

# **Základné metódy tvorby multimedialného obsahu**

## **Analógovo-digitálny prevod a zvukové dáta**

**Ing. Peter Kapec, PhD.**

ZS 2020-21

# Obsah

- Analógovo-digitálny prevod
- Digitálna reprezentácia zvukových dát
- Zvukové dáta a kompresia
- HTML5 a audio
- CSS

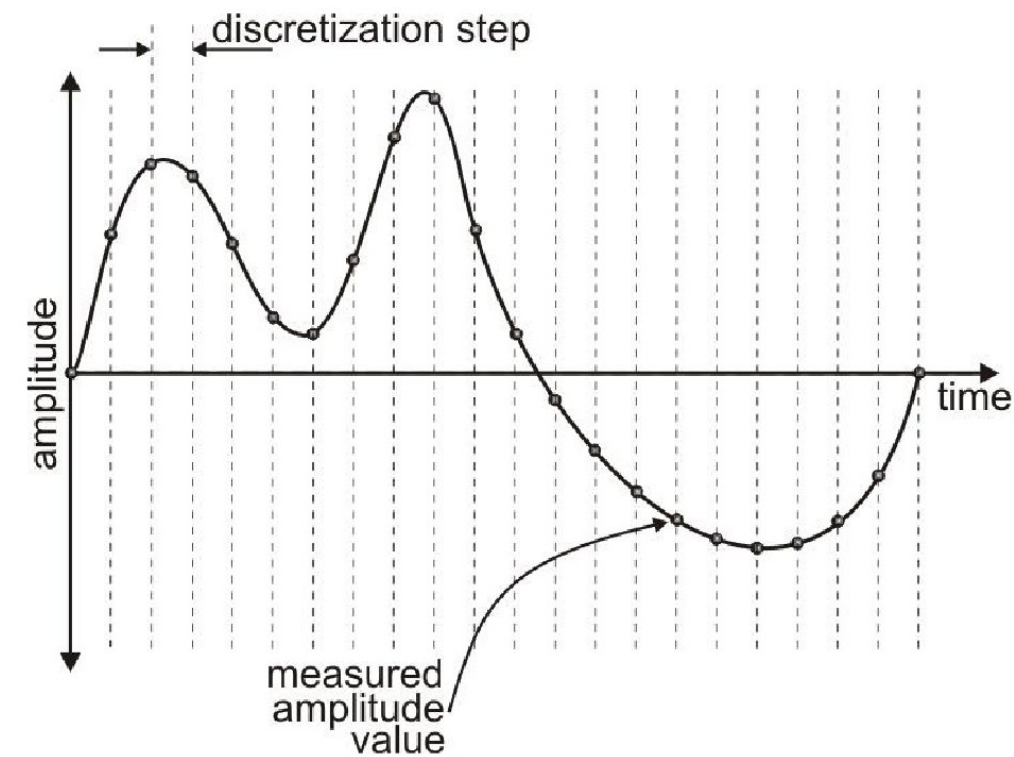
# Analógovo-digitálny prevod

# Analógový vs digitálny signál

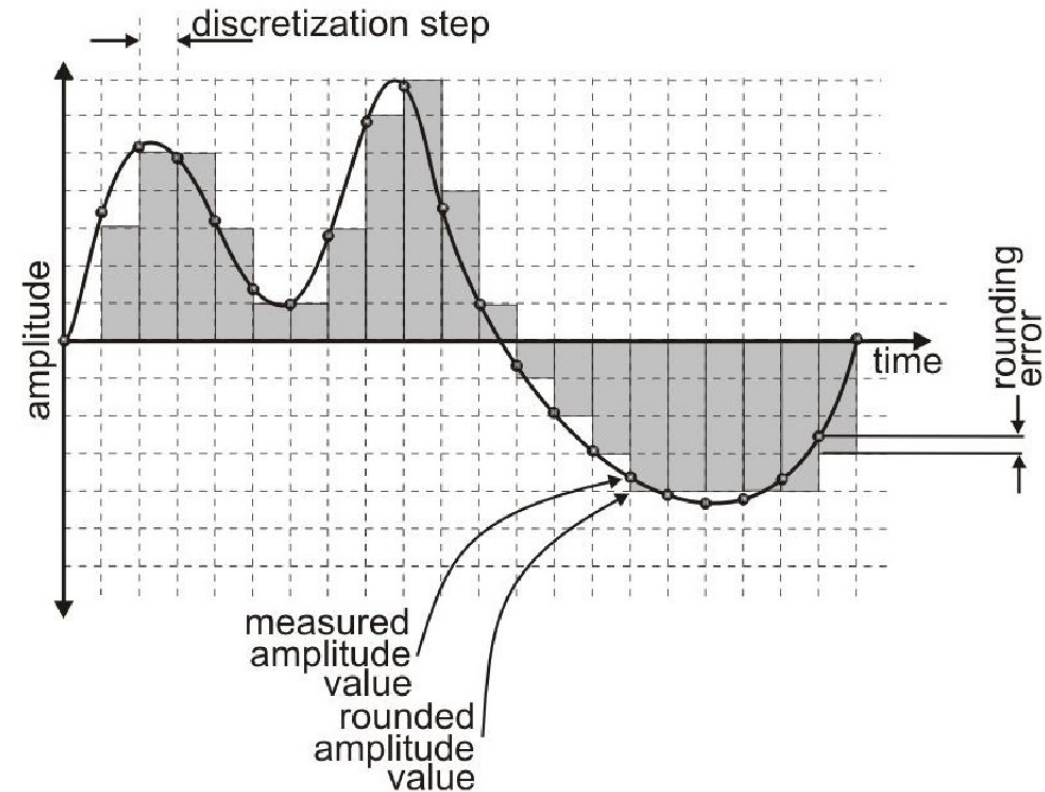
- Analógový signál
  - Spojitý
- Digitálny signál
  - **Diskrétny** – vyberáme len niektoré vzorky zo spojitého analog. signálu
  - **Rozlíšenie** – konkrétna hodnota úrovne signálu nie je presná
  - Výhody: neobsahuje šum, kompresia

