

Aplikace wavelet

- **Komprese**
- **Problematika rozmazání**
- **Odstraňování šumu a poškození**
- **Detekce struktur**
- **Registrace**
- **Fúze dat s různým rozlišením**
- **Reprezentace**
- **Watermarking**

Kompresse



589824 bytes.

JPG 45853 bytes
compression ratio 12.9.

WQ 45621 bytes
compression ratio 12.9.

**kompresní
poměr
120:1**

originál

WVJ

JPG



Kompresa

- eliminace redundantní a méně důležité informace

prostorová redundance: sousední hodnoty korelované

frekvenční redundance:

frekvenční hodnoty ze stejného pixlu jsou korelované

časová redundance: frames malé změny v sekvenci

- snižuje čas a cenu přenosu
- WT - provádí dekorelaci dat

Z vlastností DWT

koeficienty - amplituda wavelety v daném místě,
rozlišení a posunu

wavelety - lokální charakter
- lokální vliv koeficientů

chyba na koeficientech - malý vliv na daný pixel
- vliv na malé okolí (velikost filtru)

nekorelovanost koeficientů

hladká data - nulové nebo malé koeficienty
- počet chybících momentů u wavelet

DWT v kódování

- DCT - každý koeficient reprezentuje - plochu**
 - frekvenční rozsah**
- stejné pro všechny k.**
- někdy nezbyde dost bitů na „anomálie“ - hrany**
- blok efekty**

