

# **TÉZY NA ŠTÁTNE SKÚŠKY**

2025

# **Obsah**

<i><b>Obsah.....</b></i>	<b>2</b>
<b>1. Časové a spektrálne vlastnosti multimedialných signálov .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Spracovanie a prenos signálov v základnom a prenesenom pásme .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Princípy sluchového a zrakového vnemu, generovanie zvuku človekom.....</b>	<b>11</b>
<b>4. Základy fotografickej optiky, fotometria, kolorimetria, farebné priestory .....</b>	<b>15</b>
<b>5. Snímacie a zobrazovacie prvky, ich vlastnosti, princípy snímania farebného obrazu .....</b>	<b>21</b>
<b>6. Formáty rastrovej a vektorovej grafiky, porovnanie ich vlastností a využitie .....</b>	<b>29</b>
<b>7. Vrstvový model komunikácie (význam jednotlivých vrstiev, spôsob medzivrstvovej komunikácie) .....</b>	<b>33</b>
<b>8. Základný prenosový reťazec, význam jednotlivých blokov, typy a porovnanie vlastností prenosových médií (metalické, optické, rádiový kanál).....</b>	<b>36</b>
<b>9. Distribúcia multimedialného signálu bezdrôtovým spojom (systémy a ich odlišnosti, služby, terestriálne a satelitné spoje, frekvenčné pásma).....</b>	<b>41</b>
<b>10. Distribúcia multimedialného signálu pevnou sieťou (metalické vedenia, optické vlákna v distribučnej a prístupovej sieti).....</b>	<b>51</b>
<b>11. Distribúcia multimedialného signálu dátovou sieťou, špecifika IP prostredia, streaming a multicasting multimedialných tokov, kontajnerizácia a multiplexovanie audiovizuálnych signálov, IPTV a porovnanie s internetovou televíziou .....</b>	<b>55</b>
<b>12. Lineárne časovo-invariantné diskrétné sústavy, vlastnosti a ich popis (diferenčná rovnica, impulzová odozva, prenosová funkcia, frekvenčná charakteristika).....</b>	<b>58</b>
<b>13. Návrh lineárnych diskrétnych filtrov (filtre s konečnou a nekonečnou impulzovou odozvou, aplikácia oknových funkcií, bilineárna transformácia).....</b>	<b>63</b>
<b>14. Ortogonálne diskrétné transformácie (DFT, DCT, DWT) a ich využitie pri analýze a kódovaní signálov .....</b>	<b>69</b>
<b>15. Metódy kódovania audiosignálov s využitím psychoakustických princípov, rečové kodeky, kompresné štandardy MPEG .....</b>	<b>72</b>
<b>16. Všeobecné princípy zdrojového kódovania statických a dynamických obrazových signálov, stratové a bezstratové kódovanie, kompresné štandardy JPEG, JPEG 2000, MJPEG, MPEG, H.26x a ich porovnanie, .....</b>	<b>76</b>
<b>17. Modely obrazov a šumov, spracovanie v priestorovej a frekvenčnej oblasti.....</b>	<b>85</b>
<b>18. Predspracovanie a zlepšovanie digitálneho obrazu, číslicová filtrácia, detekcia hrán, segmentácia, morfológické operácie .....</b>	<b>89</b>
<b>19. Extraktia nízkoúrovňových vizuálnych príznakov (farba, textúra, tvar), miery podobnosti, MPEG-7.....</b>	<b>94</b>

<b>20. Definícia WEB servera a jeho princípov. Princíp klient – server, protokol HTTP, RESTful API .....</b>	<b>98</b>
<b>21. Skriptovacie a programovacie jazyky využívané pre vytváranie web aplikácií, databázový systém MySQL .....</b>	<b>100</b>
<b>22. Spoločné princípy a rozdiely DVB-T, -S, -C, generácie DVB, parametre prenosu a ochrana proti chybám v DVB, tabuľky PSI/SI .....</b>	<b>103</b>
<b>23. Štruktúra COFDM v DVB-T, MFN vs. SFN, podmienený prístup .....</b>	<b>110</b>
<b>24. Vlastnosti kriviek a plôch, typy a ich modelovanie, svetlo, tieň, osvetľovacie modely, typy textúr a ich mapovanie na 3D objekty, postupy 3D modelovania ....</b>	<b>115</b>
<b>25. Počítačová animácia, typy animácií (frame by frame, inverzná kinematika), princípy a vlastnosti .....</b>	<b>119</b>
<b>26. Typy virtuálnych realít, typy 3D formátov, ich vlastnosti a využitie .....</b>	<b>121</b>
<b>27. Základné časti hry: hlavný cyklus, spracovanie vstupov, hierarchia objektov a logika hry, grafická pipeline, súbory (assets) .....</b>	<b>123</b>
<b>28. Interakcie, kolízie objektov (kruh-kruh, štvorec-bod), spracovanie udalostí, fyzika pomocou RigidBody .....</b>	<b>125</b>
<b>29. Popis architektúry systému Android, jeho základné komponenty a definícia ich účelu .....</b>	<b>127</b>
<b>30. Základné princípy a vlastnosti skriptovania, využitie skriptovania v multimedialných aplikáciách.....</b>	<b>131</b>
<b>31. Základy 3D technológií. Princípy vytvárania, spracovania, zobrazovania a tlače (SLS, LOM, FDM, SHS, SLA) 3D obsahu.....</b>	<b>136</b>

# 1. Časové a spektrálne vlastnosti multimediálnych signálov

## Signál:

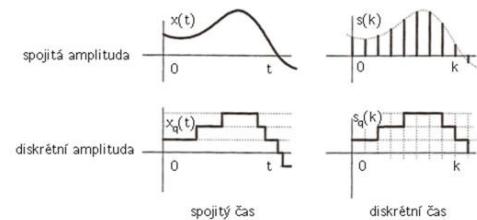
- Nositel informácie
- Pod pojmom signál rozumieme meniacu sa fyzikálnu veličinu v čase (môže sa jednať o napätie, prúd, svetelný tok, ...)

## Rozdelenie signálov:

- **Náhodné** (stochastické)
- **Deterministické**:
  - **spojité** v čase a hodnote (analógové)
    - Periodické
    - Neperiodické
  - **diskrétné** (nespojité)
    - Diskrétné v čase (vzorkovanie – diskretizácia signálu v čase)
    - Diskrétné v hodnote (kvantovanie – diskretizácia signálu v hodnote)

Spojity vs. diskrétny signál:

– spojitosť v čase vs. spojitosť v amplitudě



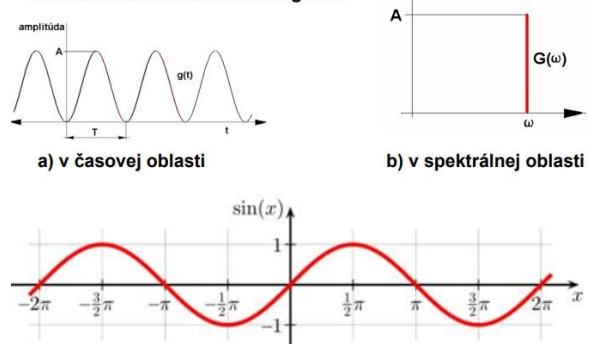
## Definície:

- **Stochastický** signál:
  - Náhodný signál
  - priebeh nie je možné predpovedať
  - možno popísť sadou parametrov, stredná hodnota, rozptyl, hustota pravdepodobnosti
- **Deterministický** signál:
  - Môžeme popísť známou funkciou
  - vieme určiť priebeh v rôznych časových okamihoch
  - *harmonický signál, periodické, neperiodické (dirac, trojuholníkový impulz, obdĺžnikový impulz)*

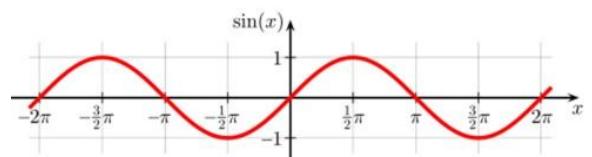
## Deterministické signály

- **Harmonický signál**
  - je to **signál o jednej frekvencii**
  - má **harmonický priebeh** (pravidelný tvar, sin)
  - má **čiarové spektrum**
  - vzťah:  $y(t) = a \sin(\omega \cdot t + \phi)$ 
    - **A** – **amplitúda** (veľkosť sily signálu)
    - **$\omega$**  - **uhlová rýchlosť** =  $2\pi f$  (určuje, ako rýchlo sa vlna mení, meria sa v radiánoch za sekundu)
    - **t** – **čas**
    - **$\phi$**  – **počiatočná fáza** (posun signálu v čase)
    - **T na obrázku je perióda** –  $T = 1/f$

### Znázornenie harmonického signálu:



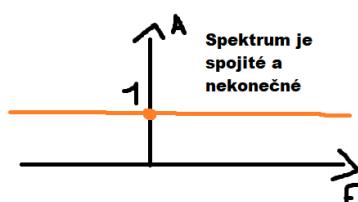
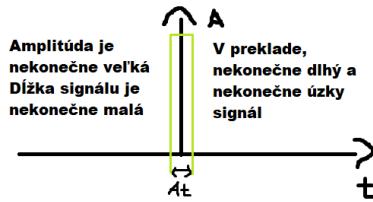
- **Periodický** signál



- hodnoty sa opakujú v určitých konštantných časových intervaloch, opakujúca perióda do nekonečna
- zložený z viacerých harmonických signálov
- má čiarové spektrum
  - spektrum možno získať Fourier. transformáciou
- Každá **harmonická zložka je charakterizovaná svojou frekvenciou a amplitúdou** a môže byť reprezentovaná jednou čiarou v spektre
  - **spektrum pozostáva z toľkých čiar kôľko je harmonických zložiek**

- **Neperiodické signály**

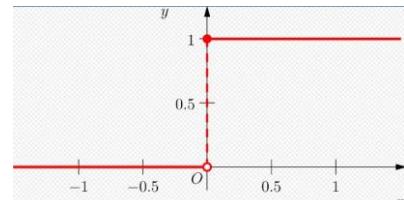
- signál sa neopakuje s pravidelnou periódou
- spektrum takého signálu je spojité
- príkladom neperiodického signálu je **Diracov impulz**
  - **Diracov impulz (delta funkcia):**
    - najjednoduchší abstraktný signál



$$\delta(t) = \begin{cases} \infty & t = 0 \\ 0 & t \neq 0 \end{cases}$$

- **Heaviside – jednotkový skok**

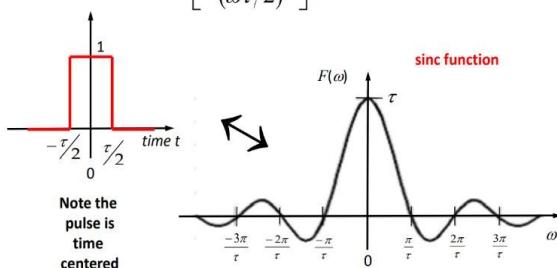
$$H_p(x) = \begin{cases} 0 & \text{pro } x < 0 \\ p & \text{pro } x = 0, \\ 1 & \text{pro } x > 0 \end{cases}$$



- **Obdĺžnikový impulz –  $\sin(x)/x = \text{sinc}(x)$  - po FT**

Fourier Transform of Single Rectangular Pulse (continued)

$$F(\omega) = \tau \cdot \left[ \frac{\sin(\omega\tau/2)}{(\omega\tau/2)} \right] = \tau \cdot \text{sinc}(\pi f\tau)$$



**A/D konverzia** pre info:

- Proces digitalizácie v **4 krokoch**:
  1. **LPF / odstránenie spektrálnych zložiek s vysokými frekvenciami – orezanie signálu**
  2. **Vzorkovanie**
    - **zaznamenávanie amplitúdy signálu v pravidelných časových okamihoch**
    - výsledkom je **postupnosť vzoriek**
    - **nedochádza k strate informácie** – odstránenie redundancie
    - Dôležite dodržať:
      - **signál musí byť frekvenčne ohraničený ( $0 - f_{\text{max}}$ )**
      - **vzorkovacia frekvencia musí byť minimálne dvojnásobok, maximálnej frekvencie ( $f_s > 2 f_{\text{max}}$ )**
        - aby sme predišli **Aliasingu**
- 3. **Kvantovanie**
  - proces, pri ktorom sa amplitúdy vzoriek signálu priradujú najbližším hodnotám zo **súboru diskrétnych úrovní**.
  - diskretizácia v amplitúde v hodnote nie v čase
  - **zaokrúhľovanie – strata informácií – kvantizačný šum**
  - používajú sa bity –  **$2^{\text{počet bitov}} = \text{počet úrovní}$**
  - Kvantizačný šum
    - nežiaduci jav
    - celé frekvenčné spektrum – biely šum
    - dá sa znížiť pridaním bitov – každý bit + 6 dB SNR
- 4. **Číslicová reprezentácia signálu – binárny kód**

## 2. Spracovanie a prenos signálov v základnom a prenesenom pásme

### Signál definícia:

- Signál je **fyzikálna veličina**, ktorá **nesie informáciu**.
- Môže byť **analógový (spojitý)** alebo **digitálny (diskrétny)**.
- V telekomunikáciách sa *informácia* prenáša prostredníctvom **elektrických, optických alebo elektromagnetických signálov**.
- (*Viac info otázka č. 1*)

Pásmo znamená frekvenčný rozsah, v ktorom sa signál nachádza. Rozlišujeme:

- **Základné pásmo** – pôvodný, nemodulovaný signál (napr. hlas, dátá), nedochádza k posunu vo frekvenčnej oblasti.
- **Prenesené pásmo** – signál, ktorý bol modulovaný do vyšších frekvencií.

### MODULÁCIE V ZÁKLADNOM PÁSME:

- Na prenos signálu nie je potrebné prenášať ho do inej spektrálnej oblasti
- Sú to napr. PCM, alebo linkové kódy AMI, HDB3, 2B1Q

### PCM (Pulzne kódová modulácia):

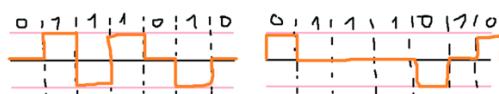
- Používa sa pri prevode analógového signálu na digitálny

### Linkové kódy

- sú spôsoby, **ako sa digitálne dátá (napr. 0 a 1) prevádzajú na elektrické signály**, ktoré sa prenášajú cez fyzické prenosové médium (kábel, optika).
- Ide teda o pravidlá, ako sa jednotlivé bity reprezentujú pomocou napäťových úrovní a impulzov.

### AMI:

- Je to kód s pravidelným striedením polarity
- Kód má 3 napäťové úrovne (stavy) a to +1, 0, -1
- Signál s logickou hodnotou sa strieda medzi kladným a záporným impulzom
- Linkový kód AMI je nevhodný z hľadiska straty synchronizácie pri dlhšej postupnosti núl
- **MAMI** je inverzný AMI kód



Jednotky sa striedajú, raz ide pri nej signál hore, raz dole, to isté v MAMI, len s nulami. To sú tie úrovne 1 a -1

### Výhody:

- Neobsahuje DC zložku, pretože kladné a záporné impulzy sa striedajú.
- Jednoduchá detekcia chýb v prípade porušenia pravidla striedania polarity.