# Konverzia analóg-digitál

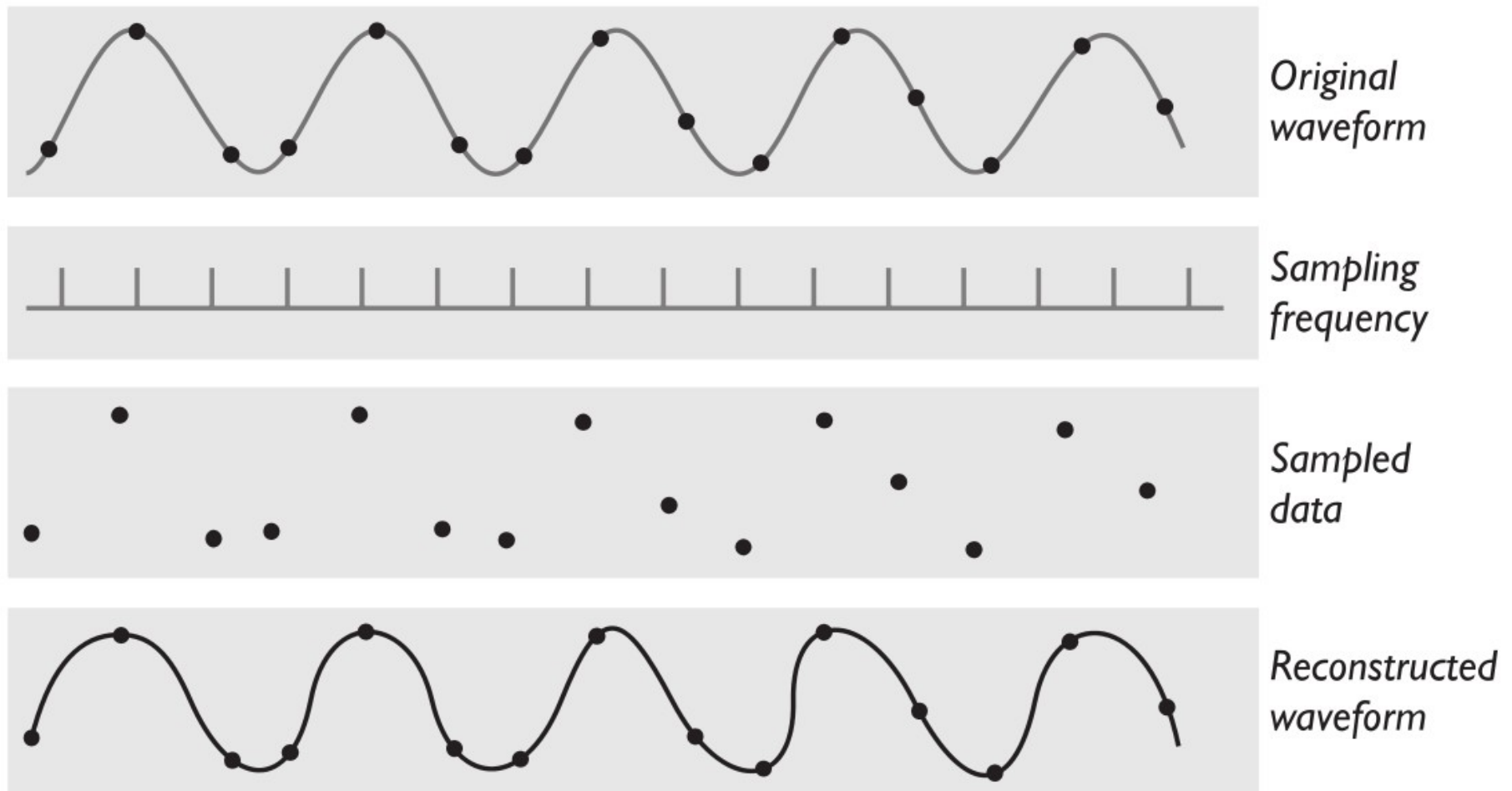
## Vzorkovanie



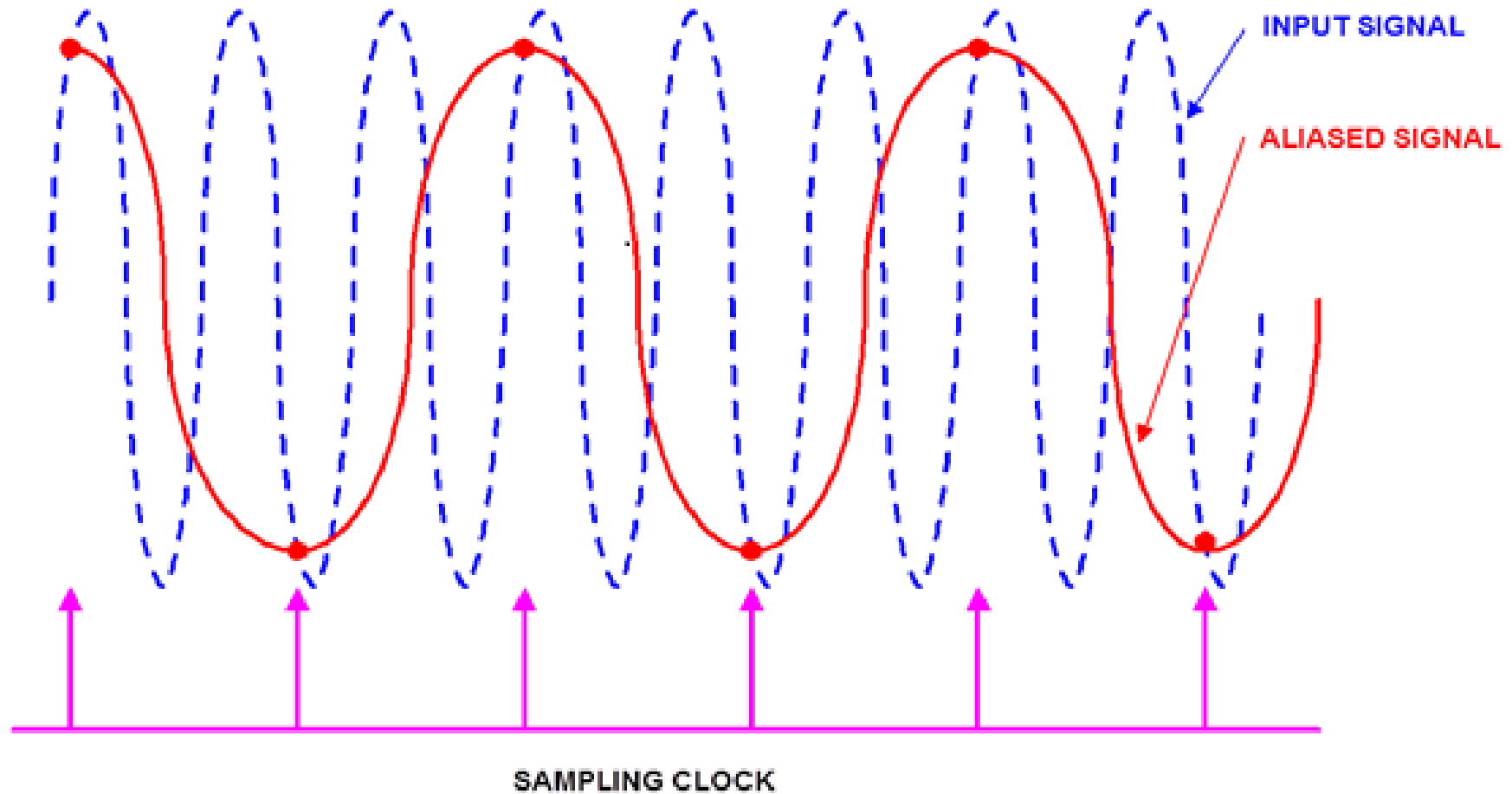
## Kvantizácia



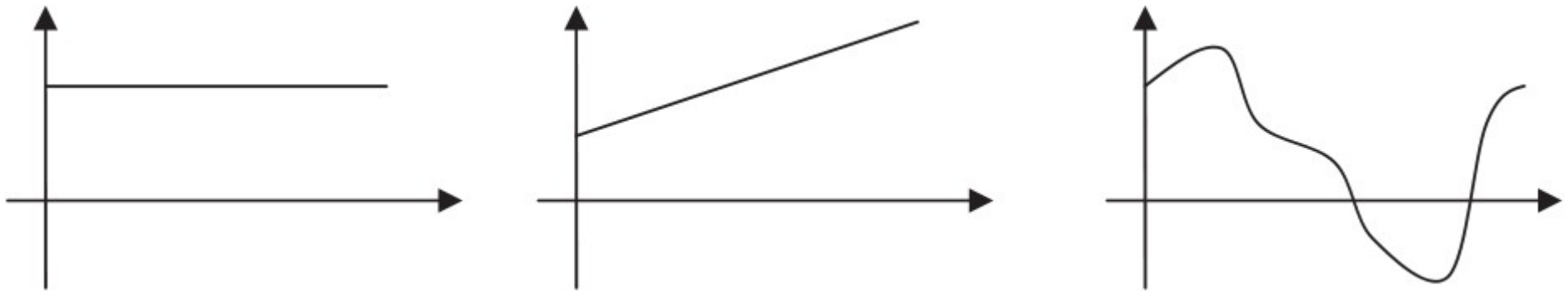
# Vzorkovanie a rekonštrukcia signálu



# Ako vzorkovať?



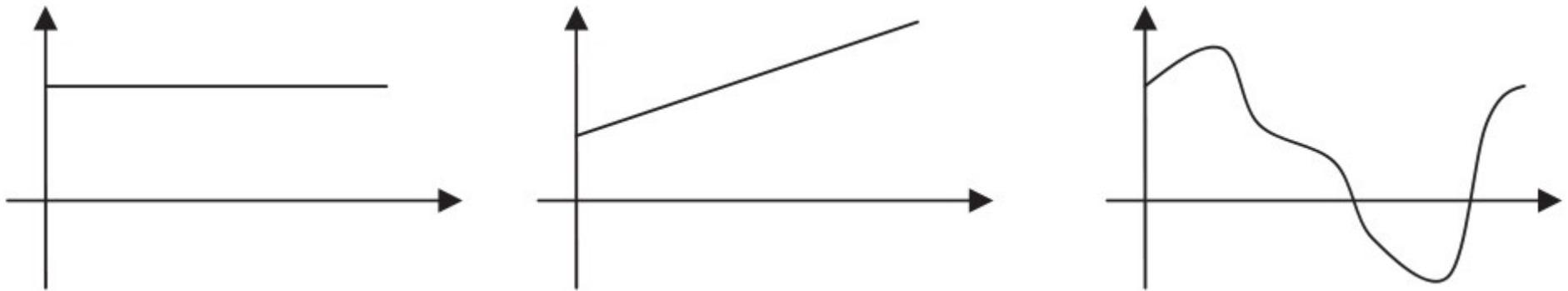
# Vzorkovací teorém a aliasing



- Koľko vzoriek potrebujeme na správnu rekonštrukciu signálu?



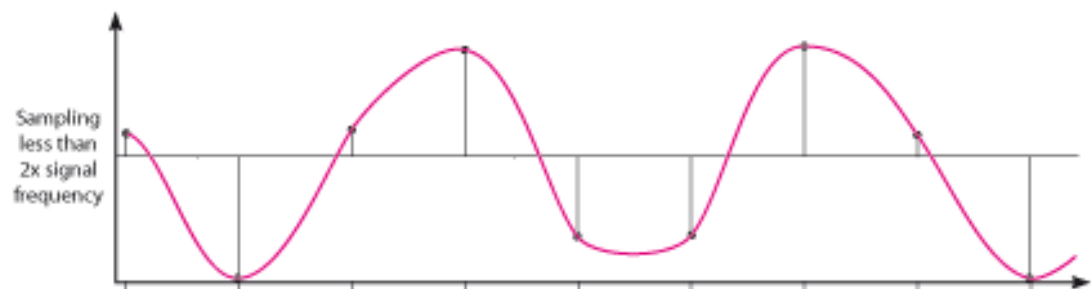
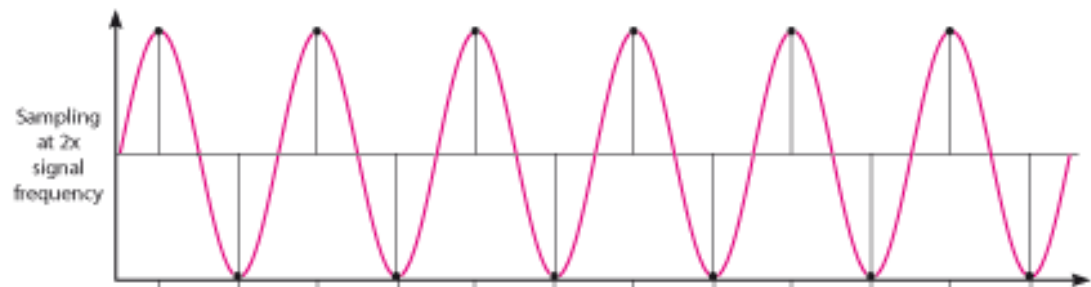
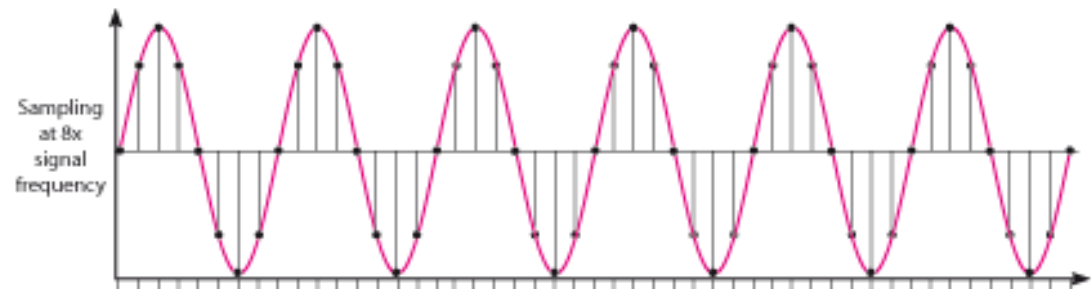
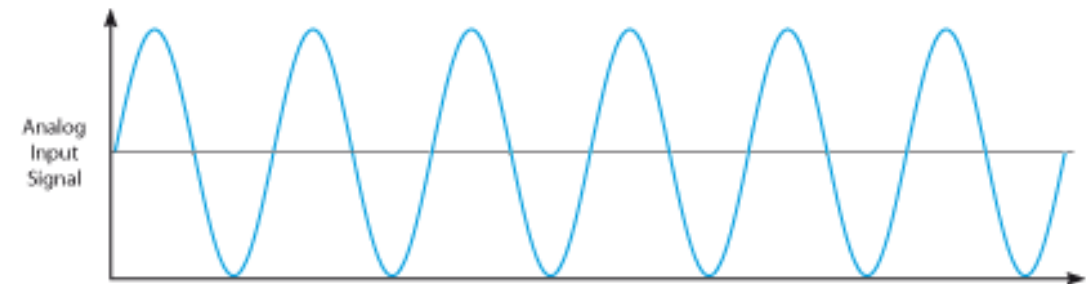
# Vzorkovací teorém a aliasing



