razmik kanalov	Področje pokrivanja	NF območje	Mono/ Stereo	Primerno za
AM	DV (LW)	148,5 - 283,5 KHz	9 kHz	Kontinent	pod 4,5 kHz	Mono	Govor
	SV (MW)	526,5 - 1606,5 KHz	9 kHz 10 kHz (US)	Kontinent	pod 4,5 kHz	Mono	Govor
	KV (SW)	3,9 – 26,1 MHz	5 kHz	Svet	pod 4,5 kHz	Mono	Govor in glasba
FM	UKV (VHF)	87,5 - 108 MHz	100 kHz	Regija	cca. 15 kHz	Stereo	Govor in glasba





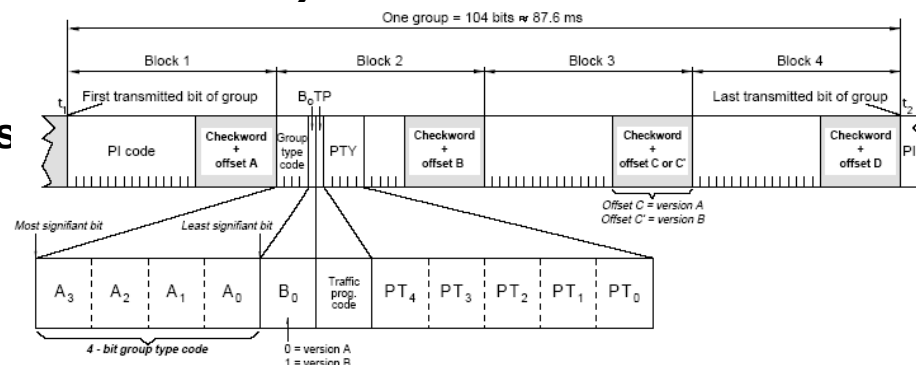
Podatkovni kanal RDS

■ Digitalni dodatek analognemu radiu

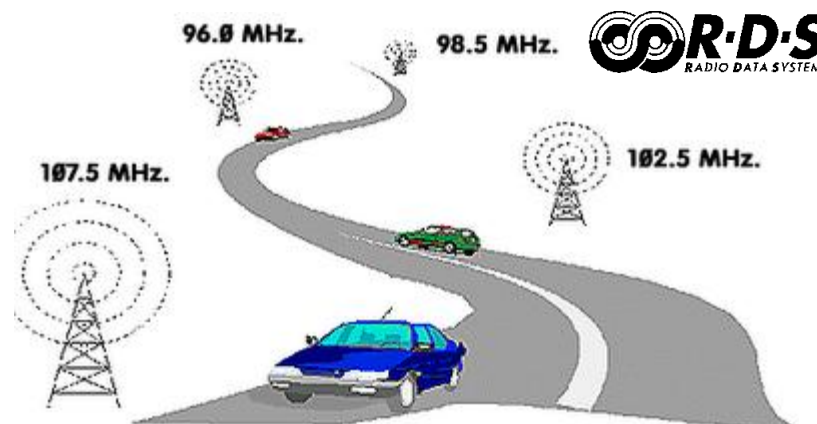
- prva komercialna uporaba leta 1987
 - namen: avtomatsko izbiranje programa
- oddaja podatkov na 57 kHz (2.400 Hz DSBSC)



- amplitudna bifazna modulacija
- bitna hitrost $1.187,5 \pm 0,125$ bit/s
- osnovne RDS funkcije



- PS (Programme Service Name)
- AF (Alternative Frequency)
- PI (Programme Identifier)
- PTY (Programme Type)
- TA (Traffic Announcement)
- TP (Traffic Programme ident.)
- EON (Enhanced Other Networks)





Televizija



Razvoj analogne televizije

■ Tehnološka odkritja analogne televizije

- 1900 - prvič uporabljena skovanka besede televizija
- 1909 - prvi prenos mirujoče dvobarvne slike s 64 pikami
- 1911 - prvi prenos mirujoče slike na katodno cev
- 1925 - prvi prenos gibajoče slike (silhuete)
- 1929 - pojav prvih distribucijskih hiš (GB, D, F, US ...)
- 1949 - ustanovljen prvi TV laboratorij v Ljubljani
- 1956 - prve eksperimentalne oddaje z Gospod. razstavišča
- 1958 - redne eksperimentalne oddaje v Ljubljani
- 1960 - 5 dni v tednu in prvi prenos v živo iz Planice
- 1968 - prvi televizijski dnevnik v slovenščini
- 1978 - začetek barvne oddaje TV Ljubljana

Prvotonslovski izvešt
U soboto 24. aprila 1909 ob 4 (7)*
predaval dr. Svajgar Rusko 8.8
TELEVIZIJA

Predavatelj nam bo podal na-
gel razvoj televizije ter s posredni um
zami dal glavna beseda te moderne pa-
noge elektronske!

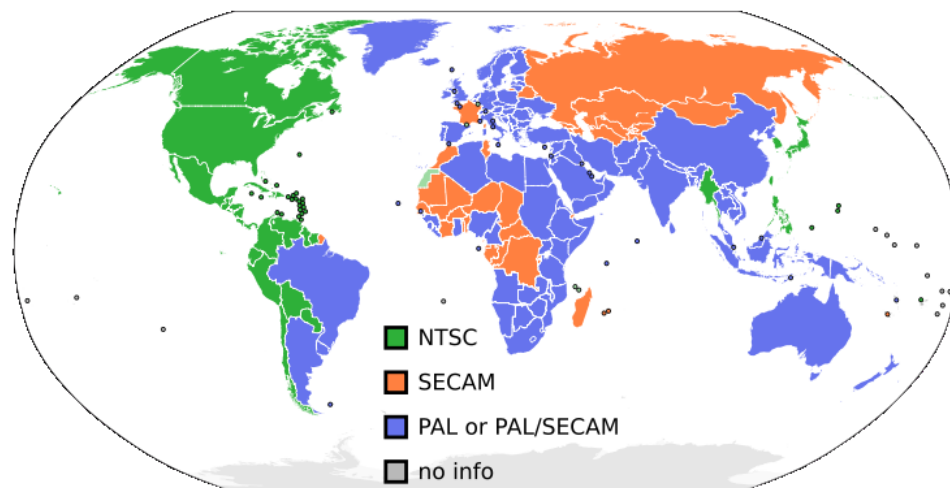
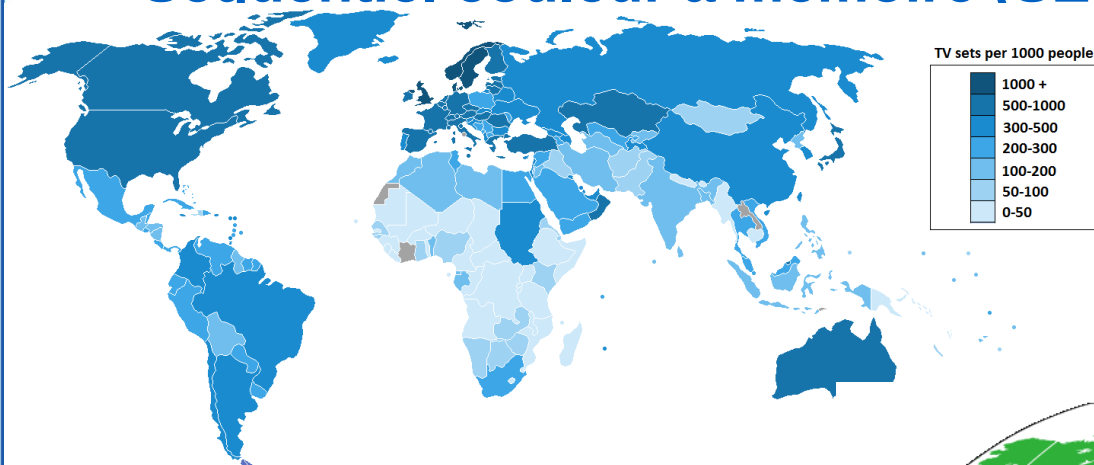
Vabilo na praktično predstavitev
TV (Švajgar, 1937)





Analogni televizijski formati

- Phase Alternating Line (PAL)
- National Television System Committee (NTSC)
- Séquentiel couleur à mémoire (SECAM)



Vir: <http://en.wikipedia.org/wiki/Pal>



Frekvenčni pasovi televizije

Razdelitev pasov (SLO)

- področje I. (kanali 2 - 4)
 - 47-68 MHz
- področje III. (kanali 5 - 12)
 - 174-230 MHz
- področje IV. (kanali 21 - 69)
 - 470-862 MHz

Oznake kanalov na napravah

- osnovni kanali
 - SLO: K - kanal, npr. K4 (61 - 68 MHz)
 - ANG: CH ali C - channel, npr. CH4
- posebni kanali
 - NEM: S - sonder, posebni kabelski
 - ANG: CC - cable channel
 - HYPER BAND kanalnik omogoča sprejem kanalov od S21 do S40

Kanal	Spodnja meja kanala MHz	Zgornja meja kanala MHz	Slikovni nosilec MHz	Tonski nosilec MHz	Barvni nosilec MHz	Kanal	Spodnja meja kanala MHz	Zgornja meja kanala MHz	Slikovni nosilec MHz	Tonski nosilec MHz	Barvni nosilec MHz
Band I						Band IV					
2	47	54	48,25	53,75	52,68	21	470	478	471,25	476,75	475,68
3	54	61	55,25	60,75	59,68	22	478	486	479,25	484,75	483,68
4	61	68	62,25	67,75	66,68	23	486	494	487,25	492,75	491,68
Sub. Band						24	494	502	495,25	500,75	499,68
L1	68	75	69,25	74,75	73,18	25	502	510	503,25	508,75	507,68
L2	75	82	76,25	81,75	80,25	26	510	518	511,25	516,75	515,68
L3	82	89	83,25	88,75	87,32	27	518	526	519,25	524,75	523,68
Band II						28	526	534	527,25	532,75	531,68
FM	88	108				29	534	542	535,25	540,75	539,68
Spodnji S						30	542	550	543,25	548,75	547,68
S1	104	111	105,25	110,75	109,68	31	550	558	551,25	556,75	555,68
S2	111	118	112,25	117,75	116,68	32	558	566	559,25	564,75	563,68
S3	118	125	119,25	124,75	123,68	33	566	574	567,25	572,75	571,68
S4	125	132	126,25	131,75	130,68	34	574	582	575,25	580,75	579,68
S5	132	139	133,25	138,75	137,68	35	582	590	583,25	588,75	587,68
S6	139	146	140,25	145,75	144,68	36	590	598	591,25	596,75	595,68
S7	146	153	147,25	152,75	151,68	37	598	606	599,25	604,75	603,68
S8	153	160	154,25	159,75	158,68	Band V					
S9	160	167	161,25	166,75	165,68	38	606	614	607,25	612,75	611,68
S10	167	174	168,25	173,75	172,68	39	614	622	615,25	620,75	619,68
Band III						40	622	630	623,25	628,75	627,68
5	174	181	175,25	180,75	179,68	41	630	638	631,25	636,75	635,68
6	181	188	182,25	187,75	186,68	42	638	646	639,25	644,75	643,68
7	188	195	189,25	194,75	193,68	43	646	654	647,25	652,75	651,68
8	195	202	196,25	201,75	200,68	44	654	662	655,25	660,75	659,68
9	202	209	203,25	208,75	207,68	45	662	670	663,25	668,75	667,68
10	209	216	210,25	215,75	214,68	46	670	678	671,25	676,75	675,68
11	216	223	217,25	222,75	221,68	47	678	686	679,25	684,75	683,68
12	223	230	224,25	229,75	228,68	48	686	694	687,25	692,75	691,68
Zgornji S						49	694	702	695,25	700,75	699,68
S11	230	237	231,25	236,75	235,68	50	702	710	703,25	708,75	707,68
S12	237	244	238,25	243,75	242,68	51	710	718	711,25	716,75	715,68
S13	244	251	245,25	250,75	249,68	52	718	726	719,25	724,75	723,68
S14	251	258	252,25	257,75	256,68	53	726	734	727,25	732,75	731,68
S15	258	265	259,25	264,75	263,68	54	734	742	735,25	740,75	739,68
S16	265	272	266,25	271,75	270,68	55	742	750	743,25	748,75	747,68
S17	272	279	273,25	278,75	277,68	56	750	758	751,25	756,75	755,68
S18	279	286	280,25	285,75	284,68	57	758	766	759,25	764,75	763,68
S19	286	293	287,25	292,75	291,68	58	766	774	767,25	772,75	771,68
S20	293	300	294,25	299,75	298,68	59	774	782	775,25	780,75	779,68
Hiper band						60	782	790	783,25	788,75	787,68
S21	302	310	303,25	308,75	307,68	61	790	798	791,25	796,75	795,68
S22	310	318	311,25	316,75	315,68	62	798	806	799,25	804,75	803,68
S23	318	326	319,25	324,75	323,68	63	806	814	807,25	812,75	811,68
S24	326	334	327,25	332,75	331,68	64	814	822	815,25	820,75	819,68
S25	334	342	335,25	340,75	339,68	65	822	830	823,25	828,75	827,68
S26	342	350	343,25	348,75	347,68	66	830	838	831,25	836,75	835,68
S27	350	358	351,25	356,75	355,68	67	838	846	839,25	844,75	843,68
S28	358	366	359,25	364,75	363,68	68	846	854	847,25	852,75	851,68
S29	366	374	367,25	372,75	371,68	69	854	862	855,25	860,75	859,68
S30	374	382	375,25	380,75	379,68						
S31	382	390	383,25	388,75	387,68						
S32	390	398	391,25	396,75	395,68						
S33	398	406	399,25	404,75	403,68						
S34	406	414	407,25	412,75	411,68						
S35	414	422	415,25	420,75	419,68						
S36	422	430	423,25	428,75	427,68						
S37	430	438	431,25	436,75	435,68						
S38	438	446	439,25	444,75	443,68						