- DWT - lépe zachyceny „anomálie“**
 - zachycení pozic koeficientů - náročné**

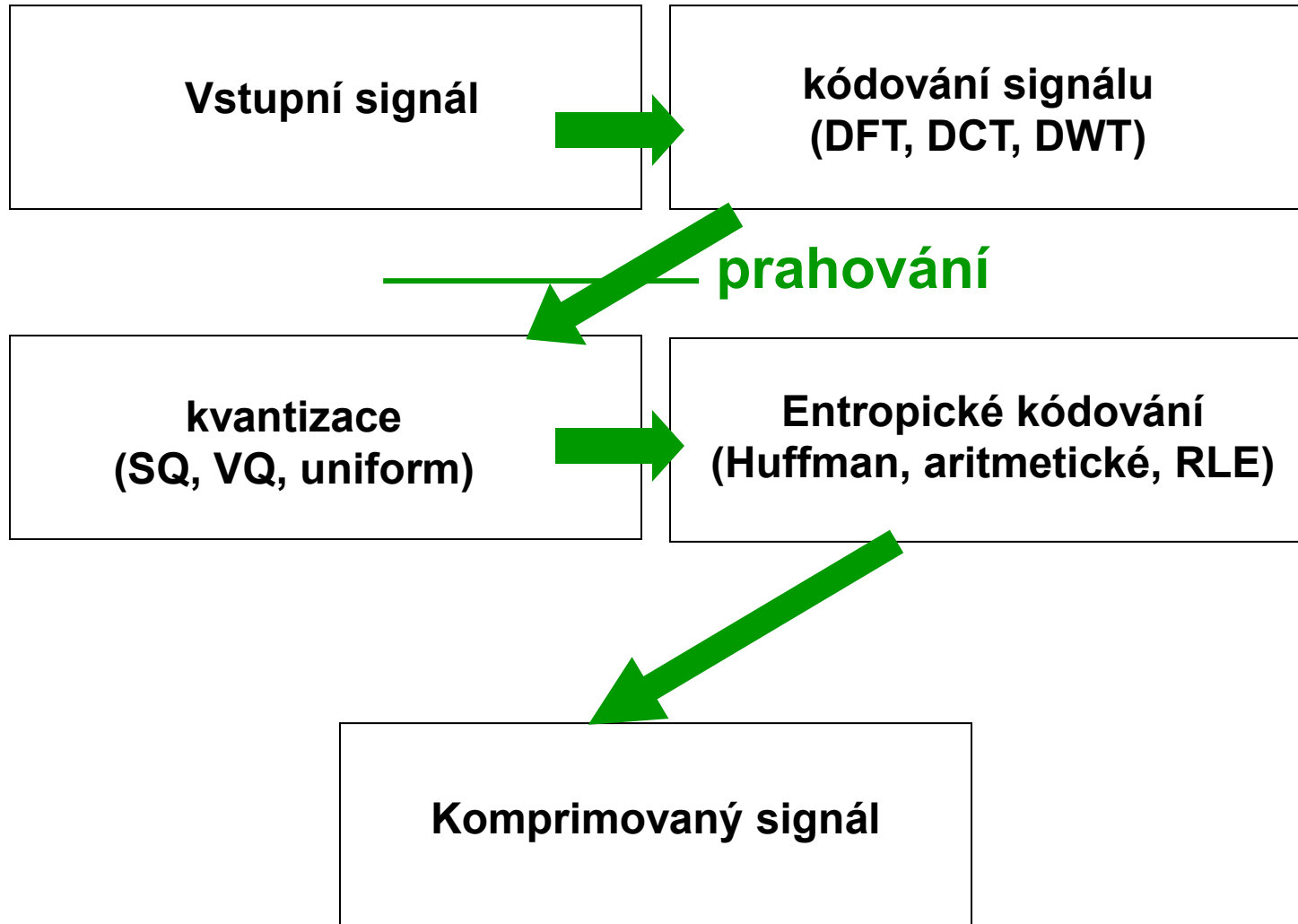
Kompresa

**často - ortogonální wavelety
biortogonální symetrické wavelety
wavelet packets**

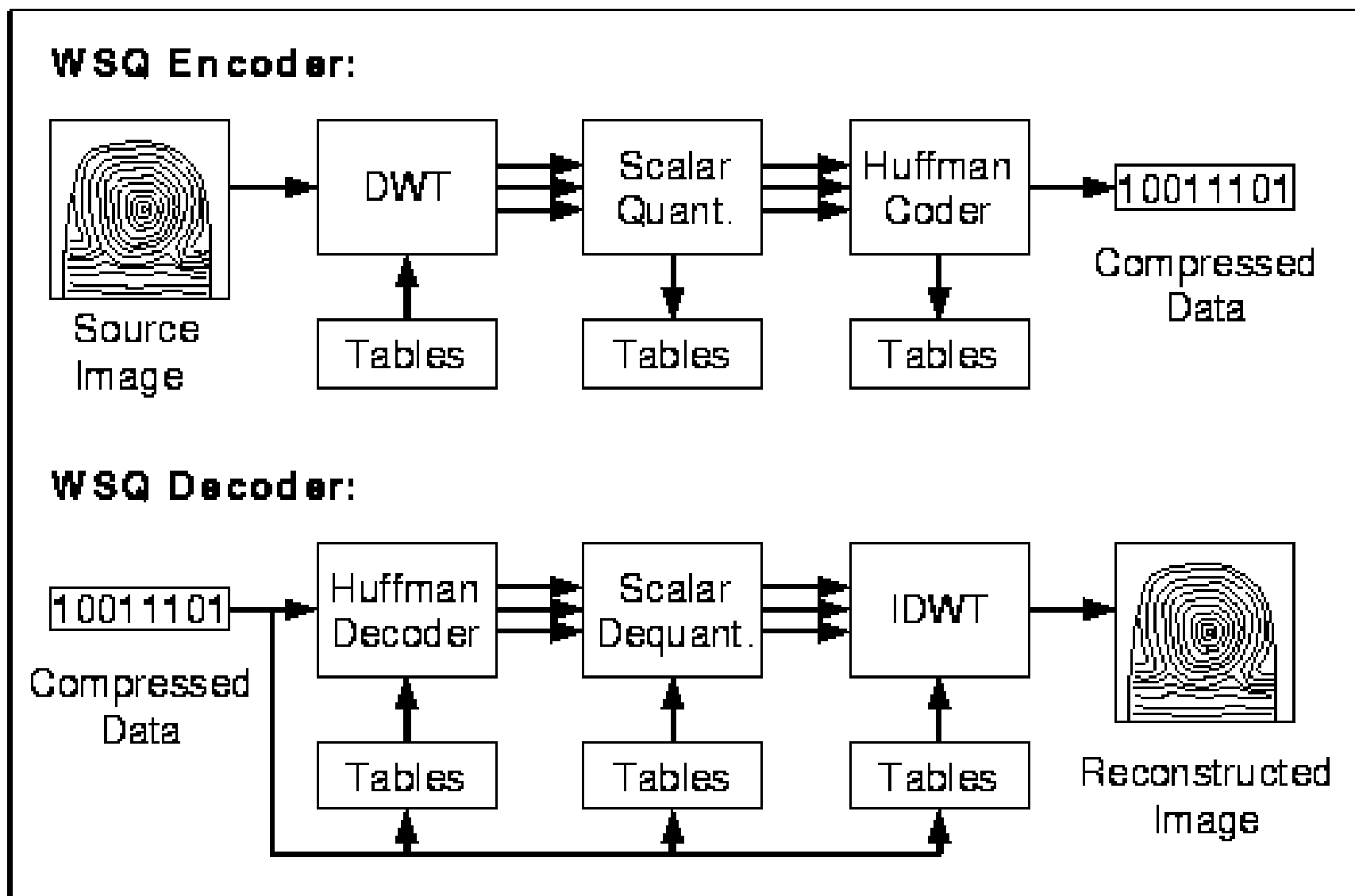
jednotlivé subbandy kódovány separátně

moderní metody - závislost mezi škálami

Komprese



Kompresse

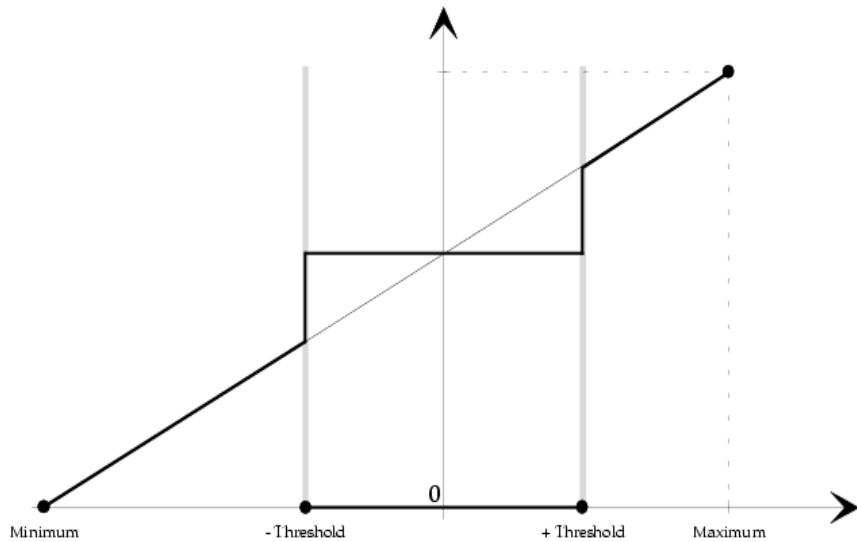


Prahování

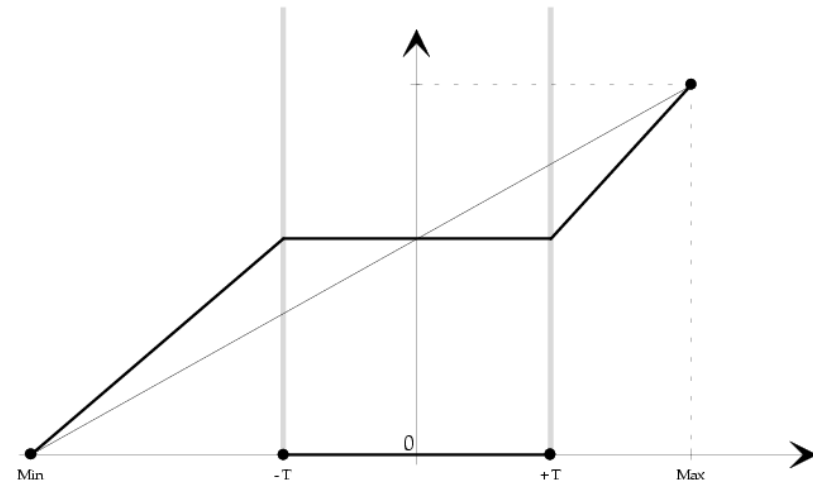
ztrátová komprese

- vynulování koeficientů
menší než práh

„hard thresholding“



„soft thresholding“

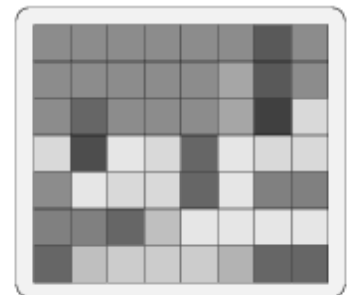
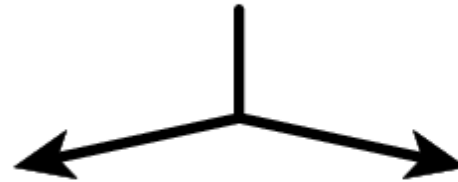