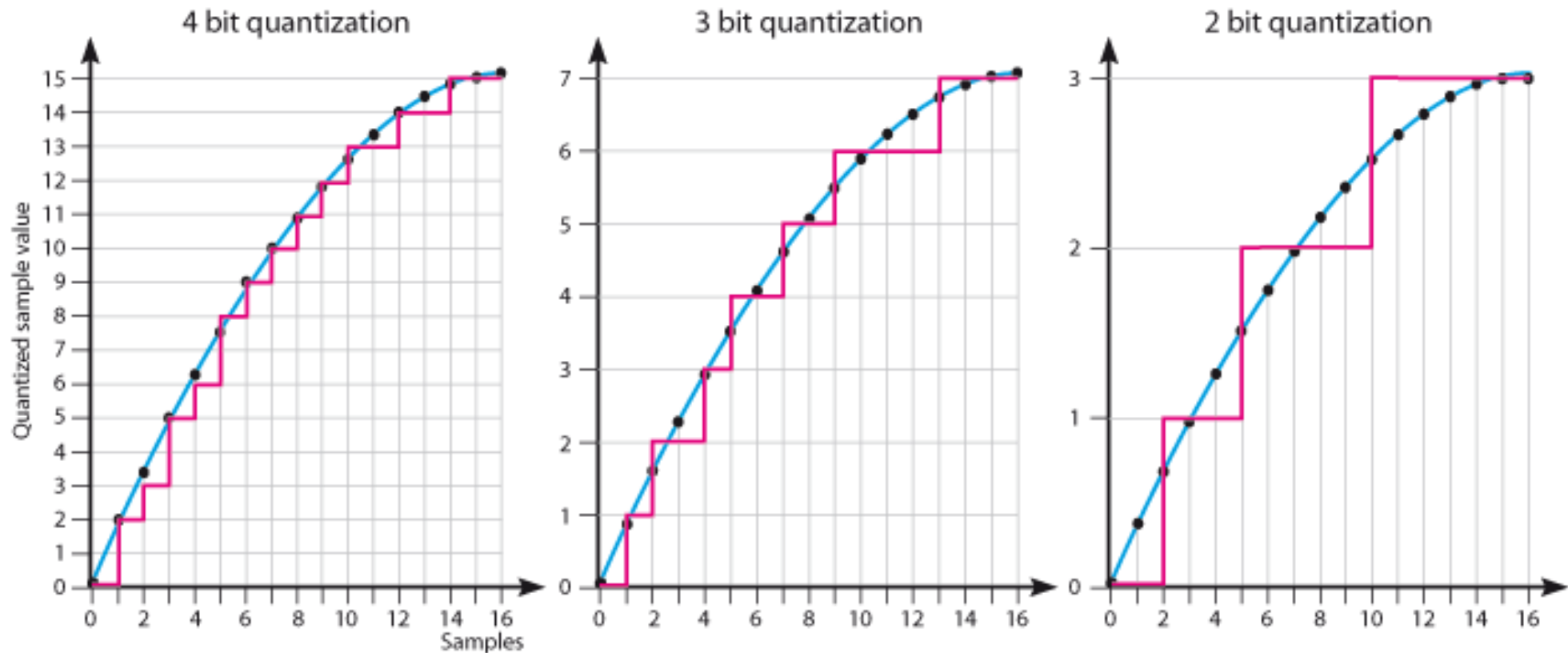
- Koľko vzoriek potrebujeme na správnu rekonštrukciu signálu?
- Shannon-Nyquist teorém:
  - Vzorkovaný signál musí byť vzorkovaný vzorkovacou frekvenciou ktorá je aspoň 2x väčšia ako vzorkovaný signál
  - Keď menej vzorkami – vzniká *alias*

# Koľko vzoriek?

- Vzorkovaný signál
- frekvencia vstupného signálu:
  - $8x$
  - $2x$
  - $< 2x$

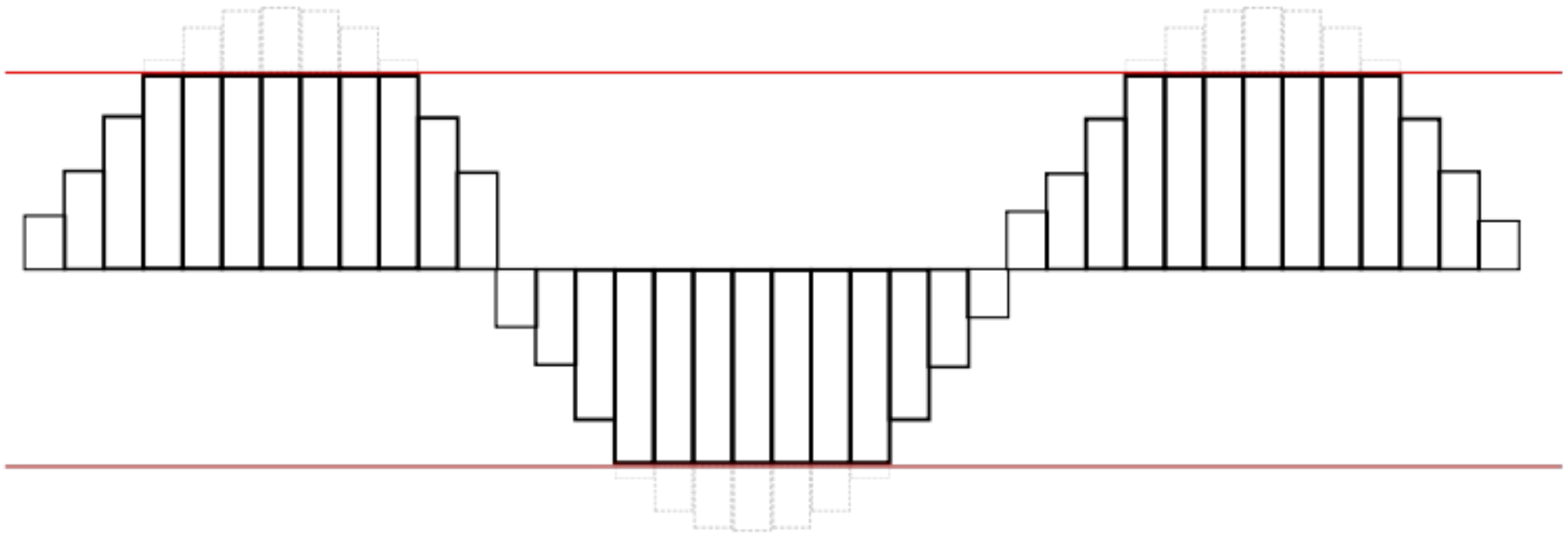


# Kol'ko úrovní pre vzorku?



# Úroveň signálu

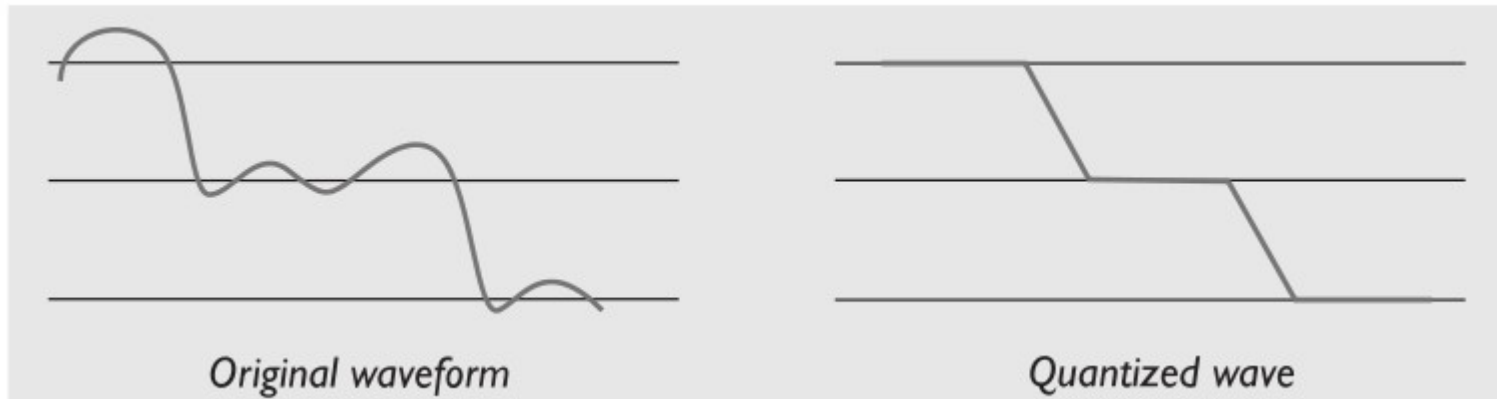
- Čo keď je úroveň signálu väčšia ako počet úrovní pre vzorku?
  - Orezávanie (clipping)