Format televizijske oddaje

■ SLO: PAL B/G po EN 50083

■ PAL - Phase Alternating Line

- menjava faze barvne informacije v vsaki drugi vrstici za 180
- morebitna napaka v tonu barve se lahko predstavi v obliki nasičenja barve

■ lastnosti PAL B/G

■ format slike 4:3

- 625 vrstic na zaslon, vidnih 576 vrstic
- pri kvadratnih elementih: 768 576 točk
- pri pravokotnih elementih: 720 576 točk

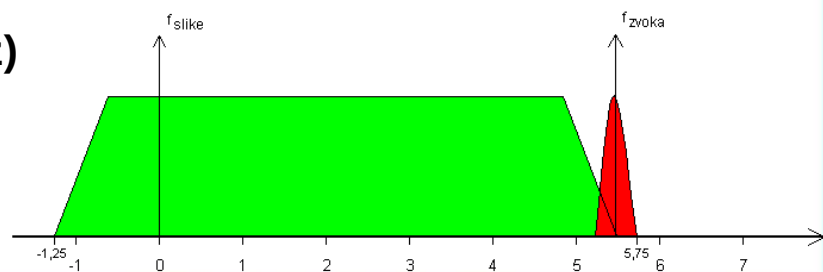
■ oddaja 25 celih slik v sekundi

- uporaba prepletenega (ang. interlaced) načina
- oddaja 50 polslik v sekundi

■ pasovna širina B (7 MHz) in G (8 MHz)

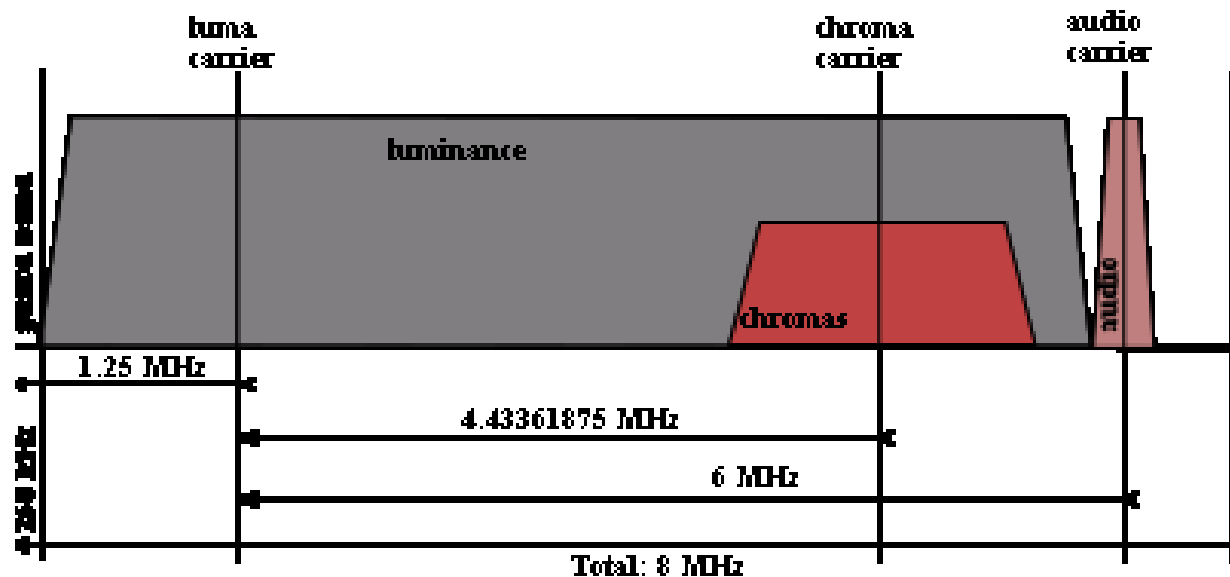
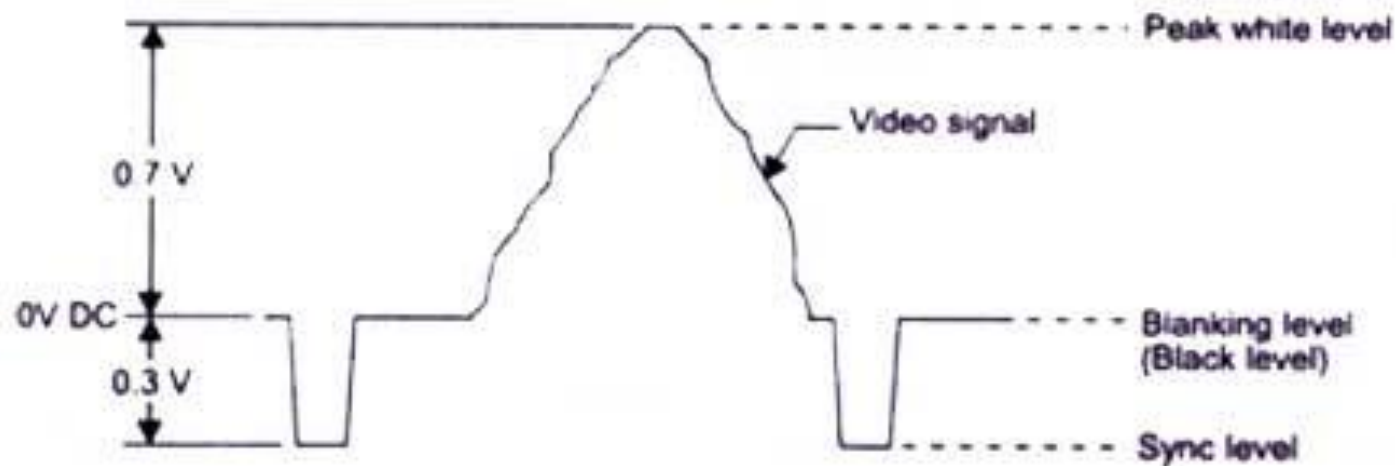
- AM modulacija slikovnega nosilca
- FM modulacija zvočnega podnosilca

■ frekvence: $f_h = 15.625$ Hz, $f_v = 50$ Hz





Analogni PAL signal

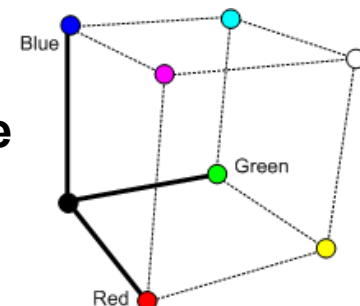




Črnobela in barvna slika

■ Uporaba barvnih modelov slike

- RGB - sestava katerekoli barve iz rdeče, zelene in modre
- YUV - TV model, ki omogoča združljivost s črnobelo TV
 - svetlost se kodira ločeno od barvnih informacij
 - Y' (luma) predstavlja svetlostno vrednost barve
 - U in V (chroma) predstavljata barvne razlike



$$Y' = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$U = B - Y', V = R - Y'$$

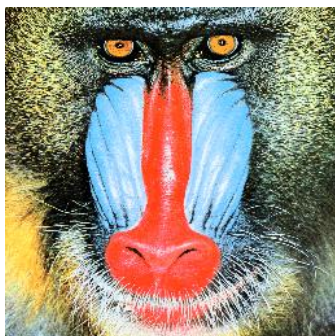
realno v PAL:

$$U = 0.492 (B - Y')$$

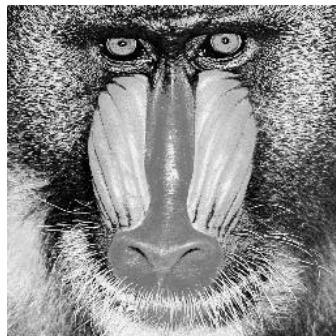
$$V = 0.877 (R - Y')$$

■ Prednosti uporabe modela YUV

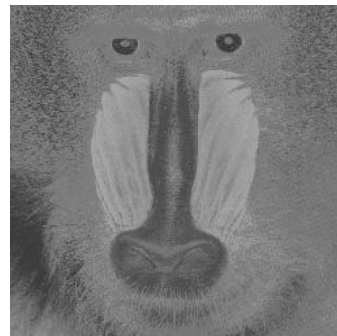
- komponenti U in V sta superponirani na Y'
- ČB sprejemniki ignorirajo barvni komponenti U in V (manj informacij)



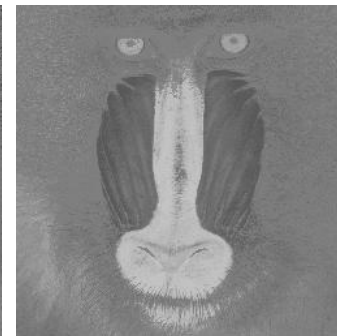
RGB



Y



U



V



Teletext

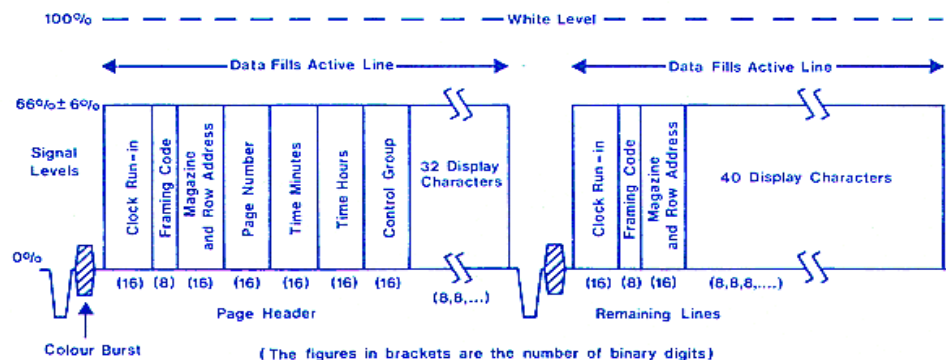
■ Digitalni prenos preko analognega TV signala

- za prenos se izkoriščajo “nevidne” vrstice v sliki
 - pri preletu žarka iz konca nazaj v izhodišče
 - 45-oktetni paketi pri uporabi vrstic 6 - 22 in 318 - 335
 - 3B (okvir + sync) + 2B (MPAG) + 40B (data)
 - NRZ kodiranje s hitrostjo 6,9375 Mbit/s
 - vsak bit je dolg 144,44 ns



■ Standard predpisuje

- 40 stolpcev × 25 vrstic
 - 1 naslov + 24 vsebina
 - omogočen prenos ASCII znakov in omejenega nabora tekstovne grafike



	1-2	3	4-5	6-7	8-11	12-13	14-45
Header	CRI 0101010	Framing 11100100	Magazine & Row Address	Page Number	Time	Control Group	Display Data
Display Line	CRI 10101010	Framing 11100100	Magazine & Row Address		Display	Data	



Digitalna radiodifuzija



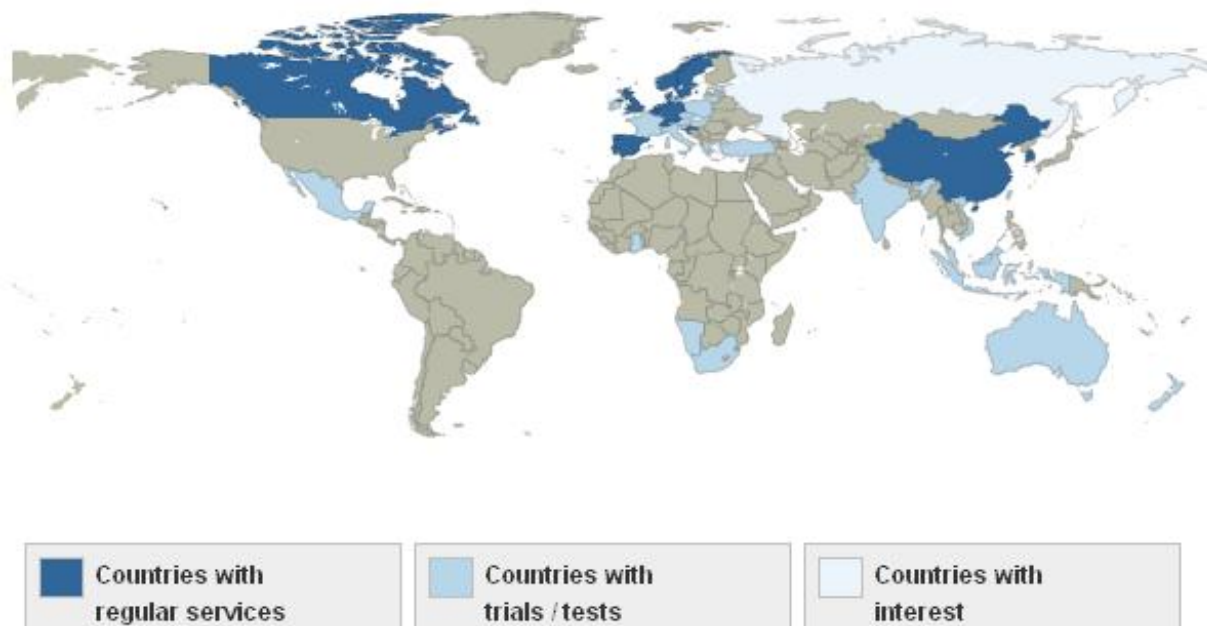
Vsebina

- Digitalni radio
- Razlogi za prehod
- Digitalna prizemna televizija
- Tehnologije
 - DVB
 - ATSC
 - ISDB
- DVB-T v Sloveniji
- Pregled tehnologij iz družine DVB
- Storitve



Digitalni radio

- Eureka 147
- Digital Audio Broadcasting (DAB)
 - Eureka 147
 - MPEG Audio Layer II (tipično 192 kbit/s)
- DAB+
 - HE-AAC, tipično (48-64kbit/s)
- Digital Multimedia Broadcasting (DMB)