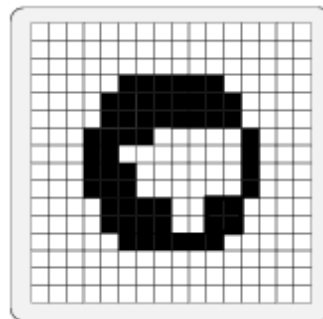
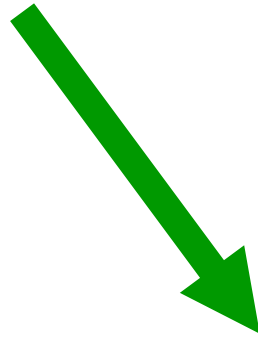
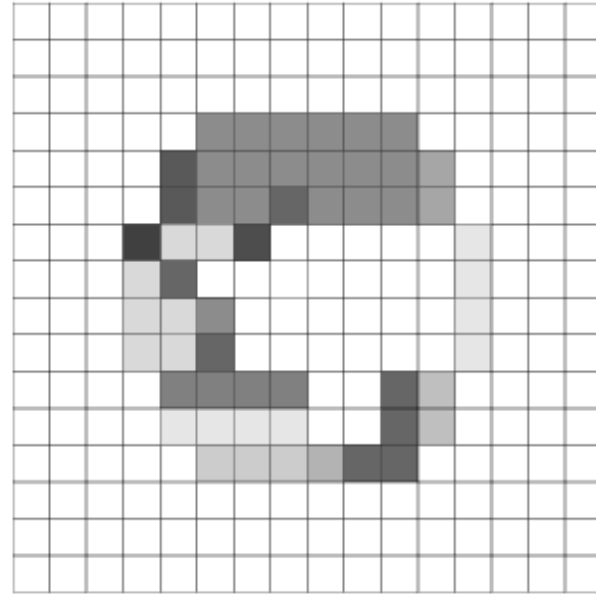


Prahování

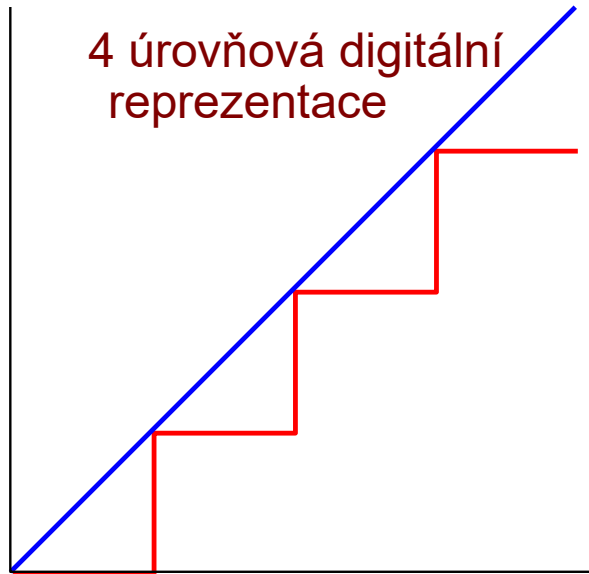
po prahování - bitmapa,

0 = vynulované koeficienty

1 = nevynulované koeficienty



Kvantizace



2-bit rozlišení

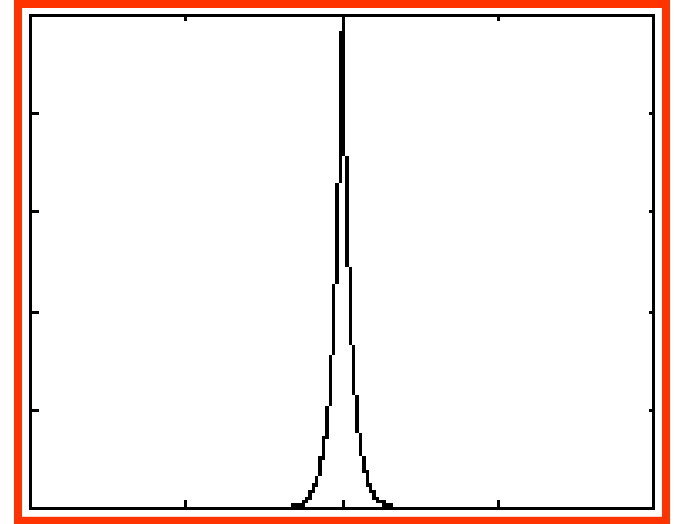
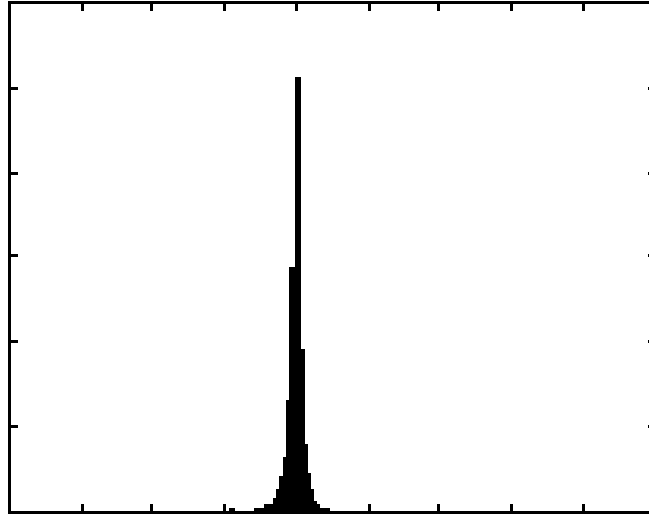


3-bit rozlišení

Kvantizace

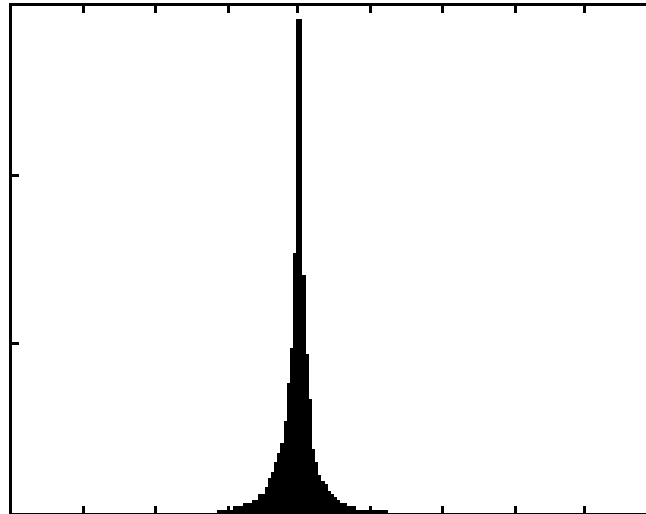
- různá pro jednotlivé bandy
- chyby
 - vizuální
 - RMSE
- statistika koeficientů - kvantizační intervaly
- alokace bitů - vizuální
- skalární x vektorová
- uniformní x adaptivní

