

# **Digitální televize a rozhlas -2**

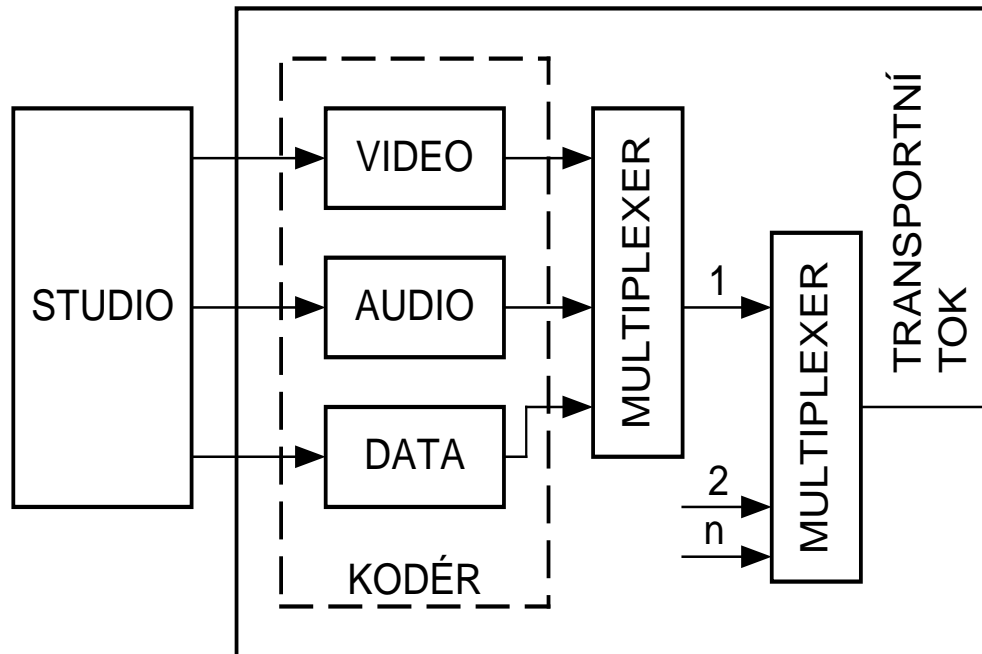
**Princip projektu digitální televize  
DVB a DVB2**

**Komprese videosignálu MPEG-2**

# DVB – Digital Video Broadcasting

Projekt evropské digitální televize, 1993

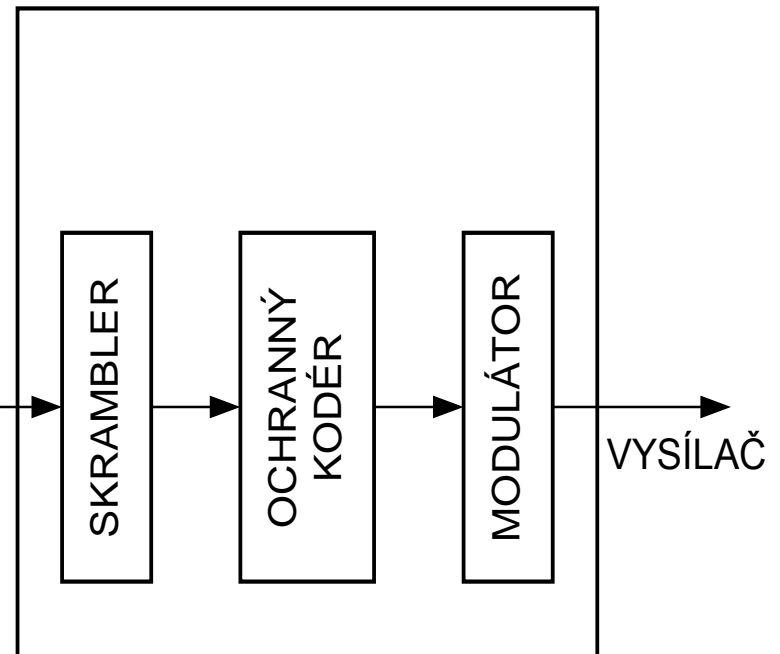
## ZDROJOVÉ KÓDOVÁNÍ



MPEG-2

H.264, H.265

## KANÁLOVÉ KÓDOVÁNÍ



DVB

DVB - S, T, C

DVB – S2,T2,C2

# Informační obsah obrazu a jeho komprese

**Komprese bezztrátová (lossless)**

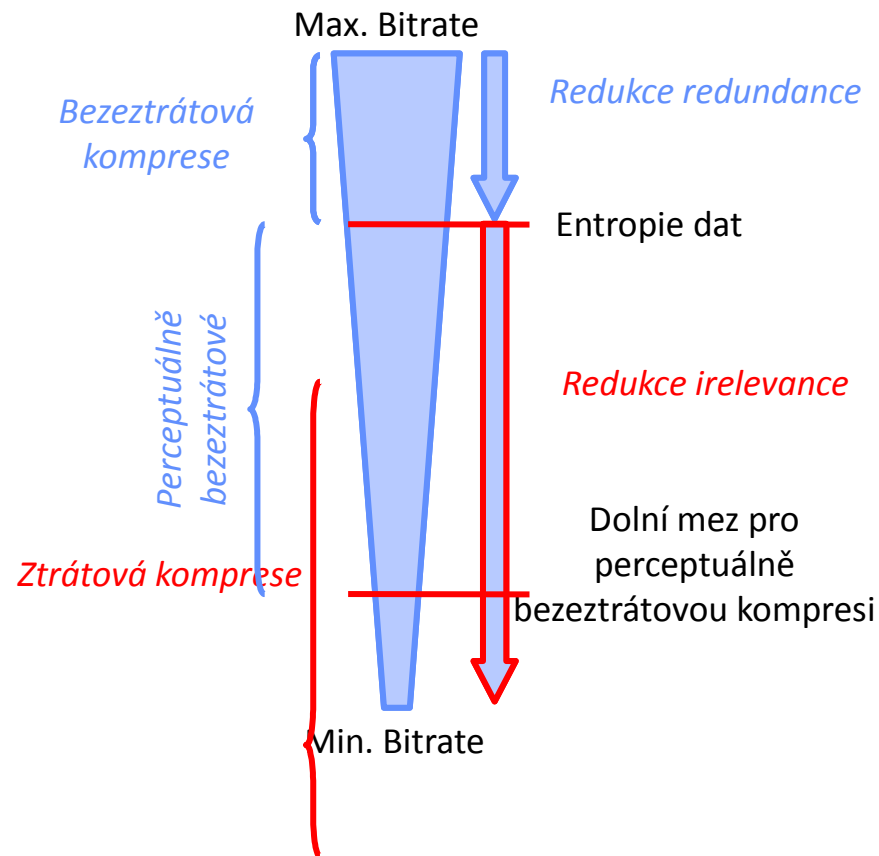
**Komprese ztrátová (lossy)**

**Informační obsah symbolu  
zprávy**

$$h(a_i) = \log_2 \frac{1}{w_i}$$

**Entropie celé zprávy**

$$H(A) = \sum_{a_i} w_i h(a_i) = \sum_{a_i} w_i \log_2 \frac{1}{w_i} = - \sum_{a_i} w_i \log_2 w_i \text{ [bits]}$$



**Kompresa MPEG-2**

**Zdrojové kódování SDTV**

# Kompresní standardy

*ITU-T* Video Coding Experts Group (*ITU-T – VCEG*)  
(H.261, H.263) - telekomunikace, nízké bitové toky

## **ISO Moving Picture Experts Group (ISO/IEC – MPEG)**

**1993    MPEG-2    (H.262)**

*ITU-T/ISO* Joint Video Team (*JVT*)