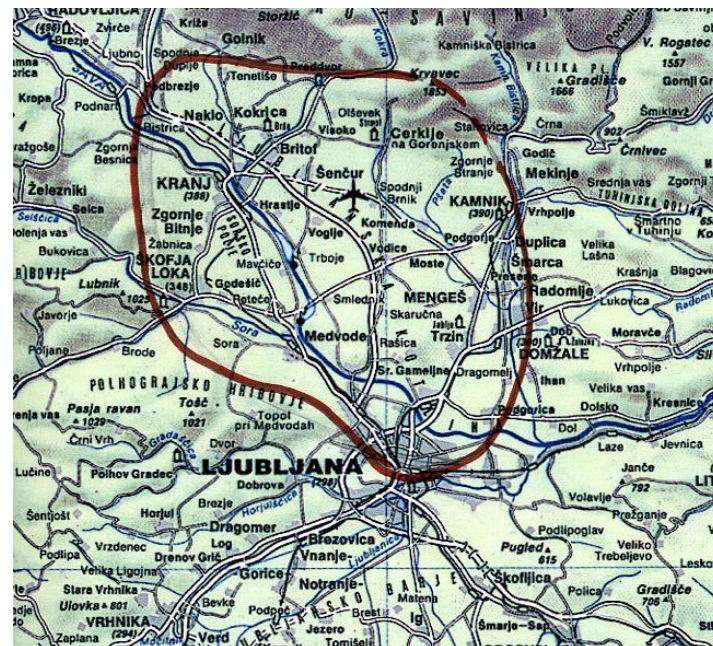


Vir: http://www.worlddab.org/country_information



Dodeljene licence v Sloveniji

- **Podeljena 1 licenca**
 - **frekvenčni pas 12B**
 - centralna frekvenca 225.648 MHz,
 - pas sega od 224.880 - 226.416 MHz
 - pasovna širina 1.536 MHz
 - **večji poudarek na DVB-T**



Viri: APEK, december 2007

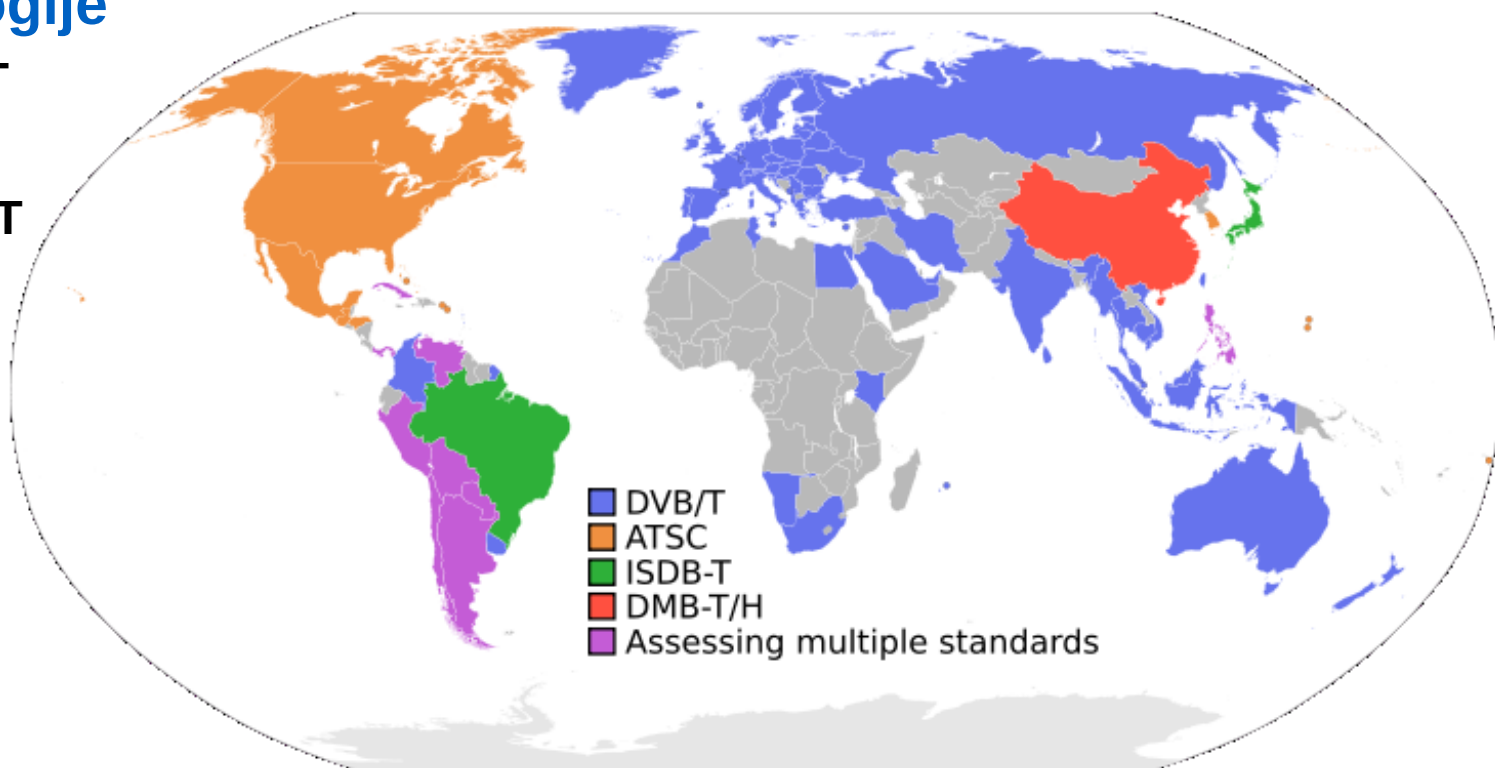
http://www.rthk.org.hk/about/digitalbroadcasting/DSBS/OFCOM_plan_frequencies_frequency_blocks.pdf

<u>Program</u>	<u>Status</u>	<u>Imetnik</u>	<u>Frekvenca/kanal</u>	<u>Lokacija</u>	<u>Veljavnost odločbe do</u>
RADIO SLOVENIA INTERNATIONAL /Radio Si/	RTVS	RTV Slovenija	12B	KRVAVEC	10.11.2011
RADIO SLOVENIJA, drugi program - PROGRAM VAL 202 /VAL 202/	RTVS	RTV Slovenija	12B	KRVAVEC	10.11.2011
RADIO SLOVENIJA, prvi program - PROGRAM A1 /A1/	RTVS	RTV Slovenija	12B	KRVAVEC	10.11.2011
RADIO SLOVENIJA, tretji program - PROGRAM ARS /ARS/	RTVS	RTV Slovenija	12B	KRVAVEC	10.11.2011



Digitalna prizemna televizija

- Digital Terrestrial Television (DTT) - digitalna prizemna televizija - digitalno televizijsko oddajanje prek prizemnih oddajnikov
- Tehnologije
 - DVB-T
 - ATSC
 - ISDB-T



Vir: http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_terrestrial_television



Značilnosti – razlogi za prehod

■ Prednosti

- večji izkoristek frekvenčnega spektra → digitalna dividenda
- večji nabor TV programov in storitev
- večja kakovost signala in storitev
- TV programi visoke definicije (HD)
- interaktivnost (lokalna in prava interaktivnost)

■ Pomanjkljivosti

- v slabših razmerah sprejema signala (SNR) uporaba storitev DTT ni možna (pri analogni oddaji se sprejem zvezno degradira, pri DTT pa nezvezno)
- daljši preklopni čas med TV programi (TV zapping time)
- potrebna dodatna/nova terminalna oprema (dodatni stroški)



Digitalna vs. analogna TV

- Odlična reprodukcija – v dobrih pogojih
- Digitalna obdelava signala in kompresija (MPEG-2, MPEG-4avc) -> drugačne vrste napak in popačitev (artefakti)



Analogno:

- sneg
- odboji/sence
- popačitve geometrije in barv

Digitalno:

- perfektna reprodukcija
- “črna slika”
- artefakti zaradi prevelike kompresije





Digitalna dividenda

- **Sprostitev radiofrekvenčnega spektra po prehodu na digitalno oddajanje (VHF (174-230 MHz) in UHF(470-862 MHz))**
- **Evropske smernice – popolna izključitev analogne TV oddaje do 2012**
- **Zakon o digitalni radiodifuziji (Uradni list RS št.102/07) – prehod na digitalni način TV oddaje do konca 2010**
 - “31. člen (razveljavitev odločb o dodelitvi radijskih frekvenc za analogno televizijo)
(1) Agencija vsem, ki na dan 31. decembra 2010 še razpolagajo z veljavno odločbo o dodelitvi radijskih frekvenc za analogno televizijo, izda po uradni dolžnosti odločbo, s katero razveljavi odločbo o dodelitvi radijskih frekvenc za analogno televizijo. “
- **Multipleks TV programov v enem TV kanalu (8 MHz)**
- **Sprostitev spektra**
 - več TV programov
 - HDTV
 - mobilna TV
 - širokopasovne brezžične komunikacije
 - mobilna telefonija



Digi, maskota za promocijo DTT v SLO.



Od kamere to televizorja



Modulacije in
prenos signala



Multipleksiranje
več signalov

Izvorno
kodiranje

Kanalsko
kodiranje

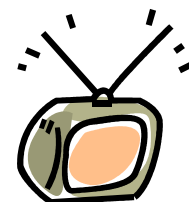
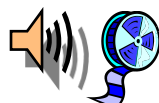
Kanalsko
dekodiranje

Demultipleksiranje
signalov

Izvorno
dekodiranje

Prikaz slike

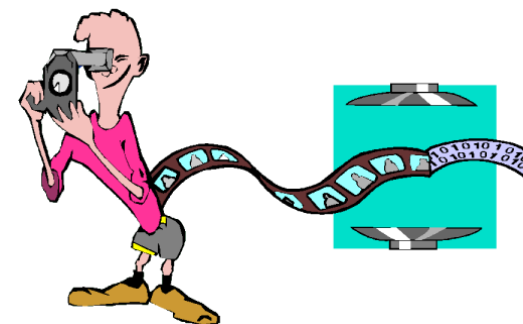
Zajem
slike





Video zajem

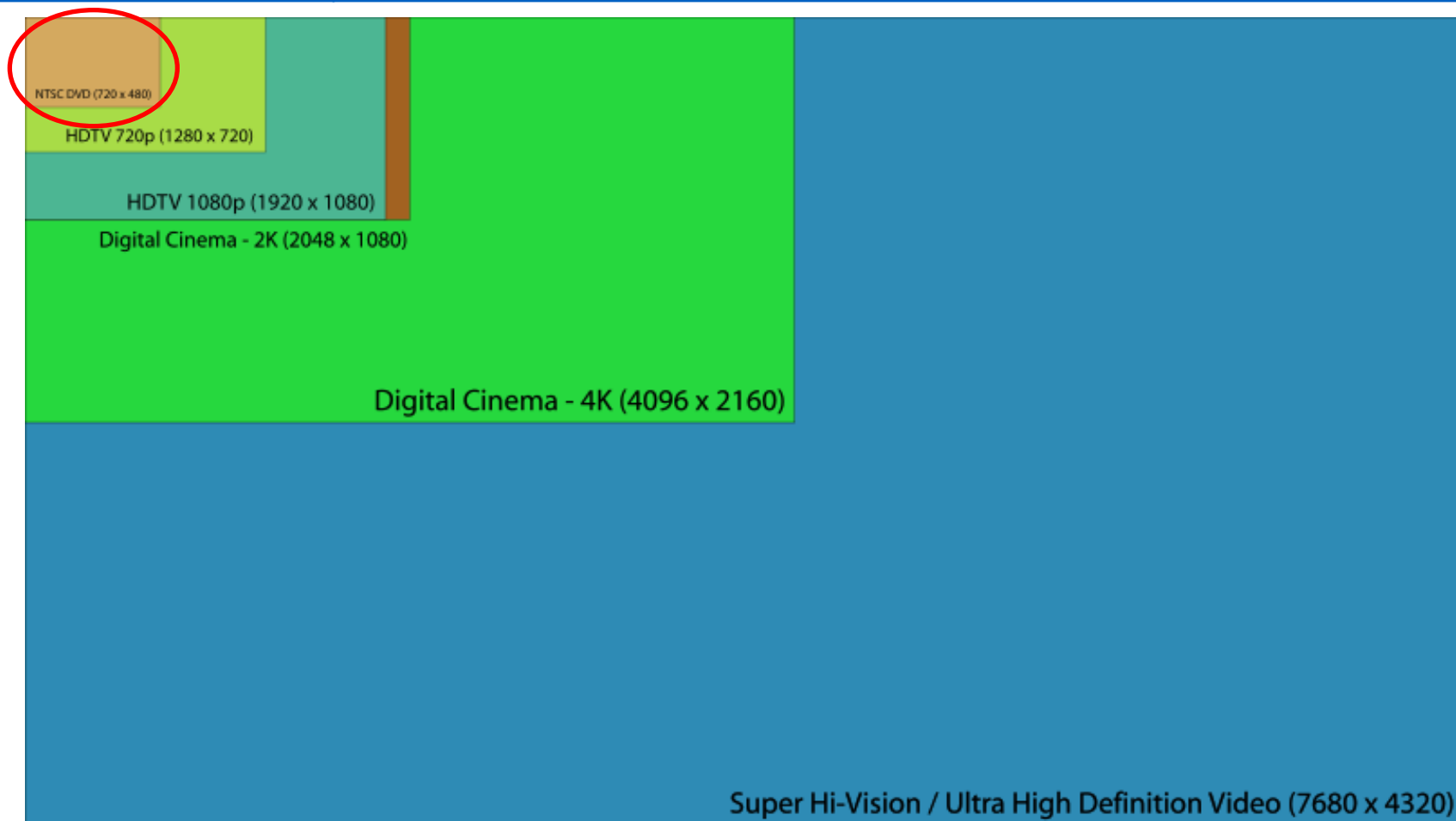
- Video je zaporedje statičnih slik
- Način zapisa videa
 - analogni način zapisa
 - digitalni način zapisa
- Zelo zahteven, velike prenosne zmogljivosti, zapleteno kodiranje in predvajanje
- Velika količina podatkov
 - digitaliziran TV PAL signal brez stiskanja zahteva >200 Mbit/s
 - za 1 uro nekompresiranega videa potrebujemo približno 90 GB prostora
 - za zapis bi potrebovali 139 zgoščenk ali pa približno 10 DVD medijev
 - HDTV!
- Problem?
 - Razmerje med kvaliteto kompresiranega videa in potrebno pasovno širino ter zahtevnostjo postopka
 - Pasovna širina: 50 kbit/s – 20 Mbit/s