Nevýhody:

- Pri dlhých sériach núl (0) v dátach nevznikajú žiadne prechody, čo spôsobuje problémy so synchronizáciou prijímača

**HDB3** (High Density Bipolar 3 Zeros):

- HDB3 je modifikácia AMI, ktorá rieši problém dlhých sérií núl.
- Pri štyroch po sebe idúcich nulách sa tieto nahradzajú špeciálnou sekvenciou obsahujúcou tzv. bipolárne porušenie (violation), aby sa zabezpečili pravidelné prechody v signále a tým aj spoľahlivá synchronizácia
- 0 0 0 nahradí 0 0 0 V alebo B 0 0 V
- Obmedzuje dĺžku súvislej skupiny symbolov s nulou na najviac 3
- V kódoch HDB3 je symbolová a prenosová rýchlosť rovnaká

Výhody:

- Zaručuje pravidelné prechody v signále (lepšia synchronizácia).
- Zachováva nulovú DC zložku.
- Umožňuje prenos na veľké vzdialenosť a vyššie rýchlosť (bežné v E1 sieťach).

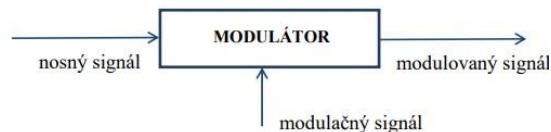
Nevýhody:

- O niečo zložitejšia implementácia ako čistý AMI.
- Pri chybe môže dôjsť k propagácii chýb v dekódovaní

## V PRENESENOM PÁSME:

**Modulácia** - je vo všeobecnosti prispôsobenie prenášaného signálu danému prenosovému kanálu.

- **Nosný signál** – vysokofrekvenčný signál, ktorý vo svojej pôvodnej forme nenesie žiadnu informáciu, ale je vhodný na prenos cez dané prenosové médium, ovplyvňuje modulačný signál
- **Modulačný signál** – nízkofrekvenčný signál, ktorý nesie požadovanú informáciu
- **Modulovaný signál** – vysokofrekvenčný signál, ktorý v sebe nesie požadovanú informáciu a je vhodný pre prenos cez dané prenosové médium
- Nosná vlna má harmonický priebeh a možno ju popísť pomocou troch parametrov: **amplitúdy, frekvencie a počiatočnej fázy**.



Obr.1.1. Princíp modulácie.

V prenesenom pásme sú **2 typy** modulácií:

- **Analógové**
- **Digitálne**

Nosná vlna má vždy harmonický priebeh a možno ju popísť pomocou troch parametrov:

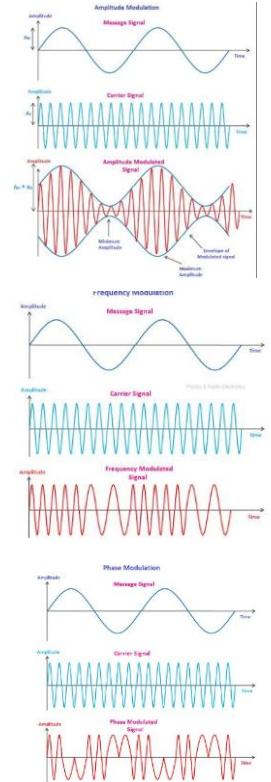
- **Amplitúda, frekvencia, fáza**

**Analógové modulácie:**

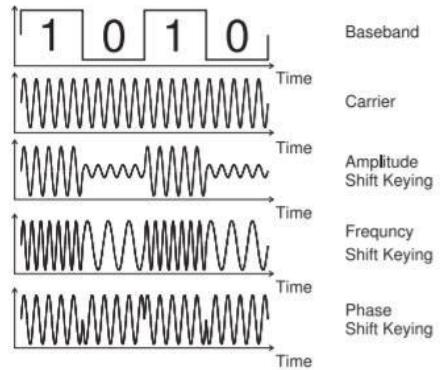
- **Amplitúdová modulácia (AM)**

- Pri AM sa **mení amplitúda nosnej vlny podľa amplitúdy modulačného signálu**, zatiaľ čo frekvencia a fáza zostávajú konštantné.
- AM je jednoduchá na implementáciu, **vhodná na prenos na veľké vzdialenosť** (napr. rozhlasové vysielanie, letecká komunikácia), ale je **náchylná na rušenie a vyžaduje širšie pásma**.
- Frekvenčná modulácia (FM)**
  - Pri FM sa **mení frekvencia nosnej vlny podľa amplitúdy modulačného signálu**, pričom amplitúda a fáza zostávajú konštantné.
  - FM poskytuje **vyššiu kvalitu zvuku a je odolnejšia voči šumu ako AM**, preto sa **využíva napríklad pri rozhlasovom vysielaní hudby a v rádiokomunikácii**.
- Fázová modulácia (PM)**
  - Pri PM sa **mení fáza nosnej vlny podľa amplitúdy modulačného signálu**, zatiaľ čo amplitúda a frekvencia zostávajú konštantné.
  - PM je príbuzná FM a patrí s ňou do skupiny tzv. uhlových modulácií.
  - Používa sa menej často, no má špecifické výhody v niektorých aplikáciach (napr. v **digitálnych rádiových systémoch**)

### Digitálne modulácie:



- ASK (Amplitude Shift Keying)**
  - Princíp:** Binárne dátá sa kódujú zmenami amplitúdy nosnej vlny. Logická 1 má vyššiu amplitúdu (napr. 100% nosnej), logická 0 nižšiu alebo nulovú amplitúdu.
  - Modulátor:** Obsahuje generátor nosnej vlny, binárny vstupný signál a spínač, ktorý pri 1 prepája nosnú vlnu a pri 0 ju blokuje. Výstup sa filtriuje na odstránenie neželaných frekvencií.
  - Pri 4ASK sa berie postupnosť dvoch bitov (to už je ako  $2^2$ , teda kombinácia môže byť 00, 11, 01 al. 10. Teda záleží na tom, aké sú dva bity za sebou a podľa toho vyzerá aj amplitúda)
  - Môže byť aj 8ASK ( $2^3$  a tam sa berie zase postupnosť 3 bitov)
  - Výhody:** Jednoduchá implementácia, nízke náklady.
  - Nevýhody:** Náchylnosť na rušenie, nízka spektrálna účinnosť.
- FSK (Frequency Shift Keying)**
  - Princíp:** Binárne dátá sa kódujú zmenami frekvencie nosnej vlny. Logická 1 má frekvenciu  $f_1$ , logická 0 frekvenciu  $f_2$ . Vstupný signál je digitálny, berie sa postupnosť 1 bitu
  - Používa dva oscilátory (pre  $f_1$  a  $f_2$ ) a spínač, ktorý prepája medzi nimi podľa vstupných dát. Demodulácia sa realizuje frekvenčnou detekciou.
  - 4FSK berie postupnosť dvoch bitov, čím je väčšia postupnosť, tým je väčšia frekvencia (viac amplitúd za sebou v jednom bloku)
  - Výhody:** Odolnosť voči amplitúdovému rušeniu, vhodná pre bezdrôtové prenosy.
  - Nevýhody:** Vyššia šírka pásma ako ASK.
- PSK:**
  - Každý signál v PSK možno charakterizovať podľa jeho počiatočnej fázy na jednotkovej kružnici



- Posun fázy je o  $\pi$  (to grécke písmenko)
- Ak znázorníme počiatočné fázy do roviny s kružnicou získame konštantný diagram
- Pri 4PSK berieme do úvahy postupnosť dvoch bitov
- V konštalačnom diagrame rozdelíme hodnoty tak, aby bol medzi nimi rozdiel iba v jednom bite
- Využíva balančný modulátor, ktorý invertuje nosnú vlnu pre logickú 1 (BPSK). Pre QPSK sa signál rozdelí na I (in-phase) a Q (quadrature) zložky<sup>3</sup>.
- **Výhody:** Odolnosť voči šumu, vyššia spektrálna účinnosť ako FSK.
- **Nevýhody:** Citlivosť na fázové chyby a rušenie
- **QAM:**
  - Metóda **umiestnenia symbolov do komplexnej roviny**, nazýva sa to vektorová modulácia
  - Pri tejto modulácii sa v čase menia dve veličiny, a to **amplitúda a fáza**
  - **Čím väčší je počet stavov, tým sú viac ku sebe jednotlivé stavy bližšie**
  - Musí sa nájsť **kompromis medzi počtom stavov a bitovou chybovosťou**
  - **Princíp:** Kombinuje zmeny amplitúdy a fázy. Každý symbol nesie viac bitov (napr. 16QAM = 4 bity/symbol, 64QAM = 6 bitov/symbol)<sup>4</sup>.
  - **Modulátor:** Rozdeľuje vstupný signál na dve zložky (I a Q), ktoré sa modulujú samostatne. Po modulácii sa zložky sčítajú<sup>4</sup>.
  - I zložka: Modulovaná nosnou vlnou.
  - Q zložka: Modulovaná nosnou vlnou posunutou o  $90^\circ$ .
  - **Výhody:** Vysoká prenosová rýchlosť, efektívne využitie spektra.
  - **Nevýhody:** Citlivosť na fázový šum a nelineárne skreslenia, Môžu sa objaviť bitové chyby

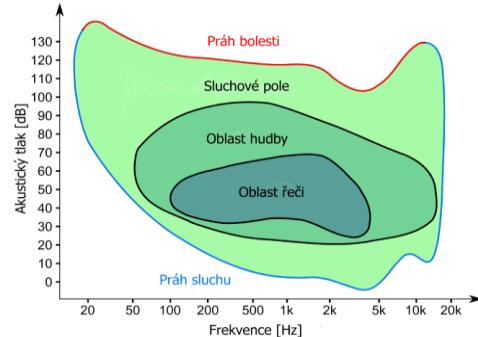
### 3. Princípy sluchového a zrakového vnemu, generovanie zvuku človekom

Zvuk definícia + základné pojmy:

- Mechanické kmitanie častíc plynného prostredia, šíri sa prostredím vo forme zvukovej vlny (odovzdávaním energie kmitania medzi susediacimi časticami)
- vzniká v pružnom prostredí vychýlovaním častíc prostredia zo svojej rovnovážnej polohy
- Akustické vlnenie
- Počujeme na základe hladiny akustického tlaku
- Zvuková vlna sa prenáša rýchlosťou zvuku v danom prostredí a je charakterizovaná frekvenciou a amplitúdou.
- Frekvencia zvukovej vlny je počet úplných cyklov, ktoré vlna vykoná za sekundu a vyjadruje sa v Hertzoch (Hz). Vyššia frekvencia znamená vyšší tón zvuku, zatiaľ čo nižšia frekvencia znamená nižší tón.
- Amplitúda zvukovej vlny predstavuje silu alebo intenzitu zvuku a je meraná ako rozdiel medzi najvyššou a najnižšou hodnotou tlaku vlny. Vyššia amplitúda znamená hlasnejší zvuk, zatiaľ čo nižšia amplitúda znamená tichší zvuk.

#### Sluchový vnem

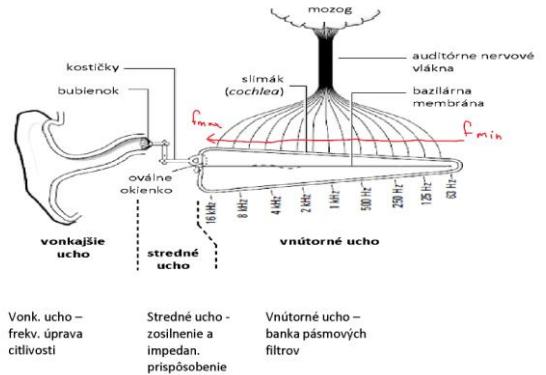
- Premena akustického signálu na bio-elektrický signál prostredníctvom sluchových orgánov, uší.
- Ten sa prenáša neurónmi do mozgu.
- Priemerný človek počuje frekvencie od **20 – 20 000 Hz** (ovplyvňujú skúsenosti, vek...)
- **Citlivosť ucha je závislá od frekvencie** (rôzne frekvencie počujeme rôznou hlasitosťou).
- **Najcitlivejšie okolo 3 kHz** (protože zvukovod má dĺžku od 2.5 do 3.5 cm).
- *Hlasitosť je však subjektívny vnem (napríklad kvôli veku).*
- **Prah počutia** – určuje aká musí byť úroveň zvuku pri určitej frekvencii, aby sme zvuk začali počuť. Medzi najcitlivejšou frekvenciou (3 kHz - 0 dB) a najmenej citlivou (napr. 20 Hz) je rozdiel asi 50 – 60 dB.
- **Prah bolesti** - určuje, pri akej úrovni je zvuk nepríjemný. V priemere 120 dB
- **Dynamický rozsah sluchu** – Teoreticky 120dB, avšak kvôli hluku (šumu) prostredia (20-40 dB) je náš využiteľný rozsah okolo 90 dB (zvuky slabšie ako šum prostredia nevnímame)



#### Štruktúra ľudského ucha:

- **vonkajšie ucho**
  - **ušnica**
    - sústreďuje akustické vlny do zvukovodu, má nesymetrický tvar vďaka čomu vieme rozoznať zvuky a ich zdroj z rôznych smerov (odraz od povrchu, zmena fázy amplitúdy, frekvenčného spektra)

- **zvukovod**
  - vedia vlny k bubienku
  - funguje ako akustický filter (pri 3 kHz rezonujú, zosilnené – oblasti reči, ostatné menej)
- **stredné ucho**
  - **bubienok**
    - tenká blanka, hranica stredného a vonkajšieho ucha
    - mení akustický signál na mechanický (tlak, kmitanie)
    - Vibrácie sa prenášajú na kostičky
  - **sluchové kostičky**
    - **kladivko, nákovka, strmienok**
    - zosilňujú vstupný signál (pri silnom je zosilnenie menšie – zosilňovač s premenným ziskom),
    - chránia nás pred poškodením z veľmi silného (veľká amplitúda) zvuku
  - **Eustachova trubica**
    - vyrovnáva vnútorný tlak s vonkajším
- **vnútorné ucho** – najcitlivejšie a najkomplikovanejšie
  - **slimák (cochlea)**
    - oválnym okienkom (vstup do slimáka) prechádza signál do slimáka
    - signál rozloží podľa frekvencii (spektrálna analýza), pre simuláciu banka 20 pásmových filtrov
    - rozdelený na dve časti **bazilárnu membránou**, na ktorej sa nachádza **Cortiho orgán** (nervové zakončenia – menia mechanický signál na elektrický)
    - vyplnený tekutinou perilymfa (prenáša mech. signál z ovál. okienka cez slimáka)
  - **predsieň**
    - súčasť zvukového aj rovnovážneho systému
  - **polkruhovité kanáliky**
    - vnímanie polohy hlavy a rovnováhy tela (rovnovážny systém)