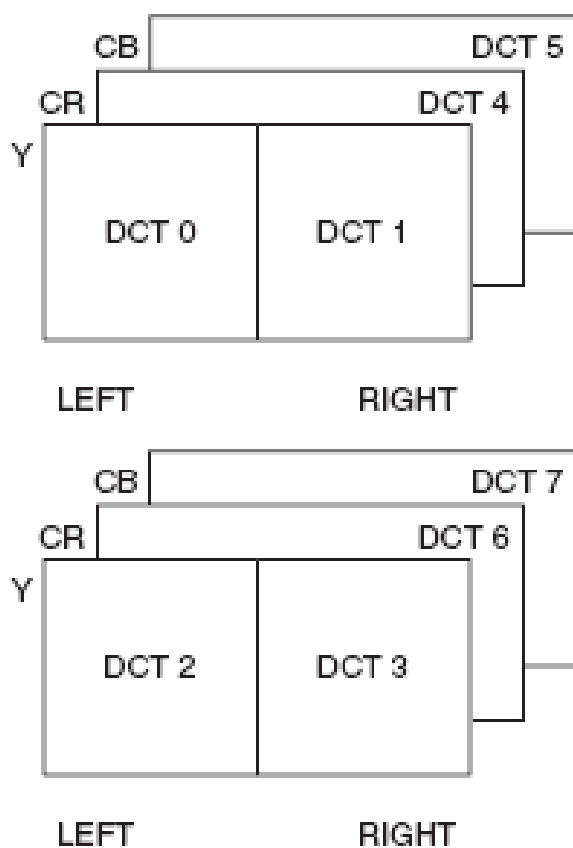
2003    MPEG-4/10    H.264    AVC

***ITU-T/ISO*** Joint Collaborative Team on Video Coding (***JCT-VC***)

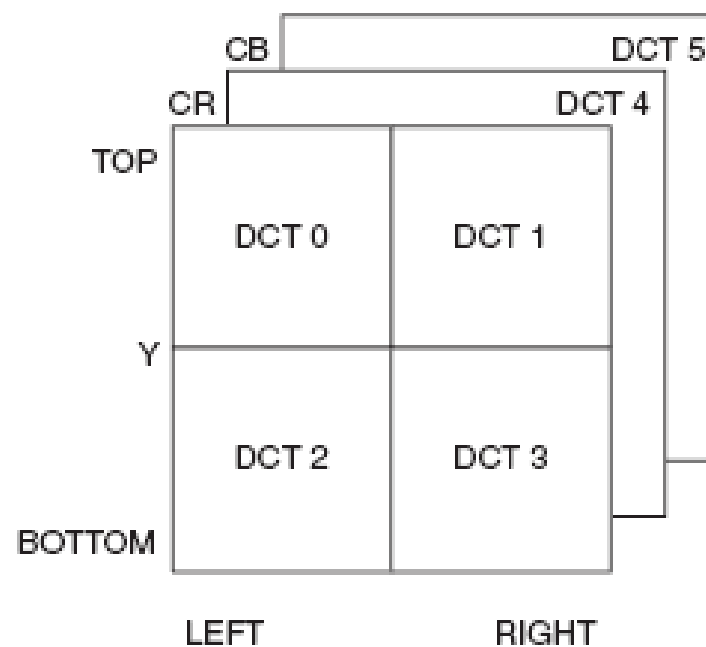
2013    (MPEG-H)    **H.265    HEVC**

# Chrominanční formáty

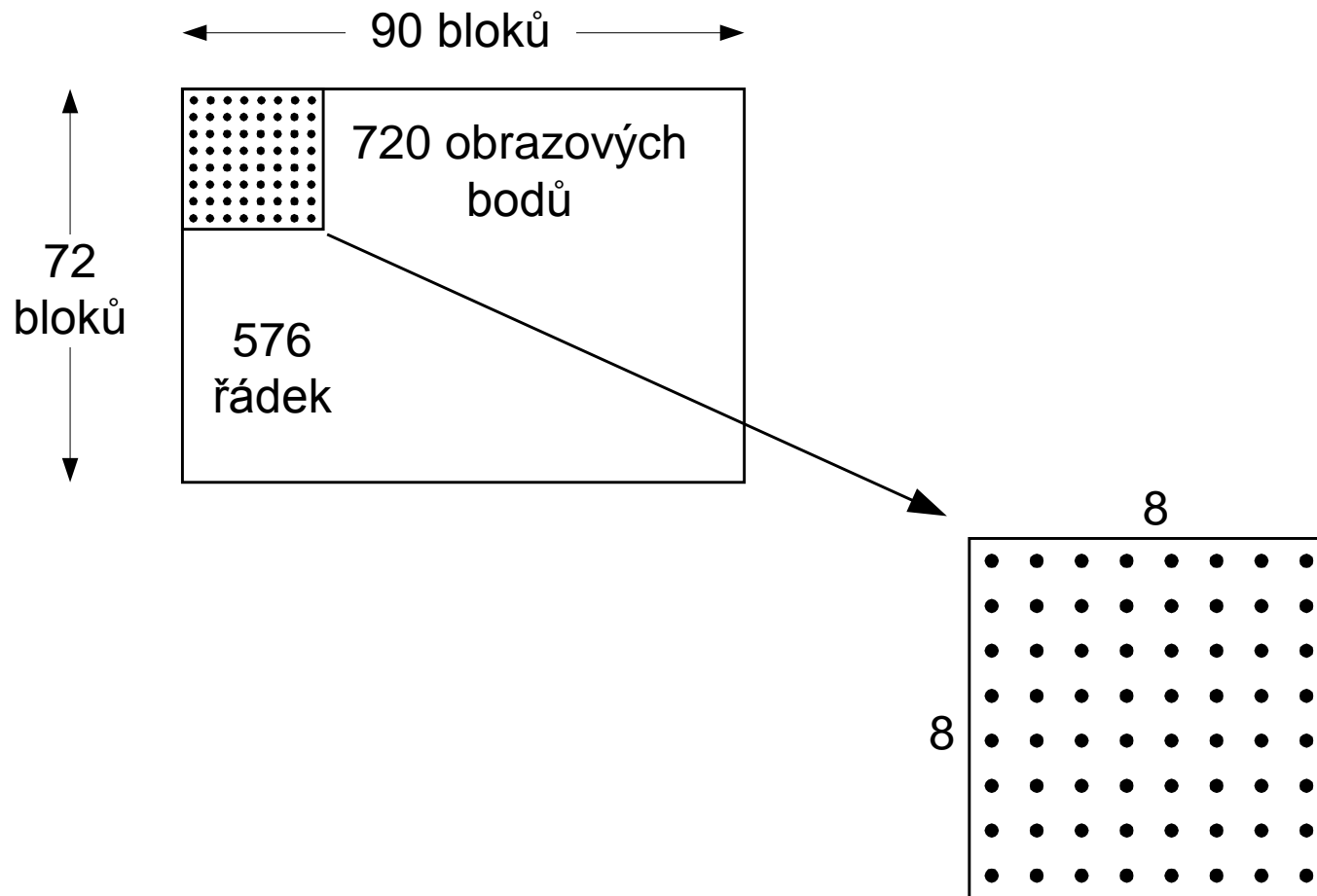
4 : 2 : 2



4 : 2 : 0



# Rozklad snímku do bloků



# Diskrétní kosinová transformace

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u) C(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) \cos \frac{(2x+1)\pi}{16} u \cos \frac{(2y+1)\pi}{16} v$$

kde

$x, y$

- indexy (souřadnice) jednotlivých prvků  
obrazového bloku,

$u, v$

- indexy spektrálních koeficientů,

$f(x, y)$

- amplitudy prvků obrazového bloku,

$F(u, v)$

- amplitudy spektrálních koeficientů a

$C(u), C(v)$

- normalizační konstanty

120	116	116	109	105	103	97	92
123	120	117	112	111	104	101	95
129	125	120	115	113	108	106	101
132	128	121	117	117	112	107	105
133	128	127	123	119	112	108	104
138	132	129	124	120	119	112	108
140	136	130	126	124	121	114	114
141	141	135	132	125	124	117	114