Kvantizace



Laplaceovo rozdělení

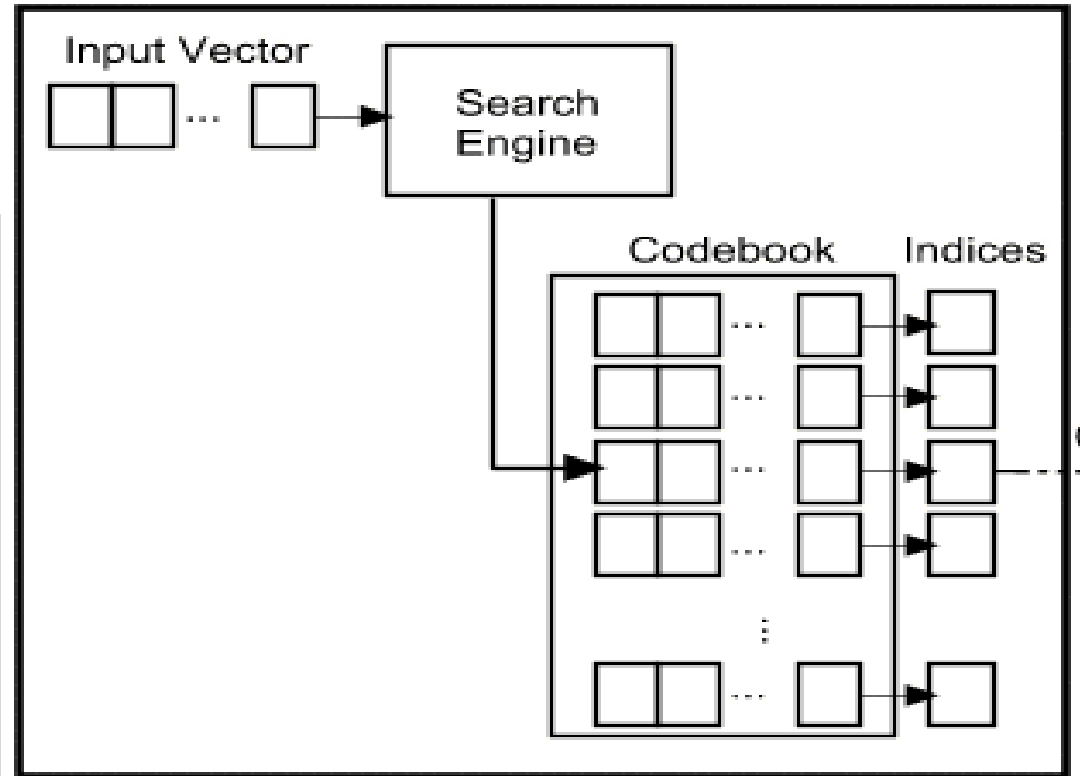
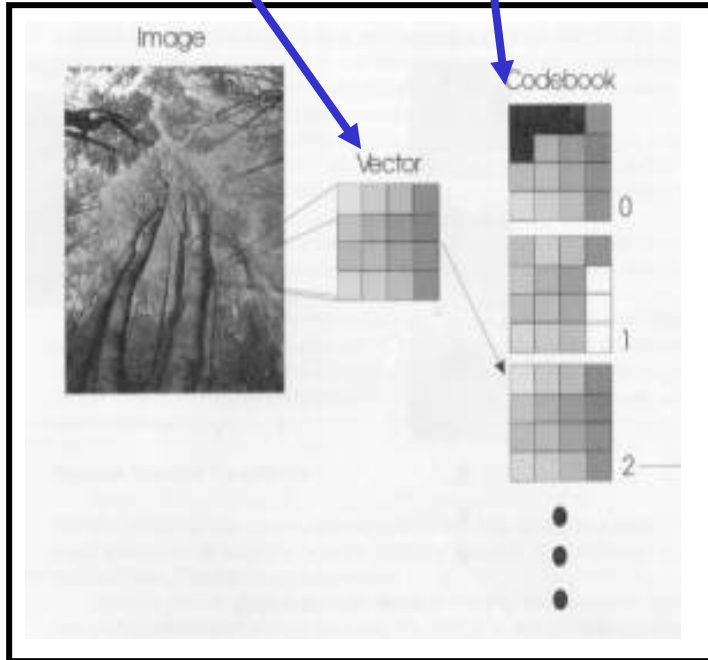
$$0.5\lambda \exp(-\lambda |x|)$$



Vektorová kvantizace

nD vektor R^n do konečné množiny $Y = \{y_i; i = 1, 2, \dots, N\}$.

y_i - codeword
 Y - codebook.



NP úplný problém nalezení codebook nejlépe reprezentující danou množinu vektorů

Linde-Buzo-Gray algoritmus (LBG)

- podobný jako „k-mean clustering“

- urči velikost N

- vyber náhodně N codewords

- „clusterize“

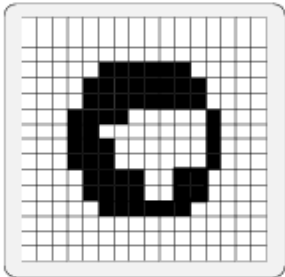
- nové codewords - průměr

- opakuj dokud změna

Kódování

umístění

- RLE („run length coding“) kódování

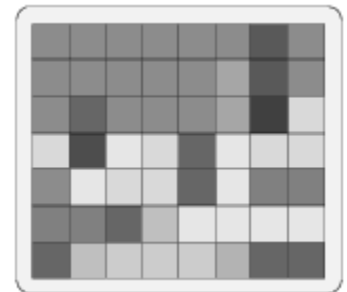


- stačí jen změny a první hodnota

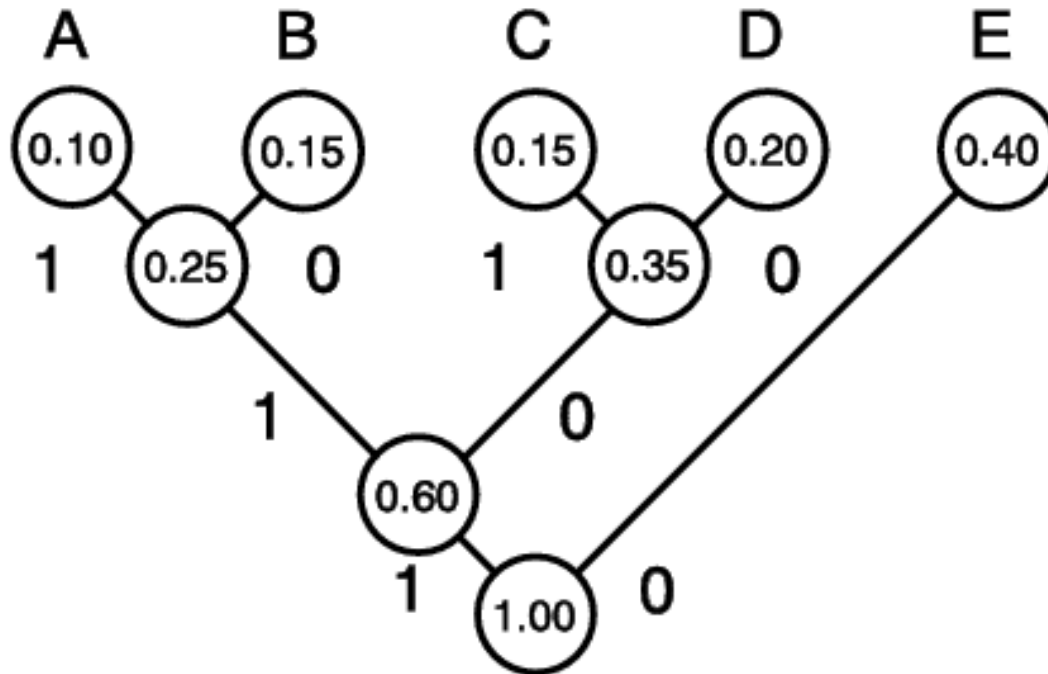
nejdelší souvislé běhy - spirála od středu