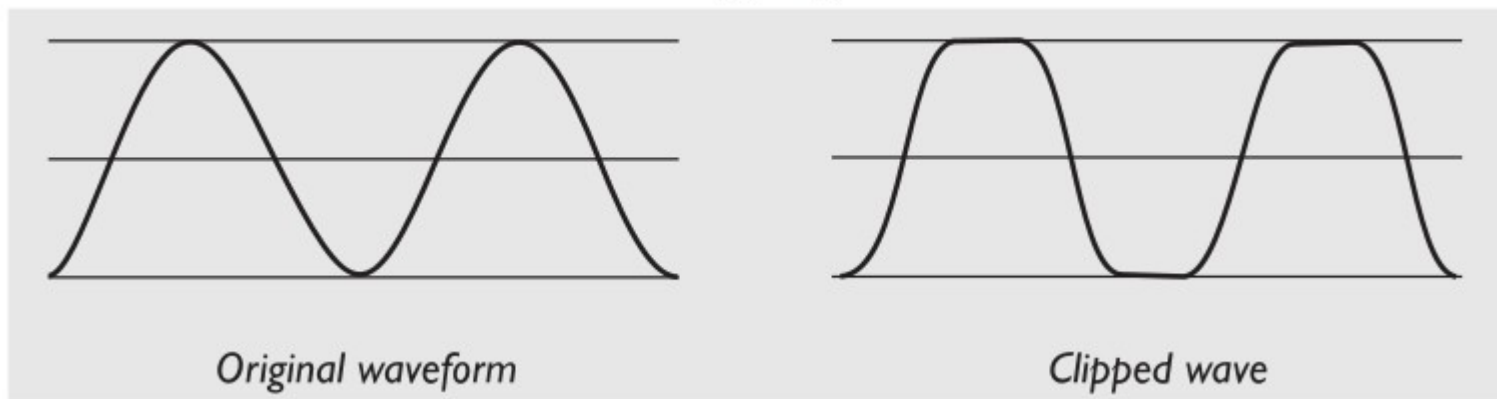
# Chyby pri rekonštrukcii signálu

- Kvantizácia, orezávanie

**Quantizing**

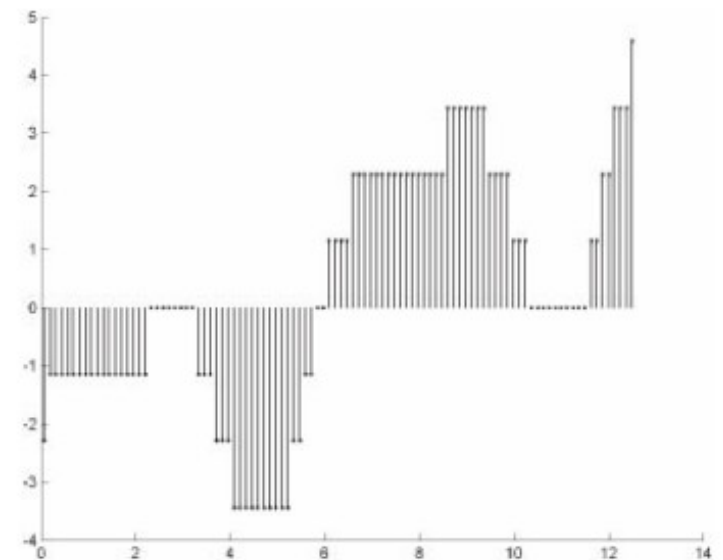
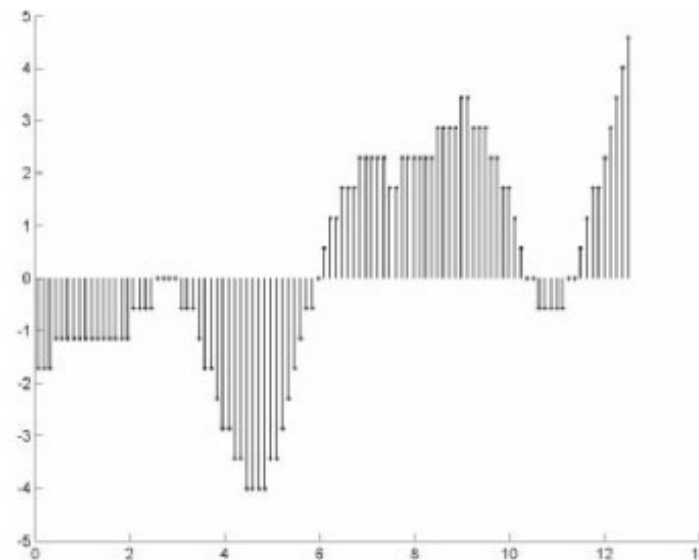
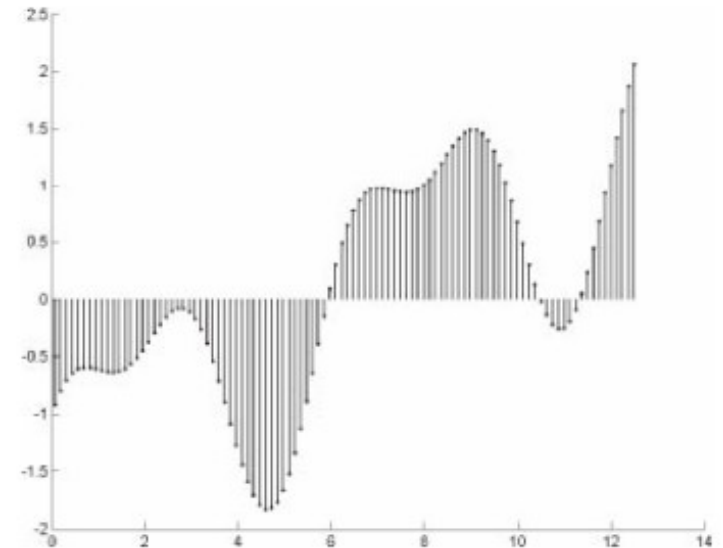
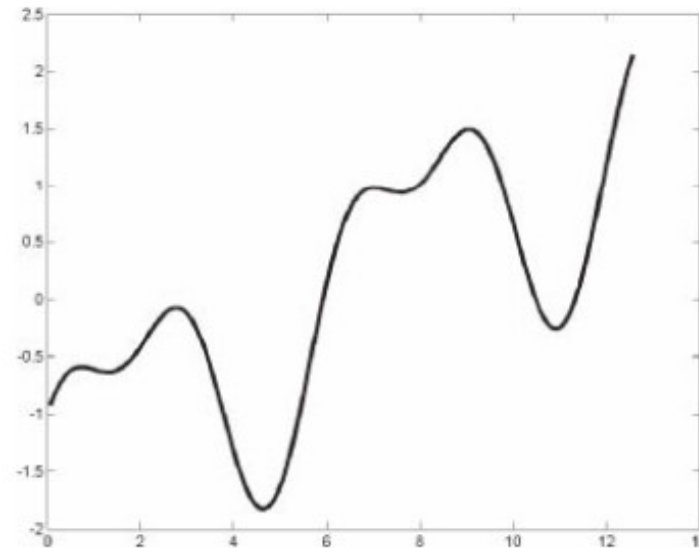


**Clipping**



# Vzorkovanie a kvantizácia

- Vplyv na kvalitu



# Vzorkovanie a kvantizácia

- Vplyv  
na kvalitu
- Signál
  - 1D signál – zvuk
  - 2D signál - obraz



6 bits



5 bits



4 bits



3 bits



2 bits



1 bit

# Dátový tok

$$\begin{aligned} \text{Bit rate} &= \frac{\text{Bits}}{\text{Second}} = \left( \frac{\text{Samples produced}}{\text{Second}} \right) \times \left( \frac{\text{Bits}}{\text{Sample}} \right) \\ &= \text{Sampling rate} \times \text{Quantization bits per sample} \end{aligned}$$

Signal	Sampling rate	Quantization	Bit rate
Speech	8 KHz	8 bits per sample	64 Kbps
Audio CD	44.1 KHz	16 bits per sample	706 Kbps (mono) 1.4 Mbps (stereo)
Teleconferencing	16 KHz	16 bits per sample	256 Kbps
AM Radio	11 KHz	8 bits per sample	88 Kbps
FM Radio	22 KHz	16 bits per sample	352 Kbps (mono) 704 Kbps (stereo)
NTSC TV image frame	Width – 486 Height – 720	16 bits per sample	5.6 Mbits per frame
HDTV (1080i)	Width – 1920 Height – 1080	12 bits per pixel on average	24.88 Mbits per frame



# Kvalita vs dátový tok

Kvalita	Vzorkovací a frekvencia (kHz)	Veľkosť vzorky (v bitoch)	Mono/ stereo	Dátový tok (bez kompresie) (kB/ sec)	Frekvenčné pásmo (Hz)
Telefón	8	8	Mono	8	200-3400
AM rádio	11,025	8	Mono	11,0	100-5500
FM rádio	22,05	16	Stereo	88,2	20-11000
CD	44,1	16	Stereo	176,4	5-20000
DAT	48	16	Stereo	192,0	5-20000
DVD audio	192(max)	24(max)	Do 6 kanálov	1200 (max)	0-96000(max)

# Digitálna reprezentácia zvukových dát

# Záznam zvuku

- 1800s fonograf (Thomas Alva Edison), gramofón (Emile Berliner)
- Zvukové nahrávky
  - **Binaural** – 2 nemixované kanály (2 mikrofóny a 2 reproduktory) (BBC stereo 1925)
  - **Stereophonic** – viac ako 2 kanály (Walt Disney's Fantasia 1940)

# Zvuk


- Akustika
- Zvuk – prenos energie v médiu vo forme tlakových vln
  - decibely dB, logaritmická mierka

dB	Watts	Example
195	25–40 million	Saturn rocket
170	100,000	Jet engine with afterburner
160	10,000	Turbojet engine at 7,000-pounds thrust
150	1,000	ALSETEX splinterless stun grenade
140	100	2 JBL2226 speakers pulling 2,400 watts inside an automobile
130	10	75-piece orchestra, at fortissimo
120	1	Large chipping hammer
110	0.1	Riveting machine
100	0.01	Automobile on highway
90	0.001	Subway train; a shouting voice
80	0.0001	Inside a 1952 Corvette at 60 mph
70	0.00001	Voice conversation; freight train 100 feet away
60	0.000001	Large department store
50	0.0000001	Average residence or small business office
40	0.00000001	Residential areas of Chicago at night
30	0.000000001	Very soft whisper
20	0.0000000001	Sound studio

# Zvukové formáty

File suffix or logo	Filename	File type	Features
.wav	WAV	Uncompressed PCM coded	Default standard for audio on PCs. WAV files are coded in PCM format.
.au	G.711 $\mu$ -law, or ITU $\mu$ -law	Uncompressed audio	Universal support for telephone. Packs each 16-bit sample into 8 bits, by using logarithmic table to encode with a 13-bit dynamic range. Encoding and decoding is very fast.
GSM 06.10	Global System for Mobile Communication	Lossy Compressed mobile audio	International standard for cellular telephone technology. Uses linear predictive coding to substantially compress the data. Compression/decompression is slow. Freely available and, thus, widely used
.mp3	MPEG1 Layer3	Compressed audio file format	Uses psychoacoustics for compression Very good bandwidth savings and, hence, used for streaming and Internet downloads.

# Zvukové formáty

.ra	Real Audio	Compressed format	Proprietary to Real Audio. Capable of streaming and downloading. Comparable quality to mp3 at high data rates but not so at low data rates
AAC	Advanced Audio Codec MPEG4	Compressed format	Superior quality to .mp3.
.mid	MIDI—Musical Instrument Digital Interface	Descriptive format	MIDI is a language of communication among musical instruments. Description achieved by frequencies, decays, transients, and event lists. Sound has to be synthesized by the instrument.
	Dolby Digital (formerly called	Compressed 5.1 surround sound	De facto standard of home entertainment (Dolby AC-3) Distributed with DVD, HDTV systems. Provides five discrete channels—center, left, right, surround left, and surround right—plus an additional six for LFE.

# Zvukové formáty



DTS Surround  
Sound

Compressed 5.1  
surround sound

Alternate to Dolby Digital.  
Distributed with DVDs, but not HDTV.  
Has higher data rate compared with  
Dolby Digital.



THX Surround  
Sound

Compressed 5.1  
surround sound

Designed for movie theaters  
(THX Ultra) as well home theaters  
(THX Select).  
Has become the select brand for  
surround sound today.