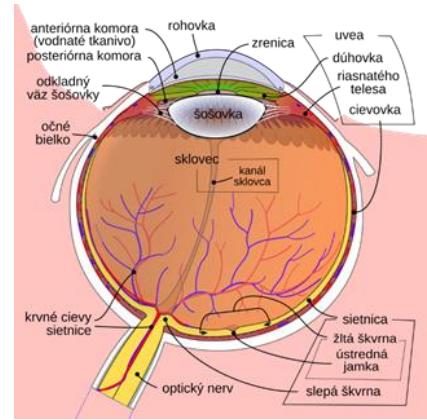


## Zrakový vnem

- **podráždenie oka elektromagnetickým vlnením (svetlom).**
- **To je absorbované receptormi – tyčinky a čapíky**
- Podráždenie je vyhodnotené mozgom ako videnie.
- Vnímaná informácia je zložená z dvoch zložiek – **jasová (luminancia) a farebná (chromiančnej).**
- *Farebnú zložku predmetov vnímame podľa druhu osvetlenia (pri dennej svetle je kocka biela, pri žltom zažltlá)*
- Do mozgu prichádzajú signály z oboch očí súčasne.
- *Kedže vidia oba predmety z iného uhla, vytvára sa v mozgu tretí rozmer predmetu (priestorové videnie).*

## Časti oka:

- **Očné bielko**
  - stabilita očnej gule (oka)
- **Rohovka**
  - vstup pre svetlo, láme svetlo na zadnú stenu (sietnicu)
  - zvlhčovaná slznou tekutinou, očistovaná od nečistôt očnými viečkami
- **Dúhovka**
  - clona, reguluje množstvo svetla dopadajúceho do oka a teda aj veľkosť zrenice
  - dva svaly: zvierač a rozširovač
- **Zrenica**
  - 2 až 7 mm (podmienené svalmi)
  - otvor oka
- **Riasnaté teliesko**
  - mení zakrivenie šošovky (zmena ohniskovej vzdialenosťi)
  - kontrاكcia zakriví šošovku (zaostrenie na blízko), uvoľnenie splošť (na diaľku), teoreticky vieme zaosrtiť na vzdialenosť od 20 cm do nekonečna
- **Šošovka**
  - zaostruje lúče svetla na sietnicu (vznikne prevrátený obraz)
- **Sklovec**
  - očná tekutina, má rovnaký index lomu ako šošovka (plynulý prechod svetla z prostredia šošovky do prostredia sklovca, žiadne optické chyby)
- **Sietnica**
  - **obsahuje bunky citlivé na svetlo**
  - **tyčinky** – jas (luminancia) – cca. 120 miliónov – **skotopické videnie**  
pre ich veľký počet možno vidieť aj pri nízkej úrovni jasu (vtedy však nevnímame farbu)
    - nízke rozlíšenie, veľa tyčinek je napojených na jednu bunku. Bez čapíkov by bol obraz neostrý plus čiernobiely
  - **čapíky** – farby (R, G, B) – 5 až 7 miliónov – **fotopické videnie**
    - najviac na **žltej škvrne** (najostrejšie videnie v tomto bode)
    - vysoké rozlíšenie, každý čapík je napojený na vlastnú bunku (presný a ostrý prenos informácií)
- **Slepá škvrna**
  - vstup zrakového nervu do oka, bez svetlo citlivých buniek



### Vlastnosti oka

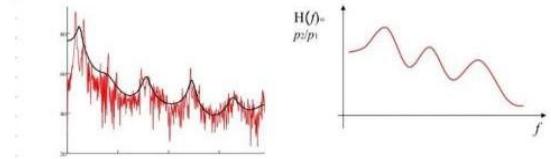
- **Jasové prispôsobenie oka**
  - oko dokáže rozlíšiť jas vo veľkom rozmedzí, ale nie súčasne.
  - oko sa rýchlejšie prispôsobí z tmy do svetla ako naopak
- **Farebné prispôsobenie oka**
  - Oko vytvára vnem farby podľa zvyku ak nie sú rozdiely spektra veľké, vnem závisí od druhu osvetlenia a je ovplyvňovaný aj jasom dvoch susedných farebných plôch
- **Ostrosť videnia**
  - Minimálny zorný uhol, pod ktorým je ešte možné rozlíšiť dva body s rôznym kontrastom a priemerná ostrosť videnia je menšia než jedna uhlova minúta

- **Zotrvačnosť videnia**

- Pre vnem plynulého dynamického obrazu musí byť rýchlosť projekcie **minimálne 20 obr./s.**

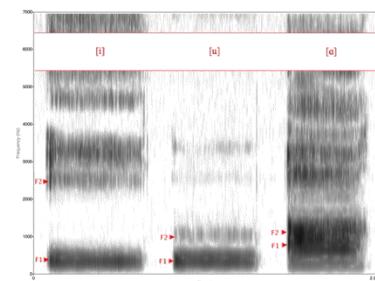
### Generovanie zvuku človekom

- generovanie začne pri **výdychu vzduchu**.
- **Vzduch prechádza hrtanom**, kde sa nachádzajú **hlasivky**.
- Podľa toho, či ideme vysloviť znelú alebo neznelú hlásku, ovplyvňujeme svaly hrtanu a tým aj kmitanie hlasiek.
- **Znelé**: samohlásky, znelé nepárové spoluhlásky (m, n, ň...), znelé párové spoluhlásky (b, d, d'..)
  - Hlasivky sa priblížia, napnú a **následne kmitajú**
  - Pri rýchlejšom kmitaní hlasiek je vyšší hlas, pri pomalšom nižší.
  - Frekvenčné spektrum hlasu závisí od dĺžky hlasiek (12 – 18 mm) a ich napínani.
  - Muži majú hlasivky všeobecne dlhšie (hlbší hlas) ako ženy.
- **Neznelé**: neznelé párové spoluhlásky (p, t, č...)
  - **hlasivky nekmitajú**, hlas vzniká len prúdením vzduchu rezonančnými dutinami
- V tejto fáze je **zvuková vlna bohatá na rôzne frekvencie**.
- Táto vlna neobsahuje hlásky ani slová, ide skôr o bzučanie a teda základný tón.
- V druhej fáze základná zvuková vlna prechádza **rezonančnými dutinami** (akustický filter). Ide o **hltan, ústnu dutinu a nosovú dutinu**. Tvar a objem dutín ovplyvňujú frekvencie vlny a teda farbu a silu hlasu. (napr. väčší hltan zvýrazní nízke frekvencie = hlbší hlas).
- **Každá dutina teda zosilňuje alebo potláča určité frekvencie** (konkrétnie ich amplitúdu).
- Ak by sme výstupný hlas rozložili na frekvencie (frekvenčné spektrum), pri niektorých frekvenciách uvidíme špičky alebo **lokálne maximá**.
- Tieto maximá nazývame ako **formanty**.
  - Podľa špecifického umiestnenia formantov v spektri vieme popísť vygenerovaný zvuk.
  - Sú teda **kľúčové pri identifikácii hlások**.
  - Napríklad formanty pri hľске „a“ budú umiestnené inak ako pri „i“.



Zvyčajný počet formantov je **3-5**. Pre určenie hlásky je zvyčajne potrebné prvé dva.

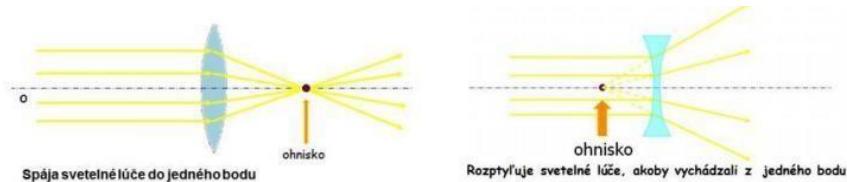
- **Prvý formant** – najnižšia frekvencia, popisuje otvorenie úst (vysoký = viac otvorené)
- **Druhý formant** – vyššia frekvencia od prvého, popisuje polohu jazyka (vysoký = jazyk vpred)
- **Tretí formant** – tvarovanie pier, poloha špičky jazyka
- **Štvrtý formant** – jemné kvality hlasu, výslovnosť, individuálne vlastnosti



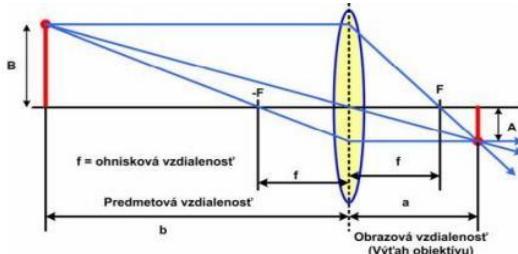
## 4. Základy fotografickej optiky, fotometria, kolorimetria, farebné priestory

### Základy fotografickej optiky

- **Šošovka je homogénne** (rovnaké vlastnosti v každej svojej časti, napr. homogénny materiál je materiál bez prímesí) **izotropné** (jav, spočívajúci v tom, že fyzikálne vlastnosti látky sú nezávislé od smeru, v ktorom tieto vlastnosti meriame) **prostredie**, ohraničené dvoma guľovými plochami alebo guľou plochou a rovinou.
- Je to **predmet z priehľadného materiálu slúžiaci** v optike alebo v iných prípadoch na **ovplyvnenie šírenia svetla** v širšom zmysle, t. j. viditeľného svetla,
- **Typy** šošoviek
  - **Spojné šošovky** (Spojky, konvexné (vydutý) šošovky)
  - **Rozptylné šošovky** (Rozptylky, konkávne (vyhlbené))



### Dôležité pojmy pri šošovkách:



#### Zobrazovacia rovnica šošovky:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

alebo

$$f = \frac{a.b}{a+b}$$

- **Optická os**
  - priamka, cez ktorú svetlo ide rovno cez šošovku.
- **Optický stred (O)**
  - bod v strede šošovky, cez ktorý lúč nemení smer.
- **Obrazové ohnisko ( $F'$ )**
  - miesto, kde sa zbiehajú lúče po prechode šošovkou.
- **Predmetové ohnisko (F)**
  - oproti  $F'$ , rovnaká vzdialenosť, druhá strana.
- **Ohnisková vzdialenosť (f)**
  - vzdialenosť od stredu šošovky po ohnisko; udáva „silu“ šošovky.
  - určuje ako sa lomia svetelné lúče a kde sa bude tvoriť obraz
- **Optická mohutnosť**
  - $\phi = 1/f$ , jednotka je dioptria (D).
- **Priečne zväčšenie**
  - $Z = -a/b$
  - $a =$  vzdialenosť obrazu,  $b =$  vzdialenosť predmetu.

### Typy zobrazenia (pri spojke):

- **Predmet v nekonečne**
  - Obraz: skutočný, zmenšený, prevrátený

- Vzniká v ohnisku
  - Štandardné fotografické zobrazenie
- **Predmet vo vzdialosti  $>2f$** 
  - Obraz: skutočný, zmenšený, prevrátený
  - Štandardné fotografické zobrazenie
- **Predmet vo vzdialosti  $2f$** 
  - Obraz: skutočný, rovnako veľký, prevrátený
  - Makro fotografia 1:1
- **Predmet medzi  $>f < 2f$** 
  - Obraz: skutočný, zväčšený, prevrátený
  - Makro fotografia 1:>1
- **Predmet vo vzdialosti  $f$** 
  - Obraz sa nevytvorí (v nekonečne) – nedá sa zaostriť
- **Predmet bližšie ako  $f$** 
  - Obraz: neskutočný, zväčšený, priamy

#### **Optické chyby (aberácie):**

- **Chromatická aberácia**
  - farebné okraje okolo objektov (farby sa lámu inak)
  - Riešenie: achromatická šošovka
- **Sférická aberácia**
  - neostrošť kvôli rozdielnemu lomu lúčov na kraji a v strede
  - Riešenie: kombinácia šošoviek alebo asférické šošovky
- **Distorzia (skreslenie)**
  - Súdkovité – rovné čiary sa ohýbajú von
  - Poduškovité – rovné čiary sa ohýbajú dovnútra
  - Riešenie: softvér alebo korekčné šošovky
- **Koma (kometové skreslenie)**
  - svetlá mimo stredu sa javia ako "kométy"
  - Riešenie: viac zaclonený objektív
- **Flare (halo)**
  - svetelný závoj okolo silných svetiel
- **Vinetácia**
  - tmavé rohy obrazu

#### **Objektív**

- Objektív je základnou súčasťou optickej sústavy fotoaparátu.
- **Sprostredkúva prenos obrazu z reálnej scény na snímač** (film alebo digitálny čip).
- *Kvalita výslednej fotografie závisí nielen od samotného objektívu, ale aj od celého optického reťazca, ktorý zahŕňa snímač, spracovanie obrazu a výstupné zariadenie*

#### **Základné rozdelenie objektívov:**

- **Podľa ohniskovej vzdialenosťi (a zorného uhla):**
  - **Superširokouhlé:** nad  $100^\circ$

- **Širokouhlé:**  $75^\circ - 100^\circ$
- **Normálne:**  $45^\circ - 50^\circ$  (pričíne ako ľudské oko)
- **Teleobjektívy:**  $15^\circ - 25^\circ$
- **Ultra-teleobjektívy:** pod  $15^\circ$
  
- ***Čím väčšia ohnisková vzdialenosť, tým menší obrazový uhol, ale väčšie priblíženie a menšia hĺbka ostrosti.***
  
- **Podľa konštrukcie:**
  - **Pevné** (prime): jedna ohnisková vzdialenosť, vysoká kvalita a svetelnosť.
  - **Zoom** (premenlivé): univerzálne, flexibilné, ale často horšia optická kvalita.
  
- **Podľa optických prvkov:**
  - **Šošovkové:** najbežnejšie, kombinácie spojok a rozptýlok.
  - **Zrkadlové** (katadioptrické): vhodné na veľké vzdialenosťi, kompaktné, ale s pevnou clonou a horšou kvalitou.

#### Kľúčové vlastnosti objektívov

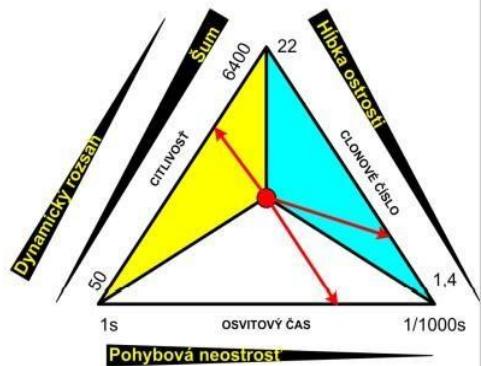
- **Ohnisková vzdialenosť (f):**
  - Určuje mieru priblíženia a zorný uhol.
  - Vyjadruje sa v milimetroch (napr. 50 mm).
  - **Krátka = široký záber, dlhá = priblíženie a menšia hĺbka ostrosti.**
- **Clona (f/číslo):**
  - Reguluje množstvo prepusteného svetla.
  - Čím menšie clonové číslo (napr. f/1.8), tým viac svetla, ale menšia hĺbka ostrosti.
- **Svetelnosť:**
  - Schopnosť objektívu prepúšťať svetlo.
  - Svetelnosť objektívov umožňujú kratšie expozičné časy, vhodné do zlých svetelných podmienok.
  - Udáva sa ako f/číslo (napr. f/1.4).
- **Rozlíšenie a ostrosť:**
  - Vyjadruje schopnosť zachytiť detaily.
  - Závisí od optickej kvality, clony, snímača aj postprodukcie.
  - Čím vyššia ostrosť, tým kvalitnejší obraz.
- **Aberácie a skreslenie:**
  - Chyby v zobrazení, ako napríklad farebný posun (chromatická aberácia) alebo súdkovité skreslenie.
  - Lepšie objektívy ich minimalizujú pomocou špeciálnych optických členov.
- **Modulačná prenosová funkcia (MTF):**
  - Hodnotí, ako dobre objektív prenáša kontrast a detaily.
  - Vyššie MTF = lepšia optická kvalita.