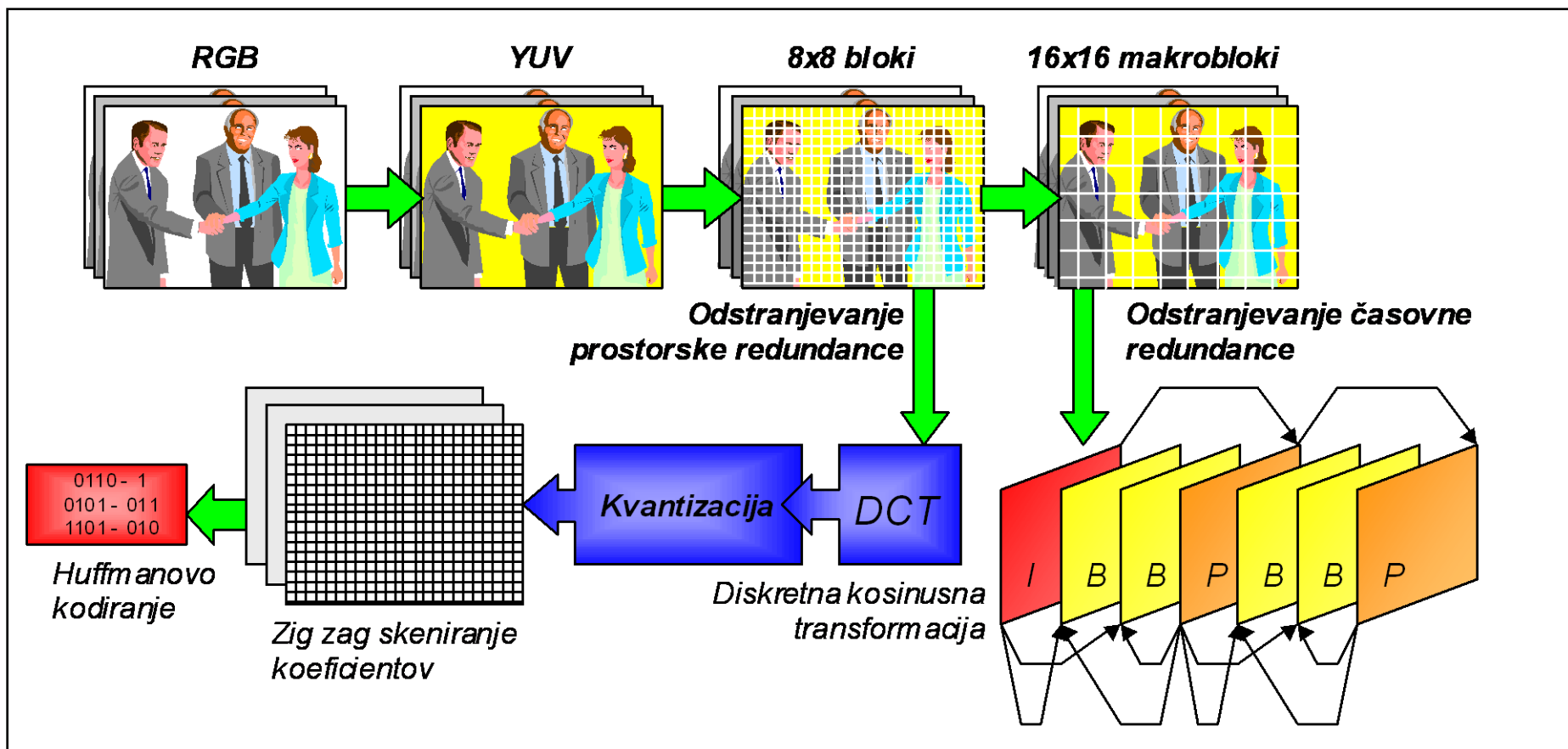
In kaj če je slika še večja?

Standard	Lastnosti
UHDV	7680×4320, 60 slik/s, progresivno





Izvorno (MPEG) kodiranje





MPEG kodiranje





Primerjava storitev po pasovni širini

Storitev	Pasovna širina
Voice – GSM	13 kbit/s
Voice – ISDN	64 kbit/s
Streaming audio	20 kbit/s – 512 kbit/s
Streaming video – MPEG 2	4 – 8 Mbit/s
Streaming video – MPEG 4/AVC	1 – 3 Mbit/s
Internet video	28 kbit/s – 1 Mbit/s
HDTV	8 – 14 Mbit/s (MPEG 4avc) 25 Mbit/s (MPEG 2)
Videoconference	384 kbit/s – 5 Mbit/s



Od kamere to televizorja



Modulacije in
prenos signala



**Multipleksiranje
več signalov**

Kanalsko
kodiranje

Kanalsko
dekodiranje

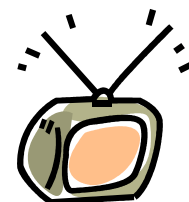
Demultipleksiranje
signalov

Izvorno
kodiranje

Izvorno
dekodiranje

Zajem
slike

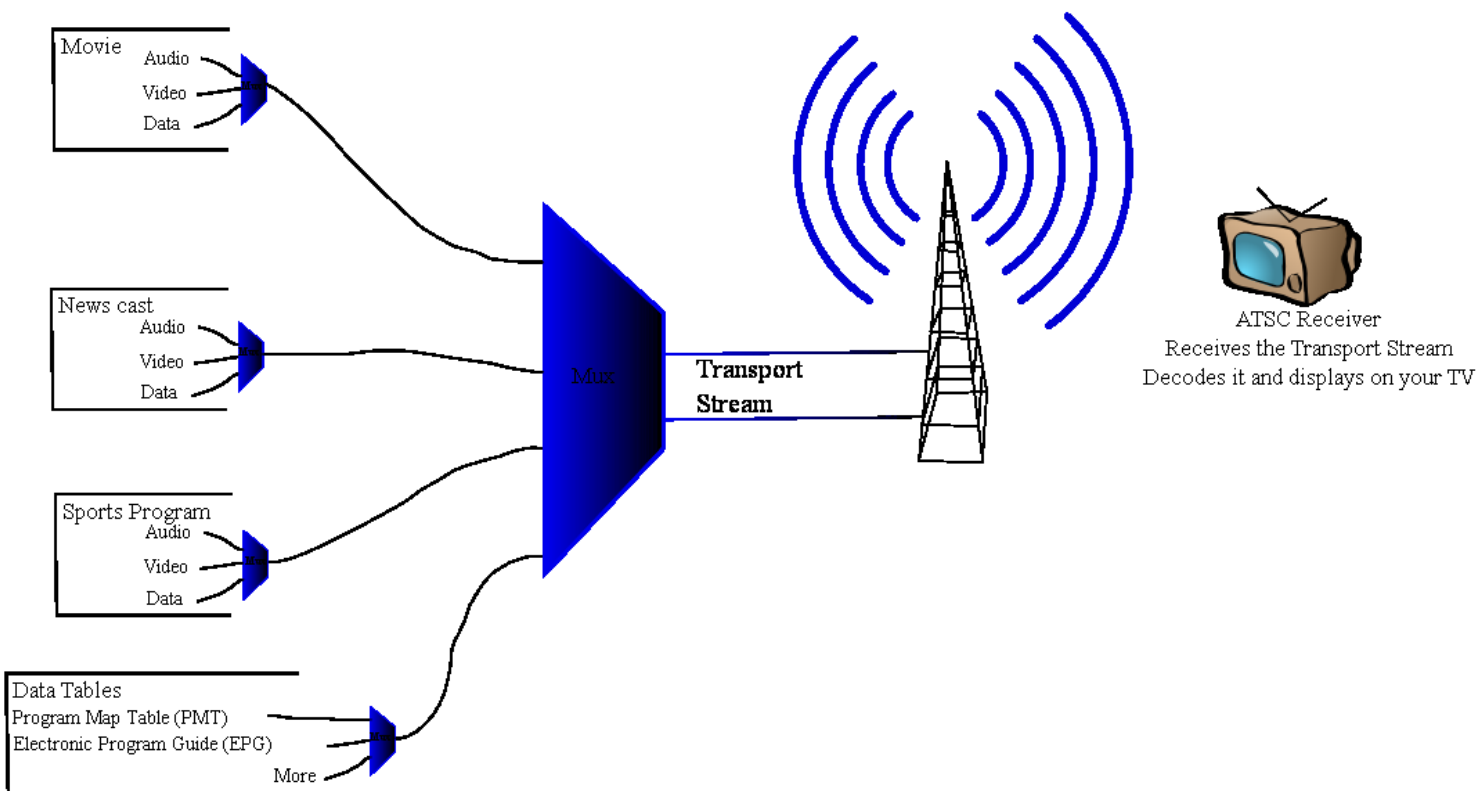
Prikaz slike





Multipleksiranje

- Več zvočnih in video zapisov sestavimo v en multipleks
- Zraven lahko dodamo še kakšne podatke





Od kamere to televizorja



Modulacije in
prenos signala



Kanalsko
kodiranje

Kanalsko
dekodiranje

Multipleksiranje
več signalov

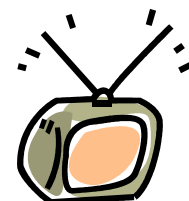
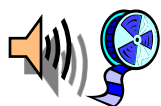
Demultipleksiranje
signalov

Izvorno
kodiranje

Izvorno
dekodiranje

Zajem
slike

Prikaz slike





Zakaj kanalsko kodiranje - Valovni pojavi

■ Radijski signal je elektromagnetno valovanje

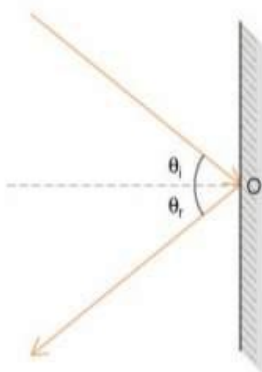
TX

RX

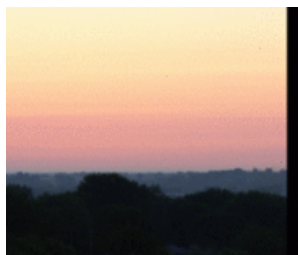
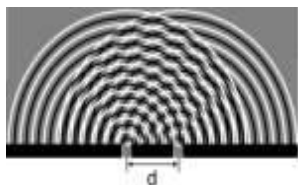
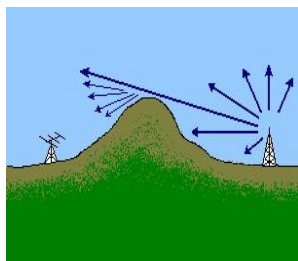


- na poti od oddajnika do sprejemnika signal naleti na več ovir
- pojavi: odboj, lom, uklon, interferenca in disperzija

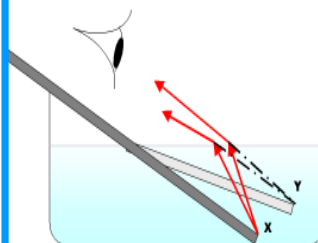
Odboj



Uklon



Lom



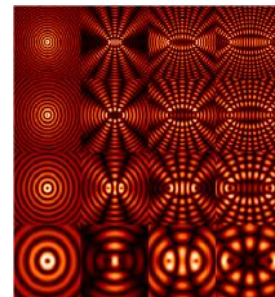
Interferenca



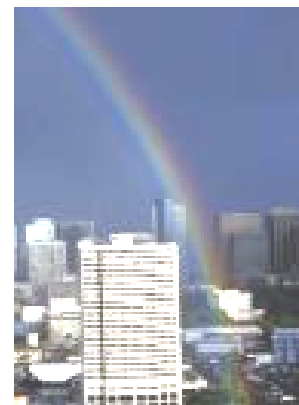
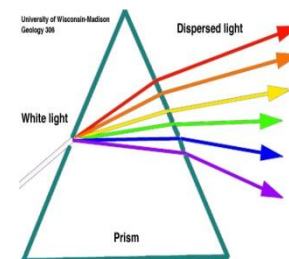
sofazna vsota valov



protifazna vsota valov



Disperzija





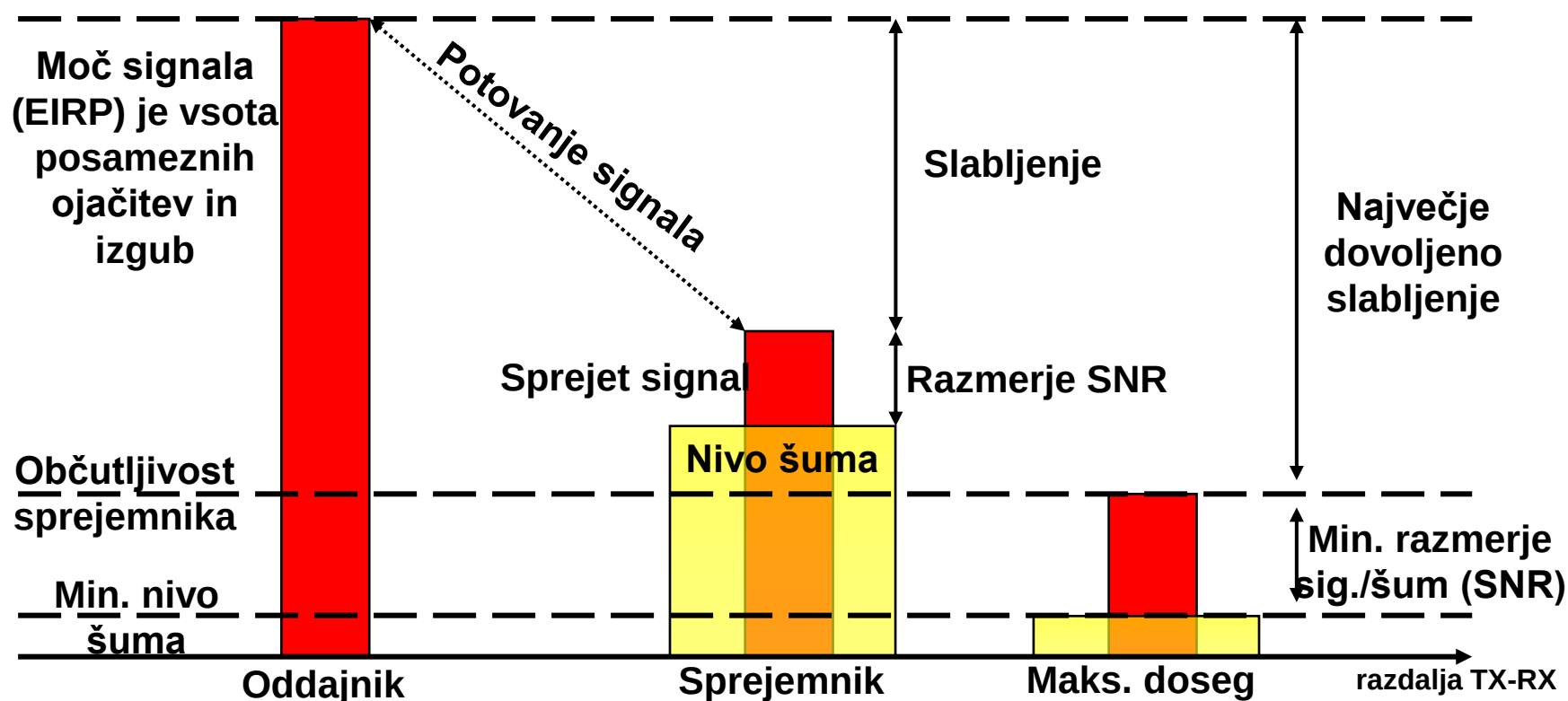
Zakaj kanalsko kodiranje - Vremenski pojavi