THX Surround  
Sound Extended

Compressed 6.1  
or 7.1 surround  
sound

Jointly developed by  
Lucasfilm, THX and Dolby  
Laboratories.  
Also known as Dolby Digital ES.  
Has a surround back channel, placed  
behind audience achieving 360° of  
sound.

# Priestorový zvuk

- Surround Sound
  - Niekoľko zvukových kanálov so samostatnými reproduktormi (5.1, 6.1, 7.1,...,10.2)
- Spatial Audio
  - Dosiahnutie „3D“ zvukového efektu pomocou menšieho počtu kanálov (napr. 2)
  - Psycho-akustické efekty
    - Sound Retrieval System (SRS), Head Related Transfer Functions (HRTF)



# Musical Instrument Digital Interface (MIDI)

- Vytvorené začiatkom 1980
- NIE je digitalizovaný zvuk
- Sekvencia časovo-označených príkazov (muzických akcií – stlačenie klávesu na klavíri)
- Protokol pre prenos
  - Nôt, sekvencií nôt, inštrumentov
- Záznam – MIDI klávesy, notový zápis
- Prehrávanie – MIDI zariadenie

# MIDI

- Záznam z MIDI klávesov
  - Nota, tlak, trvanie, rýchlosť zdvihu, ...
- Kvalita prehrávaného MIDI
  - Závisí od výstupného MIDI zariadenia
- Možnosť „zameniť“ nástroj
  - Definovaná sada nástrojov
- Vhodné pre produkciu, nie pre prehrávanie

# General MIDI

Sada 128  
nástrojov

ID	Sound	ID	Sound
0	Acoustic grand piano	16	Hammond organ
1	Bright acoustic piano	17	Percussive organ
2	Electric grand piano	18	Rock organ
3	Honky-tonk piano	19	Church organ
4	Rhodes piano	20	Reed organ
5	Chorused piano	21	Accordion
6	Harpsichord	22	Harmonica
7	Clarinet	23	Tango accordion
8	Celesta	24	Acoustic guitar (nylon)
9	Glockenspiel	25	Acoustic guitar (steel)
10	Music box	26	Electric guitar (jazz)
11	Vibraphone	27	Electric guitar (clean)
12	Marimba	28	Electric guitar (muted)
13	Xylophone	29	Overdriven guitar
14	Tubular bells	30	Distortion guitar
15	Dulcimer	31	Guitar harmonics

# MIDI vs digitálne audio

- Výhody MIDI
  - MIDI súbor - značne menší ako dig. nahrávka
  - Môžu znieť lepšie ako dig. nahrávka
  - MIDI je editovateľné – bez straty kvality
    - možno zmeniť tempo, jednotlivú notu, ...
  - Obojsmerná konverzia na notový zápis
- Nevýhody
  - Závislosť na výstupnom zariadení
  - Nevhodné na hovorené slovo

# Zvukové dáta a kompresia

# Potreba kompresie

<b>Audio data</b>	<b>Speech (mono)</b>	<b>CD (stereo)</b>	<b>FM radio (stereo)</b>	<b>5.1 surround sound</b>
Sample size	8 bits	16 bits	16 bits	16 bits
Sample rate	8 KHz	44.1 KHz	22 KHz	44.1 KHz
One second of uncompressed size (B for bytes)	8 KB	88.2 KB (stereo)	44 KB (stereo)	530 KB (6 channels)
One second of transmission bandwidth (b for bits)	64 Kbps	1.4 Mbps (stereo)	704 Kbps (stereo)	4.23 Mbps (6 channels)
Transmission times for one second of data (56 Kb modem)	1.14 seconds	25 seconds	12.5 seconds	76 seconds
Transmission times for one second of data (780 Kb DSL)	0.08 seconds	1.8 seconds	0.9 seconds	5.4 seconds

# Teória kompresie audia

- Vizualný vs zvukový aparát človeka
  - Vizualný signál – viac redundantných informácií
  - Zvukový aparát – viac citlivý na šum a degradáciu
- Audio kompresné techniky
  - Brať viac ohľad na straty a skreslenie
  - kompresné techniky pre video – vyššia kompresia
- Fidelity vs Bit rate vs Complexity

# Pulse Code Modulation (PCM)

- Proces digitalizácie analógového
  - vzorkovanie, kvantizácia
- Použitie
  - Formát .wav
  - Audio CD, DVD

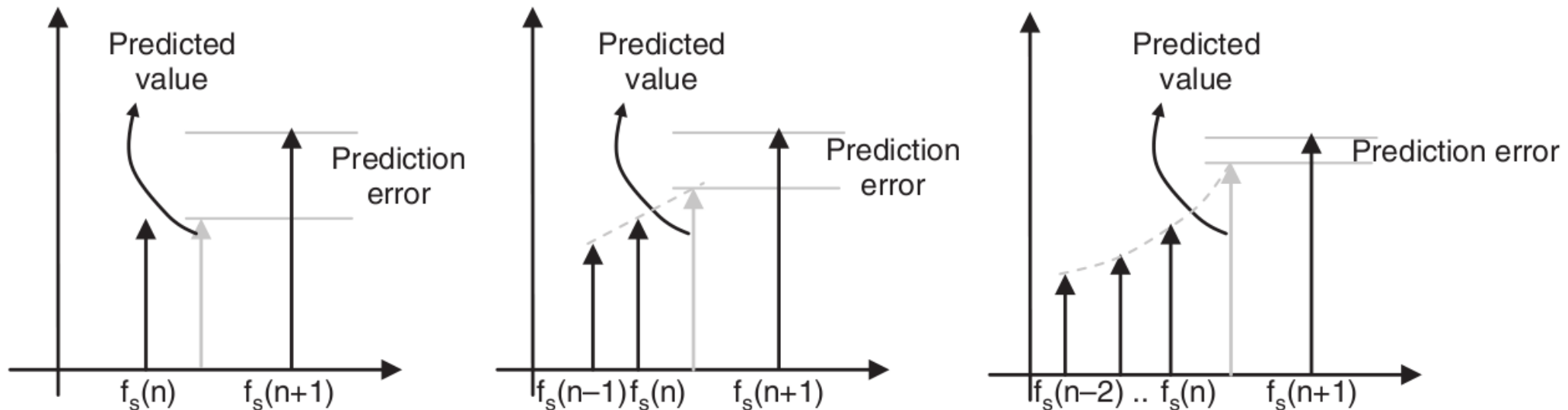


# Differential pulse code modulation (DPCM)

- Stratová kompresia
- Signál sa „málo“ mení  $\rightarrow$  vzorky sú si podobné
- Nasledujúcu vzorku možno „odhadnúť“ na základe súčasnej a predchádzajúcich
- Odhad  $\rightarrow$  chyba predikcie
- Prenáša sa chyba vzorky  $<$  ako vzorka
  - Menej dát na prenos

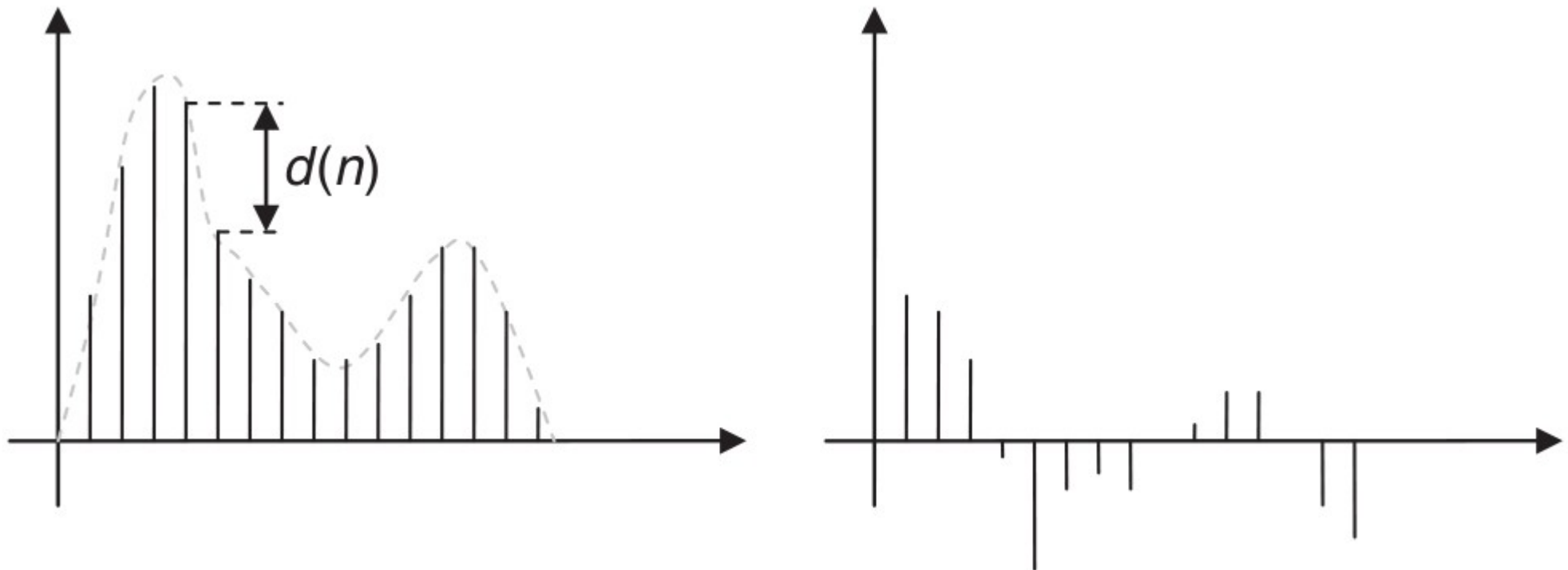
# Differential pulse code modulation (DPCM)