#### Špeciálne typy objektívov

- **Makroobjektívy:**
  - ostria zblízka, zväčšenie až 1:1, vhodné na fotenie detailov.
- **Tilt-Shift:**
  - umožňujú posun a náklon optickej osi – napr. na korekciu perspektívy v architektúre.
- **Katadioptrické objektívy:**
  - zrkadlové, vhodné na extrémne ohniskové vzdialenosť (500 mm+), ale majú nižší kontrast a nemožno ich cloniť.

#### Pre info:

- **Expozičný trojuholník** – vzťah medzi clonou, expozičným časom a ISO citlivosťou
  - **Clona (hĺbka ostrosti)** – reguluje veľkosť otvoru cez ktorý prechádza svetlo, menšie číslo väčší otvor – rozmažane pozadie a naopak
  - **expo. čas (pohybová ostrosť)** - ako dlho ostane snímač otvorený – dlhý čas viac svetla – viac rozmažania pri pohybe
  - **ISO (šum)** – citlosť snímača na svetlo – menšie ISO menej svetla – menej šumu

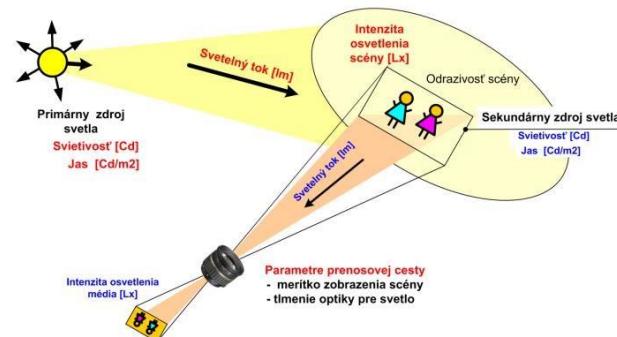


#### Fotometria

- je odbor optiky, ktorý **skúma svetlo z pohľadu jeho pôsobenia na oko**.
- **Zameriava sa na viditeľné svetlo**.
- Veličiny, ktoré určujú mieru tohto pôsobenia na ľudské oko, sa označujú ako fotometrické veličiny - napr. **svietivosť zdroja, svetelný tok alebo osvetlenie**.

#### Fotometrické veličiny:

- **Snímací uhol**
  - je časť priestoru kužeľovitého tvaru, ktorý snímač zachytáva. Veľkosť tohto uhla je daná veľkosťou snímača a ohniskovou vzdialenosťou.
- **Svetelný tok** - lumen [ $\text{lm}$ ]  $\Phi$ 
  - Označuje svetelnú energiu, ktorú zdroj vyžiari za časovú jednotku do všetkých smerov
  - Svetelný výkon posúdený z hľadiska oka.
- **Svetlivosť** - kandela [ $\text{cd}$ ]  $I$ 
  - Množstvo svetelného toku vyslaného zdrojom do jednotkového priestorového uhla.
- **Intenzita osvetlenia** - lux [ $\text{lx}$ ]  $E$ 
  - Je pomer dopadajúceho svetelného toku k osvetlenej ploche ( $1\text{lx} = 1\text{lm}$  na  $1\text{m}^2$ )
- **Jas** - candela /  $\text{m}^2$  [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]  $L$ 
  - Je pomer svetlivosti k pozorovanej osvetlenej ploche.
  - Oko sa prispôsobí strednej hodnote.



- Rozlíšenie jasu oka je  $0,002\text{-}10000 \text{ cd/m}^2$

## Kolorimetria

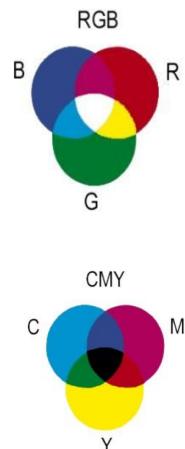
- **Veda zaobrajúca sa fyzikálnou teóriou farieb, ich miešania a merania**

### Definovanie farby svetla:

- **Tón** - dominantná vlnové dĺžka
- **Sýtosť** – stupeň zriedenia s bielym svetlom
- **Jas** – vychádza z energetického obsahu farbeného svetla vyhodnoteného citlivosťou oka (energia farby)

### Miešanie farieb:

- **Aditívne miešanie (súčtové, RGB)**
  - Využíva sa pri obrazovkách, svetlách, projekcií.
  - Kombináciou troch základných farieb svetla: **R (red) + G (green) + B (blue)** → vznikajú nové farby.
  - Všetky tri spolu → **biela farba**.
- **Subtraktívne miešanie (rozdielové, CMY)**
  - Používa sa pri tlači a práci s pigmentmi.
  - Zo svetla **odčítavame** jednotlivé zložky: **C (cyan), M (magenta), Y (yellow)** → absorbujú časti spektra.
  - Kombináciou všetkých troch → **čierna farba** (v praxi CMYK).



- **Grasmanové zákony**
- **1. GRASSMANOV ZÁKON**
  - Ľubovoľnú farbu je možné vyjadriť ako lineárnu kombináciu troch rôznych základných farieb (Color Primaries, napr. RGB, CMY), pričom ani jedna z týchto troch farieb nesmie byť lineárnu kombináciou ostatných farieb
  - Farba C namiešaná pomocou jednotiek červenej, jednotiek zelenej a jednotiek modrej farby

$$C = R_c(R) + G_c(G) + B_c(B)$$

- **2. GRASSMANOV ZÁKON**
  - Zákon o miešaní dvoch farieb **C1 a C2**
  - Farebné zložky výslednej farby sa získajú súčtom odpovedajúcich farebných zložiek jednotlivých farieb

$$C_3(C_3) = C_1(C_1) + C_2(C_2) = [R_1 + R_2](R) + [G_1 + G_2](G) + [B_1 + B_2](B)$$

- **3. GRASSMANOV ZÁKON**
  - Zákon o miešaní dvoch farieb s rovnakým jasom
  - Po zmiešaní dvoch farieb s rovnakým jasom sa vytvorí tretia s takou istou hodnotou jasu

$$kC_3(C_3) = kC_1(C_1) + kC_2(C_2)$$

### Farebné priestory:

- je matematický model, ktorý slúži na **reprezentáciu farieb pomocou číselných hodnôt**. Umožňuje definovať, zaznamenať, zobrazovať a prenášať farby v rôznych zariadeniach a systémoch (monitor, tlač, video, softvér).

### Základné rozdelenie:

- **Skutočné farebné priestory (viditeľné farby)**
  - **RGB** – aditívne miešanie (červená, zelená, modrá), používa sa pri zobrazení na monitoroch.
  - **CMYK** – subtraktívne miešanie (cyan, magenta, yellow, black), používa sa pri tlači.
  - Farby vznikajú kombináciou základných farieb v rôznych intenzitách.
  - Každý farebný priestor má svoj **gamut** – rozsah farieb, ktoré vie zobrazit.
- **Neskutočné/matematické priestory (pre výpočty, štandardizáciu)**
  - **CIE XYZ** – základ kolorimetrie, všetky farby reprezentované kladnými hodnotami.
  - **CIE Lab / CIE Luv** – nelineárne priestory založené na vnímaní oka ( $L$  = jas,  $a/b$  = farebnosť/odtieň).
  - **CIE YUV / YCbCr** – jas + farba, používané vo videu a televízii.
  - **HSV / HSL / HSB** – intuitívne farebné modely (Hue = tón, Saturation = sýtosť, Brightness = jas), používané v grafike.

# 5. Snímacie a zobrazovacie prvky, ich vlastnosti, princípy snímania farebného obrazu

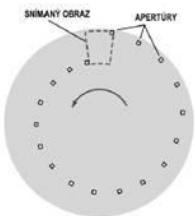
## Snímanie obrazu

- predstavuje proces konverzie elektromagnetického žiarenia (svetla) na elektrický signál.

## Základné typy snímacích technológií

### Mechanické snímanie

- Nipkowov kotúč** – prvý spôsob snímania obrazu, ktorý využíval mechanický princíp.
  - Skladá sa z rotujúceho kotúča s 18 otvormi rozmiestnenými v tvaru špirály.
  - Pri otáčaní kotúča otvory postupne prepúšťali svetlo na selénový fotodetektor.
  - Nízke rozlíšenie a citlivosť.
  - V súčasnosti zastarané, historicky však významné (prvé televízne systémy).



### Vákuové snímanie

- Snímanie obrazu pomocou elektrónok, kde svetlo dopadá na fotocitlivý povrch a informácia sa číta **elektrónovým lúčom bod po bode**.

### Ikonoskop / Superikonoskop

- Svetlo nabíja fotocitlivé zrná (striebro) → elektrónový lúč ich vybíja.
- Miera vybíjania = jas obrazu.
- Nízka účinnosť, veľké osvetlenie, rozmazaný obraz.

### Disektor

- Fotoemisná katóda → elektróny smerované cievkami.
- Ostrošť cez apertúru (iba zaostrené elektróny prejdú).
- Nízka citlivosť, ostrý obraz.

### Ortikon

- Obraz na mozaiku, z druhej strany skenovaný lúčom.
- Signál prenesený kapacitne, zosilnený.
- Lepšia citlivosť a odtiene, ale zložitá a drahá výroba.

### Vidikon

- Využíva fotoelektrickú vodivosť (nie emisiu).
- Svetlo mení odpor → sníma zadnú vrstvu.
- Jednoduchý, lacný, vhodný pre prenosné zariadenia.

## Snímače pevnej fázy (Solid State Sensors)

- Súčasné systémy snímania obrazu vo veľkej miere využívajú pevné snímače.
- Pre detekciu sa používajú fotodiody alebo **MOS kondenzátory**.
- Pre čítanie sú dva základné princípy a to CCD alebo X-Y adresácia.

## CCD – Charge-Coupled Device

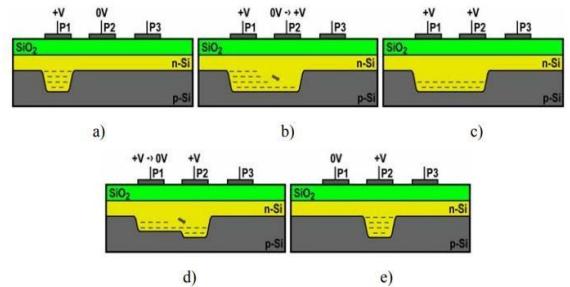
- CCD je analógový snímač, ktorý premieňa dopadajúce svetlo na elektrické napätie. Používa sa vo fotoaparátoch, kamерах, skeneroch či čítačkách čiarových kódov.

### Použitie:

- Lineárne CCD (napr. skener)
- Plošné CCD (fotoaparáty, kamery)
- Sníma viditeľné, infračervené, ultrafialové a röntgenové spektrum

## Výhody:

- Vysoká kvalita obrazu
- Citlivosť na svetlo
- Nízka hmotnosť, spoľahlivosť
- Odolnosť voči nárazom a vonkajším vplyvom



## Nevýhody:

- Vyššia spotreba energie oproti CMOS
- Potreba chladenia
- Vyššia cena

## Princíp činnosti CCD:

CCD prvok je založený na **princípe potenciálových jám vytváraných MOS** (Metal-Oxide-Semiconductor) štruktúrou.

### 1. Svetlocitlivý povrch ( $\text{SiO}_2$ vrstva):

- Svetlo dopadne na povrch čipu a vytvorí elektrický náboj úmerný intenzite svetla.

### 2. Potenciálová jama pod elektródou P1:

- Po privedení kladného napäťa sa pod **P1 vytvorí potenciálová jama** – tu sa **hromadí elektrický náboj** (informácia o intenzite svetla).

### 3. Prenos náboja – elektródy P2 a P3:

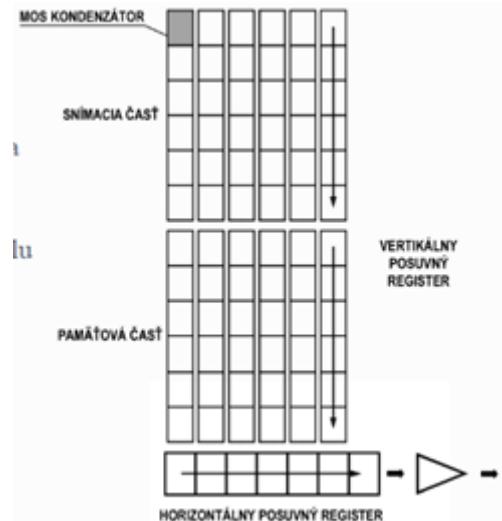
- Ak sa na P2 privedie kladné napätie, vznikne pod ňou ďalšia potenciálová jama.
- Náboj sa „presunie“ z P1 do P2.
- Zrušením napäťa na P1 jama pod ňou zaniká a náboj sa plne presunie do P2.
- Tento cyklus sa opakuje – takto sa obrazová informácia pixel po pixeli „posúva“ smerom k výstupnému regisztru.

### 4. Výstup:

- Náboje sa čítajú, prevádzajú na napätie a následne digitalizujú A/D prevodníkom v kamere.
- *Ak náboj preteče nastáva šum*
- Čítanie prebieha prenášaním náboja cez zberné registre
- Podľa registrov a či využíva pamäťovú časť sa delí na FT, FFT, IT, FIT (snímacie a zobrazovacie systémy). V skratke:
  - vertikálne posuvníky slúžia ako snímacie časti. (ak je pamäť, sú ďalšie posuvníky, ktoré slúžia ako pamäť)
  - horizontálne posuvníky pre generovanie výstupného signálu (čítací register)

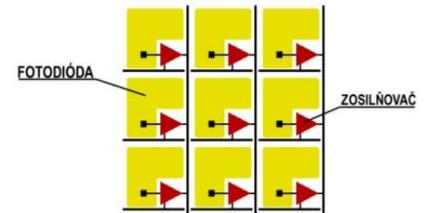
Napríklad FT:

- Signál prechádza cez zosilňovač, A/D prevodník, následne sa ukladá do pamäte.
- Umožňuje veľmi presné snímanie s minimálnym šumom (záleží od použitej technológie).
- Na farebné snímanie sa používa RGB maska – najviac pixelov pre zelenú (kvôli citlivosti ľudského oka).
- Vysoká citливosť, nízky šum, spoľahlivosť, malé rozmer a hmotnosť. Vyžaduje presné časovanie a externé riadiace obvody (napríklad pre privedenie napäťia na hradlové elektródy P1,...)
- Často sa vyskytuje prúd za tmy (na výstupe sa vytvára slabý signál aj bez dopadu svetla na snímač). Spôsobené tepelnou generáciou v obvodoch snímača. Spôsobuje výstrelový šum.