RLE kód - Huffmanovo kódování

amplitudy koeficientů - Huffmanovo kódování



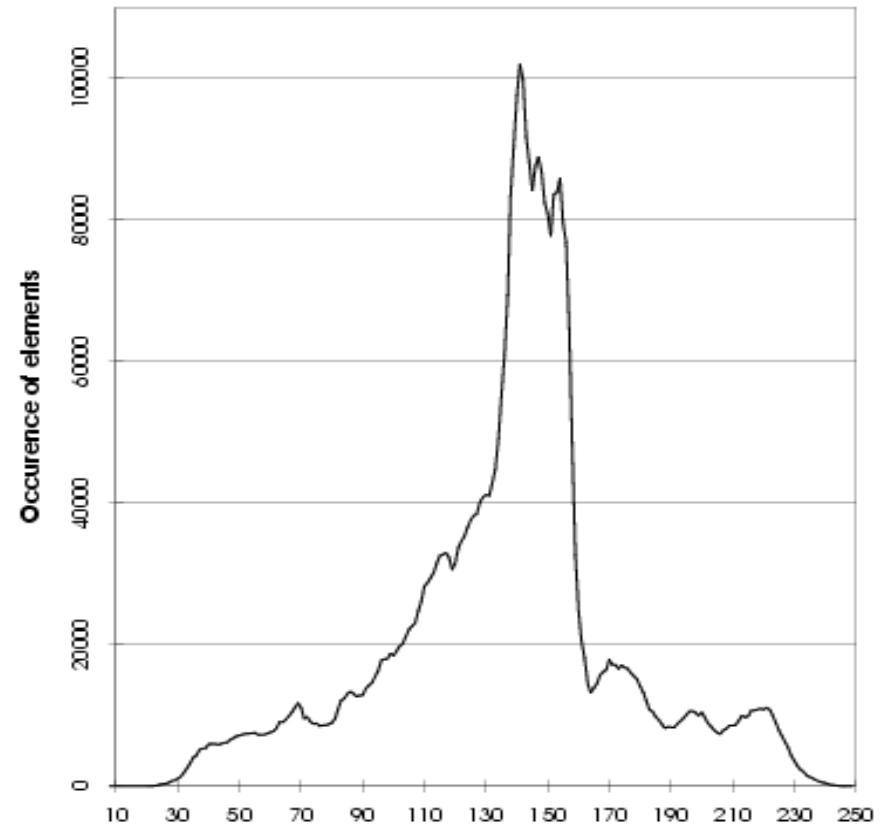
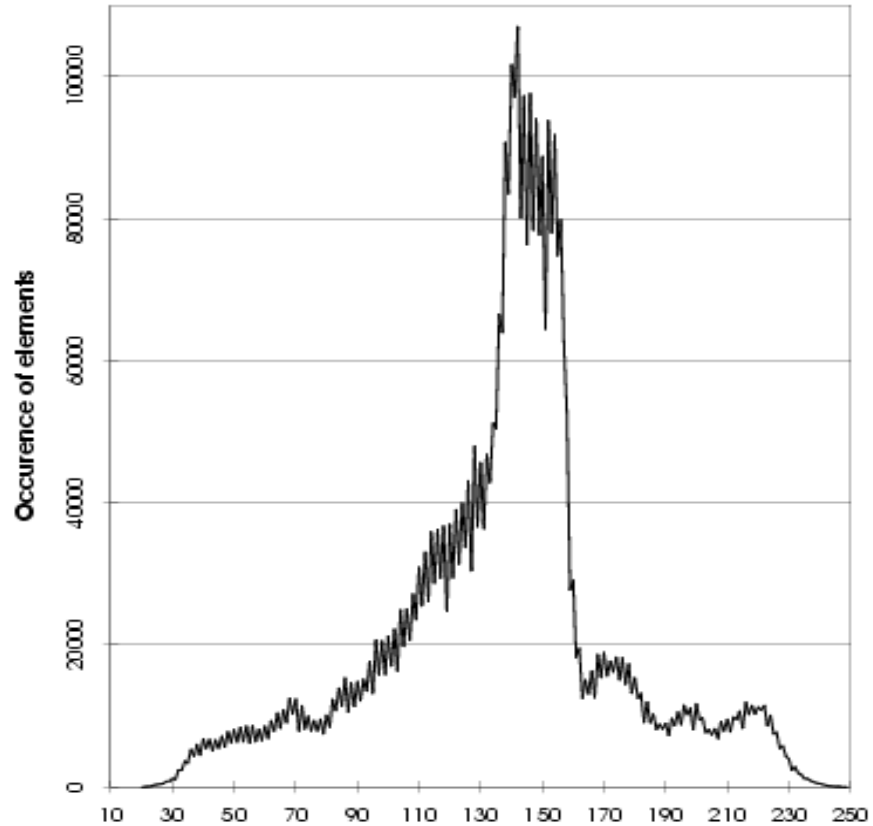
Huffmanovo kódování



Huffman Codes	
A	: 111
B	: 110
C	: 101
D	: 100
E	: 0

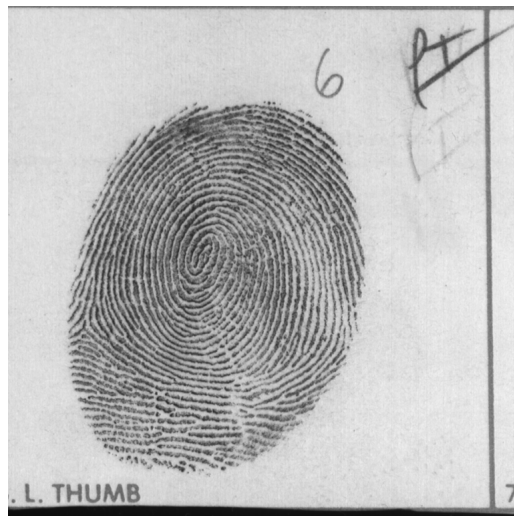
Můžou být i jiné - aritmetické kódování, Lempel-Ziv

Histogramy před a po kompresi



Kompresa otisků prstů

FBI otisky prstů, 768 x 768 pixels, 589,824 bytes

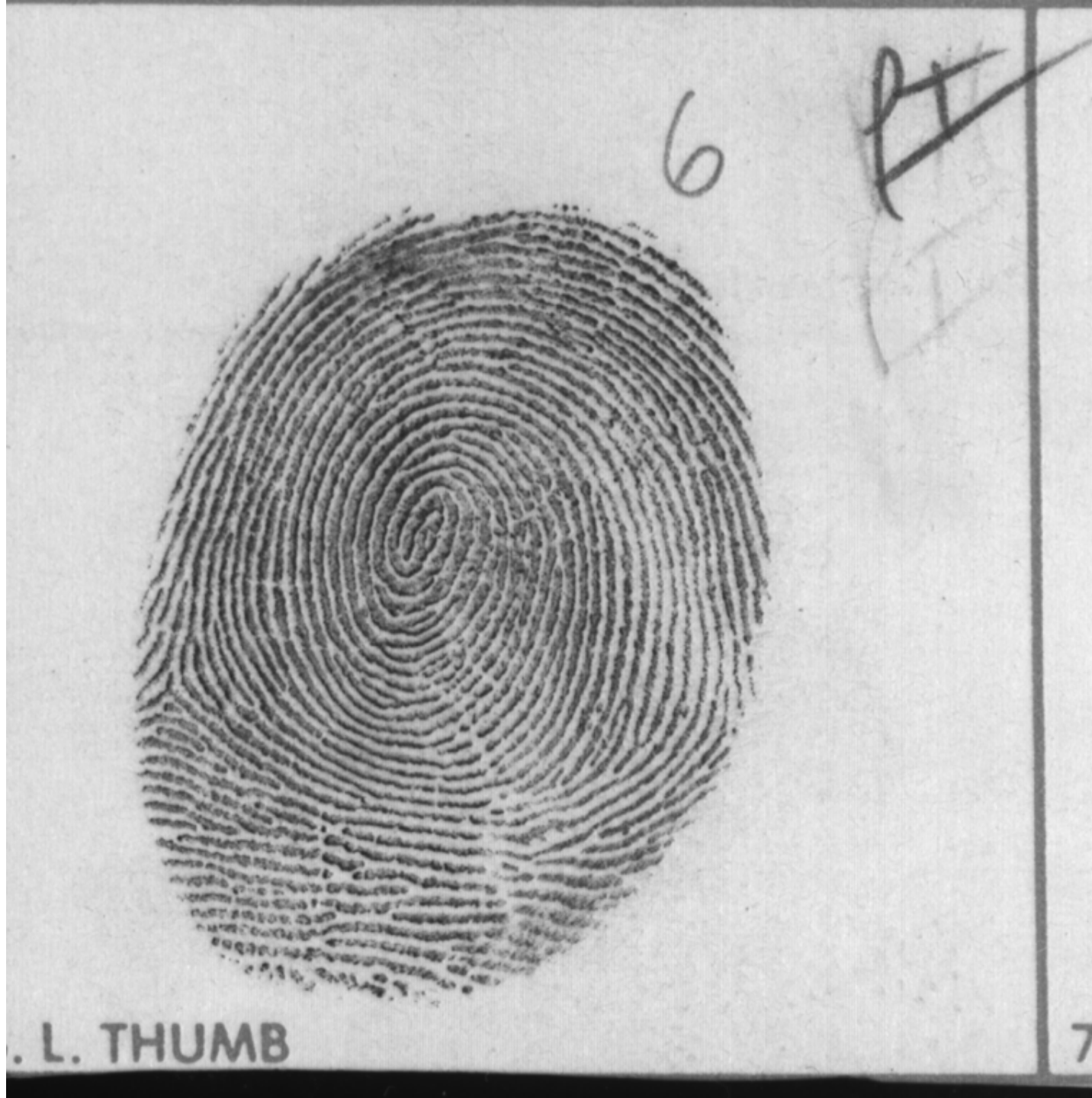


29 milionů karet (1995)