**DCT**

→

946	72,6	-1,17	8,82	-0,63	-0,17	1,43	0,95
-54,5	-0,88	-1,29	0,12	-0,70	1,14	-0,76	3,61
-1,73	0,20	-1,44	-1,38	-2,60	0,12	0,91	-1,79
-8,19	0,61	-1,98	0,07	-0,08	1,76	2,97	0,62
-0,88	1,01	-1,88	-1,57	-0,37	0,23	0,36	-0,88
-0,09	-1,93	3,75	1,67	0,48	-1,95	1,09	-0,74
1,39	0,86	0,66	-0,02	-2,05	-1,86	0,91	-1,03
-0,87	0,52	-0,72	-1,72	0,68	0,96	-0,13	0,77



# Kvantizace DCT koeficientů

946	72,6	-1,17	8,82	-0,63	-0,17	1,43	0,95
-54,5	-0,88	-1,29	0,12	-0,70	1,14	-0,76	3,61
-1,73	0,20	-1,44	-1,38	-2,60	0,12	0,91	-1,79
-8,19	0,61	-1,98	0,07	-0,08	1,76	2,97	0,62
-0,88	1,01	-1,88	-1,57	-0,37	0,23	0,36	-0,88
-0,09	-1,93	3,75	1,67	0,48	-1,95	1,09	-0,74
1,39	0,86	0,66	-0,02	-2,05	-1,86	0,91	-1,03
-0,87	0,52	-0,72	-1,72	0,68	0,96	-0,13	0,77

□ □

$$F^Q(u, v) = \frac{F(u, v)}{Q(u, v)}$$

1	1	1	1	2	3	4	5
1	1	1	2	2	5	5	4
1	1	1	2	3	5	6	4
1	1	2	2	4	7	6	5
1	2	3	4	5	9	8	6
2	3	4	5	6	8	9	7
4	5	6	7	8	10	10	8
6	7	8	8	9	8	8	8

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

946	73	-1	9	0	0	0	0
-54	-1	-1	0	0	0	0	1
-2	0	-1	-1	-1	0	0	0
-8	1	-1	0	0	0	0	0
-1	1	-1	0	0	0	0	0
0	-1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

## Příklad aplikace DCT transformace a kvantizace

120	116	116	109	105	103	97	92
123	120	117	112	111	104	101	95
129	125	120	115	113	108	106	101
132	128	121	117	117	112	107	105
133	128	127	123	119	112	108	104
138	132	129	124	120	119	112	108
140	136	130	126	124	121	114	114
141	141	135	132	125	124	117	114

Blok obrazových bodů (8 bitů)

946	72,6	-1,17	8,82	-0,63	-0,17	1,43	0,95
-54,5	-0,8	-1,29	0,12	-0,70	1,14	-0,76	3,61
-1,73	0,20	-1,44	-1,38	-2,60	0,12	0,91	-1,79
-8,19	0,61	-1,98	0,07	-0,08	1,76	2,97	0,62
-0,88	1,01	-1,88	-1,57	-0,37	0,23	0,36	-0,88
-0,09	-1,9	3,75	1,67	0,48	-1,95	1,09	-0,74
1,39	0,86	0,66	-0,02	-2,05	-1,86	0,91	-1,03
-0,87	0,52	-0,72	-1,72	0,68	0,96	-0,13	0,77

Blok koeficientů DCT (11 bitů)

119	117	115	109	107	101	97	92
124	121	118	112	110	105	100	95
129	124	119	115	113	109	105	102
132	127	122	118	116	112	107	104
134	130	125	123	120	114	107	103
137	133	127	125	121	117	111	108
140	137	130	127	122	121	116	114
141	140	135	132	126	123	117	113

Dekódovaný blok obr. bodů (8 bitů) pro U,V

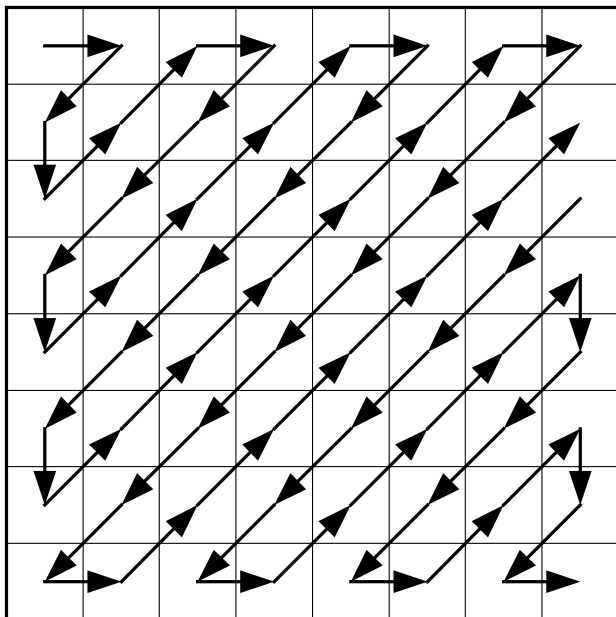
946	73	-1	9	0	0	0	0
-54	-1	-1	0	0	0	0	1
-2	0	-1	-1	-1	0	0	0
-8	1	-1	0	0	0	0	0
-1	1	-1	0	0	0	0	0
0	-1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Blok koef.DCT po kvantizaci (11 bitů)

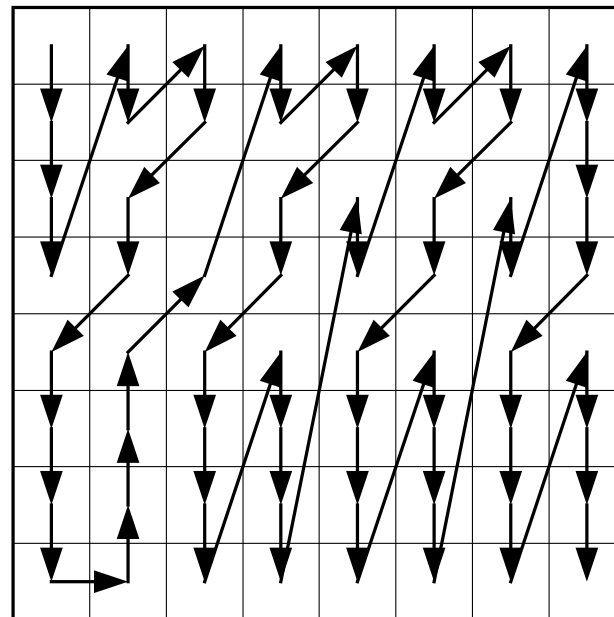
1	1	1	1	2	3	4	5
1	1	1	2	2	5	5	4
1	1	1	2	3	5	6	4
1	1	2	2	4	7	6	5
1	2	3	4	5	9	8	6
2	3	4	5	6	8	9	7
4	5	6	7	8	10	10	8
6	7	8	8	9	8	8	8

Kvant. tabulka

# Čtení „zig-zag“



a) pro snímky čtení  
cik-cak



b) pro pulsnímký

# Entropické kódování

## **Proudové kódování (Run-Length Encoding, RLE)**

- 1) DC koeficient není kódován metodou RLE
- 2) Před každý nenulový AC koeficient je umístěna hodnota, která udává počet předcházejících nulových koeficientů.
- 3) Je-li počet předcházejících nulových koeficientů větší než 16, zakóduje se proudovým číslem Fh (111), jako proudová hodnota se zapíše 0, od aktuálního počtu nul se odečte 16 a dále se postupuje od bodu 2.
- 4) Pokud do konce bloku zbývají jen nuly, použije se speciální kód EOB.