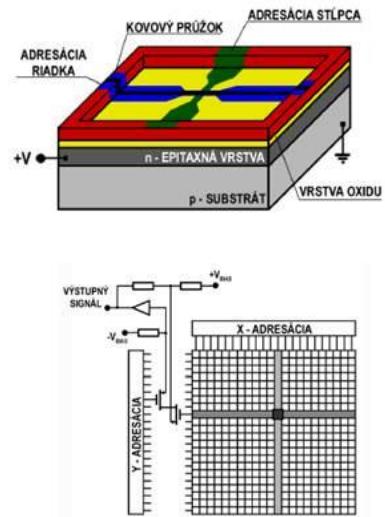
### CMOS – Complementary Metal-Oxide Semiconductor

- Snímač založený na polovodičovej technológii (rovnaká výroba ako CPU).
- **Každý pixel obsahuje svetlocitlivý prvok (fotodiódu) a tranzistory, ktoré riadia čítanie signálu.**
- Pre spracovanie farieb sa používa **farebný filter – zvyčajne Bayerova maska (RGB)**.
- **Princíp fungovania:**
  - Svetlo dopadá na fotodiódu, ktorá generuje elektrický náboj úmerný intenzite svetla.
  - Výstupný signál je zosilnený (ak ide o APS), prípadne hneď digitalizovaný (DPS).
  - Prevod a čítanie signálu prebieha na čipe – umožňuje vysokú rýchlosť a nízku spotrebu.
- **Typy CMOS:**
  - **PPS (Passive Pixel Sensor)**
    - Každý pixel obsahuje len fotodiódu a čítací tranzistor.
    - Slabý výstup → potreba externého zosilňovača.
    - Lacný, ale veľký šum.
  - **APS (Active Pixel Sensor)**
    - Každý pixel má vlastný zosilňovač → menší šum, lepšia kvalita.
    - Najrozšírenejší typ v moderných fotoaparátoch.
  - **DPS (Digital Pixel Sensor)**
    - Každý pixel má vlastný A/D prevodník → dátá sú hneď digitálne.
    - Výborná rýchlosť, paralelné čítanie, ale menšia snímacia plocha kvôli veľkému počtu tranzistorov.
- **Výhody CMOS snímačov**
  - Lacná výroba, nízka spotreba energie
  - Rýchle snímanie a digitálne spracovanie priamo na čipe
  - Vhodné na miniaturizáciu a integráciu
- **Nevýhody**
  - Vyšší šum pri dobrom osvetlení (nižšia kvalita ako CCD)
  - Menej účinné pri vysokých nárokoach na kvalitu obrazu (profesionálne kamery)



## CID – Charge Injection Device

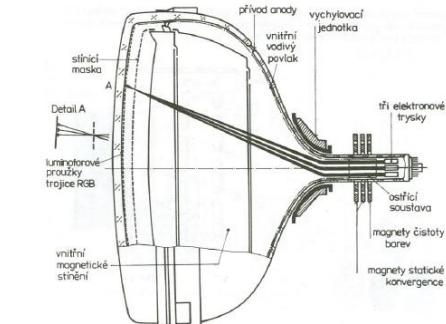
- MOS kondenzátory s X-Y adresovaním (každý pixel je v systéme karteziánskych súradníč)
- Bez potreby prenášať náboj medzi jednotlivými pixelmi posuvníkmi ako pri CCD
- Nedochádza k prenosu náboja v matici (v iných pixeloch) – namiesto toho sa prepínajú elektródy, ktoré priamo odčítavajú hodnotu.
- Vrstva polykryštalického kremíka umiestnená na celom snímacom povrchu (maximálne využívaná plocha)
- Na každom riadku pixelov je umiestnený tenký prúžok kovu pre redukovanie šumu pri čítaní
- Veľké expozičné časy, paralelné snímanie, odolné voči presvetleniu
- Väčší šum ako pri CCD (parazitné kapacity a odpory prívodov)



## Zobrazovacie systémy

### CRT – Katódová trubica

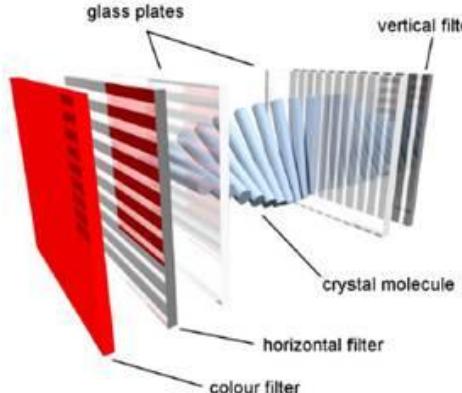
- Historicky najpoužívanejší typ obrazovky, už dnes nepoužívané.
- Delia sa na Detla, In-line, Trinitron. Rozdiel je len v tvaroch trysky, masky a luminoforov
- Elektrónové delo (tryska) generuje elektróny do všetkých smerov. Tie sú zaostrené do lúča a vychylované magnetickým poľom. Pre každú farebnú zložku je tryska zvlášť (tri)
- Lúč prechádza cez masku, ktorá zachytáva iné voľné ióny. Zároveň odráža svetlo luminoforov.
- Lúč dopadá na luminofor (svietiaca látka) na vnútornej strane obrazovky. Odovzdá mu energiu a zvyšok je odčerpaný.
- Farby sa tvoria kombináciou RGB luminoforov, jas sa reguluje zmenou intenzity lúča.
- Má veľké rozmery, veľkú spotrebú, ale vysoký kontrast a verné zobrazenie farieb.
- Výborné pre rýchle pohyby (žiadne oneskorenie) – hry a video



### LCD – Liquid Crystal Display

- Obrazovku tvorí matica tekutých kryštálov medzi polarizačnými filtromi.
- Na začiatku je potrebné podsvietenie zabezpečované
  - okolitým svetlom (reflektívne = kalkulačka)
  - podsvietením LED alebo neónkou
  - transreflektívne – kombo predošlých, podsvietenie iba pri nedostatočnej úrovni okolitého svetla
- Nasleduje svetlocitlivý panel + optické vlákna, ktoré rovnomerne rozvedú podsvietenie po celej ploche obrazovky. Svetlo sa dostáva do subpixelov.
- Každý pixel obsahuje tri subpixely pre farebné zložky R, G, B. Zloženie subpixelu:
  - Polarizačný vertikálny filter – zabezpečuje správny smer svetla (nenatáčajú ho, oba prepúšťajú)
  - Vrstva molekúl tekutých kryštálov medzi dvoma sklenenými elektródami. Kryštály sú otáčané podľa napätie na elektródach. Svetlo sa taktiež otáča podľa kryštálov.

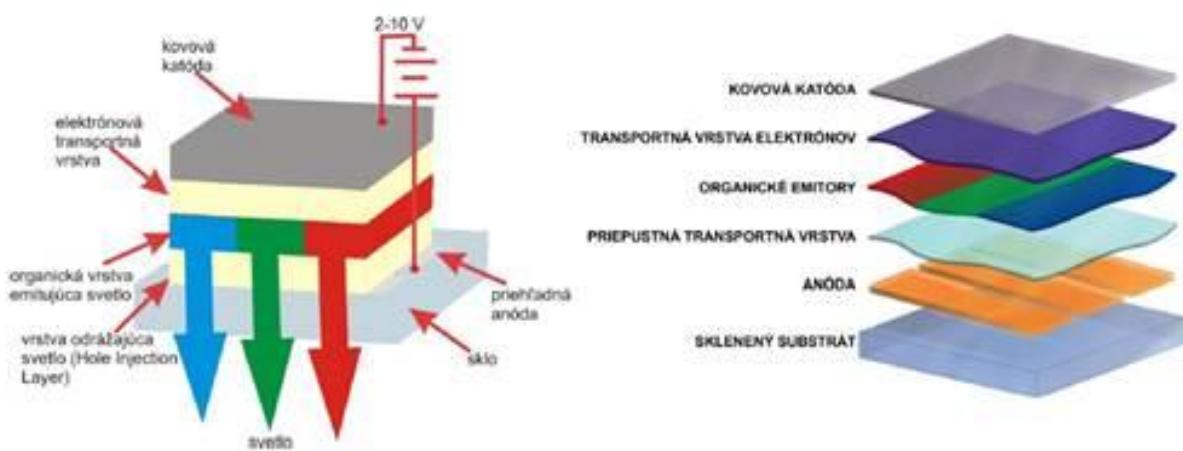
- Polarizačný horizontálny filter – blokuje opačne polarizované svetlo, prepúšťa iba potrebné svetlo a tým aj intenzitu pre daný subpixel (bez napäťa na sklenených elektródach kryštáli natočia svetlo vertikálne, aby nebolo skoro žiadne svetlo cez filter prepustené = čierna obrazovka)
- Reflexný povrch s farebným filtrom pre danú zložku (doplň farebnú info)



- Výhody: nízka spotreba, tenké rozmery, výborné pozorovacie uhly
- Nevýhody: horší kontrast a reakčný čas ako OLED, menej verné farby ako pri CRT, zároveň kvôli podsvieteniu nie je možná úplná čierna.

### OLED – Organic Light Emitting Diode

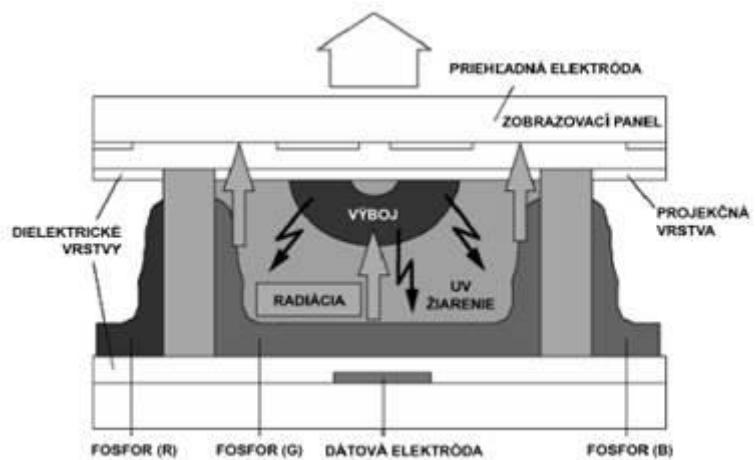
- Pixely vyžarujú svetlo samy – nepotrebuju podsvietenie.
- Obsahujú tenké vrstvy organických materiálov medzi anódou a katódou.
- Po privedení napäťa dochádza k rekombinácii elektrónov a dier – vzniká svetlo (fotón) - elektroluminiscencia.
- Fotóny dopadajú na sklenený substrát, kde sa zobrazujú.
- Jas a farba sú riadené príkonom a vlastnosťami materiálu.
- Výhody: vyšší kontrast, tenké displeje aj s malou uhlopriečkou, sýte farby, nízka spotreba, jednoduchšia výroba ako LCD
- Nevýhoda: kratšia životnosť niektorých farieb (najmä modrej), nižšie pozorovacie uhly (ale stále zhruba 160 stupňov)



### PDP – Plasma Display Panel

- Dve sklenené platne s plynnou zmesou (xenón, neón, argón, prípadne aj fosfor). Každý z plynov tvorí jednu farebnú zložku. Každý z pixelov môžu mať rovnaké veľkosti subpixelov pre R, G, B (symetrické) alebo aj rôzne veľkosti (asymetrické – napr. pre prirodzenejšie farby je modrý väčší ako červený)

- Pri privedení prúdu do plynu vzniká elektrický výboj – plazma – elektrón prejde na vyššiu energetickú hladinu. Následne sa vracia na pôvodnú hladinu a prebytočná energia sa uvoľní.
- Vzniká UV svetlo, ktoré aktivuje luminofor – emituje viditeľné svetlo.
- Výhoda: verné farby, veľké uhlopriečky, výborné pozorovacie uhly (170 stupňov), kontrast podobný ako pri CRT. Výrobne jednoduchší ako LCD, dlhá životnosť
- Nevýhoda: vyššia spotreba, prehrievanie, vysoká odozva, zvýšená citlivosť na manipuláciu (pri prenášaní alebo dlhšom nesprávnom položení sa môžu natrvalo poškodiť zobrazovacie body)



Sú aj ďalšie ako IMOD (odrážanie a pohlcovanie svetla) alebo projektoryst CRT (3 projekčné CRT obrazovky),  
 DLP (odraz od 1 alebo 3 čipov zložených zo sústavy mikrozrkadiel),  
 DMD (3 digitálne mikrozrkadlá),  
 LCD (kryštáli s použitím dychroických zrkadiel)

## Farebné snímanie

Vo väčšine systémov funguje na princípe lineárnej kombinácie troch základných farieb (R, G, B).  
 Pri snímaní je dôležité:

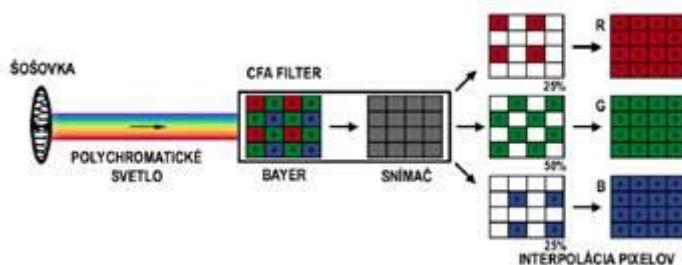
- optimálny kolorimetrický priestor
- jednoduchosť rekonštrukcie farby
- minimalizácia rušenia medzi pixelmi (optického aj elektrického)
- vzor farebných filtrov

Možnosti snímania:

\*\*Špeciálny prípad: Lineárne snímače s CFA, používajú sa pri snímačoch pevnej fázy (CCD, CMOS..), na každom posuvníku sa nachádzajú lineárne fareb. filtre

### A) Mozaikové – najčastejšie v komerčných zariadeniach, najlacnejšie

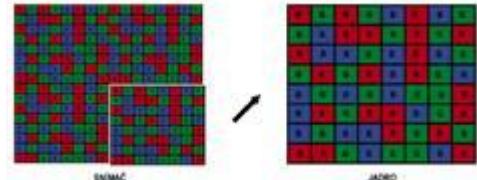
Jeden senzor / snímač s farebnými optickými filtrami (CFA)



- je možné použiť aj pri kombinácii s trojsnímačovým (jeden záber) alebo trojzáberovým (jeden snímač)

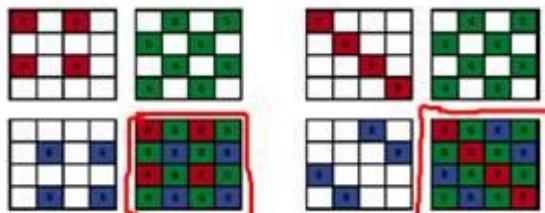
Podľa typu CFA a jeho usporiadania sa delia na:

- Pásikové CFA

- pevný počet susedných pixelov (pravidelné striedanie R, G, B filtrov)
  - najjednoduchší princíp
  - líšia sa iba orientáciou pásikov (najvhodnejšie vertikálne / diagonálne)
- pseudonáhodné vzory
  - veľké jadrá R, G, B filtrov, ktoré vytvárajú vzory
  - vhodné pri potláčaní moiré efektu (interferencia z opakujúcich sa vzorov pri prechádzajúcom type)
  - rôzny vnem farby kvôli rôznemu usporiadaniu a počtu susedných pixelov (napríklad R nemá všade rovnaký počet susedných G a B)

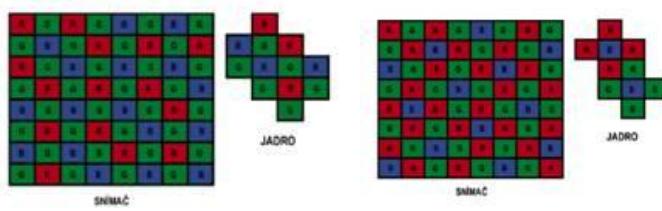
- Bayerov CFA

- pevný počet susedných pixelov
  - vždy rovnako definované
  - symetrický (vľavo) citlivejší na horizontálne a vertikálne artefakty
  - diagonálny (vpravo) citlivejší na artefakty hlavných diagonál