- Predikcia a chyba



# Differential pulse code modulation (DPCM)

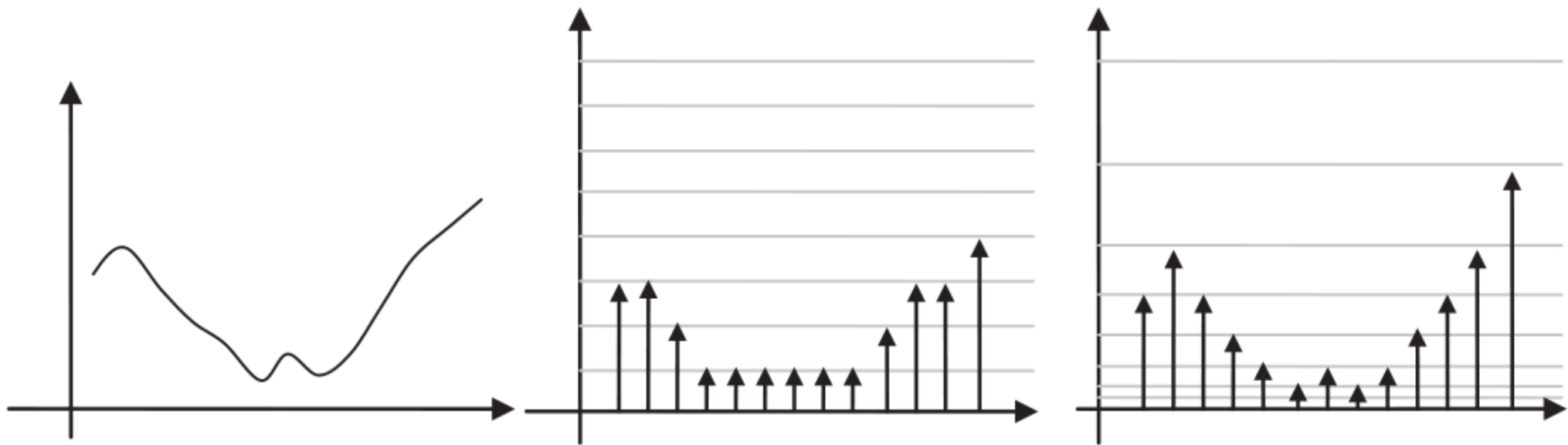
- Prenos rozdielu medzi predikciou a aktuálnou hodnotou



# Differential pulse code modulation (DPCM)

- Nevýhoda – chyba sa kumuluje
  - Dá sa čiastočne eliminovať (uzavretou slučkou)
- Modifikácie
  - Delta Modulation – miesto chyby sa prenáša 1bit
    - Indikuje konšt. nárast / pokles hodnoty vzorky
  - Adaptive DPCM – variabilný počet bitov na chybu
  - Logarithmic Quantization Scales
    - Vhodné pre kompresiu ľudského hlasu

# Nonlinear quantization scales

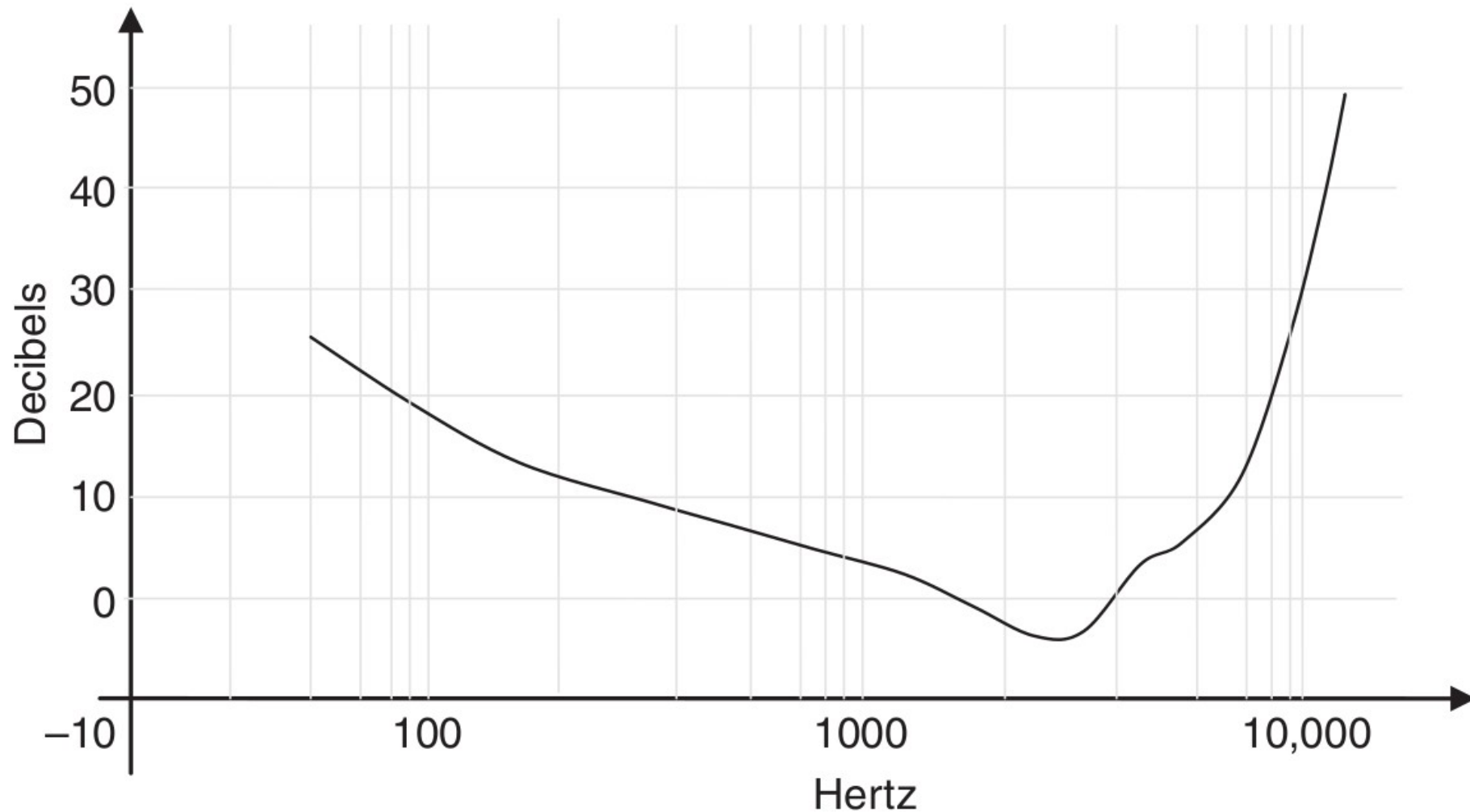


# Psychoakustická kompresia

- Frekvencia: 20Hz - 20kHz
- Dynamický rozsah: 120dB
- $< 30\text{ms}$ : nevieme rozlíšiť dve udalosti