Zakaj kanalsko kodiranje -Slabljenje signala

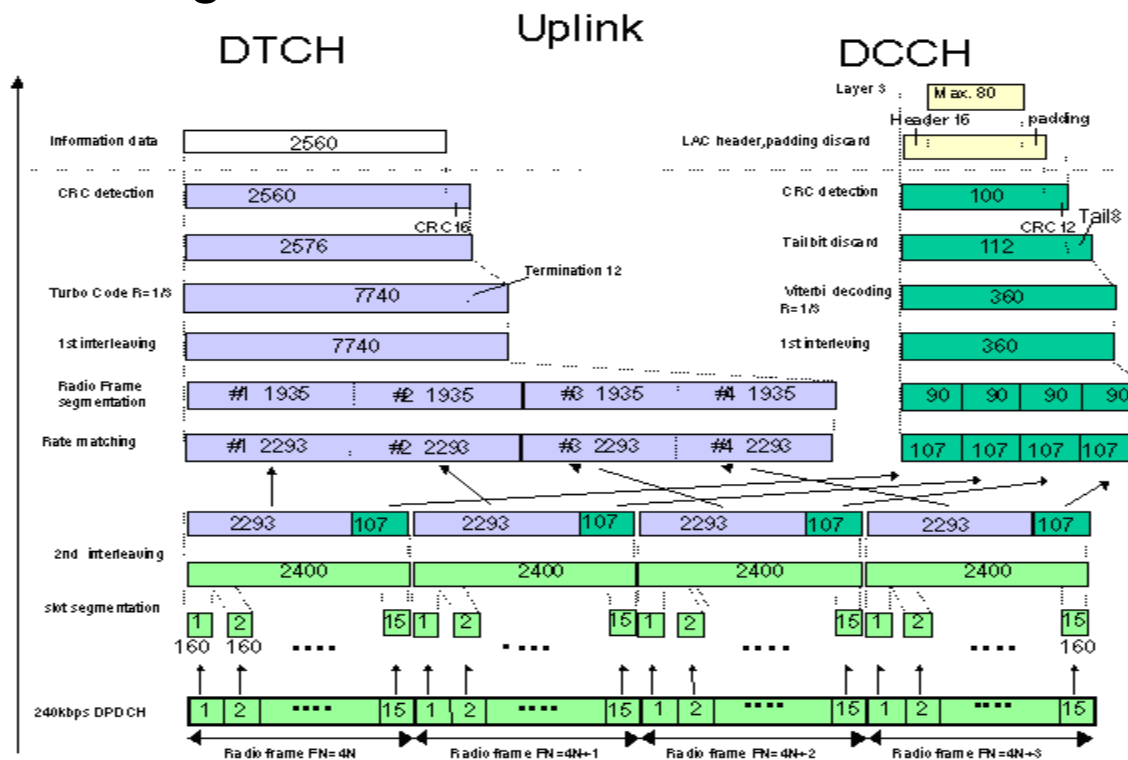
- Upoštevanje različnih parametrov opreme in širjenja signala
 - valovanje: slabljenje, ukloni, interference, šum okolice
 - oprema: izhodna moč, dobitok antene, izgube kabla, občutljivost sprejemnika
 - največji doseg komunikacije določata razmerje SNR in občutljivost RX





Kanalsko kodiranje

- Namen je dodajanje varnostnih mehanizmov in premetavanje bitov z namenom odstranjevanja napak, ki nastanejo pri prenosu
 - Forward Error Correction (FEC)
 - Bit Interleaving

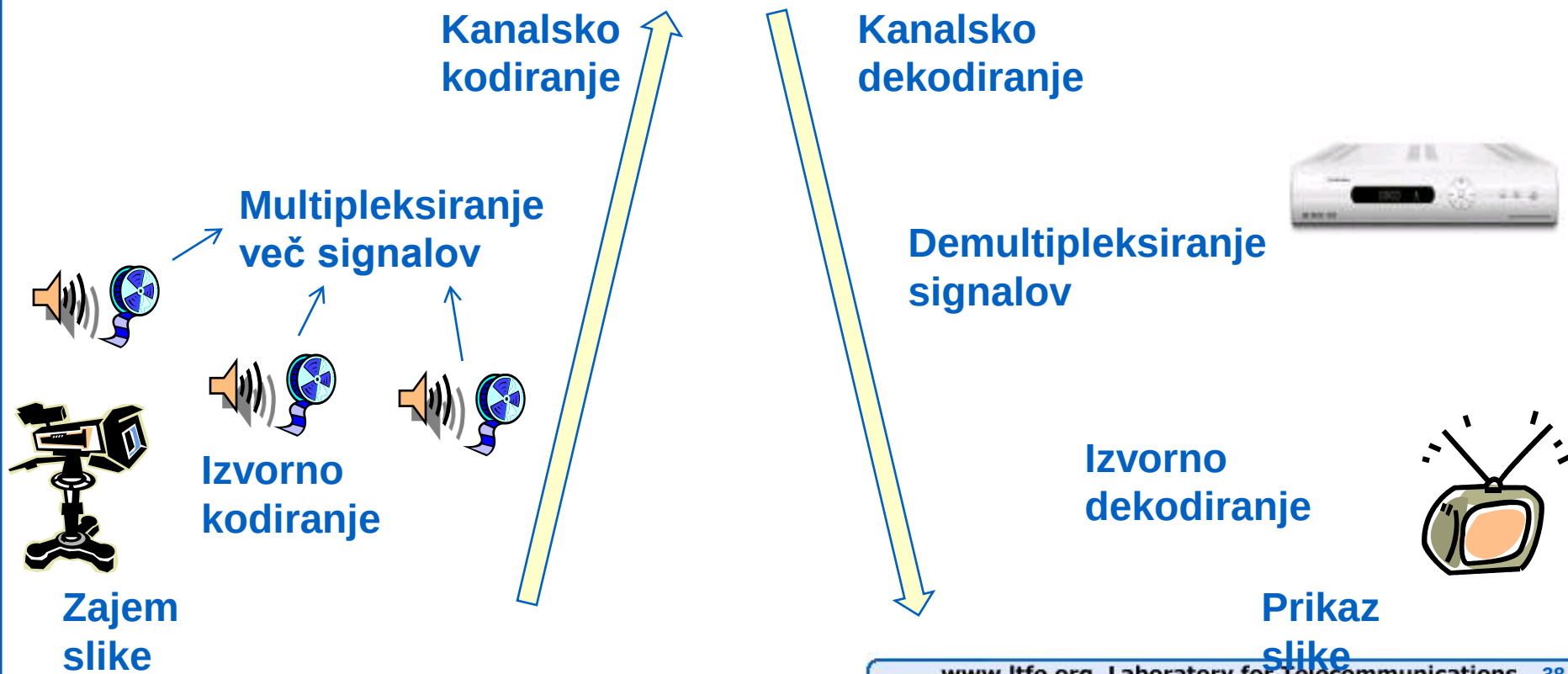




Od kamere to televizorja



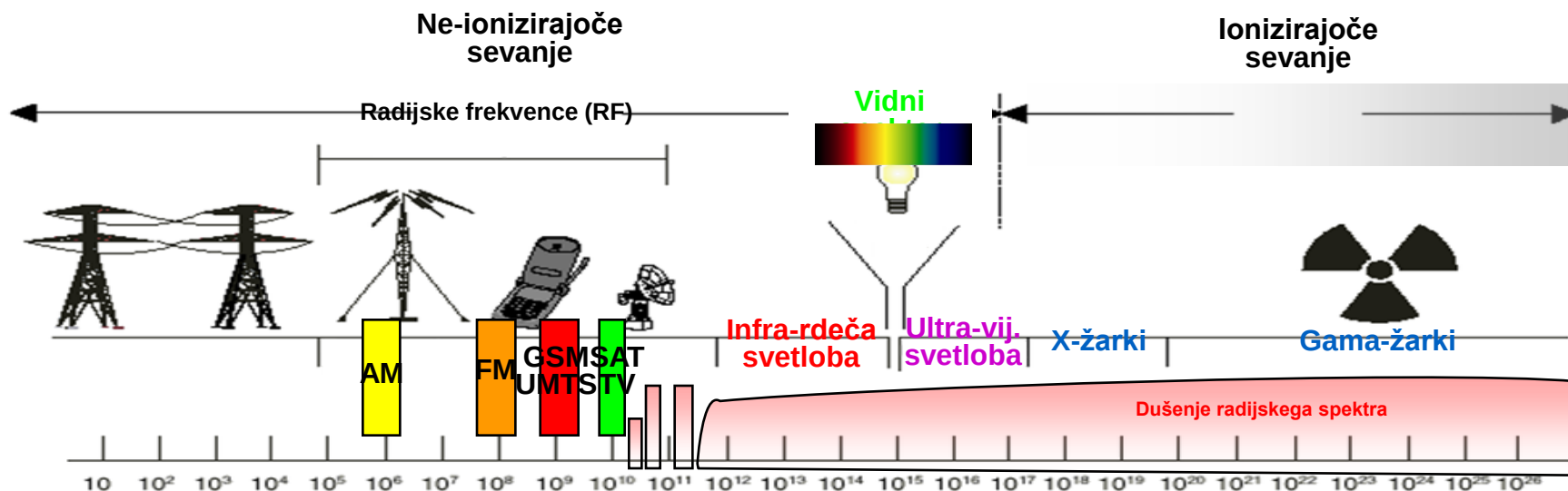
Modulacije in
prenos signala





Modulacije

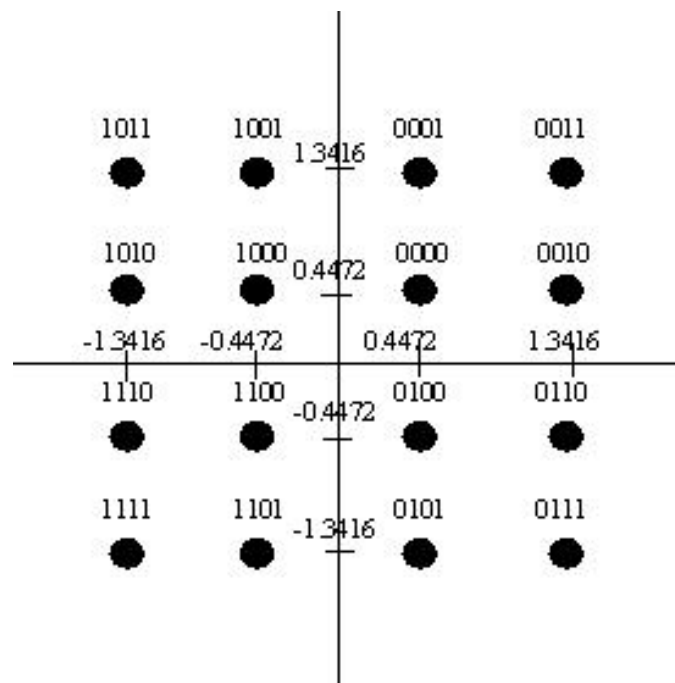
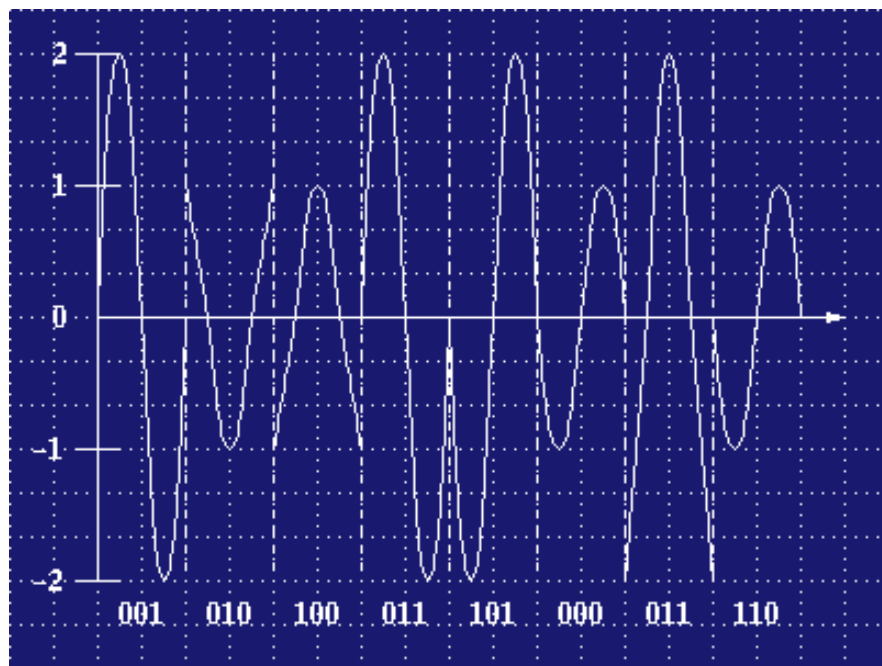
- Vsak signal digitalni ali analogni se prenaša kot elektromagnetno valovanje
- Prenosne poti so različne zato različni pristopi za prizemsko, satelitsko, kabelsko oddajanje