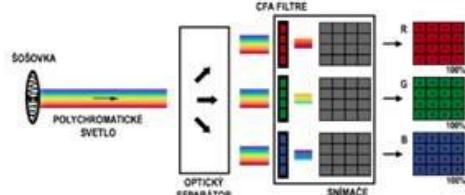
- nakoľko sa jasová zložka vytvára zo 60% z G, neobsahuje všetky detaile (G tvorí 50% filtrov)
  - taktiež aj chrominačné nemajú všetky detaile (R 25%, B 25%)
  - 2/3 dát nie sú nasnímané (interpolácia -> chyby)
  - pre interpoláciu sa používajú neadaptívne (jednoduché) alebo adaptívne (zohľadňujú napríklad okolie) DMA algoritmy

- pseudonáhodné vzory
  - je veľké množstvo týchto vzorov (obrázky sú dva)
  - jadrá sú menšie ako pri pásikavých CFA
  - potláčajú moiré efekt (kvôli nerovnomernému rozloženiu R a B)

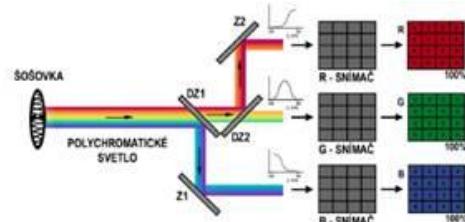


**B) Trojsnímačové snímanie** – snímanie obrazu tromi nezávislými snímačmi, plné rozlíšenie farebného obrazu, jednoduché softvérové spracovanie obrazu, vysoká cena, väčšie rozmery svetla sa kovertuje na R-G-B zložky pomocou jedného zo separátorov:

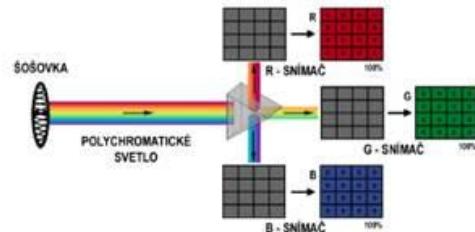
- optický separátor (CFA filtro) – filter každej zložky pokrýva jeden zo snímačov



- dichroické zrkadlá/filtre – odráža určité vlnové dĺžky, ostatné prepúšťa

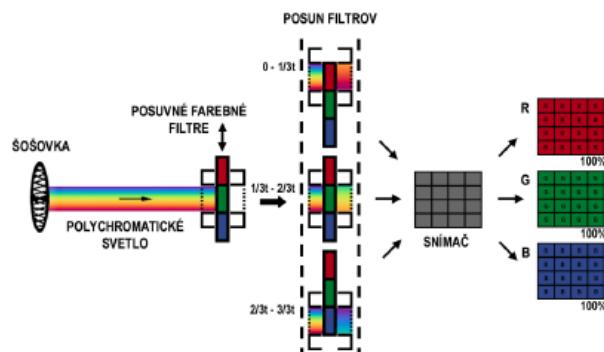


- trojboký hranol – medzi hranol a snímač sa vkladajú ešte korekčné filtre



**C) Trojzáberové snímanie** – snímanie s jedným čipom s trikrát dlhším časom založená na posúvaní R-G-B filtrov alebo LCD filtroch

- nevhodný pre dynamické scény vo farbách (preto skôr pre štúdiovú fotografiu)

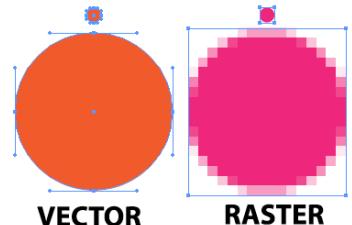


## 6. Formáty rastrovej a vektorovej grafiky, porovnanie ich vlastností a využitie

### Grafický formát definícia

Grafický formát je **spôsob, akým sú obrazové dátá uložené v súbore**.

Definuje štruktúru a spôsob zápisu informácií o obrázku – ako napríklad typ grafiky (rastrová alebo vektorová), farebná hĺbka, kompresia, priehľadnosť a ďalšie vlastnosti.



### Rastrová grafika

Rastrová (bitmapová) grafika je tvorená mriežkou (sieťou) malých bodov – **pixelov**. Každý pixel obsahuje informáciu o farbe a polohe. Čím ich je viac, tým je obraz kvalitnejší - má väčšie rozlíšenie.

#### Výhody:

- Jednoduché vytváranie a verné uchovanie obrázkov.
- Množstvo snímacích zariadení – fotoaparát, skener, mobil.
- Rozsiahla škála efektov, nástrojov a filtrov v rôznych editoroch.

#### Nevýhody:

- Veľká pamäťová náročnosť.
- Zmena veľkosti vedie k zhoršeniu kvality obrázka.
- Nemožná manipulácia s jednotlivými objektami na obrázku.

Formáty: [https://www.youtube.com/watch?v=ww12lImOJ38&ab\\_channel=Techquickie](https://www.youtube.com/watch?v=ww12lImOJ38&ab_channel=Techquickie)

### JPEG (.jpg / .jpeg) – Joint Photographic Expert Group

- [https://www.youtube.com/watch?v=Kv1Hiv3ox8I&ab\\_channel=BranchEducation](https://www.youtube.com/watch?v=Kv1Hiv3ox8I&ab_channel=BranchEducation)
- Typ kompresie: **Stratová** (dochádza k zníženiu kvality pri ukladaní)
- **Použitie:** Fotografie, obrázky na webe, skeny
- **Farebná hĺbka:** 24-bit (16,7 milióna farieb)
- **Výhody:**
  - Malá veľkosť súboru pri dobrej kvalite
  - Široká podpora na internete a vo všetkých prehliadačoch
- **Nevýhody:**
  - Nevhodný pre ostré hrany, texty alebo jednoduchú grafiku
  - Nepodporuje priehľadnosť ani animácie
  - Kvalita sa zhoršuje pri opäťovnom ukladaní

### PNG (.png) – Portable Network Graphics

- [https://www.youtube.com/watch?v=j\\_qWvyeltyo&t=309s&ab\\_channel=PhotographyPX](https://www.youtube.com/watch?v=j_qWvyeltyo&t=309s&ab_channel=PhotographyPX)
- Typ kompresie: **Bezstratová**
- **Použitie:** Webová grafika, ikony, logá, obrázky s priehľadnosťou
- **Farebná hĺbka:** 24-bit + 8-bit alfa kanál (priehľadnosť)
- **Výhody:**
  - Zachovanie kvality bez straty dát
  - Podpora úplnej priehľadnosti a polopriehľadnosti
  - Lepšia kvalita ako JPEG pri menšej grafike

- **Nevýhody:**
  - Väčšia veľkosť súboru ako JPEG
  - Nepodporuje animácie

#### **GIF (.gif) – Graphics Interchange Format**

- [https://www.youtube.com/watch?v=prm\\_GAXsWcl&ab\\_channel=GetLearntw%2FChunk](https://www.youtube.com/watch?v=prm_GAXsWcl&ab_channel=GetLearntw%2FChunk)
- Typ kompresie: **Bezstratová** (LZW), obmedzená farebnosť
- **Použitie:** Jednoduché animácie, ikony, dekorácie na webe
- **Farebná hĺbka:** Max. 256 farieb (8-bitová paleta)
- **Výhody:**
  - Podpora animácií (viac snímok v jednom súbore)
  - Jednoduchá priehľadnosť (1 farba)
  - Malé dátové objemy pre jednoduché obrázky
- **Nevýhody:**
  - Obmedzená farebná paleta – nevhodné pre fotografie
  - Len 1 úroveň priehľadnosti

#### **TIFF (.tif / .tiff) – Tagged Image File Format**

- Typ kompresie: **Stratová aj bezstratová (záleží na nastavení)**
- **Použitie:** Profesionálna tlač, skenovanie vo vysokej kvalite
- **Farebná hĺbka:** Až 16-bit na kanál
- **Výhody:**
  - Vysoká kvalita a flexibilita
  - Možnosť uložiť viacero vrstiev a doplnkových informácií
- **Nevýhody:**
  - Veľké súbory
  - Slabá podpora na webe

#### **BMP (.bmp) – Bit Mapped Picture**

- Typ kompresie: **Väčšinou bez kompresie**
- **Použitie:** Staršie systémy (Windows), surové dátá
- **Farebná hĺbka:** Až 24-bit
- **Výhody:**
  - Jednoduchá štruktúra, kvalitný výstup
- **Nevýhody:**
  - Obrovský objem dát
  - Žiadna priehľadnosť ani pokročilé možnosti

#### **Vektorová grafika**

- Druh počítačovej grafiky, ktorá vychádza z **matematických opisov**.
- Je zložená zo základných geometrických útvarov – **priamka, kruh, bod, krivka a mnohouholník**
  - *Vektor v grafike je chápáný inak ako fyzike (je určený veľkosťou a smerom, veličina napr. sily)*
  - *V grafike je chápáný ako súbor jednotlivých parametrov, opisujúci daný prvok – x,y súradnice, farba, hrúbka a iné*

**Výhody:**

- Neobmedzené zväčšovanie bez straty kvality
- Práca s jednotlivými objektmi
- Nízka pamäťová náročnosť

#### **Nevýhody:**

- Nevhodné na fotografie
- Zložitejšia tvorba
- Vyššia záťaž na procesor pri výpočtoch

#### **Formáty:**

##### **SVG (.svg) – Scalable Vector Graphics**

- [https://www.youtube.com/watch?v=emFMHH2Bfvo&ab\\_channel=Fireship](https://www.youtube.com/watch?v=emFMHH2Bfvo&ab_channel=Fireship)
- **Zápis:** Na báze XML (textový formát)
- **Použitie:** Webová grafika, ikony, diagramy
- **Výhody:**
  - Malá veľkosť súborov
  - Nezávislé od rozlíšenia – výborná škálovateľnosť
  - Jednoduchá editácia (aj v textovom editore)
- **Nevýhody:**
  - Nie je vhodný pre zložité ilustrácie s veľkým počtom prvkov
  - Slabšia podpora pokročilých efektov

##### **AI (.ai) – Adobe Illustrator**

- **Zápis:** Nativný formát Adobe Illustratoru (PostScript)
- **Použitie:** Profesionálny dizajn, logá, tlačové súbory
- **Výhody:**
  - Plná podpora vrstiev, farieb, priečadností, efektov
  - Kvalitný výstup pre tlač
- **Nevýhody:**
  - Uzavretý formát (nutný Illustrator)
  - Veľkosť súboru môže byť vysoká

##### **PDF (.pdf) – Portable Document Formát**

- [https://www.youtube.com/watch?v=lBtRMh6tOmA&ab\\_channel=WondershareRepairit](https://www.youtube.com/watch?v=lBtRMh6tOmA&ab_channel=WondershareRepairit)
- **Použitie:** Dokumenty aj s vektorovou grafikou (logá, grafy)
- **Výhody:**
  - Platformovo nezávislý
  - Podpora vektorov, obrázkov, textu, videa
- **Nevýhody:**
  - Menej vhodný na ďalšiu úpravu vektorových častí

##### **DXF (.dxf) – Drawing Exchange Format**

- **Zápis:** Výmenný formát pre CAD aplikácie
- **Použitie:** Technické výkresy, architektúra
- **Výhody:**
  - Jednoduchá štruktúra
  - Podporovaný väčšinou CAD softvérov
- **Nevýhody:**
  - Veľký objem dát

- Nie vždy kompatibilný 100 % medzi programami

#### ***CDR (.cdr) / CRD – CorelDraw***

- Použitie: Formát z CorelDRAW
- Výhody:
  - Kombinácia rastrových aj vektorových prvkov
- Nevýhody:
  - Potrebuje špecifický softvér na otvorenie (CorelDRAW)

#### **Doplňujúce info:**

##### **Hĺbka obrazu**

- Farebná hĺbka popisuje počet bitov použitých na opis určitej farby alebo pixelu v bitmapovom obrázku alebo snímky videa.
- Toto poňatie je tiež známe ako počet bitov na pixel, najmä ak je uvedené spolu s počtom použitých pixelov.
- Väčšia farebná hĺbka zväčšuje škálu rôznych farieb a prirodzene tiež pamäťovú náročnosť obrázka či videa.

## 7. Vrstvový model komunikácie (význam jednotlivých vrstiev, spôsob medzivrstvovej komunikácie)

**Model komunikácie** je používaný na **štandardizáciu komunikácie medzi vrstvami, tvorbu komplexných sietí a popis spôsobu komunikácie zariadení.**

- Efektívna komunikácie zariadení v sieti.
- Obsahuje vrstvy, kde každá má vlastnú úlohu (funkciu).
- **Protokoly** sa nachádzajú na úrovni vrstiev, teda celok pravidiel

Základné pojmy:

- **Protokol** je súbor pravidiel, ktoré používajú aplikácie/programy, operačné systémy pre komunikáciu. Definuje formát, spôsob spracovania dát a ich prenosu. Vďaka nim systémy s rôznym typom hardvéru, alebo softvéru sú schopné navzájom komunikovať.
- **Paket** je jednotka dát, obsahujúci hlavičku s informáciami pre doručenie, dátá (prenášaný obsah) a niekedy aj pätu (najčastejšie na kontrolu chýb).
- **Paketizácia** je proces, pri ktorom sa veľké dátá rozdeľujú na menšie časti, teda pakety.
- **Enkapsulácia** je jav pri ktorom sa k dátam pridáva hlavička, alebo aj päta s dodatočnými informáciami. Rozpúzdrenie nastáva v opačnom poradí na prijímacej strane.
- **Segmentácia** – proces pri ktorom napríklad TCP, alebo UDP rozdeľuje dátá na menšie časti, teda segmenty.
- **SAP (Service Access Points)** – identifikovateľné miesta pre ISO/OSI model v rámci rozhrania medzi vrstvami, pri ktorých sú poskytované služby.

Vrstvový model **ISO (International Organization for Standardization) OSI (Open Systems Interconnection)**.

- Vrstvy sú navzájom na seba závislé t.j. slúžia tej druhej
- Obsahuje **7 abstraktných vrstiev**:

**Tieto 4 popisujú spôsob prenosu dát, z 1. zariadenia k 2. zariadeniu:**

1. **Fyzická vrstva** – zaoberá sa fyzickými charakteristikami prenosu dát (napr. káble, signály...). Prenáša teda jednotlivé **bity** a konvertuje ich na fyzikálnu formu signálu.
2. **Linková vrstva** – zabezpečujú spoľahlivý prenos dát medzi priamo prepojenými sietovými zariadeniami (**uzlami**). Zaoberá sa detekciou chýb a ich oprave, adresovanie MAC adres. Zabezpečuje verifikáciu postupnosti bitov medzi uzlami. Informácie sú v podobe **rámcov**. Používané protokoly: **Ethernet, PPP, ARP**

**3. Sieťová vrstva** – zabezpečuje smerovanie a prenos dát medzi sieťami, práca s **IP** adresami. Prenáša **pakety** zaistením **vhodnej trasy**.

a. **IP Protokol** je smerovateľný protokol (*nespojovo orientovaný*), ktorý slúži na adresovanie, smerovanie, rozloženie a opäťovné zloženie paketov.