30,000-50,000 nových karet denně, řády TB

Originál

589 824 bytes



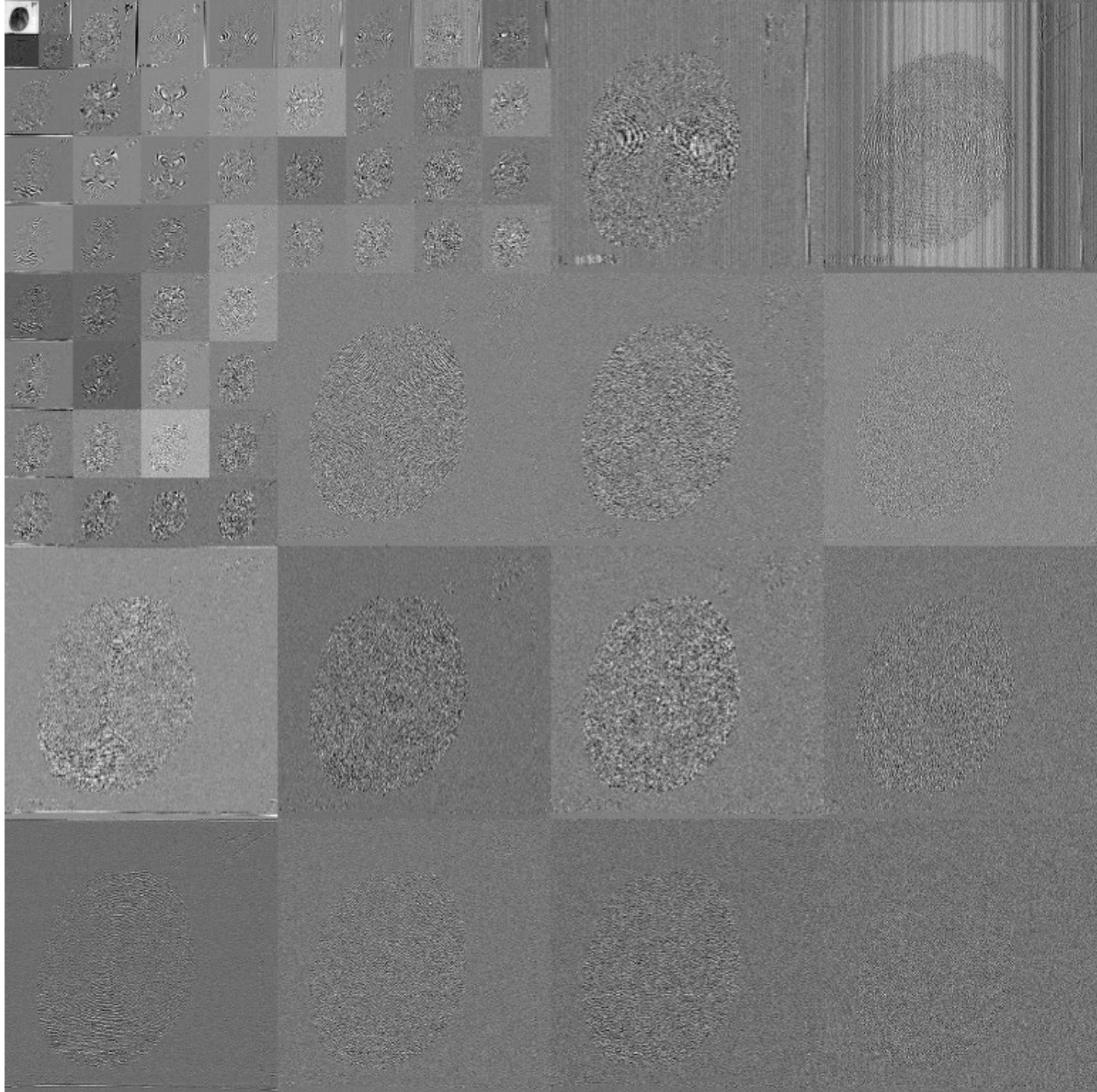
L. THUMB

7

DWT

589 824

koeficientů



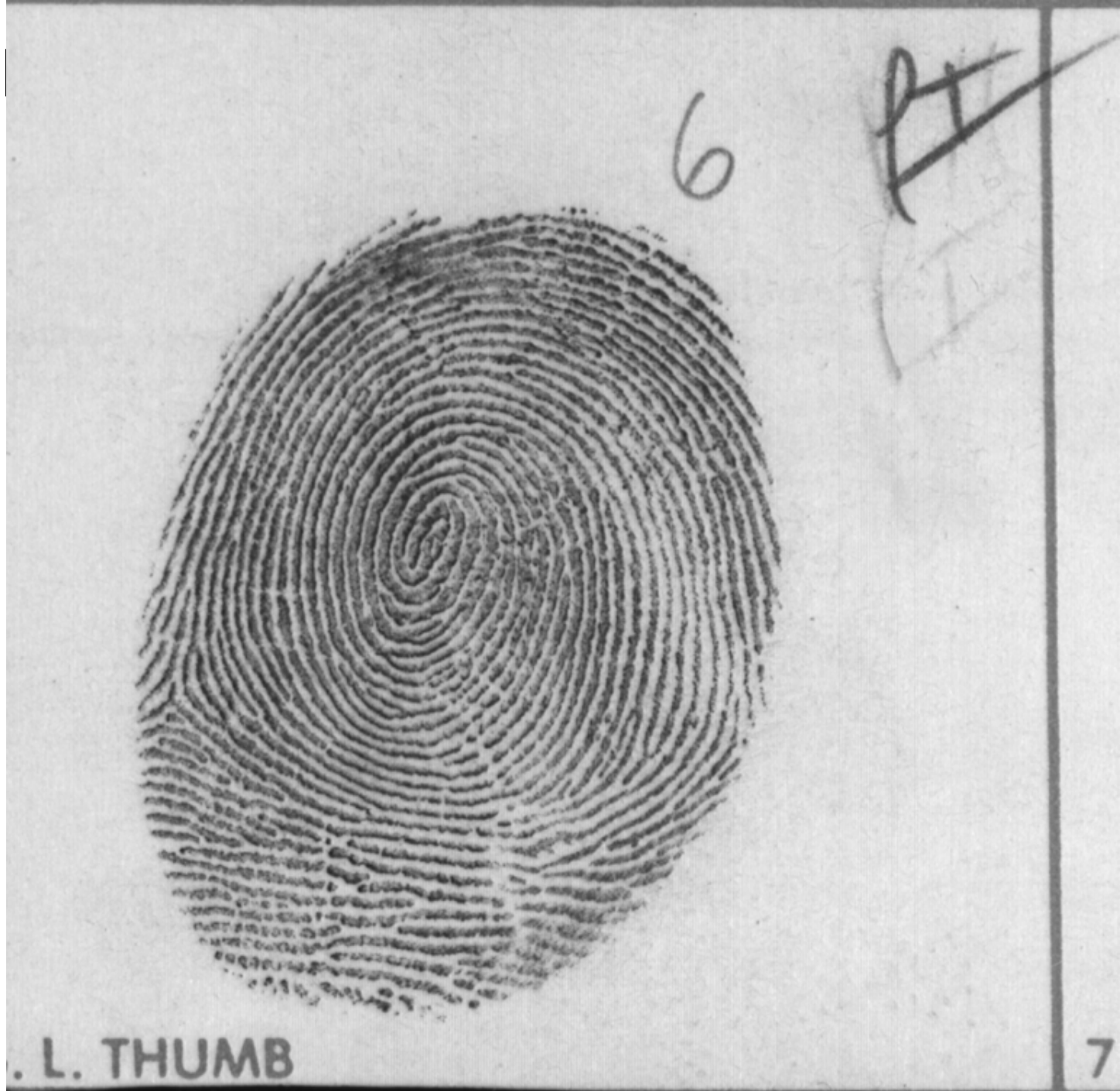
Rekonstru

32 702 bytes

589 824 bytes

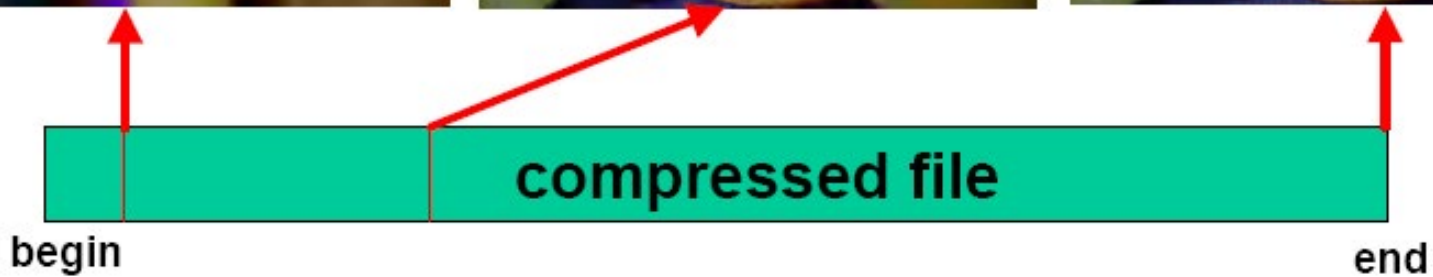
compression

ratio 18.0

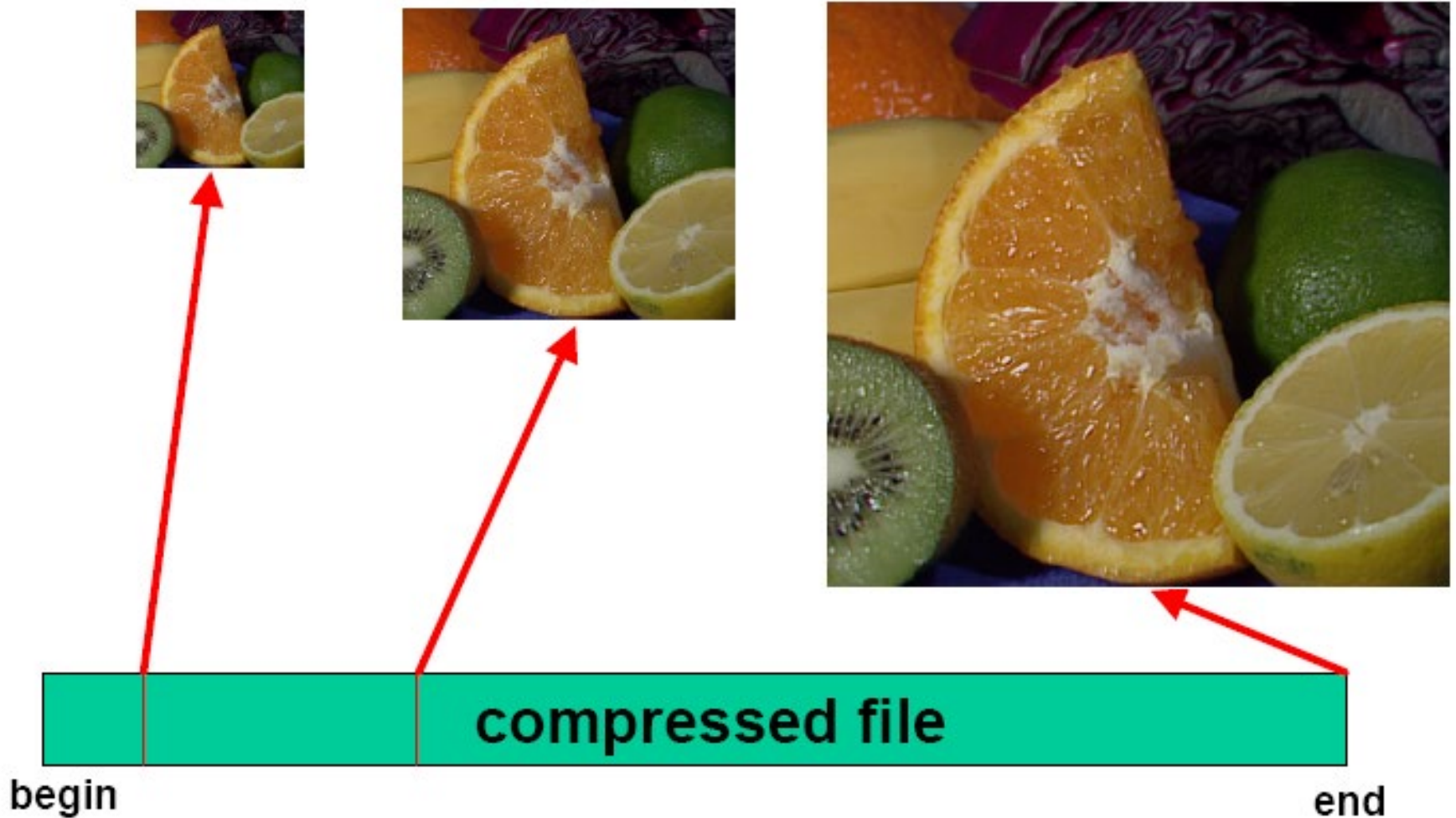


resolution	8-tap Daubechies	DX	DY	DXY	Approx.
2^{-1}	number of quantization bits	6	6	6	
	threshold	3.2	3.3	3.4	
	quantization type	standard	standard	standard	
	compressed file size	175946	124478	50059	
2^{-2}	number of quantization bits	6	6	6	
	threshold	3.0	3.0	3.3	
	quantization type	standard	standard	standard	
	compressed file size	94576	79973	71793	
2^{-3}	number of quantization bits	7	7	7	
	threshold	2.5	2.5	2.5	
	quantization type	adjusted	adjusted	adjusted	
	compressed file size	40822	37685	37591	
2^{-4}	number of quantization bits	8	8	8	10
	threshold	2.5	2.5	2.5	0.0
	quantization type	adjusted	adjusted	adjusted	standard
	compressed file size	14442	13878	14120	24215

Škálovatelná kvalita – *embedded* kvantizace



Škálovatelné rozlišení – wavelety



Náhodný přístup (prostorová škálovatelnost)



begin

end

Significance – refinement metoda

-použití *bit- planes*

- pro každou *bit-plane*:

nalézt nové významné koeficienty
zakódovat znaménko

přenést doplňující bity
známých významných koef.

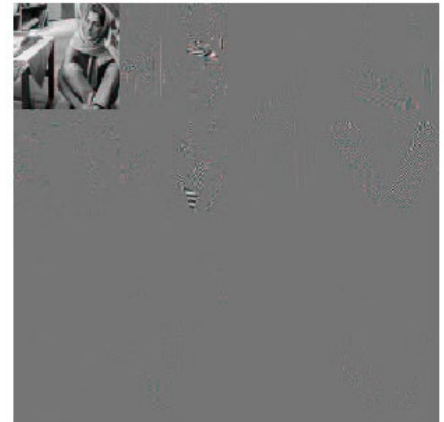
#	value
1	010010010110
2	001011011110
3	000001001001
4	000000010110
5	000100111101
6	000000100101
7	101101110101
8	010010011111
9	001011101101
10	000010100101

refinement bits

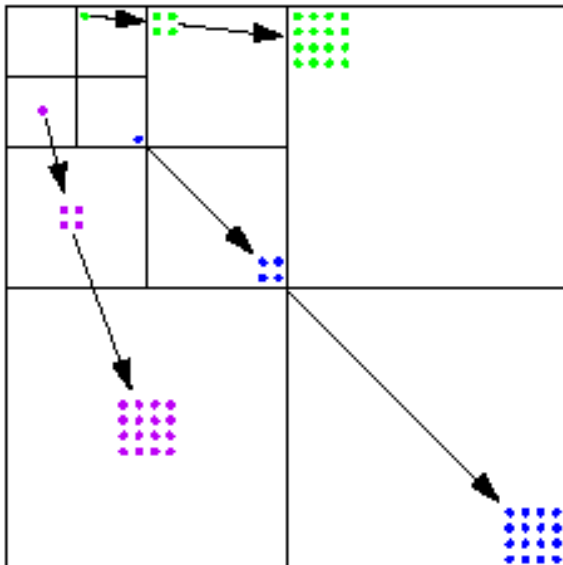
Bit-plane 3

Kompresa - nové

- modelování závislostí
mezi koeficienty



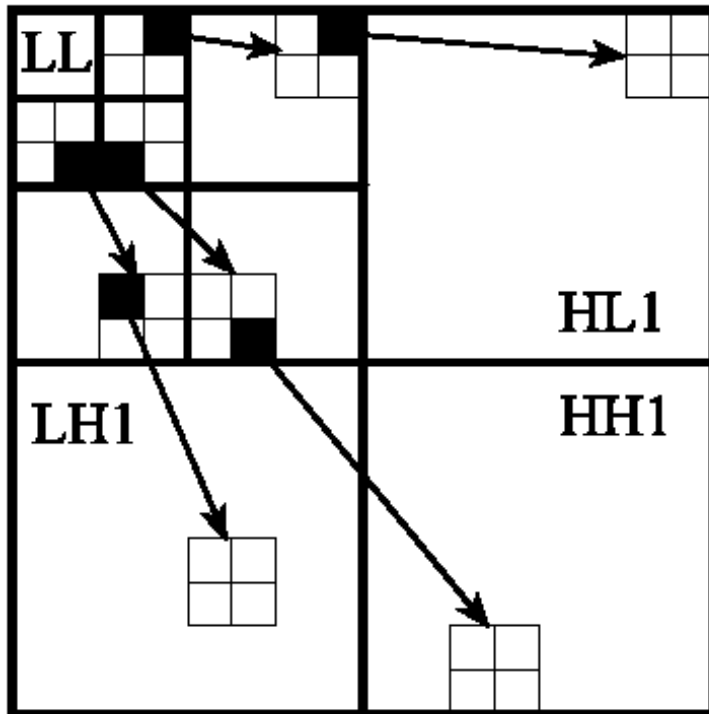
- deterministická struktura „do hloubky“