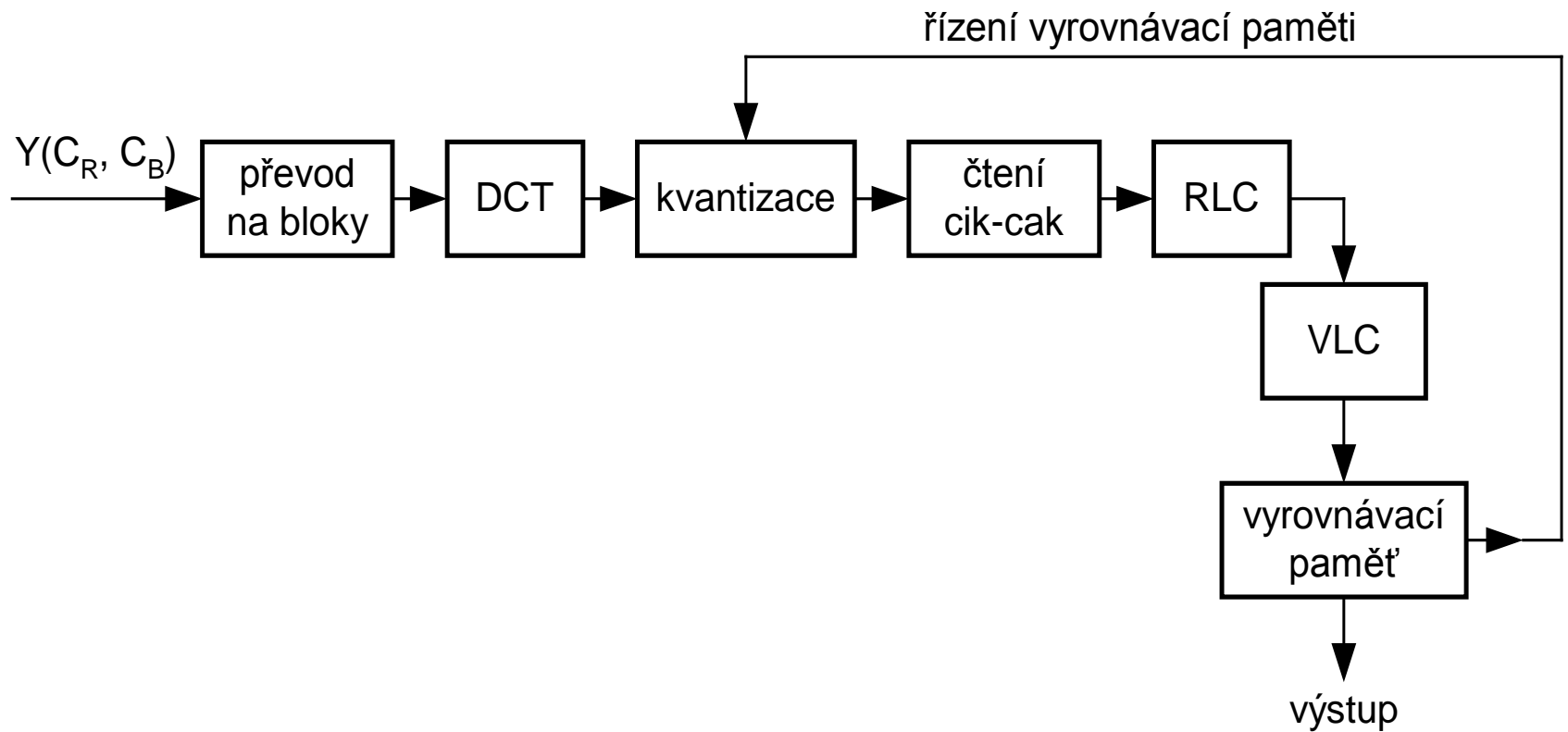
## **Kódování s proměnnou délkou slova (Variable Length Coding, VLC)**

také Huffmanovo kódování

Délka kódu znaku je dána četností jeho výskytu.