Definuje spôsob ako sa adresujú a identifikujú zariadenia v sieti pomocou IP adries (*každé zariadenie ma svoju IP adresu*).

Používané protokoly: **IP, ICMP**

**4. Transportná vrstva** – zabezpečuje spoľahlivý<sup>1</sup> alebo nespoľahlivý<sup>2</sup> prenos dát (závisí od protokolu, čiže buď **TCP**<sup>1</sup> alebo **UDP**<sup>2</sup>) medzi zariadeniami. Funguje ako **rozhranie pre softvér**. Dáta sú vkladané do dátových blokov nazývaných **segmenty** a nastáva aj **segmentácia**.

a. **TCP** – spojovo orientovaný protokol (*nadviazanie spojenia, prenos dát, ukončenie spojenie*), spoľahlivý prenos dát v sieti. Zaručuje, že doručenie dát prebehlo úspešne a v správnom poradí.

b. **UDP** – nespojovo orientovaný, menej spoľahlivý, rýchly. Posiela dáta bez toho, aby validoval, či dané dáta prišli, alebo nie.

### **Tieto 3 popisujú komunikáciu používateľov s aplikáciami na koncových staniciach**

**5. Relačná vrstva** – manažuje relácie (riadenie spojenia) t.j. vznik, zánik, udržiavanie a ich synchronizácia. Vytvára **duplexnú, polo-duplexnú, simplexnú** prevádzku a stanovuje pravidlá fungovania.

**6. Prezentačná vrstva** – komprimácia, preklad a šifrovanie dát pre **aplikačnú vrstvu**. Zabezpečuje aby dáta boli v správnom formáte, pracuje sa s kódovaním enkrypciou a kompresiou dát. (*Toto sú už čitateľné dáta pre používateľa, ktoré obsahujú sémantiku, syntax*)

**7. Aplikačná vrstva** – Rozhranie pre koncových používateľov a iné aplikácie. Zodpovedná za zobrazenie a spracovanie dát. Napríklad Browser, Mail klient a podobne...

Používané protokoly: **HTTP, FTP, SMTP**

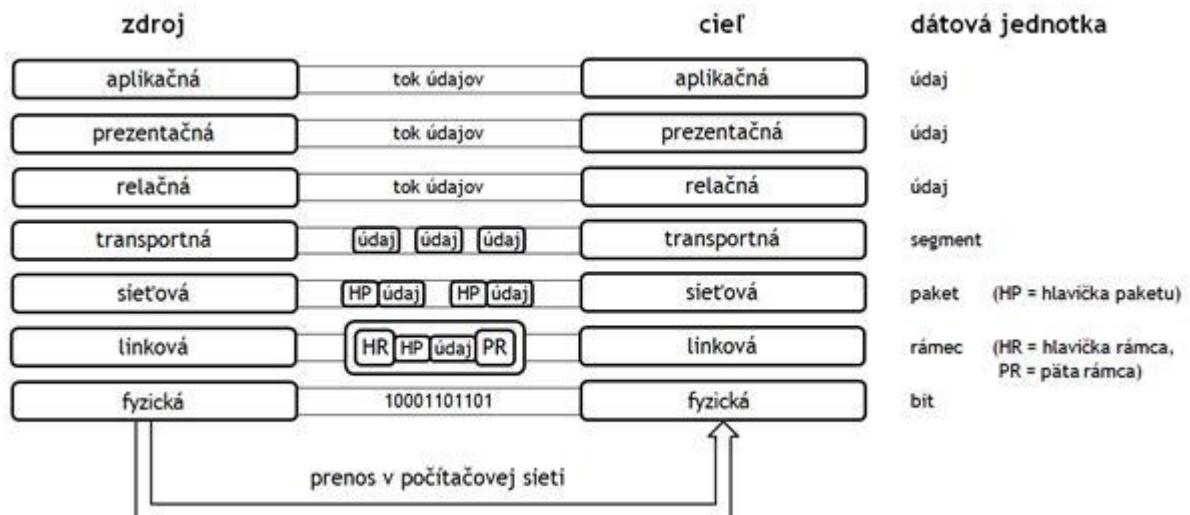
a. **HTTP (Hypertext Transfer Protocol)** - používa sa na prenos hypertextových dokumentov (web stránok), medzi web servermi a klientami. Dve verzie http a https (zabezpečený)

b. **DHCP (Dynamic Host Control Protocol)** priradzuje IP adresu po pripojení do siete, kde IP adresa môže zostať tá istá, alebo môže byť priradená nová. Opäťom je statická IP adresa, ktorá je priradená len raz.

c. **FTP (File Transfer Protocol)** - slúži na prenos súborov medzi klientom a serverom v počítačovej sieti.

d. **DNS (Domain Name System)** - Systém, ktorý prekladá doménové mená na IP adresy a umožňuje tak identifikáciu a komunikáciu medzi zariadeniami v sieti.

e. **SMTP (Simple Mail Transport Protocol)** - Určený na prenos elektronickej pošty medzi počítačmi na internete. Funguje na princípe klient server architektúry.



(Princíp fungovania komunikácie je ísť z Aplikačnej vrstvy do Fyzickej, poslať bity, signál druhému zariadeniu na Fyzickú vrstvu, ktoré postupne putujú na aplikačnú vrstvu, kde ich používateľ vidí.)

**Spôsob medzivrstvovej komunikácie** môže byť:

1. **Vertikálna komunikácia** – Dáta sa posúvajú v rámci jedného systému až po fyzickú vrstvu. Tu nastáva jav enkapsulácie.

**Vyššia vrstva** (odovzdáva dátu) => **Momentálna vrstva** (prijíma a pridáva vlastnú hlavičku a posúva ďalej) => **Nižšia vrstva**

(Napríklad: Aplik. vrstva => Prez. vrstva => Relač. vrstva => ... => Fyz. vrstva)

2. **Horizontálna komunikácia** – Transportné vrstvy rôznych systémov navzájom komunikujú pomocou rovnakého protokolu (UDP, TCP). Komunikácia tak prebieha dohodnutým protokolom, pri ktorom si vrstvy myslia, že komunikujú priamo medzi sebou.

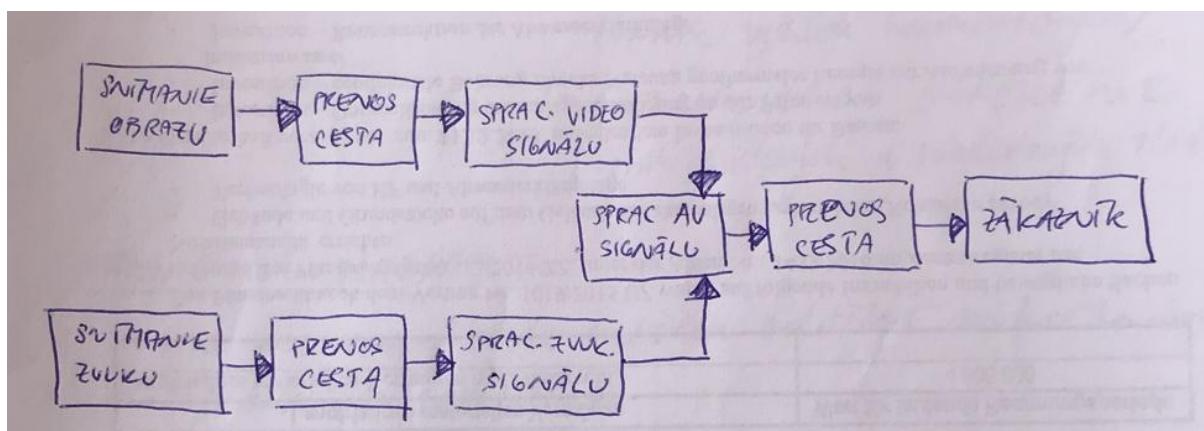
## 8. Základný prenosový reťazec, význam jednotlivých blokov, typy a porovnanie vlastností prenosových médií (metalické, optické, rádiový kanál)

### Základný popis:

- Je to súbor navzájom prepojených prvkov, ktoré slúžia na efektívnu telekomunikáciu
- Vždy sa snažíme prenášať dátu čo najviac kvalitne a najväčšou rýchlosťou v čo najväčšom množstve, no vždy musíme robiť kompromis (technické alebo ekonomicke obmedzenia)



Obrázok 1 - Prenosový reťazec



Obrázok 2 - Prenosový reťazec audiovizuálneho signálu (len príklad ak by sa opýtali v komisií)

### Popis prenosového reťazca:

#### Zdroj informácie:

- Zdroj informácie považujeme za „generátor“ pôvodnej informácie/signálu.
- Môže byť **analógový** (napr. ľudský hlas) alebo digitálny (napr. textová správa, video a typicky binárna informácia (pre video ak je digitálny čip pretože na film sa využíva aj filmová surovina))

### **Zdrojový kóder:**

- Odstraňuje nadbytočnú informáciu (**redundanciu**).
- Môže slúžiť aj ako A/D prevodník a používa sa na **zdrojové kódovanie** (poznáme bezstratové a stratové).
- **Zdrojové kódovanie** používame teda na **stlačenie dát** a hľadáme kompromis medzi čo najväčším stlačením a čo najmenším poškodením dát

### **Kanálový kóder:**

- Vloženie redundancie (nadbytočnej informácie) na potlačenie chybovosti. Pri prenose vzduchom/metalikou/optickým vláknom vznikajú chyby a straty a táto redundancia slúži na ich vyrovnanie (dekomodulátor sa lepšie vysporiada so stratami)
- Na potlačenie chybovosti vkladáme kód (napr. Reed-Solomonov alebo Hamming)

### **Digitálny/analógový modulátor:**

- Transformuje a moduluje signál na analógový alebo digitálny
- Analógový aj digitálny modulátor transformuje signály do vyššieho frekvenčného pásma.
  - Prečo do vyššieho? Pretože nižšie frekvencie sú ľahšie rušené a majú vyšší útlm, menší dosah (Z Praxe aj pri menších frekvenciach je potreba väčšiu anténu a naopak).
- Signál je modulovaný tak, že k nízko-frekvenčnému modulovanému signálu pripojíme vysokofrekvečný nosný signál, ktorý je po prenose demodulátorom odstránený
- Digitálny transformuje lineárnu postupnosť na rádiovú vlnu (cez rádiovú vlnu prenášame ale neviem to lepšie zadefinovať. Jednoducho používa 1 a 0 a na prenos môže použiť aj rádiovú vlnu) Medzi najznámejšie digitálne modulácie považujeme QAM (kvadratúrna amplitúdová modulácia), QPSK (kvadratúrna fázová modulácia), ASK (Amplitude Shift Keying), FSK (frequency shift keying)
- QAM kombinuje zmenu amplitúdy aj fázy. Dokáže tak zakódovať veľa symbolov ale dôležitá je presnosť a veľkosť QAM je dosť závislá aj na intenzite signálu (slabší signál nie je vhodný pre vyššie QAM ako 256-QAM).
- QPSK má 4 fázy (0,90,180,270 stupňov) a využíva sa pri mobilných sieťach a DVB-T

### **Oznamovací kanál:**

- Je to prostredie, cez ktoré prenášame namodulovaný signál
- Môže to byť vzduch alebo kábel (bežná metalika (takzvaná krútená dvojlinka), optika, koaxiálne káble)
- Každé prenosové médium má výhody a nevýhody

### **Prenosové médiá:**

- **Slúžia na prenos predpripravených dát**
- Prenos môže prebiehať po kábli alebo vzduchom
- Vzduchom sú využívané rádiové vlny

- Po kábli môže byť dvoma spôsobmi:
  - **Metalické** – koaxiálne alebo ETH kábel („krútená dvojlinka“)
  - **Optické** – prenosové médium sú optické vlákna (sklenené)

### **Koaxiálny kábel:**

- Elektrický nesymetrický kábel zložený z vnútorného vodiča (jedna žila, jedno jadro), ktorý je obalený v izolačnom materiály, ktorý je obalený tienením.
- Nachádza sa tu aj druhý vodič, ktorá je obyčajne ako kovová fólia alebo opletená sieťka (v angličtine BRAID)
- Celý kábel je obalený pláštom
- Signál, ktorý je prenášaný je tvorený rozdielom napätí medzi vodičom (žilou) a sieťkou/fóliou.
- Obyčajne je impedancia kábla 50 alebo 75 Ohm (Prečo? Vychádza to hlavne z rezonančnej rovnice antén a je to kompromis medzi výkonom, stratami a prenosovo efektivitou, ktoré obyčajne majú najlepšiu účinnosť práve pri 50 a 75 Ohm)
- **Výhody koaxu:**
  - Prenos cez **väčšie vzdialenosť bez väčších strát**
  - Dobré tienenie, čiže **odolnejšie voči elektromagnetickému rušeniu**
  - Vhodný pre vyššie frekvencie
  - Z týchto dôvodov je napr. často používaný aj pri anténnych spojoch, pretože na väčšiu vzdialenosť vieme prenášať dátu, ale je ich menej (nevýhody)
  - Sú mechanicky odolnejšie než napr. optika alebo niektoré ETH káble
- **Nevýhody koaxu:**
  - **Hrubší a menej flexibilný** než ETH káble (napr UTP je oveľa ohybnejší a tenší)
  - **Drahšie ako mnohé ETH alternatívy** (znova ako príklad UTP je lacnejší)
  - Skôr sú optimalizované na jednosmerný tok dát než obojstranný
  - Nižšie prenosové rýchlosťi

### **Krútená dvojlinka (Ethernet kábel)**

- **Jedná sa o 8 vodičov** zakrútených do **4 párov podľa farieb** (modrá, zelená, hnedá, oranžová)
- **Zakrútenie** slúži primárne na **redukciu vzájomných presluchov a šumu**
- Ako ETH káble poznáme podľa tienenia:
  - **UTP – Unshielded Twisted Pair**
    - Nemá žiadnu fóliu okolo krútených párov
    - Najlacnejšia varianta
  - **FTP – Folded Twisted Pair**
    - Má fóliu, ktorá prekrýva všetky Twisted Pairs naraz (jedna fólia na všetky)
  - **STP – Shielded Twisted Pair**
    - Má aj fóliu a opletenie okolo každého páru samostatne

- Hlavne sa využíva v priemyselných častiach alebo na miestach, kde je najväčšie rušenie
- Je zo všetkých ETH kálov najdrahší ale najlepší, no nie vždy je potrebný (napr. v domácnosti je zbytočný lebo kábel nejde ani takú dlhu vzdialenosť ani nie je tak rušený)

#### **Výhody ETH Káblu:**

- **Lacný a široko rozšírený** (napr LAN siete)
- **Relatívne jednoduchá inštalácia** pretože je ohybný
- **Má kategórie ako Cat5E, Cat6A, Cat7** (každá kategória má väčšiu prenosovú rýchlosť ale je drahšia. Napr. Cat6A má 10Gbp/s prenosovú rýchlosť)
- Využitie má v **telefónoch, IP kamerách ale aj dátu**
- Ponúka možnosť napájania cez kábel – takzvané PoE (Power over Ethernet)

#### **Nevýhody ETH káblu:**

- **Citlivý na elektro-magnetické rušenie** (hlavne UTP a FTP)
- **Obmedzená vzdialenosť** (približne do 100 m je dobrá prenosová rýchlosť a potom začnú silné útlmy hlavne kvôli odporu materiálu)
- **Celkovo väčší útlm než koax alebo optika**