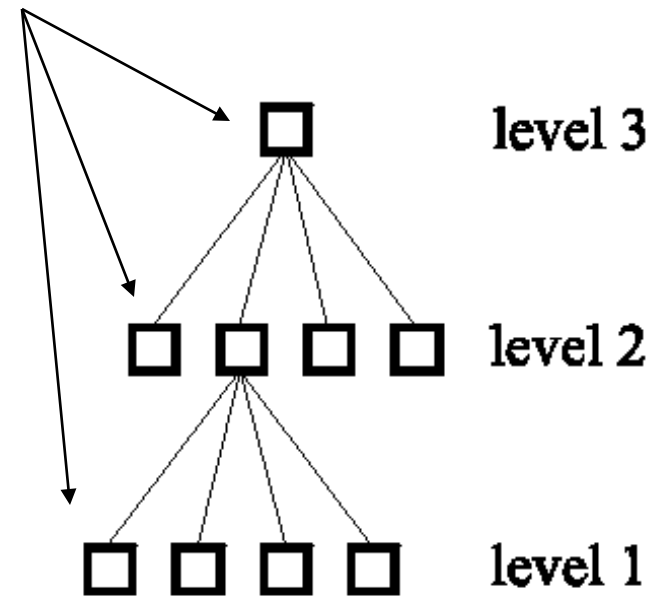
„Zero trees“

Embedded Zerotree Wavelet Encoding

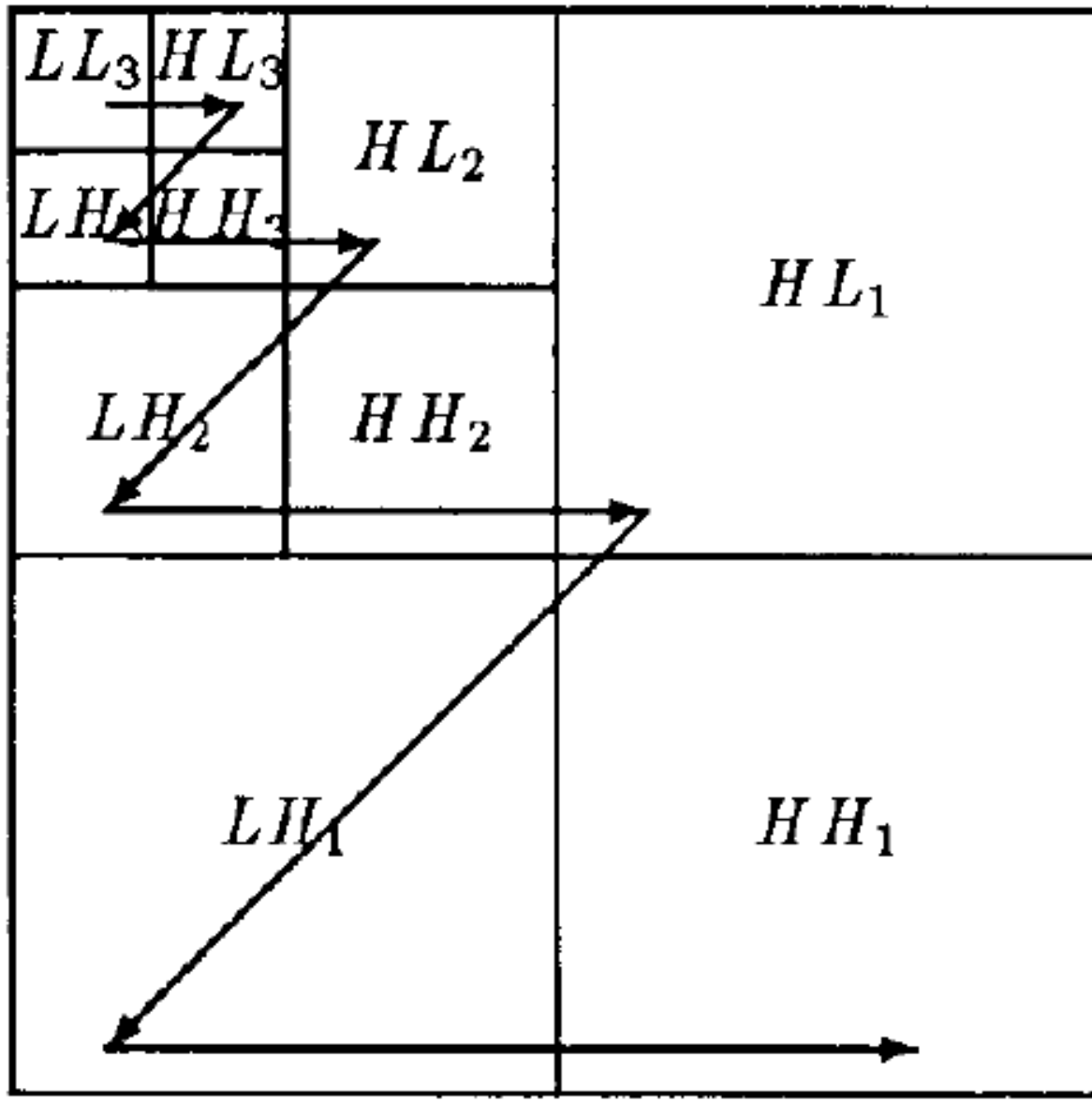
J.M. Shapiro, 1993 EZW

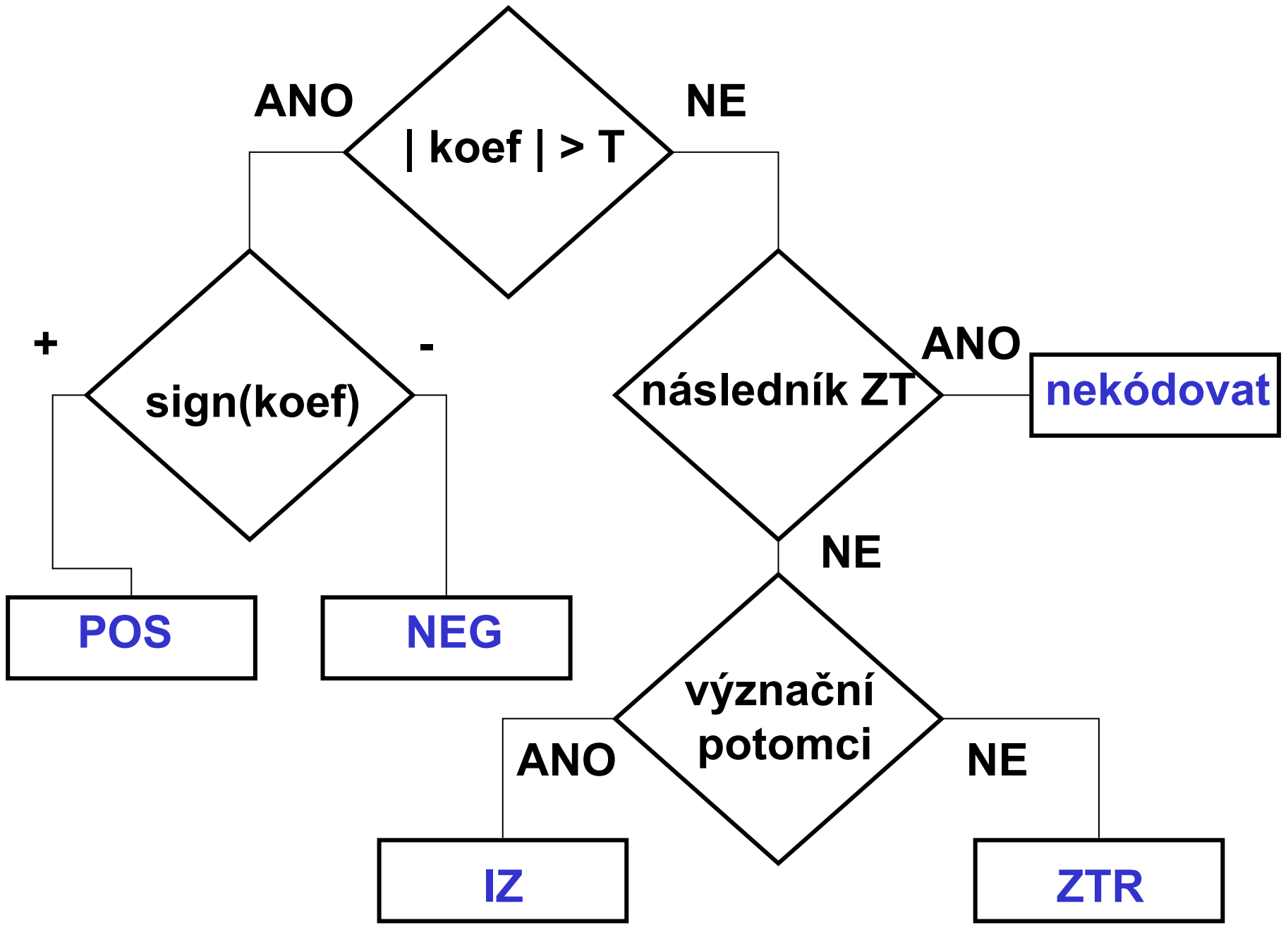


nevýznamný vzhledem k T



Embedded Zerotree Wavelet Encoding





63	-34	49	10	7	13	-12	7
-31	23	14	-13	3	4	6	-1
15	14	3	-12	5	-7	3	9
-9	-7	-14	8	4	-2	3	2
-5	9	-1	47	4	6	-2	2
3	0	-3	2	3	-2	0	4
2	-3	6	-4	3	6	3	6
5	11	5	6	0	3	-4	4

$T_0 = 32$

[32, 64), střed 48

„dominant“

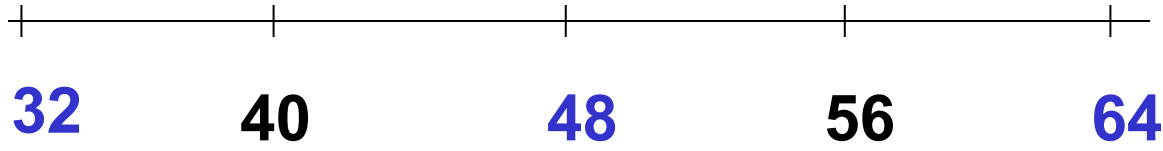
Subband	Coefficient Value	Symbol	Reconstruction Value
LL3	63	POS	48
HL3	-34	NEG	-48
LH3	-31	IZ	0
HH3	23	ZTR	0
HL2	49	POS	48
HL2	10	ZTR	0
HL2	14	ZTR	0
HL2	-13	ZTR	0
LH2	15	ZTR	0
LH2	14	IZ	0
LH2	-9	ZTR	0
LH2	-7	ZTR	0
HL1	7	Z	0
HL1	13	Z	0
HL1	3	Z	0
HL1	4	Z	0
LH1	-1	Z	0
LH1	47	POS	48
LH1	-3	Z	0
LH1	-2	Z	0

Coefficient Magnitude	Symbol	Reconstruction Magnitude
63	1	56
34	0	40
49	1	56
47	0	40

„subordinate“

0

1



(63, 49, 34, 47)

2. „dominant“

$T_1 = 16$,
 jen ty koeficienty, které v minulém
 „nesignifikantní“
 ty minulé - jako 0

tento seznam (63, 49, 34, 47) se doplní o nové

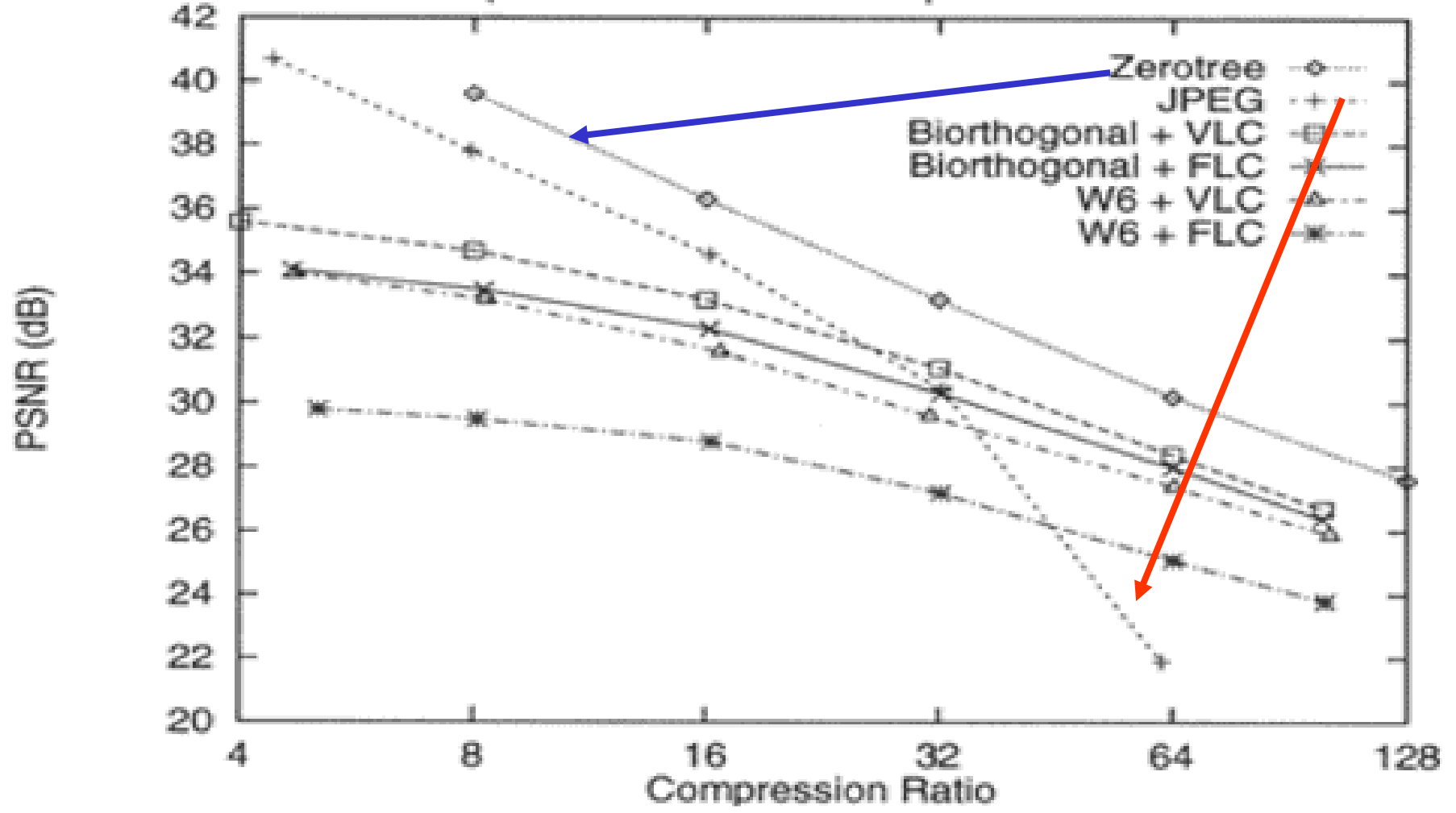
kódování- možno zastavit na požadovaném bit-rate