Modulacije

- Vsak signal digitalni ali analogni se prenaša kot elektromagnetno valovanje
- Prenosne poti so različne zato različni pristopi za prizemsko, satelitsko, kabelsko oddajanje





DVB-X (Digital Video Broadcasting)

- Družina standardov pod okriljem “DVB Project” konzorcija
- Standardizacija v okviru JTC, ETSI, CENELEC in EBU
- Definirajo transportne mehanizme (1. in 2. OSI sloj)
 - struktura podatkovnih okvirjev
 - različne modulacijske sheme
 - kanalsko kodiranje (zaznava in odpravljanja napak pri prenosu)
- Uporabljeni kompresijski postopki
 - Video
 - MPEG-2
 - MPEG-4avc
 - Audio
 - MP3
 - AC-3
 - AAC
 - HE-AAC
- Možnost povratnega kanala (DVB-RCT)
- Prenos DVB vsebin preko omrežij IP (DVB-IPTV)



DVB-T/T2 (Terrestrial)

- Prenos MPEG 2 TS
- OFDM modulacija
 - QPSK, 16QAM, 64QAM
 - FEC
 - 2k (1705) ali 8k (6817)
 - guard interval (e.g. 1/4)
 - coding rate (e.g. 2/3)
 - 6, 7, ali 8 MHz širina kanala
- DVB-T/2 -> povečanje pasovne širine
 - boljši parametri modulacije
 - cca. 30% povečanje prenosne zmogljivosti

Available bitrates (Mbit/s) for a DVB-T system in 8 MHz channels					
Modulation	Coding rate	Guard interval			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4.976	5.529	5.855	6.032
	2/3	6.635	7.373	7.806	8.043
	3/4	7.465	8.294	8.782	9.048
	5/6	8.294	9.216	9.758	10.053
	7/8	8.709	9.676	10.246	10.556
16-QAM	1/2	9.953	11.059	11.709	12.064
	2/3	13.271	14.745	15.612	16.086
	3/4	14.929	16.588	17.564	18.096
	5/6	16.588	18.431	19.516	20.107
	7/8	17.418	19.353	20.491	21.112
64-QAM	1/2	14.929	16.588	17.564	18.096
	2/3	19.906	22.118	23.419	24.128
	3/4	22.394	24.882	26.346	27.144
	5/6	24.882	27.647	29.273	30.160
	7/8	26.126	29.029	30.737	31.668

	DVB-T	DVB-T2
FEC	Convolutional Coding + Reed Solomon 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC + BCH 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
Modes	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
Guard Interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/256, 1/8, 19/128, 1/16, 1/32, 1/128
FFT size	2k, 8k	1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k
Scattered Pilots	8% of total	1%, 2%, 4%, 8% of total
Continual Pilots	2.6% of total	0.35% of total

Vir informacij:

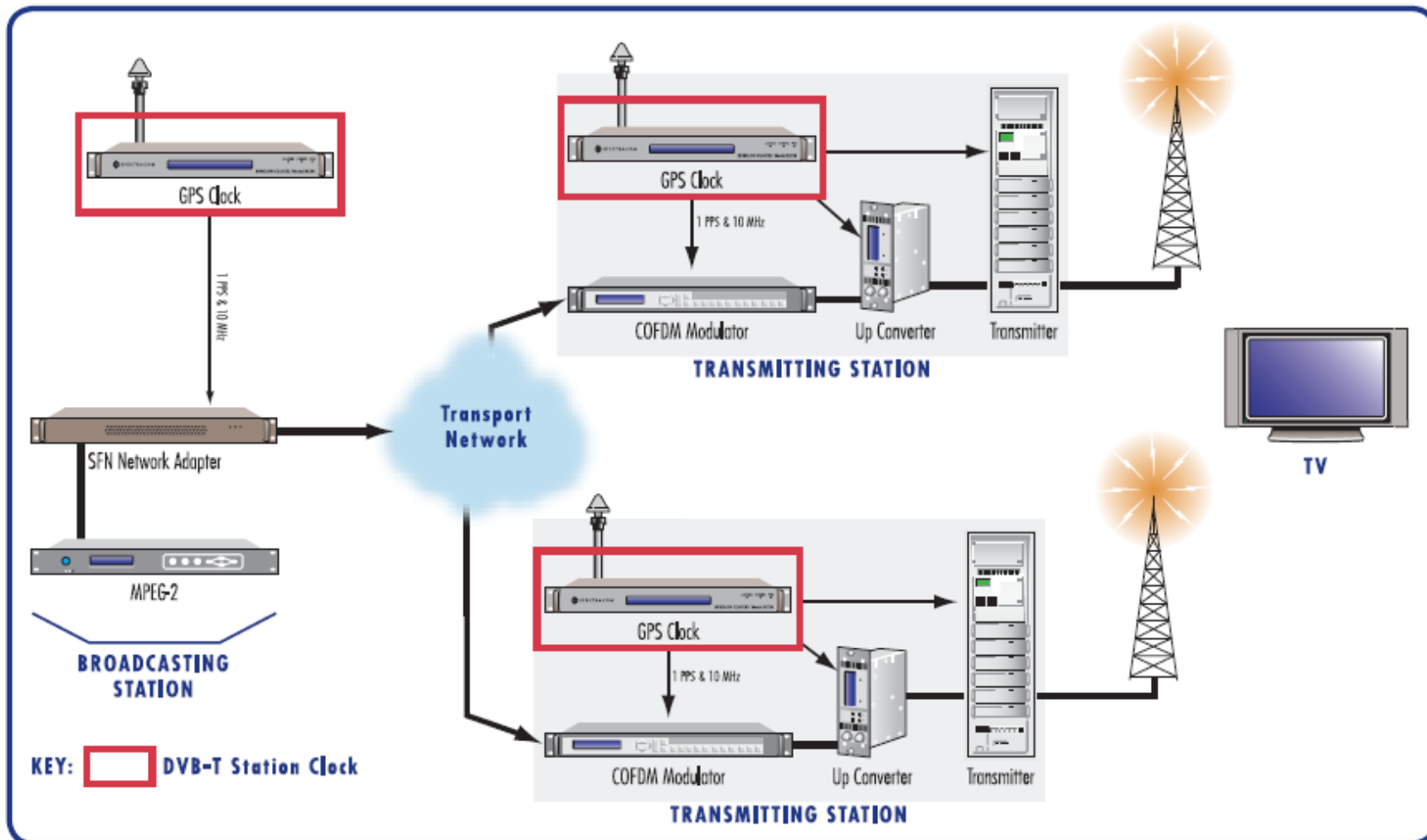
http://www.dvb.org/technology/fact_sheets/



DVB-T/T2

■ Enofrekvenčno omrežje (Single Frequency Network, SFN)

DVB-T Single Frequency Network Architecture





DTT v Sloveniji

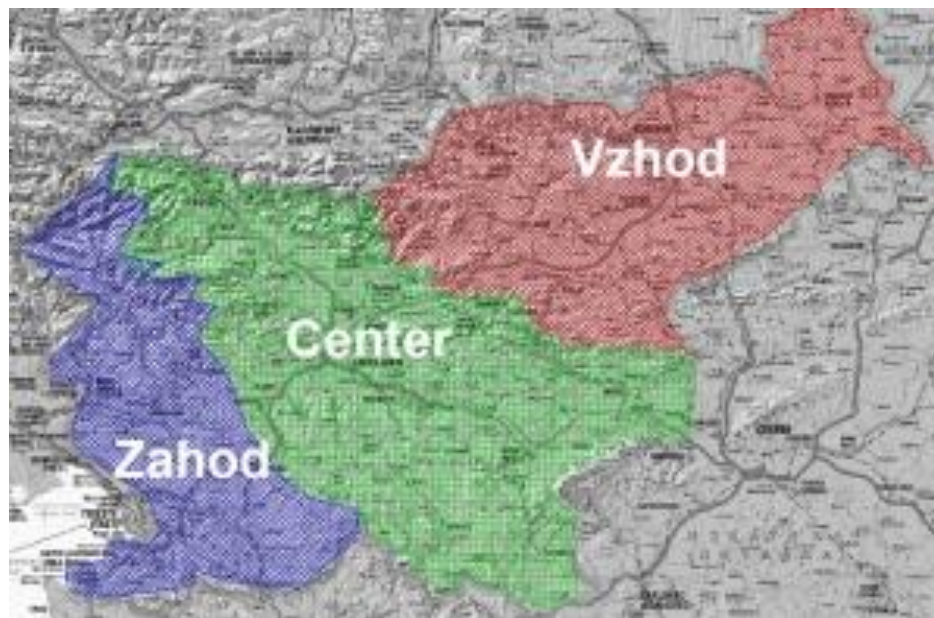
■ Multipleks

- “Multipleks je paket programov in drugih storitev, ki jih oddaja digitalni oddajnik. Pri analogni televiziji oddajnik oddaja samo en program in zaseda celotno širino televizijskega kanala.”

Vir: <http://dvb-t.apek.si/multipleks>

■ Multipleks A

- TVSLO 1
- TVSLO 2
- TVSLO 3
- TeleM (vzhod)
- TV Koper (zahod)
- POP TV
- Kanal A
- ViaSat3
- Primorka (zahod)
- VašKanal (center)
- RTS (vzhod)



■ DVB-T v Sloveniji

- ugašanje analogne oddaje TV do konca 2010
- vpeljava MPEG-4 video kompresije



Tehnični parametri DVB-T v SLO

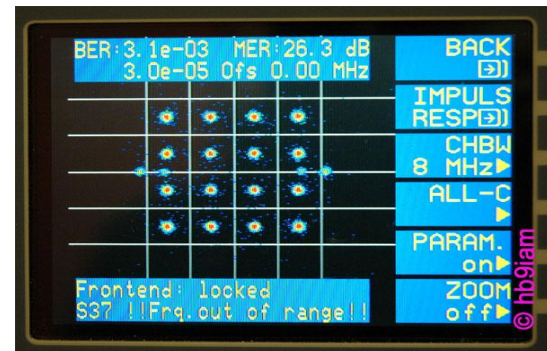
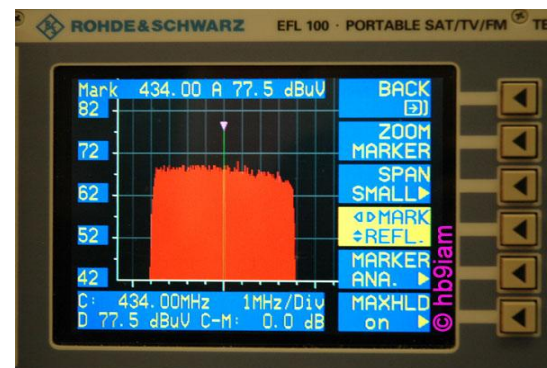
■ Izvleček iz standarda EN 300 744

	2k mode	8 k mode
Maxcarriers	1705	6817
Carriers for Data	1512	6048
Pilots	192	768
TSP channels	17	68
Carrier spacing/symbol rate	4464 Hz	1116 Hz
Symbol duration	224 μs	896 μs
Guard interval (delay tolerance)	7..56 μs	28 μs..224 μs
Bitrate,max.	26.1 Mb/s	31.7 Mb/s
Transmission distance	16.8 km	8.4 km
Required Carrier/noise ratio	27.9 dB	27.9 dB

- **Zvok: MPEG-1 layer II** (Musicam ISO/IEC 11172-3)
- **Slika: MPEG-4 part 10** (AVC, H.264, ISO IEC 14496-10)
- <http://igorfunar.com/dvb-t/slovenia/multiplex-a-transport-stream-analysis>