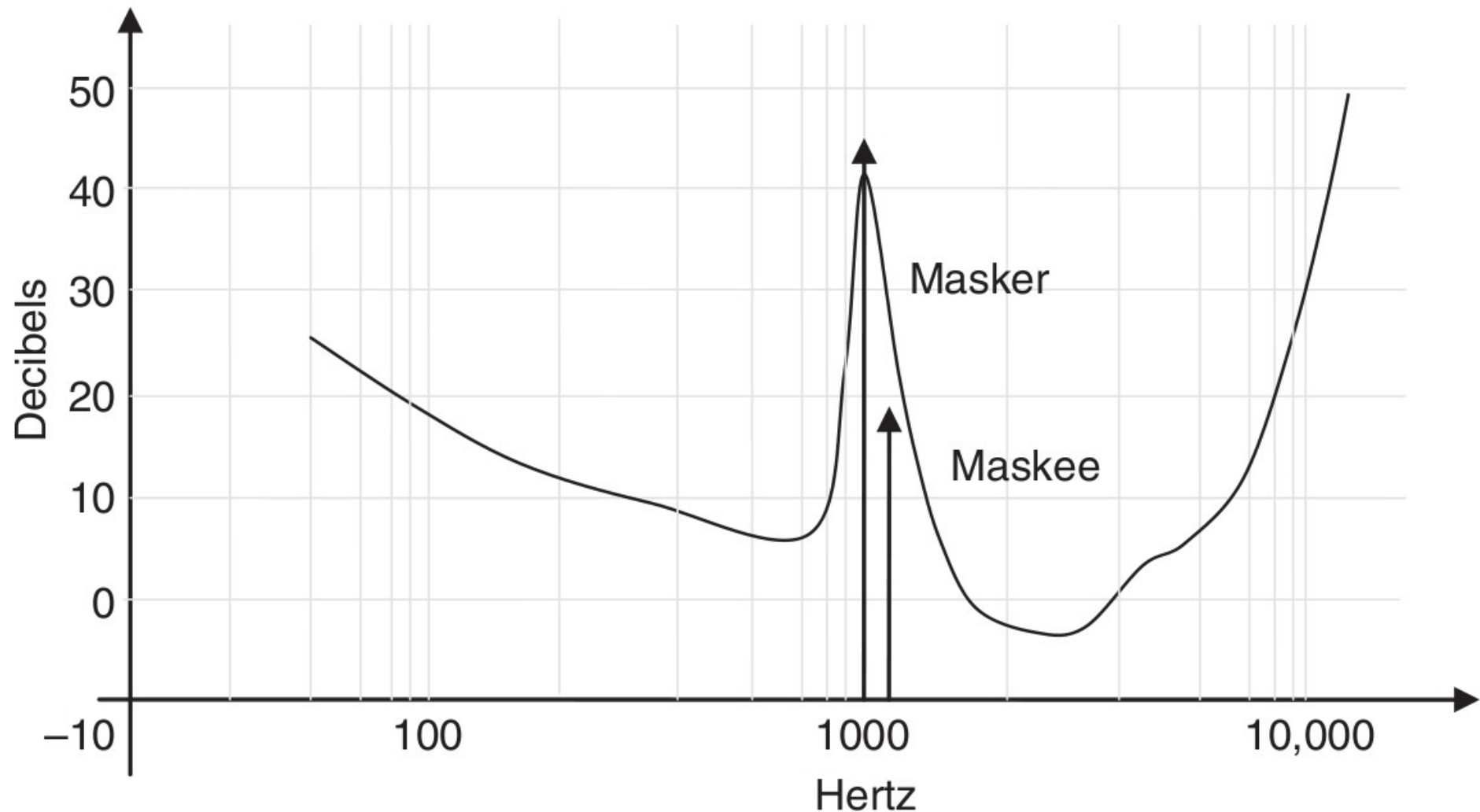
# Psychoakustická kompresia

- Hranica počuteľnosti: dB vs Hz



# Psychoakustická kompresia

- Maskovanie frekvencií

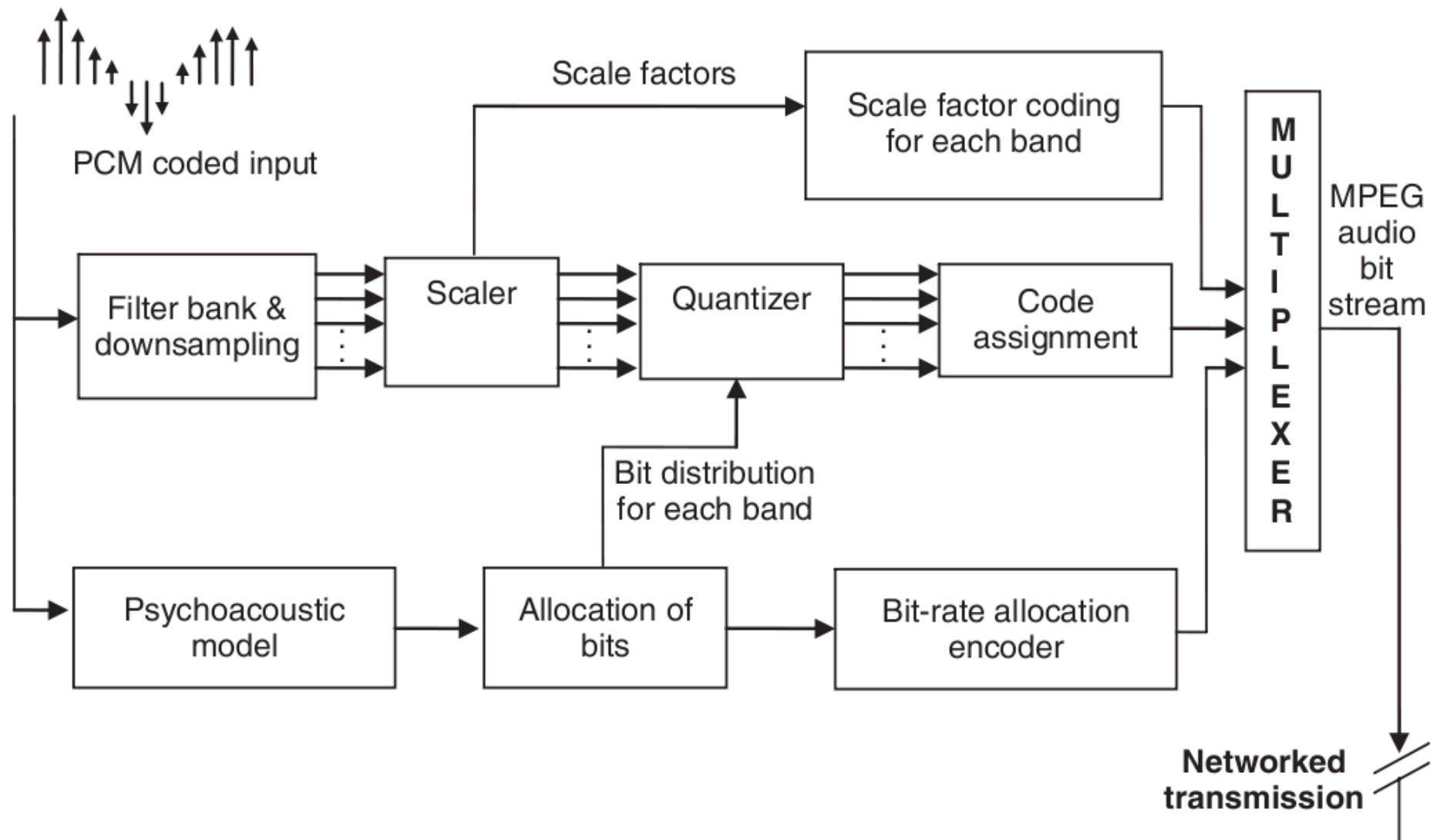




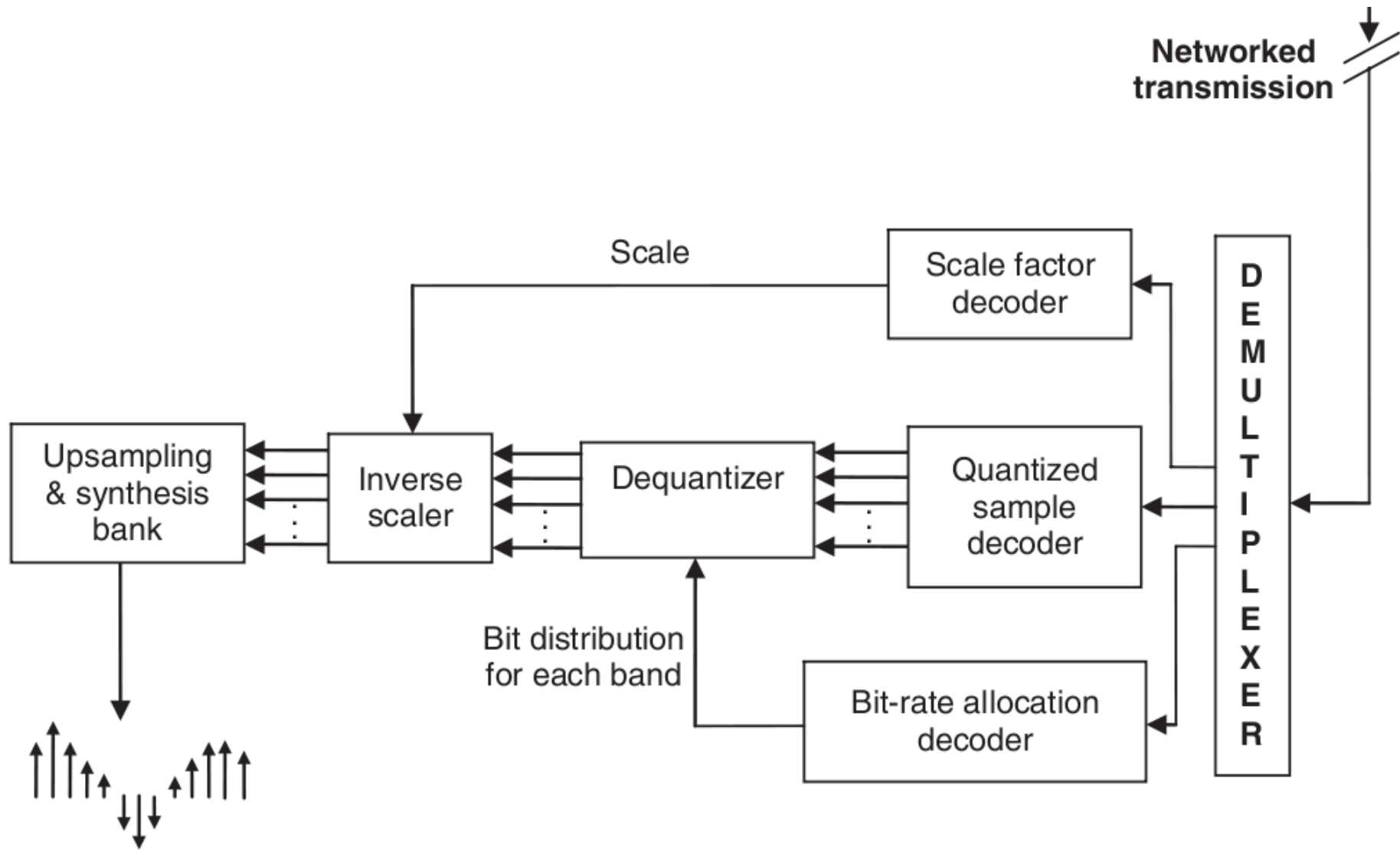
# MPEG-1

- MPEG-1 Layer I, MPEG-1 Layer II, MPEG-1 Layer III (MP3)
- Aplikuje sadu filtrov + psychoakustický model
- Módy: mono, stereo, dual channel, joint stereo
- Pri 384 Kbps „nerozlíšiteľné od originálu“

# MPEG-1 enkodér



# MPEG-1 dekodér



# MPEG-2

- 5.1 kanálov
- MPEG-2 BC – spätne kompatibilný s MPEG1
- MPEG-2 AAC (Advanced Audio Coding)
  - 320–430 kb/s pre 5.1 (dobrá kvalita)
  - 128 kb/s a aj menej pre stereo (dobrá kvalita)

# MPEG-4

- Formát nielen pre zvuk (aj video, grafika...)
- Pre zvuk – 3 časti:
  - Pre ľudský hlas: HVXC (až 2 Kbps), CELP
  - Pre hi-quality audio: rozšírené AAC
    - Low complexity (LC-AAC), High efficiency (HE-AAC)
    - Scalable sample rate (AAC-SSR), Bit sliced arithmetic coding (BSAC), Long term predictor (LTP)
  - Modul pre text-to-speech syntézu

# ITU G.x

- Telekomunikačné siete
- ITU G.711, ITU G.722
  - video-telephone cez ISDN, 64 Kbps
- TU G.721, ITU G.726, and ITU G.727
  - ADPCM: 64, 40, 32, 24, 16 Kbps
- ITU G.723 and ITU G.729
  - model-based coders, riešia stratu paketov v Internete
- ITU G.728
  - ISDN video telefonovanie

# HTML5

# Audio

<audio controls>

<source src="horse.ogg" type="audio/ogg">

<source src="horse.mp3" type="audio/mpeg">

Oznam, že browser nepodporuje audio element.

</audio>



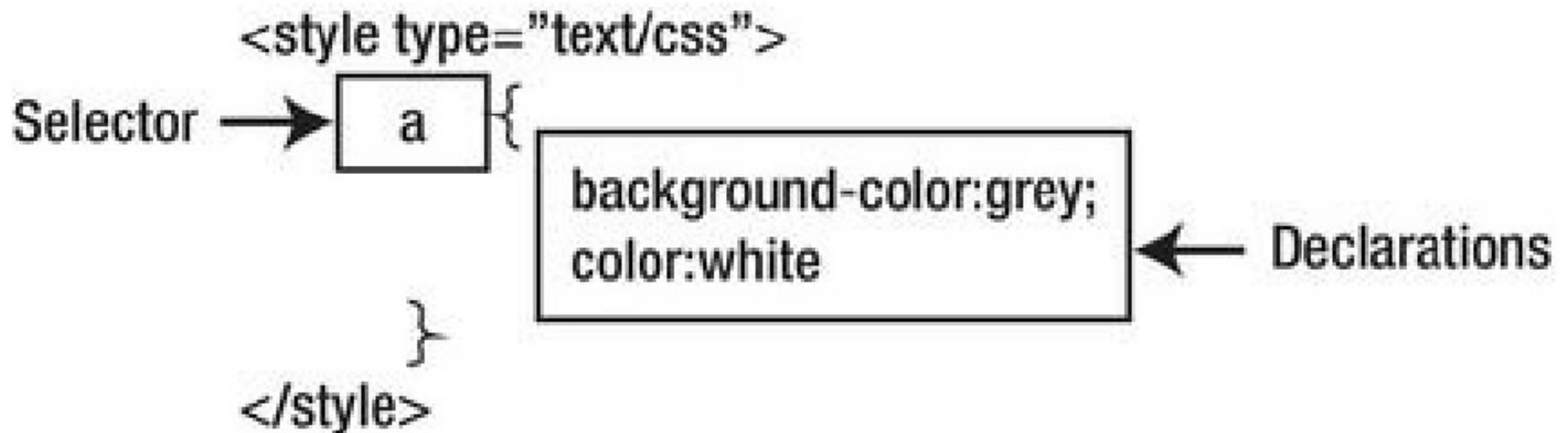
CSS  
IS  
AWESOME

# Cascading Style Sheets

- HTML
  - Nebolo zamýšľané, aby definovalo elementy pre formátovanie
  - „iba“ definovanie obsahu a štruktúry dokumentu
- CSS
  - Oddeluje definovanie vzhľadu
  - Znovupoužitie