Embedded Zerotree Wavelet Encoding



Porovnání přístupů

Comparison of Wavelet Compression Methods



EZW

-nevýhody :

obtížné dekódování pouze části obrázku
špatné vzpamatování se z chyb

- následující přístupy

Set Partitioning in Hierarchical Trees (SPIHT)

**Embedded Block Coding with Optimized
Truncation (EBCOT)**

- v JPEG2000

Embedded Block Coding with Optimized Truncation (EBCOT)

Taubman, JPEG 2000

JPEG

0.125 bpp

JPEG2000



Embedded Block Coding with Optimized Truncation (EBCOT)

Taubman, JPEG 2000

vhodný pro vzdálené prohlížení velkých souborů

škálovatelná komprese obrázků (embedded)

- kvalita**
- rozlišení**

náhodný přístup (různé části signálu - různé části obrázku)

kódování ROI

EBCOT - bloky

dělí každý sub-band na code bloky (32x32)
ty separátně kóduje

všechny bloky v sub-bandu – stejná velikost
každý blok kódován zvlášť

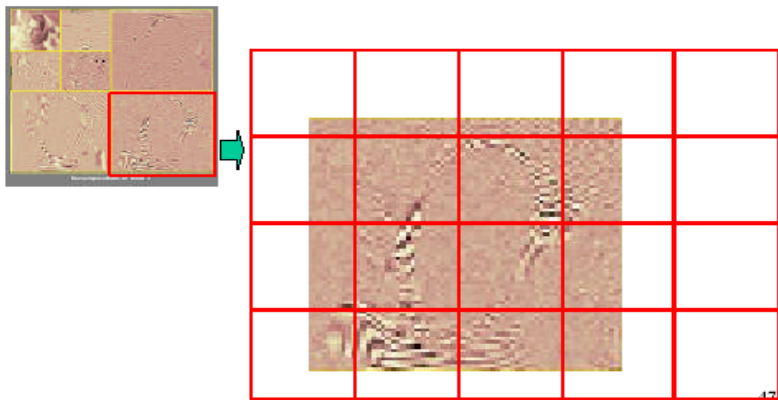
paralelní zpracování

využití lokálních informací

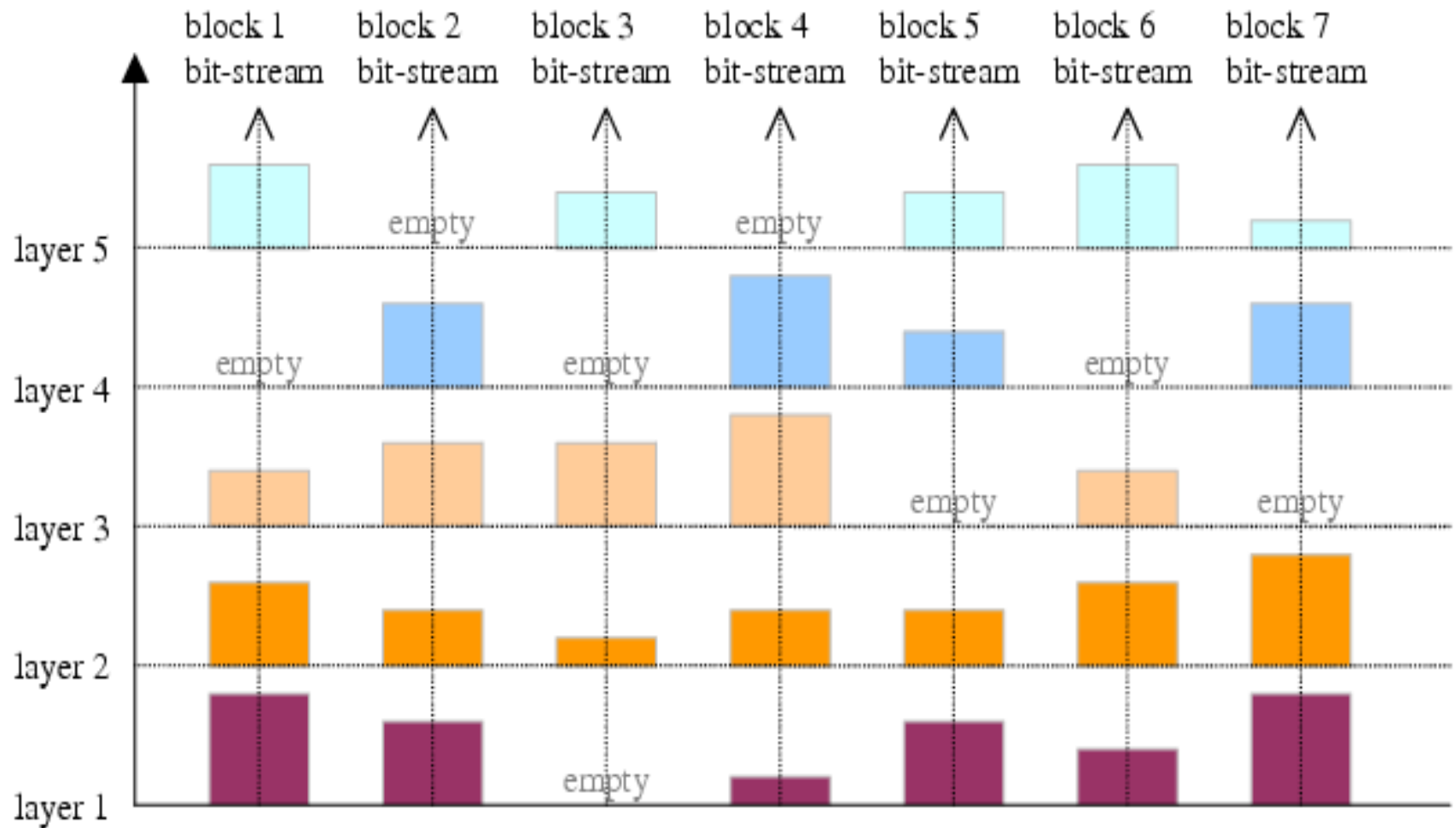
omezený dopad chyb

možnost náhodného přístupu

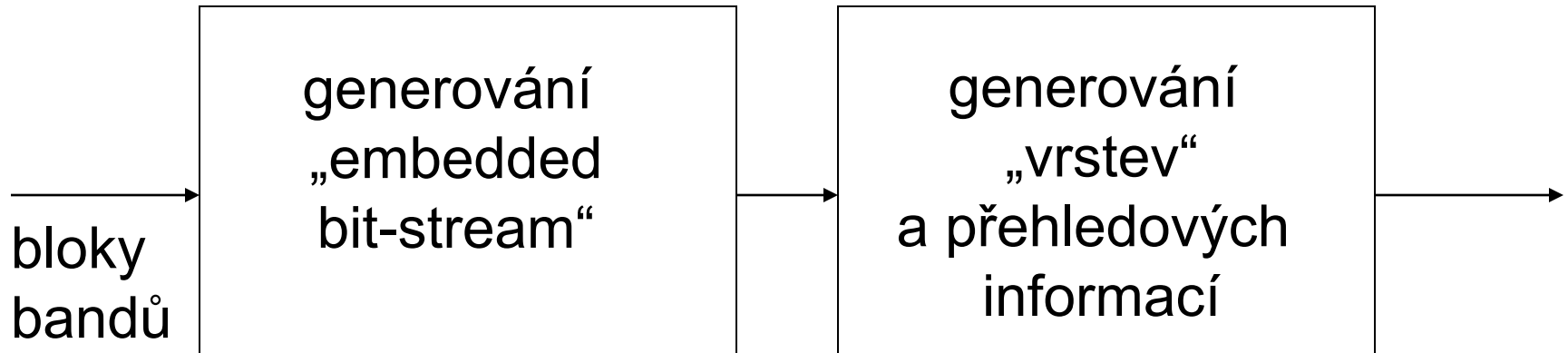
Subband -> Code Blocks



EBCOT – „vrstvy“



EBCOT - kódování



víceprůchodové skenování

na úrovni bitů, kódování po bitech, nejvyšší nenulový

**kódování používá info o kontextu (hypotéza: významné
vzorky shluknuté)**

každá „vrstva“ – své oříznutí, optimalizuje se

EBCOT - kódování

3 typy průchodů, různé typy kódování

- *significant* (nevýznamné s význ. sousedy) 2x
- *magnitude refinement* (významné z minula)
- *cleanup* (všechny zbývající)

zero coding, RLC, sign coding,
magnitude refinement

EBCOT – optimální ořeznutí

informace o 1 bloku – různé délky kódu + rozdíly

post-processing po komprimaci všech bloků

– určení ořezání pro každý blok

post-Compression Rate-Distortion (PCRD) Optimization

cílový bit-rate nemusí být znám v době komprese

***quality layers* – kód pro blok je optimálně ořezán pro „vrstvy“ danou vrstvou,**

efektivní komprese – nezávislé optimální ořezání bloků

WVL



JPEG