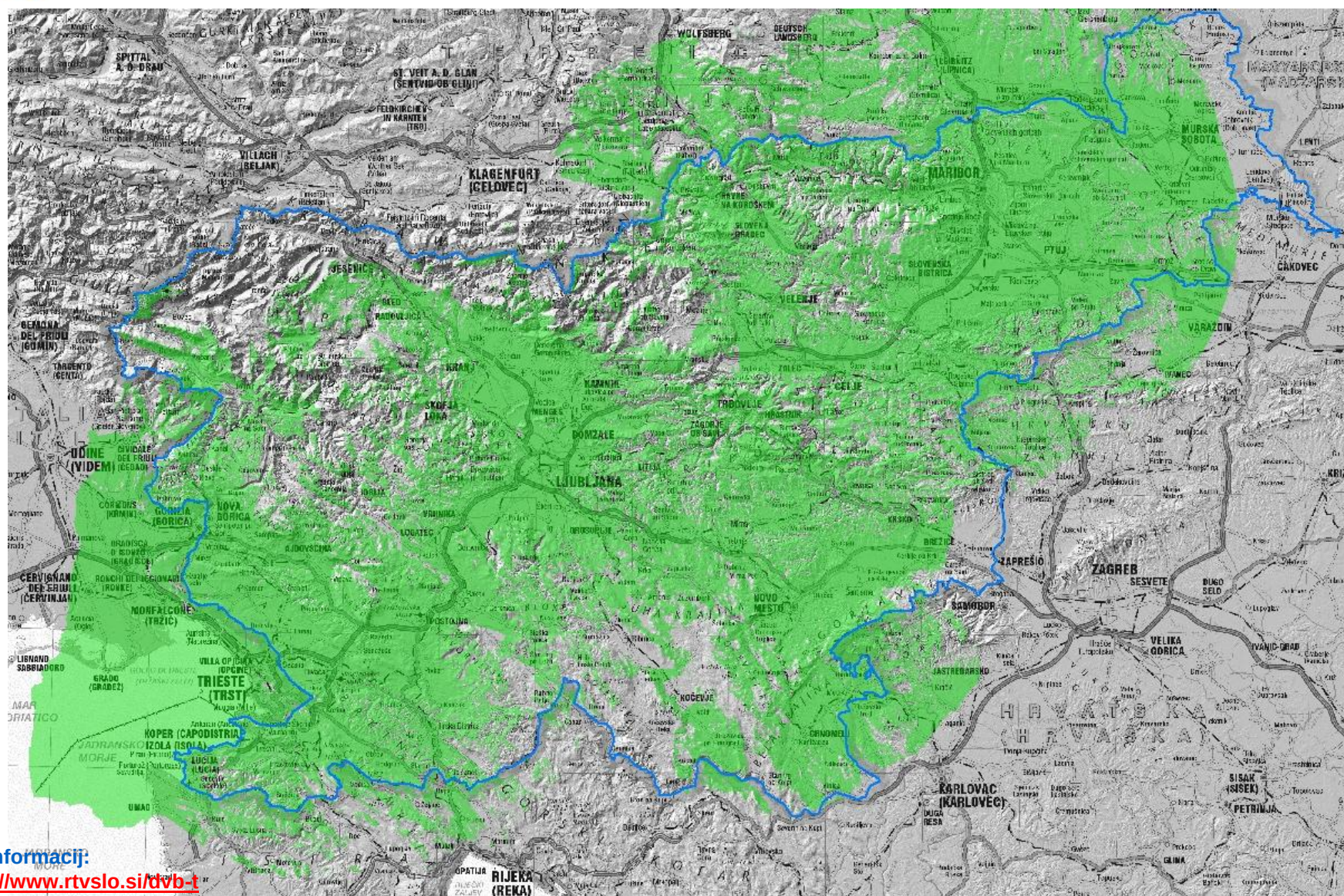
Bitna hitrost (Bitrate):	19,91 Mb/s
Kodno razmerje (FEC):	2/3
Zaščitni interval (Guard interval):	1/4
Način dela (Mode):	8k
Modulacija:	64 QAM

Parametri DVB-T oddaje na RTV SLO multipleks A





DVB-T SD pokritost



Vir informacij:

<http://www.rtvsl.si/dvb-t>

http://dvb-t.apek.si/pokritost_s_signalom



HDTV

- DVB-T
- MPEG-4avc video kompresija
- HDTV oddajanje
 - kanal 26 – RTV SLO 1

DVB-T signal

Kanal / Frekvenca:	26 / 514 MHz
Bitna hitrost (Bitrate):	22,12 Mbit/s
Kodno razmerje (FEC):	2/3
Zaščitni interval (Guard interval):	1/8
Način dela (Mode):	8k
Modulacija:	64 QAM

Video

Kodiranje:	MPEG4/AVC ITU-T H.264/AVC ISO/IEC 14496-10
Format slike:	16:9
Ločljivost slike:	1080i/25 (1920x1080)

Audio - stereo par

Kodiranje:	MPEG-1 Layer II ISO/IEC 11172-3
Bitna hitrost:	192 kbit/s
Način:	stereo

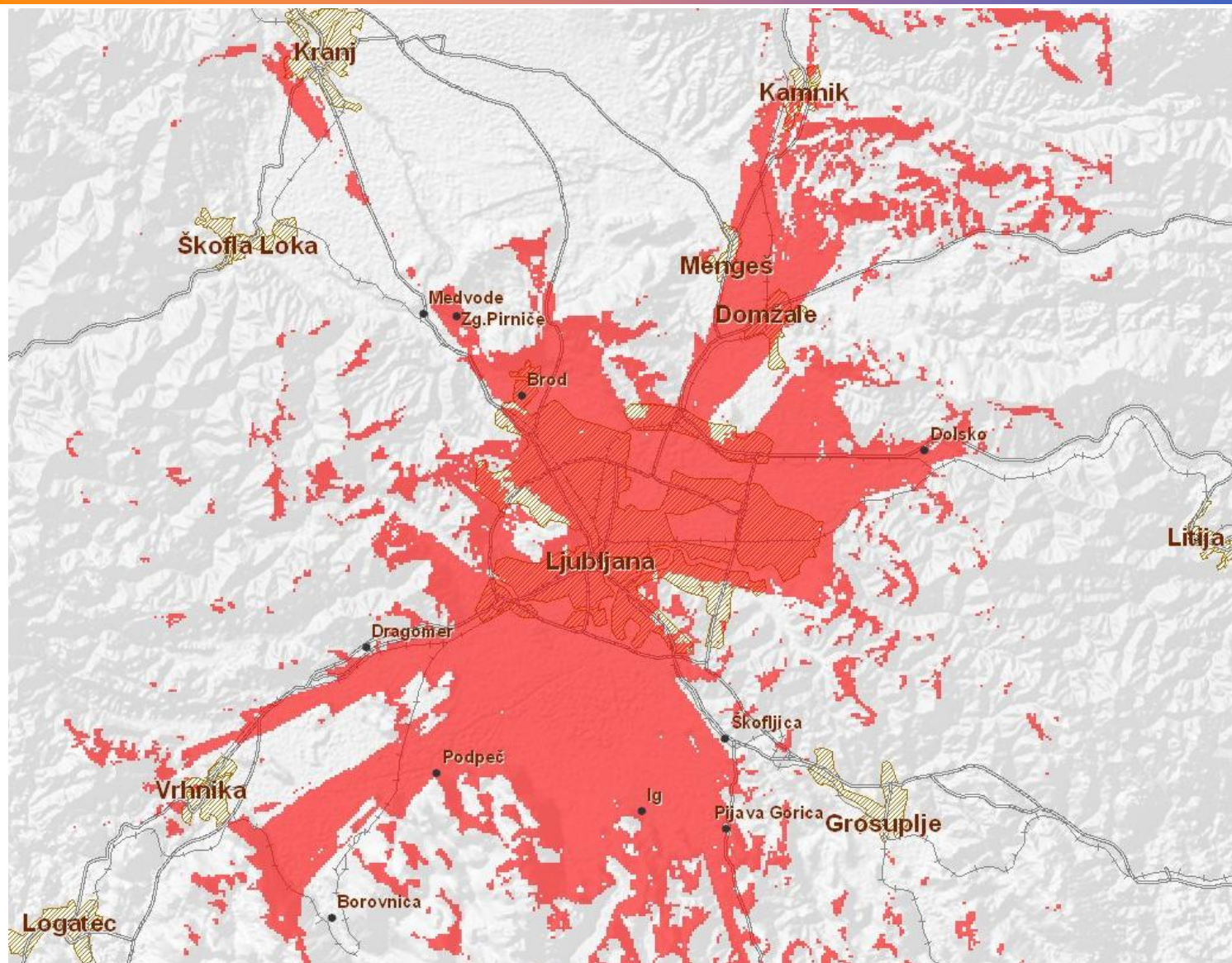
Audio - Dolby

Kodiranje:	dolby digital (AC3) 2.0
Bitna hitrost:	384 kbit/s
Način:	3/2L (5.1 kanalov)

Vir: <http://www.rtv slo.si/dvb-t>



HDTV pokritost signala





Oddajniki DVB-T v Sloveniji

ZAHOD			CENTER			VZHOD		
ODDAJNA TOČKA	CH	ERP (kW)	ODDAJNA TOČKA	CH	ERP (kW)	ODDAJNA TOČKA	CH	ERP (kW)
NANOS (*)	51	200	KRVAVEC	37	2	PLEŠIVEC	66	25
KUK	31	5	KRIM	37	2	POHORJE	66	100
SKALNICA	51	5	LJUBLJANA 3 (ŠANCE)	37	0.2	BOČ	66	5
TRSTELJ	31	5	LOGATEC	37	0.2	MARIBOR 6 (TEZNO)	66	0.5
SLAVNIK	51	5	KUM	45	5			
TINJAN	67	5	TRDINOV VRH	45	20			
BELI KRIŽ	51	5	KOČEVJE (*)	45	1			
KOŠANA (*)	51	0.2	JEVNICA 1 (*)	37	0.25			
GRAHOVO (*)	31	0.2	VOGEL (*)	37	0.2			

(*) še ne obratuje

Vir: http://dvb-t.apek.si/multipleks_a





DVB-T terminalna oprema



■ <http://dvb-t.apek.si/sprejemniki>

Seznam ustreznih samostojnih DVB-T sprejemnikov (»Set Top Box«)

SD/HD	Proizvajalec	Tip sprejemnika/ št. modela	Dobavitelj
SD	Homecast	SDTV / T3100 CO	Pinosat s.p.

Seznam ustreznih integriranih DVB-T televizorjevSD/HD

SD/HD	Proizvajalec	Tip sprejemnika/ št. modela	Dobavitelj
SD	Philips	iDTV /Serija 3, modeli sprejemnikov : 19PFL3404H/12 22PFL3404H/12 26PFL3404H/12 32PFL3404H/12 42PFL3604H/12	Philips Slovenija, d.o.o.
		iDTV /Serija 5,7,8,9, modeli sprejemnikov : 19PFL3604H/12 32PFL9604H/12 19PFL5404H/12 37PFL5604H/12 19PFL5604H/12 37PFL8404H/12 22PFL5404H/12 37PFL8654H/12 22PFL5414H/12 37PFL8684H/12 22PFL5604H/12 37PFL8694H/12 22PFL5614H/12 37PFL9604H/12 26PFL5604H/12 40PFL8664H/12 27PFL5404H/12 40PFL9704H/12 27PFL5604H/12 40PFL9904H/12 32PFL3904H/12 42PFL5604H/12 32PFL5404H/12 42PFL5624H/12 32PFL5454H/12 42PFL5654H/12 32PFL5464H/12 42PFL5664H/12 32PFL5474H/12 42PFL5684H/12	



HDx oznake



Oznaka za naprave za prikazovanje (vključno z integriranimi TV sprejemniki, monitorji in projektorji) na katere lahko priključimo in ki lahko procesirajo ter prikažejo signale visoke razločljivosti 720p in 1080i. **Za sprejem radiodifuznih HDTV programov potrebujejo te naprave zunanji HDTV »set top box«, ki zna take signale sprejeti in dekodirati.**



Oznaka za televizijske sprejemnike (vključno s »set top box-i« in integriranimi digitalnimi TV sprejemniki), ki lahko sprejemajo in dekodirajo HD signale (720p, 1080i) prek kabla, satelita ali prizemne radiodifuzije.



Oznaka za naprave za prikazovanje (vključno z integriranimi TV sprejemniki, monitorji in projektorji) na katere lahko priključimo in ki lahko procesirajo ter prikažejo poleg signalov visoke razločljivosti 720p in 1080i tudi razločljivost 1080p. Naprave z oznako HD Ready 1080p imajo razločljivost prikaza (zaslona) 1920 x 1080. **Za sprejem radiodifuznih HDTV programov potrebujejo te naprave zunanji HDTV »set top box«, ki zna take signale sprejeti in dekodirati.**



Oznaka za televizijske sprejemnike HD Ready 1080p, ki lahko sprejemajo in dekodirajo HD signale (720p, 1080i, 1080p) prek kabla, satelita ali prizemne radiodifuzije. Naprave z oznako HD TV 1080p imajo razločljivost prikaza (zaslona) 1920 x 1080.

Vir: http://dvb-t.apek.si/kaksen_hdtv_sprejemnik_izbrati



DVB-T po svetu

Country	Population (million)	DVB-T Services Launched	Receivers Sold (million to nearest 0.5)
United Kingdom	60	1998 (2002 Freeview)	27
France	64	2005	8 (includes rentals)
Germany	82	2002	8
Spain	45	2000	8
Italy	59	2004	6.5
Australia	21	2001	2.5
Taiwan	30	2005	2.5

DVB-T trgi, april 2008. Vir: www.dvb.org/technology/fact_sheets/



DVB-S/S2 (Satellite)

■ DVB-S

- digitalni satelitski broadcast
- MPEG-2 TS

■ DVB-S2

- večja pasovna širina prenosa (cca. 30%)
- kompatibilnost z DVB-S

■ UHDTV-prenos preko 2xDVB-S2 transponderjev

Satellite EIRP (dBW)	51		53.7	
System	DVB-S	DVB-S2	DVB-S	DVB-S2
Modulation & Coding	QPSK 2/3	QPSK 3/4	QPSK 7/8	8PSK 2/3
Symbol Rate (Mbaud)	27.5 ($\alpha = 0.35$)	30.9 ($\alpha = 0.0$)	27.5 ($\alpha = 0.35$)	29.7 ($\alpha = 0.25$)
C/N (in 27.5MHz) (dB)	5.1	5.1	7.8	7.8
Useful Bitrate (Mbit/s)	33.8	46 (gain = 36%)	44.4	58.8 (gain = 32%)
Number of SDTV Programmes	7 MPEG-2 15 AVC	10 MPEG-2 21 AVC	10 MPEG-2 20 AVC	13 MPEG-2 26 AVC
Number of HDTV Programmes	1-2 MPEG-2 3-4 AVC	2 MPEG-2 5 AVC	2 MPEG-2 5 AVC	3 MPEG-2 6 AVC

Vir: http://www.dvb.org/technology/fact_sheets/



DVB-C/C2 (Cable)

- Digitalni broadcast prenos preko kabelskih omrežij
- DVB-C2

- v nastajanju
- večja pasovna širina
- nove storitve (e.g. VoD)

Modulation	Bandwidth (MHz)				
	2	4	6	8	10
16QAM	6,41	12,82	19,23	25,64	32,05
32QAM	8,01	16,03	24,04	32,05	40,07
64QAM	9,62	19,23	28,85	38,47	48,08
128QAM	11,22	22,44	33,66	44,88	56,10
256QAM	12,82	25,64	38,47	51,29	64,11