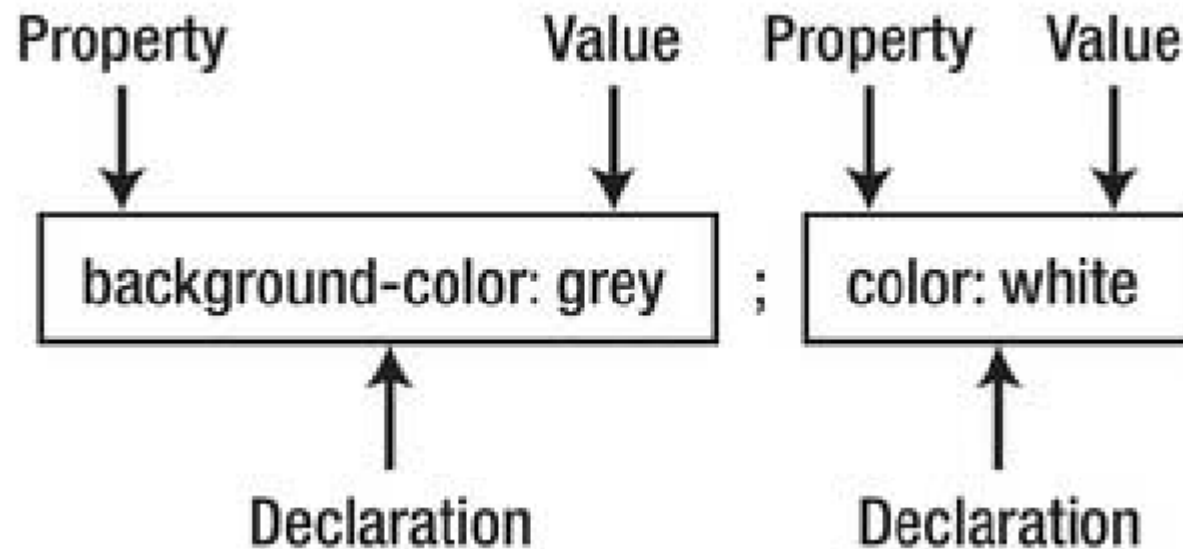
# Cascading Style Sheets

- Selektor – výber HTML elementu
- Deklarácie – výber vlastnosti a nastavenie jej hodnoty



# Cascading Style Sheets

- CSS štýl: sekvencia deklarácií oddelených ;



# Vkladanie CSS štýlov

- Spôsoby použitia
  - Inline style
  - Embedded style
  - External style

# Vkladanie CSS štýlov

- Inline style:

```
<a href="http://apress.com"  
  style="background-color:grey; color:white">  
Visit the Apress website </a>
```

# Vkladanie CSS štýlov

- Embedded style:

```
<head>
  <title>Example</title>
  <style type="text/css">
    a {
      background-color:grey; color:white
    }
    span {
      border: thin black solid;
      padding: 10px;
    }
  </style>
</head>
```

# Externé CSS

- Externý styles.css súbor:

```
a {  
  background-color:grey;  
  color:white  
}
```

- Použitie:

```
<head>
```

```
  <title>Example</title>
```

```
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="styles.css"></link>
```

```
</head>
```



# Importovanie CSS

- Súbor combined.css:

```
@charset "UTF-8";
```

```
@import "styles.css";
```

```
span {
```

```
border: medium black dashed;
```

```
padding: 10px;
```

```
}
```

# CSS – prečo *cascading*

- Poradie v akom ich browser aplikuje:
  1. Inline styles (*style* atribút v elemente)
  2. Embedded styles (definovaný *style* elementom)
  3. External styles (štýly importované *link* elementom)
  4. User styles
  5. Browser styles
- Pozn.: 1-3 tzv. „*author styles*“

# CSS – dedenie štýlov

- Ak sa štýl pre element nenájde, použije sa *dedenie*, t.j. hodnota rodičovského elementu:

```
<style type="text/css">
```

```
  p {
```

```
    color:white; background:grey; border: medium solid  
    black; }
```

```
</style>
```

```
<p>I like <span>apples</span> and oranges.</p>
```

# CSS – dedenie štýlov

- Pravidlá:
  - Vzhľad elementu (text color, font details, ...) ***sa dedí***
  - Umiestnenie (layout) elementu ***sa nededí***

# CSS – vnorené štýly

```
<style>
```

```
ul {
```

```
    list-style-type: square
```

```
}
```

```
ul ul {
```

```
    list-style-type: disc
```

```
}
```

```
ul ul ul {
```

```
    list-style-type: circle
```

```
}
```

```
</style>
```

# CSS - zoskupovanie

```
h1
{
color:green;
}
```

```
h2
{
color:green;
}
```

```
p
{
color:green;
}
```

```
h1,h2,p
{
color:green;
}
```

# CSS – vlastné štýly

- Použiteľné pre viacero elementov

```
<style>
```

```
.new {
```

```
color: red
```

```
}
```

```
</style>
```

```
<li class="new">Spraying Techniques for Fruit Trees  
</li>
```

# CSS – vlastné štýly

- Použiteľné pre viacero elementov, ale konkrétne špecifikované

```
<style>
```

```
p.center
```

```
{
```

```
text-align:center;
```

```
}
```

```
</style>
```

```
<p class="center">This paragraph will be center-aligned.</p>
```



# CSS – vlastné štýly

- Použiteľné pre jeden element v dokumente

```
<style>
```

```
#special {
```

```
color: red
```

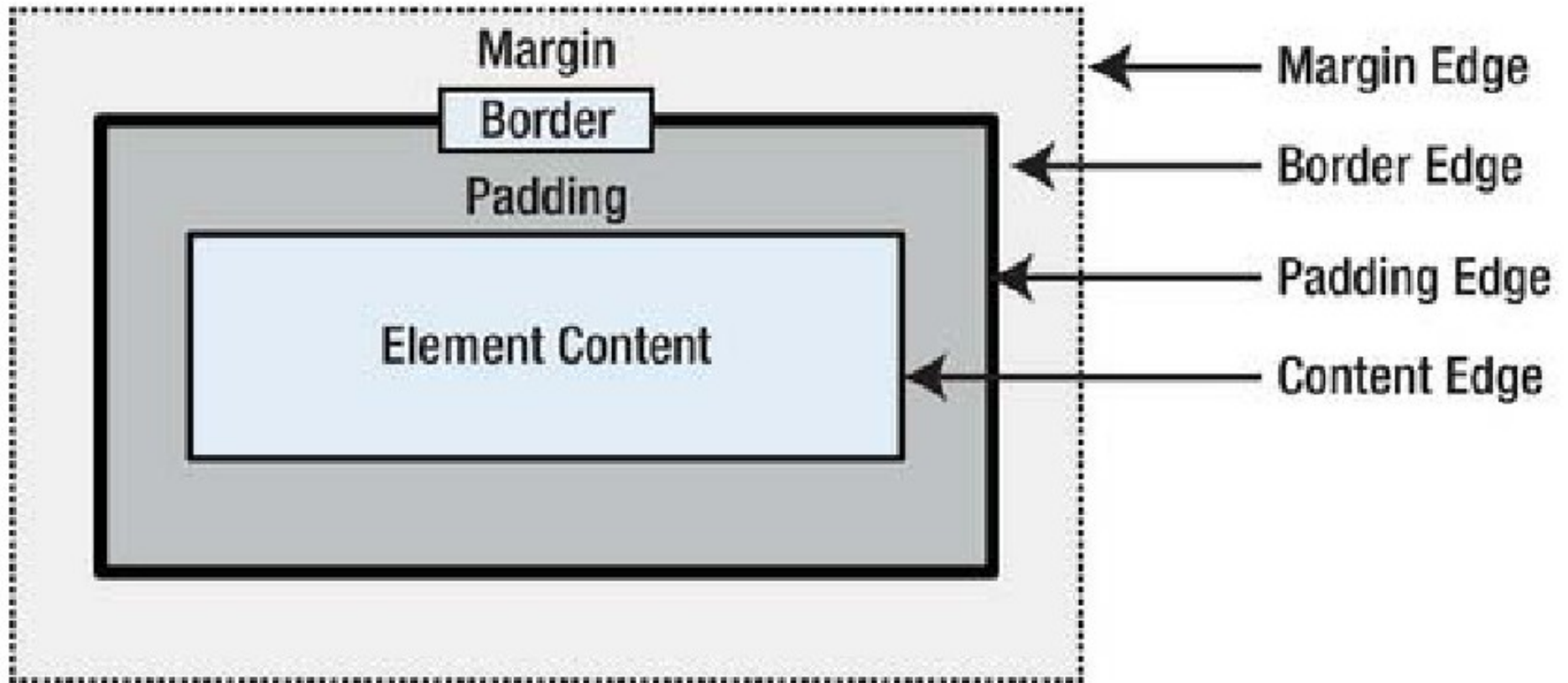
```
}
```

```
</style>
```

```
<li id="special">Spraying Techniques for Fruit Trees
```

```
</li>
```

# CSS – Box model



# Zhrnutie

- Klúčové poznatky z prednášky
  - A-D a D-A prevod signálu
  - Výpočet dátového toku
  - MIDI vs digitálne audio
  - Reprezentácia a kompresia dig. Zvuku
    - PCM, DPCM
  - CSS
    - Syntax a spôsoby použitia v HTML
    - Dedenie štýlov
    - Box model

# Nabudúce

- Obrazové dáta
  - Vnímanie obrazu
  - Digitálna reprezentácia obrazu
  - Obrazové dáta a kompresia
  - CSS
    - Box mode
    - Layout stránky

## 2. kontrolný bod

# Pokyny

- Odovzdanie dokumentu do AIS vo formáte PDF
  - Doplnenie dokumentu z 1. kontrolného bodu o:
    - Texty pre web stránku
    - Obrázky, logá, pozadia ...
    - Screenshot web stránky + zdrojový kód
  - Základná kostra web prezentácie:
    - Aspoň 3 zlinkované stránky, použitie sémantických elementov, vložené texty naštýlované CSS, vložené obrázky (layout stránky nie je požadovaný)
- Termín: 18.10. do 23:59 vložiť do AIS

!!! predviest' na cvičení v 5. týždni, t.j.  
19.10., 20.10. a 21.10. !!!

Ďakujem za pozornosť