# Kodér MPEG-2

část redukující prostorovou redundanci a irelevanci



## Kristýny (originál)



## Kristýny (1:30)



## Kristýny (1:60)

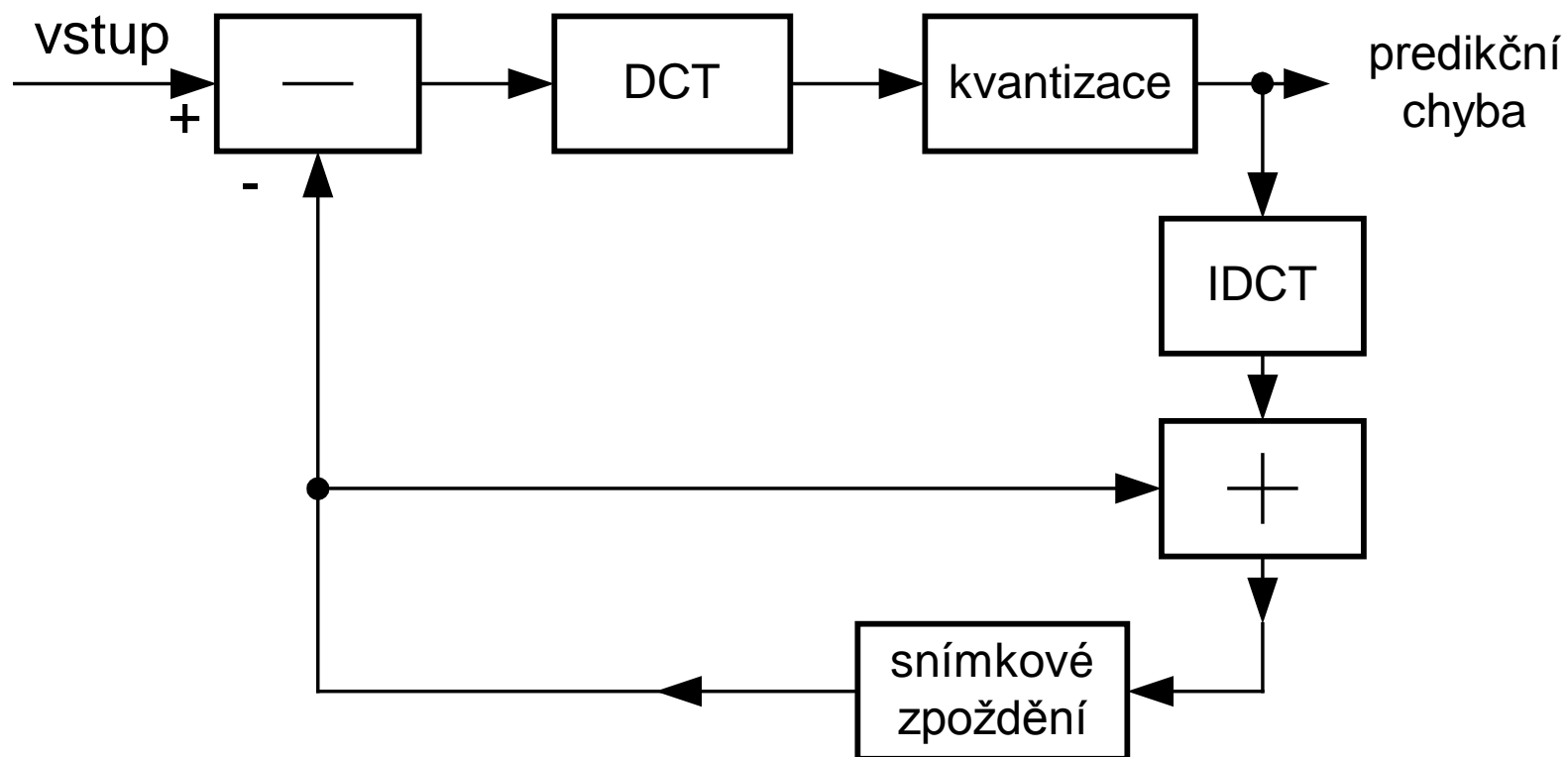




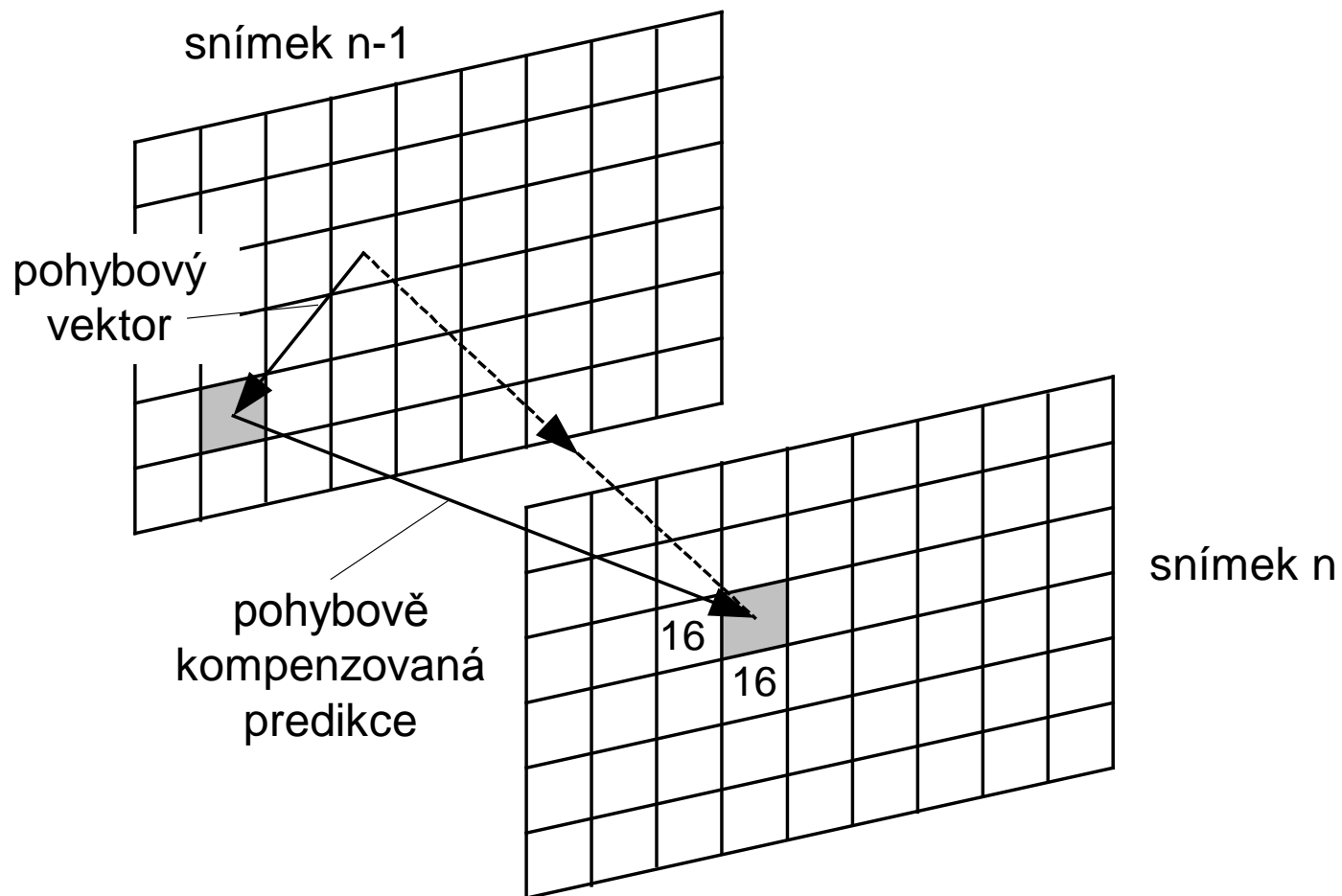
## Kristýny (1:120)