Pasovna širina pri DVB-C/kanal (Mbit/s)

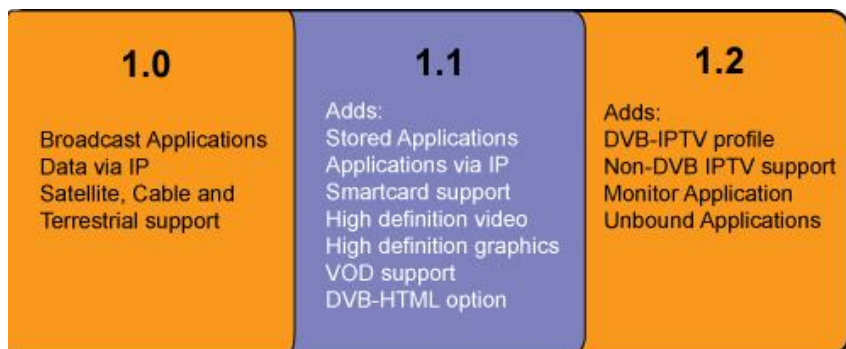
	DVB-C	DVB-C2
Input Interface	Single Transport Stream (TS)	Multiple Transport Stream and Generic Stream Encapsulation (GSE)
Modes	Constant Coding & Modulation	Variable Coding & Modulation and Adaptive Coding & Modulation
FEC	Reed Solomon (RS)	LDPC + BCH or RS
Interleaving	Bit-Interleaving	Bit- Time- and Frequency-Interleaving
Pilots	No	Yes
Modulation	Single carrier QAM	COFDM or single carrier QAM
Modulation Schemes	16- to 256-QAM	16- to 4096-QAM

Vir: http://www.dvb.org/technology/fact_sheets/



Storitive

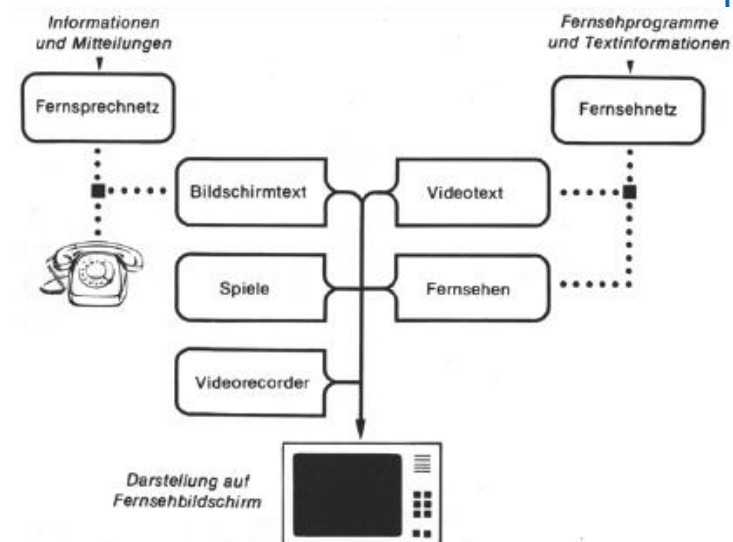
- Linearna digitalna televizija
- Lokalni PVR
- VoD – DVB-C/C2
 - preko DOCSIS IP paketne povezave (klasični IPTV)
 - preko neposredno QAM kabelskega kanala
- EPG/ESG (Electronic Program/Service Guide)
- Interaktivne storitve – platforma MHP
 - MHP (Multimedia Home Platform)– na Javi osnovan middleware za potrebe DVB
 - GEM (Globally Executable MHP) – jedro MHP, brez specifik DVB





Začetki interaktivne TV

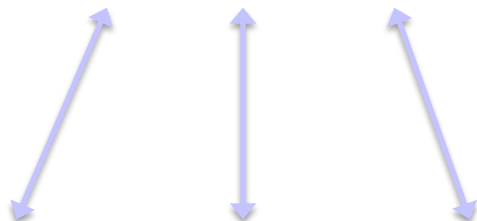
- **1983: Bildschirmtext (“BTX”)**
 - Podatkovni prenos preko telefonskega omrežja
 - Posebna strojna oprema
 - Nemčija (do 2001), Avstrija, Švica



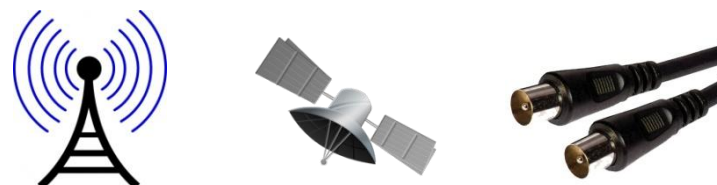


Internet + televizija

Internet



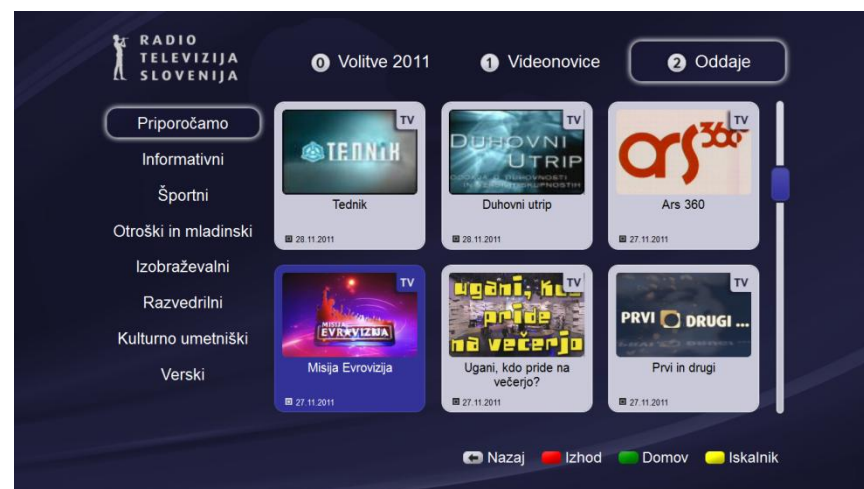
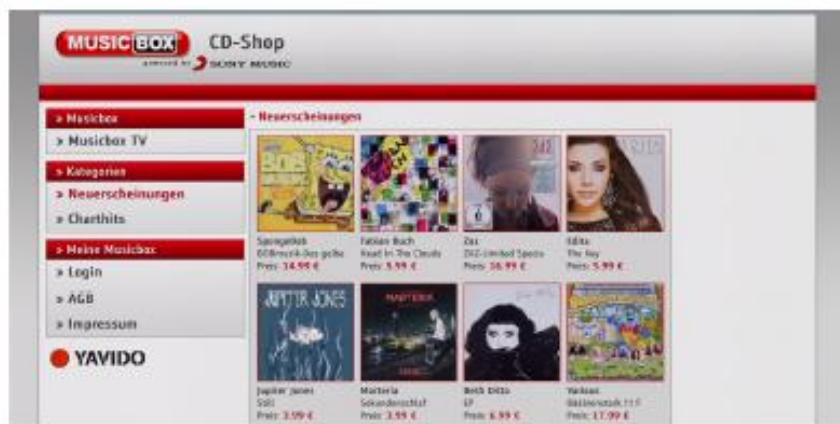
Televizija



ITV ≠ TV + PC

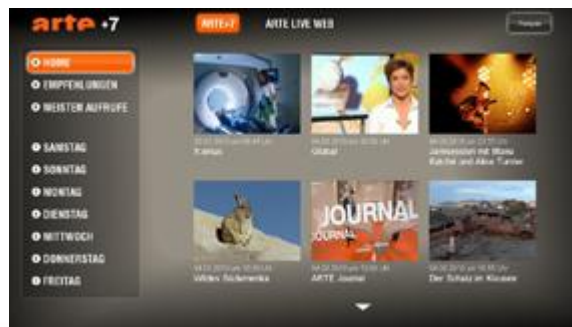
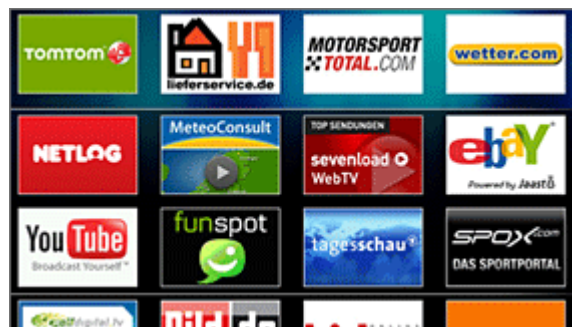


ITV - primeri



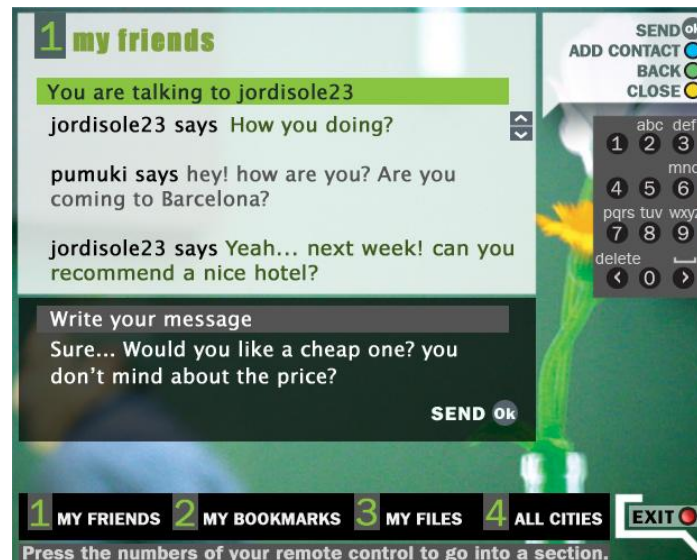
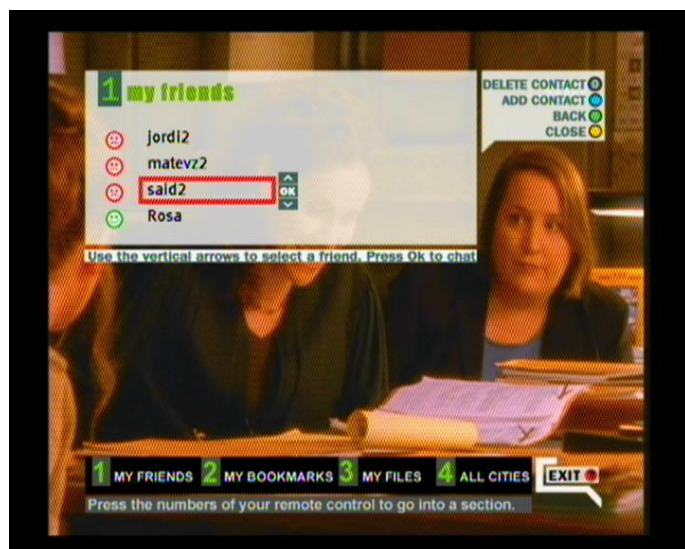
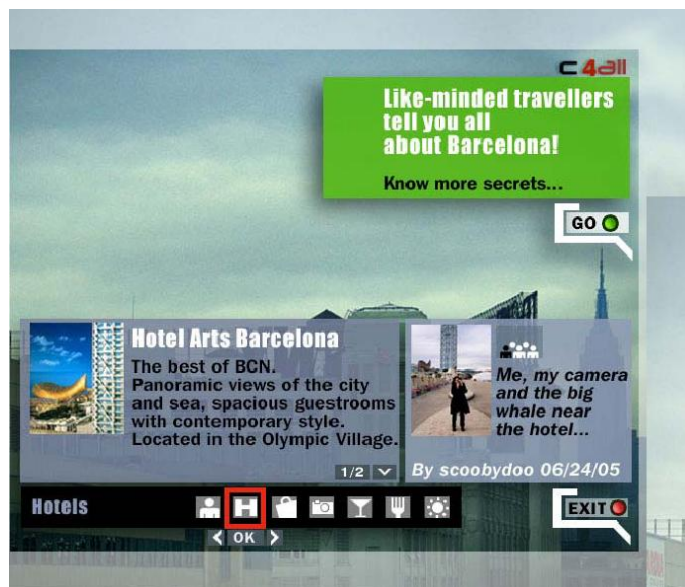


iTV - primeri





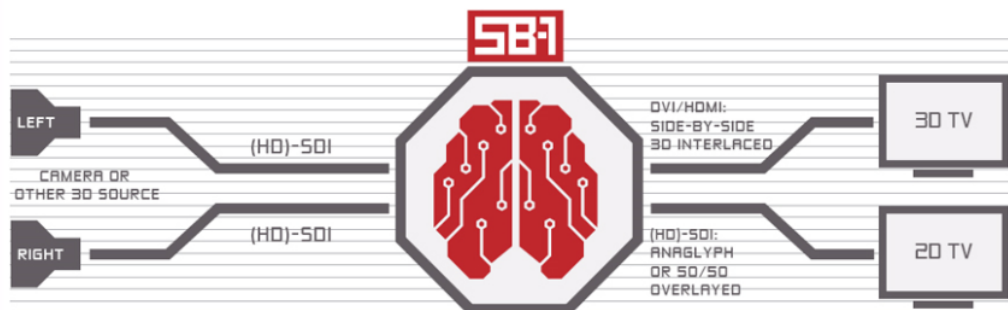
MHP primer





Stereovizija ("3D")

- Načini gledanja
 - posebni televizorji: ločene vrstice za sliko enega in drugega očesa
 - očala (polarizacijska, barvna)
- Procesiranje standardnih video posnetkov in predelava v 3D
- Nekateri STB že podpirajo prikaz: Sagem
 - uporaba DVB-T2 za oddajanje 2 hkratnih signalov
- Kvaliteta zaenkrat še ne prepriča čisto
- Kamere, procesiranje in oddajanje v živo
 - Stereobrain (www.inition.co.uk/stereobrain)





Hvala za pozornost!

- Vprašanja?