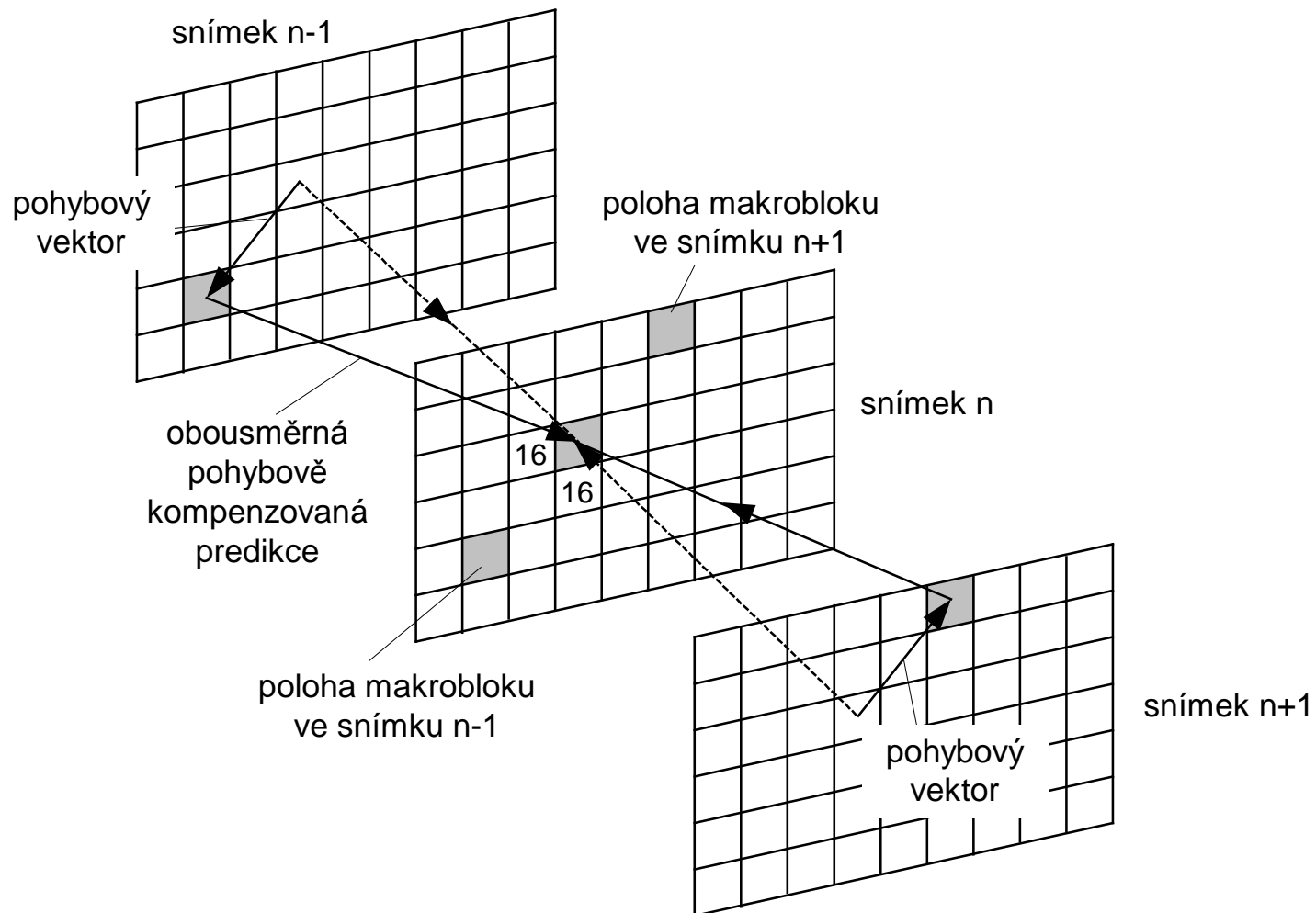
# Kodér DPCM



# Dopředná kompenzace pohybu



# Obousměrná kompenzace pohybu



# Block Matching Algorithm

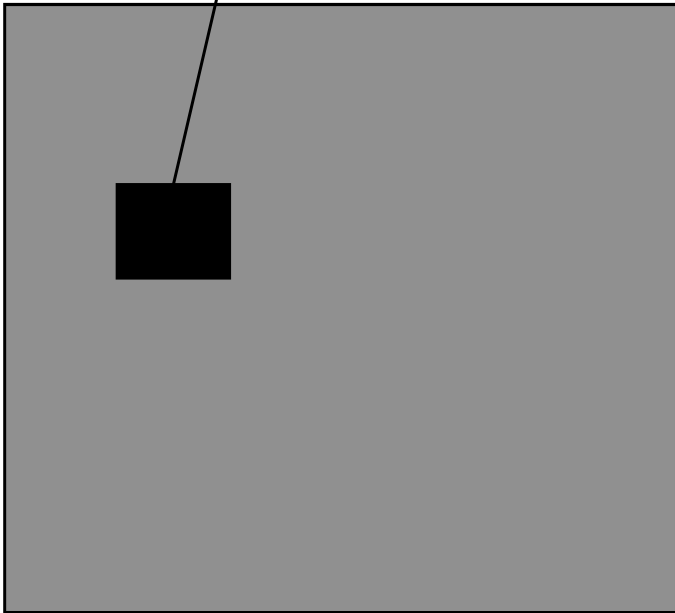
- For each MB in a new (predicted) frame
  - Search for a block in a reference frame that has the lowest matching error
- Using sum of absolute errors between corresponding pels
- Search range: depends on the anticipated motion range
- Search step-size: integer-pel or half-pel

$$E_{\text{DFD}}(\mathbf{d}_m) = \sum_{\mathbf{x} \in B_m} |\psi_2(\mathbf{x} + \mathbf{d}_m) - \psi_1(\mathbf{x})|^p \rightarrow \min$$

- Displacement between the current MB and the best matching MB is the MV
- Current MB is replaced by the best matching MB (motion compensated prediction of motion compensation)

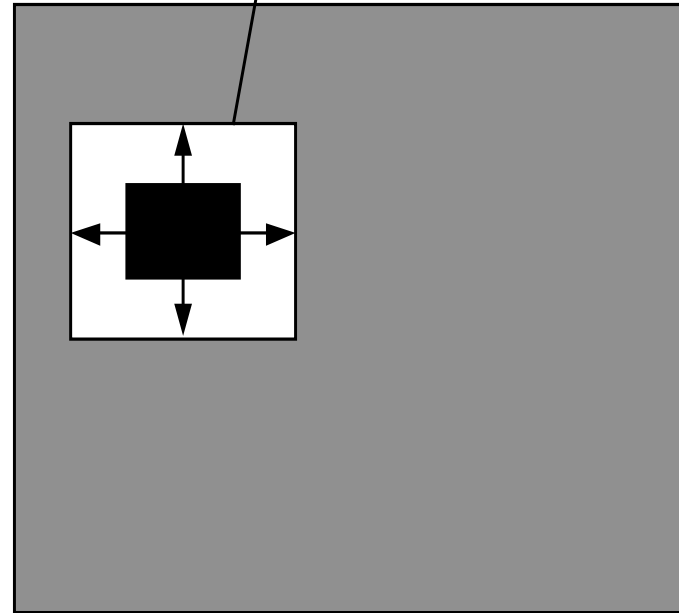
## Search area

SEARCH BLOCK  
(MACRO BLOCK)



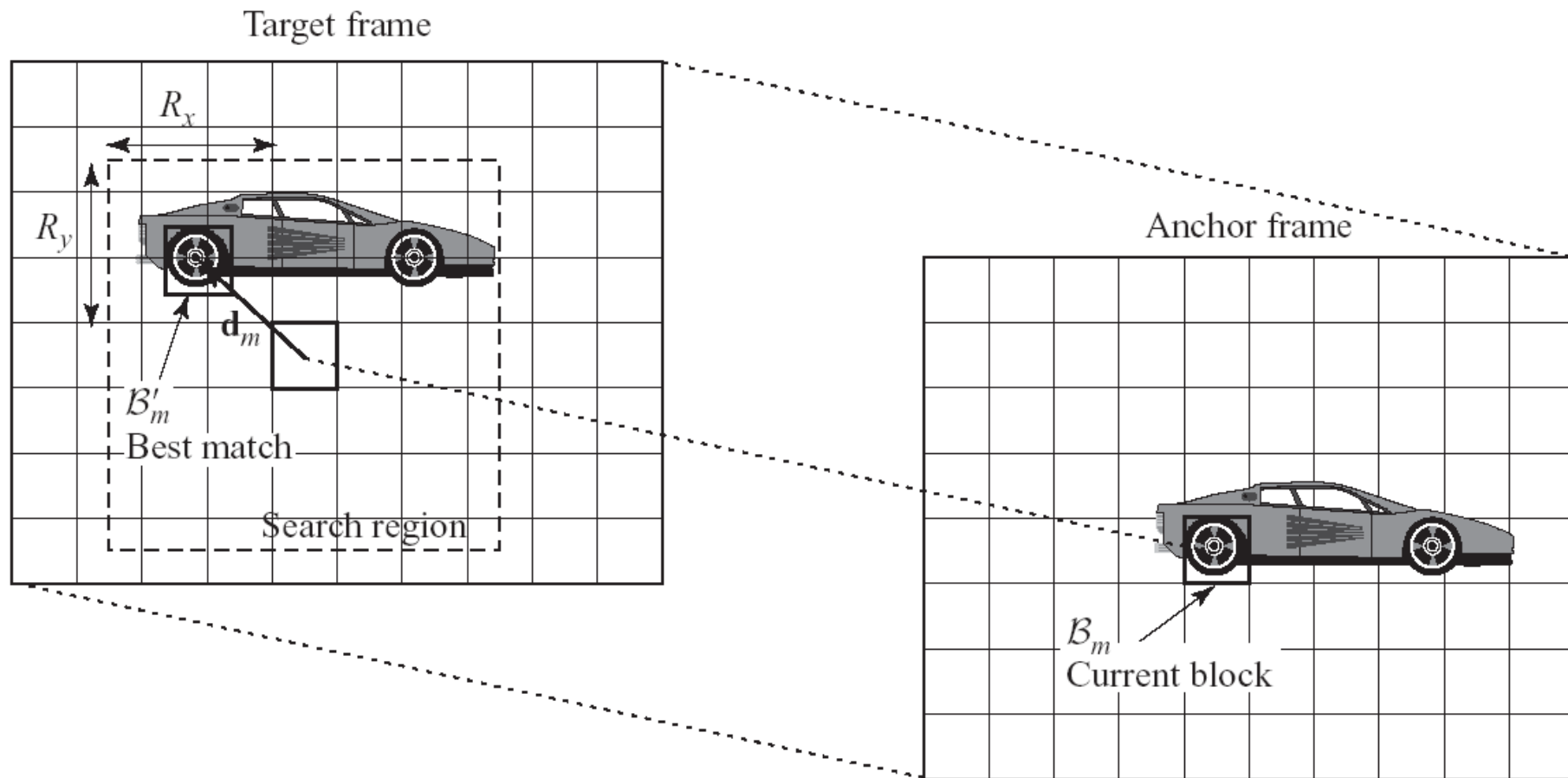
SEARCH BLOCK  
IS REFERENCE

SEARCH AREA



SEARCH BLOCK MOVED AROUND  
SEARCH AREA TO FIND  
BEST MATCH

# Exhaustive Block Matching Algorithm



## Example of motion compensation

Absolute Difference w/o Motion Compensation

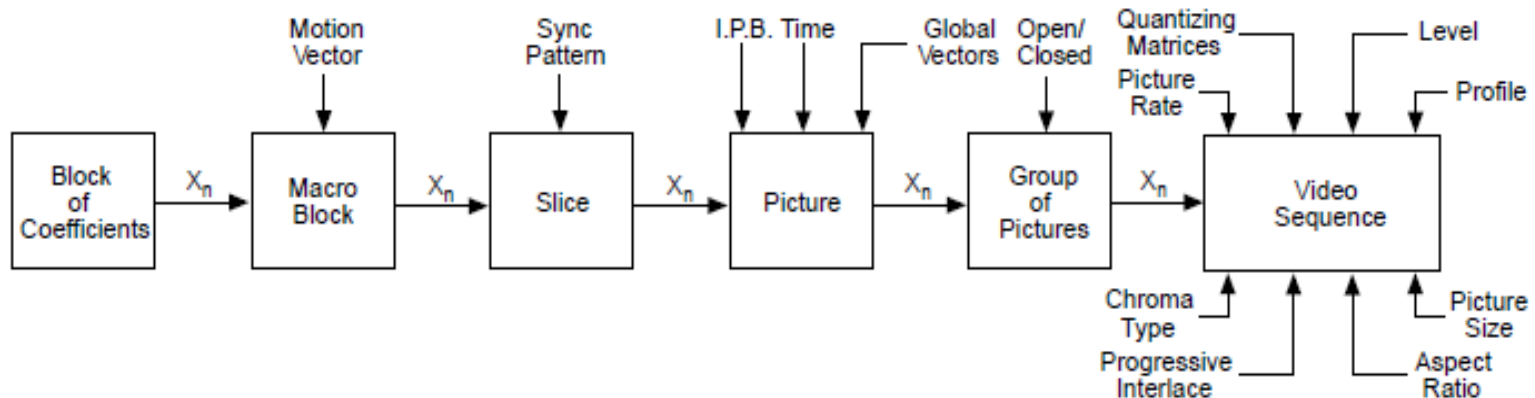
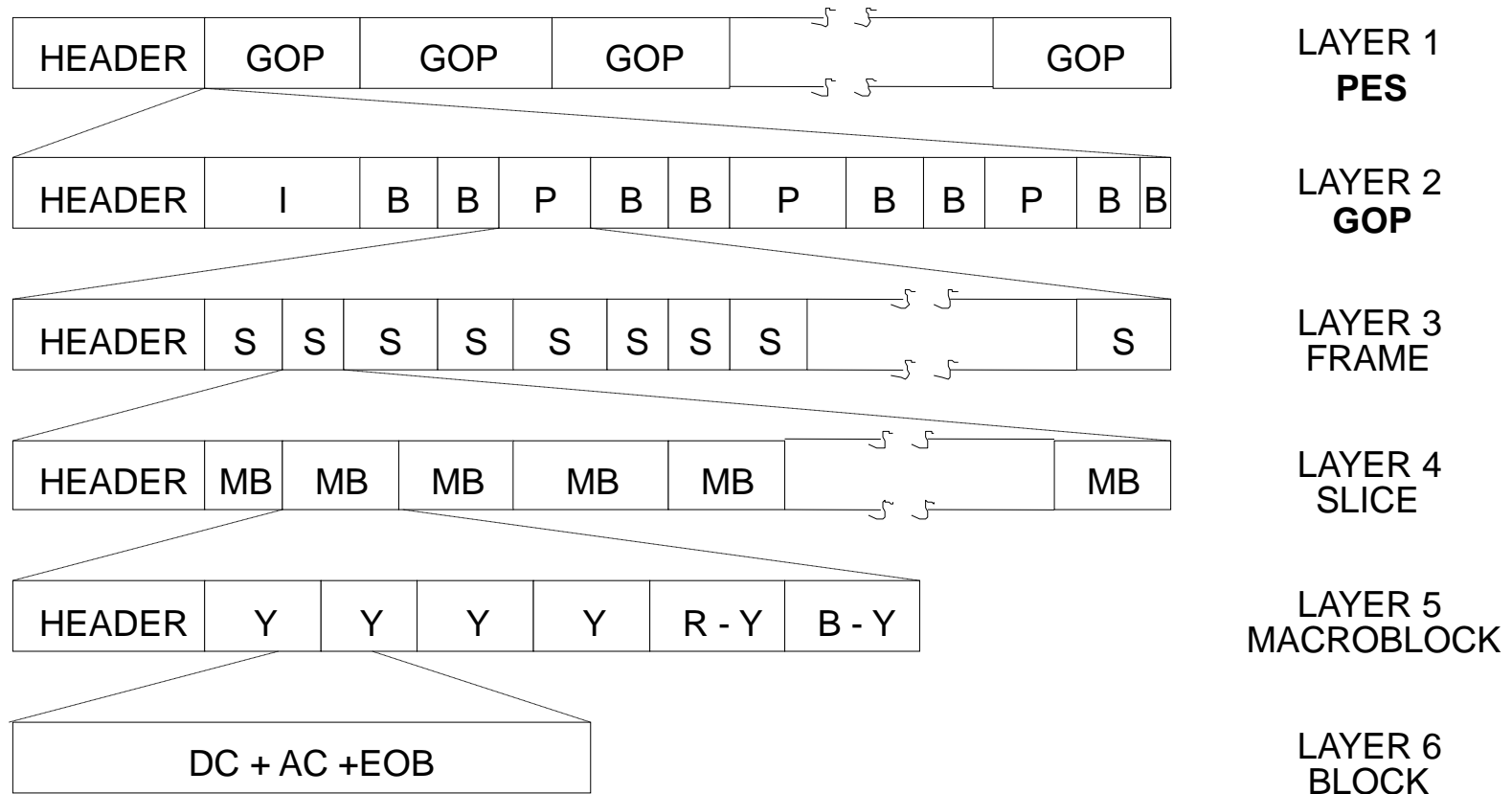


Absolute Difference with Motion Compensation



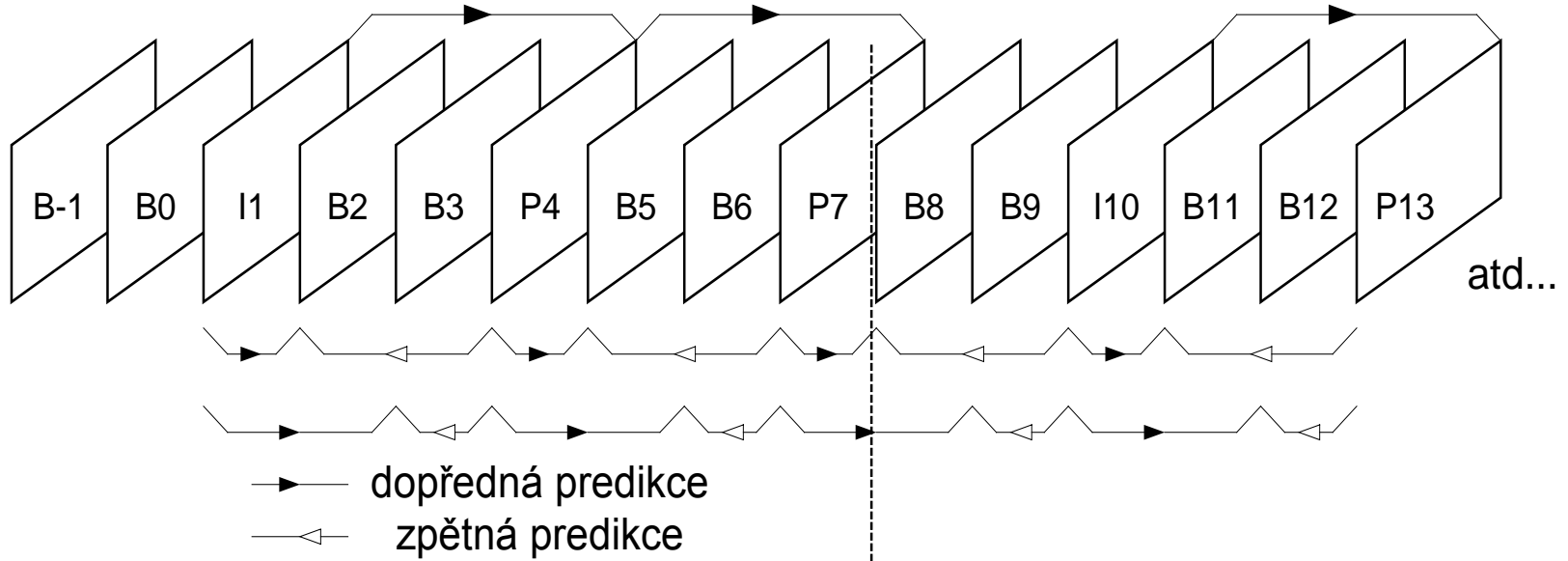


# Layers of MPEG-2

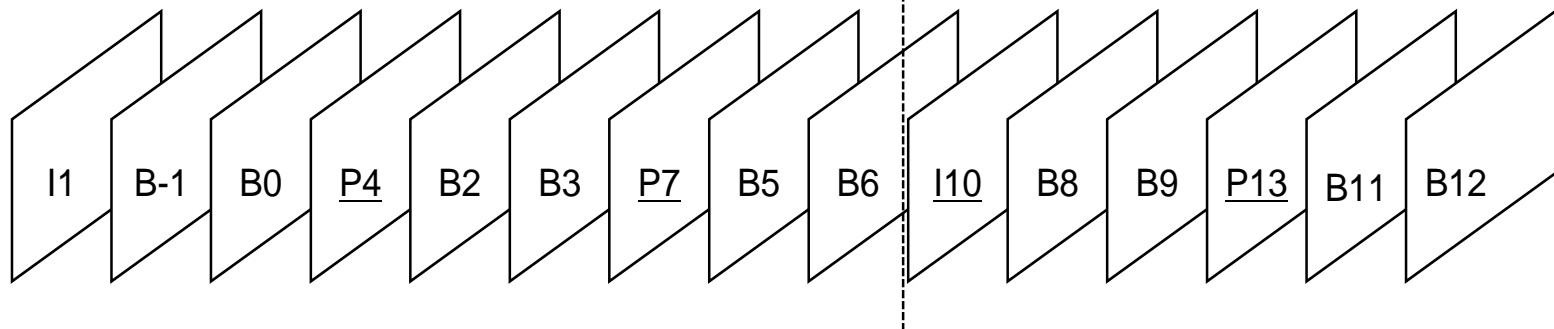


# Typy a skupiny snímků

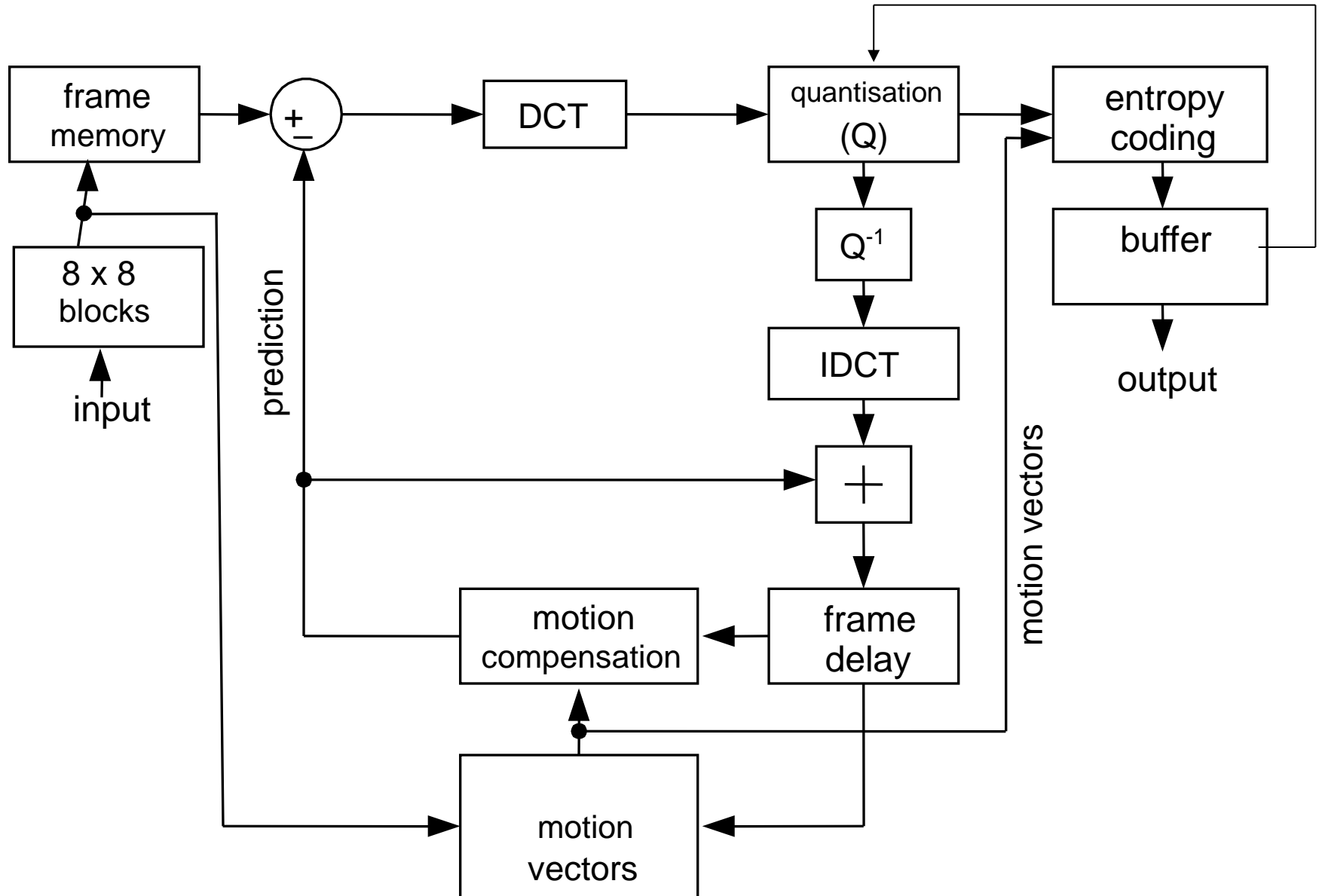
a) pořadí při zobrazení



b) pořadí při přenosu



# MPEG-2 kodér



# Profily a úrovně

Vysoká úroveň	—	1920 x 1152 bodů 80 Mbit/s	—	—	—	1920 x 1152 bodů (960 x 576) 100(80,25) Mbit/s	1920 x 1152 130 (50,80)
Vysoká úroveň 1440	—	1440 x 1152 bodů 60 Mbit/s	—	—	1440 x 1152 bodů (720 x 576)	1440 x 1152 bodů (352 x 576) 80 (60,20) Mbit/s	1920 x 1152 100 (40,60)
Hlavní úroveň	720 x 576 bodů 15 Mbit/s	720 x 576 bodů 15 Mbit/s	720 x 608 bodů 15 Mbit/s	720 x 576 bodů 15 (10) Mbit/s	—	720 x 576 bodů (352 x 288) 20 (15,4) Mbit/s	720 x 576 25 (10,15)
Nízká úroveň	—	352 x 288 bodů 4 Mbit/s	—	352 x 288 bodů 4 (3) Mbit/s	—	—	352 x 288 8 (4,4)
Úrovně Profily	Jednoduchý profil	Hlavní profil	Profil 4 : 2 : 2	Odstupňovaný profil podle S/R	Prostorově odstupňovaný profil	Vysoký profil	Multiview (MVP) profil
Popis profilu	Jako hlavní profil bez predikce B (I, P)	Formát 4 : 2 : 0 (I, P, B)	Formát 4 : 2 : 2 bez odstupňování (I),(I, P, B)	Jako hlavní profil + odstupňování S/R	Jako S/R profil + prostorové odstupňování	Jako prostorový profil s formátem 4 : 2 : 2	Časové odstupňování 4 : 2 : 0 (stereo TV)