## ***Optika***

- **Prenáša informácie v podobe svetelného signálu**, ktorý sa viedie kremičitým vláknom (vláknami lebo je ich viac v kábli) so špeciálnymi optickými vlastnosťami
- Minimálny počet vláken je 2 – na príjem dát a posielanie
- Tieto páry vláken sú uložené do ochranej vrstvy. Táto ochrana chráni pred ohybom svetla
- Optické vlákno pozostáva z **jadra, plášta a primárnej ochrany**
- Konštrukčná vrstva zlepšuje pevnosť a nachádza sa pod vonkajším obalom z plastu (napriek tomu je optika dosť krehká a treba s ňou opatrne narábať)
- Zdroj svetla - **LED**
- Rozdelenie:
  - Podľa materiálu – Sklenené kremičité sklo, Plastové
  - Podľa vidu – Jednovidové, Viacvidové

#### **Výhody optiky:**

- **Veľká prenosová kapacita (až do 100 Gbps)**
- **Veľké vzdialenosťi**
- **Bezpečné médium**

#### **Nevýhody optiky:**

- **Finančne náročné**
- **Veľmi krehké** a pri fyzickom premiestňovaní sa vlásočnice môžu zlomiť. Ich oprava je potrebná zváraním vláken
- **Potrebujú konvertory** z optické na elektrické signál

## **Bezdrôtové médium**

- Médium na šírenie signálu je vzduch
- Základné prenosové parametre sú frekvencia a vlnová dĺžka
- Pri rádiovom prenose vie byť vzduch aj dobrým aj náročným prenosovým médiom
- **Hlavné typy šírenia** sú priame šírenie (line-of-sight), odraz a ohyb (difrakcia), odraz od ionosféry (iba pre krátke vlny HF pri komunikácii na veľkú vzdialenosť) a multipath (viaceré cestu vedú do prijímača no viac náchylné na echo a rušenie)
- Existujú licencované pásma a nelicencované
  - **Nelicencované** - WiFi (2.4 GHz – 5GHz) a Bluetooth (2.4 GHz)
  - **Licencované** - Používané operátormi a spadá tam napr 5G, LTE
- **Prenos vzduchom je silne ovplyvňovaný geologickou polohou** prijímateľa a odosielateľa (kopce a stromy robia problémy lebo pri prechode vrstvami dochádza k rozptylu a stratám) a **pocasie** robí svoje (či je ďaždivo, sneží)
- Prenos cez bezdrôtové médium (vzduchom) má tiež nevýhody na veľmi dlhú vzdialenosť a na takýto prenos, kde je nutné prekonať veľkú vzdialenosť treba zosilňovače (v praxi skoro každá takáto sieť má zosilňovače všade, hlavne na prijímači a vysielači)
- Napr. Mobilné siete pre svoju správnu funkcionality potrebujú BTS (Base-Transceiver Station), ktorých súčasťou mimo spájania mobilného telefónu s operátorom majú zosilňovače
- Ďalším častým využitím bezdrôtového prenosu môžeme ako príklad uviesť DVB-T prenos, ktorý využívame na prenášanie televízneho signálu (viac v téze č.22)
- Patria sem:
  - **Svetelné prenosy** ako napríklad Infra (krátká vzdialenosť), Laser a LiFi
  - **Rádiové vlny**, ktoré prenášajú obyčajne na veľké vzdialosti (rádio, TV pri DVB, vysielačky, GSM)
  - **Mikrovlnné (rádovo GHz)** a patrí sem napr WiFi & Bluetooth (všeobecne malé vzdialnosti)

## 9. Distribúcia multimedálneho signálu bezdrôtovým spojom (systémy a ich odlišnosti, služby, terestriálne a satelitné spoje, frekvenčné pásma)

Bezdrôtová komunikácia je spôsob prenosu informácií medzi dvoma alebo viacerými bodmi **bez použitia vodičov (káblu)**. Prenos prebieha prostredníctvom **elektromagnetických vln**, najčastejšie **rádiových, mikrovlnných alebo optických**.

### Typy bezdrôtovej komunikácie:

- Optická komunikácia (svetlo)
  - Laserové spoje
  - Infračervené spoje - periférie k počítačom, diaľkové ovládanie, senzory
  - Signálna komunikácia - svetelným lúčom, vlajková komunikácia, posunkami, reč tela v námornej doprave, medzi hluchonemými, v uzavretých komunitách a pod.
- Rádiová komunikácia (rádiové vlny)
  - Periférie k počítačom, dátové mosty, diaľkové ovládanie, vysielačky, televízny prenos a pod.
- Sonická komunikácia (zvuk)
  - Ultrazvukové spoje - ponorky
  - Verbálna komunikácie - medziľudská komunikácia

### SATELITNÉ SPOJE

- Základom satelitných systémov je **družica (satelit)**, nachádzajúca sa na stabilnej orbite Zeme.
- Satelitný systém je **anténny systém**, ktorý sa **pohybuje, resp. krúži nad Zemou a komunikuje s jednou alebo viacerými pozemnými stanicami**.
  - *Pri komunikačných satelitných systémoch komunikuje satelit minimálne s dvoma alebo viacerými pozemnými stanicami.*
- **Pozemná stanica** je rovnako **anténny systém** umiestnený na (alebo takmer na) Zemi.
- Prenos dát z pozemnej stanice smerom ku družici je definovaný ako **uplink** (vzostupné spojenie) a prenos dát z družice smerom k pozemnej stanici je definovaný ako **downlink** (zostupné spojenie).

Podľa úlohy, ktorú sately plnia, ich možno rozdeliť do 5-tich skupín:

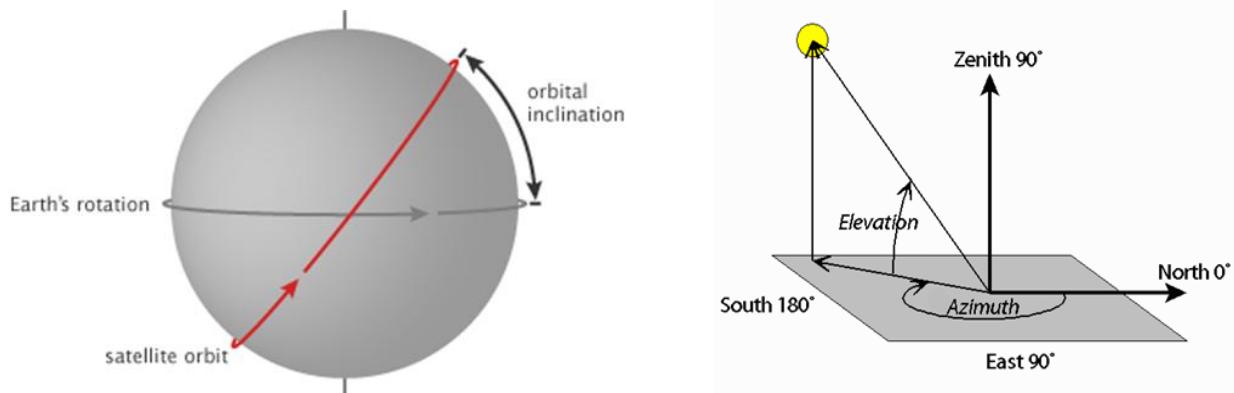
- **Výskumné**: geodetické, geofyzikálne, astronomické: výskum planét, hviezd (Slnka), diaľkový prieskum Zeme: pohyb pevnín, geologicko-geografické prieskumy,
- **Meteorologické**: sledovanie hurikánov, predpoveď počasia,
- **Telekomunikačné**: prenos televízneho signálu, globálne prepojenie telefónov - nahradzované optickými vláknami, hlavné uzly pre globálne siete - nahradzované

optickými vláknami, komunikačné prepojenie pre vzdialenosť alebo menej rozvinuté lokality, systémy pre rozšírenie pokrycia bunkových telefónnych systémov (GSM)

- **Navigačné:** navigácia (lietadiel, lodí,...), určovanie polohy (lokalizácia), smeru pohybu, rýchlosťi,...
- **vojenské:** komunikačné, navigačné, výzvedné, výstražné

## Orbity družíc

- Typy obežných dráh podľa tvaru:
  - **Kruhová** – stred Zeme v strede kruhu
  - **Eliptická** – Zemský stred na jednom z dvoch ohnísk elipsy
- Parametre dráh
  - **Apogeum** = najvzdialenejší bod od Zeme
  - **Perigeum** = najbližší bod od Zeme
  - Periódna obehu = doba, za ktorú družica prejde jeden krát po celej orbite
  - **Inklinačný uhol** = uhol medzi rovinou obežnej dráhy a rovníkovou rovinou Zeme
  - **Elevačný uhol** = (pre pozemného pozorovateľa) uhol medzi zorným poľom na satelit a lokálnou horizontálnou rovinou (horizontom)



Obrázky – vľavo: inkлинаčný uhol, vpravo: elevačný uhol a azimut

- **Azimut** = uhol medzi severom a smerom k satelitu od pozorovateľa (ktorým smerom sa máme otočiť horizontálne k satelitu)
- Sateliť môžu krúžiť okolo Zeme v rozličných rovinách (obežné roviny):
  - **Rovníková** (equatorial) orbita – presne nad rovníkom Zeme
  - **Polárna** (polar) orbita – prechádza oboma pólmami
  - **Naklonené** resp. šikmé (inclined) obežné dráhy
- Pásma obežných dráh (klasifikácia podľa tvaru a polomeru obežnej dráhy):
  - **LEO** – nízka obežná dráha Zeme
    - ♣ družice s nízkou kruhovou dráhou,
    - ♣ apogee medzi 160-2000 km, doba obehu je 80-130 minút
    - ♣ **výhody:** malé oneskorenie, malá energetická náročnosť, malé tlmenie, vysoká šírka pásma, sateliť a vesmírne stanice dostupnejšie pre posádku a servis, postačujú aj menej výkonné

- zosilňovače pre prenos signálu, nízka cena vynesenia satelitu na dráhu, ľahšia deorbitácia
- ♣ **nevýhody:** Pre kontinuálne pokrytie (napr. internetové služby) treba desiatky až stovky satelitov, každý prelet satelitu nad konkrétnou stanicou trvá len pár minút, čo vyžaduje konštantné prepínanie (hand-over) medzi satelitmi v konštelácii; pôsobenie zvyškovej atmosféry, ktorá spomaľuje dráhu satelitu- bez pravidelného doťahovania dochádza k deorbitácii a skráteniu životnosti
  - ♣ **využitie:** široké využitie, napr. Starlink (konštelácia pre internet), ISS (medzinárodná vesmírna stanica), Iridium (telekomunikácie), satelia pre pozorovanie Zeme (monitorovanie životného prostredia, meteorológia, špionáž, atď.), Hubble Space Telescope, čínska vesmírna stanica Tiangong, atď.
  - **MEO** – stredná obežná dráha Zeme
    - ♣ družice so strednou kruhovou dráhou,
    - ♣ apogeum 2000 – 35 786 km, doba obehu okolo 2-24 hodín v závislosti od výšky
    - ♣ obsahuje Van Allenove radiačné pásy – bez špeciálneho tienenia môžu poškodiť elektronické systémy satelitov
    - ♣ **výhody:** nižšia latencia než GEO, menej satelitov pre globálne pokrytie než v LEO
    - ♣ **nevýhody:** väčšia latencia než LEO, stále potreba viacerých satelitov na nepretržité pokrytie (napr. pre navigáciu), komplexnejšie riadenie dráhy a vyššie náklady než LEO
    - ♣ **Využitie:** GPS (USA), Galileo (európska verzia GPS), GLONASS (ruské GPS), BeiDou (Čína)
  - **GEO** – geostacionárna obežná dráha
    - ♣ Orbitálne pásmo, kde sa satelit zdá zo Zeme nehybný („zastavený“ nad jedným miestom na rovníku)
    - ♣ Apogeum cca 35 786 km, doba obehu 23 h 56 min 4 s – zodpovedá rotácii Zeme → satelit zostáva stále nad rovnakým miestom
    - ♣ **Výhody:** konštantná viditeľnosť, široký záber, anténa pozemnej stanice nemusí sledovať pohyb
    - ♣ **Nevýhody:** vysoká latencia, vysoké náklady na vynesenie, obmedzená inklinácia (musí byť na rovníku – nevhodné pre pokrytie napr. polárnych oblastí), riziko preťaženia pásmu (koncentrácia satelitov v jednom prstenci)
    - ♣ **Využitie:** Intelsat (TV a dátová komunikácia), Astra (satelitné vysielanie do EU), Meteosat (európska meteorologická konštelácia)
  - **HEO** – vysoká eliptická dráha (Tundra, Molniya)
    - ♣ orbitálne pásmo charakterizované veľkou excentricitou = dráha satelitu je výrazne eliptická, s nízkym perigeom (min. 500 km) a veľmi vysokým apogeom (aj 50 000 km).

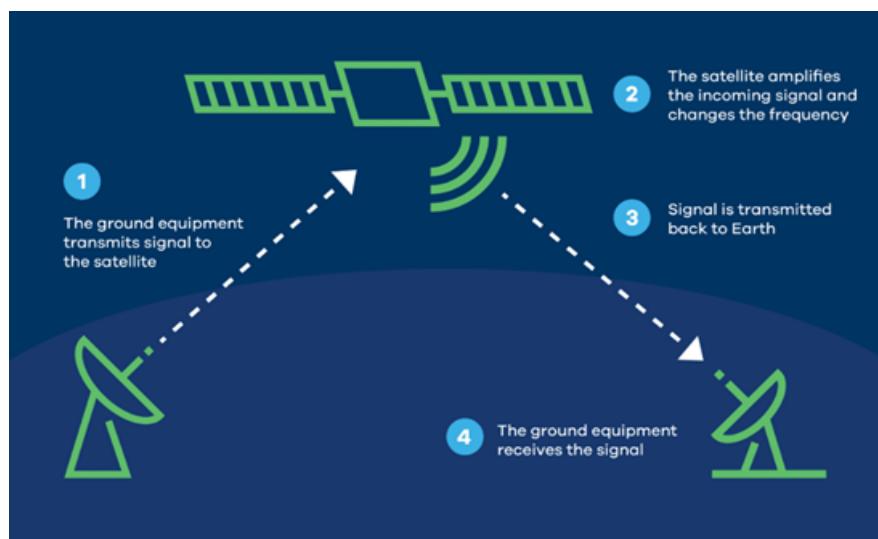
- Obežný čas: pre Molniya dráhu ~11 h 58 min, pre Tundra dráhu ~23 h 56 min,
- **Výhody:** dobré pokrytie polárnych oblastí, dlhý pobyt nad cieľovou oblasťou, potrebný menší počet satelitov pre nepretržité pokrytie
- **Nevýhody:** premenná vzdialenosť a latencia, zložitejšie sledovanie a ukotvenie pozemných staníc (antény musia dynamicky sledovať rýchlo sa meniacu rýchlosť a výšku satelitu), vyššie radiačné zaťaženie (pri vysokom apogeu prechádza cez Van Allenove pásy), komplexné korekčné manévre
- **Využitie:** Sirius Satellite Radio (americké satelitné rádio – už nefunguje), QZSS (Japonský regionálny satelitný navigačný systém), VIASAT

### **Van Allenove pásy**

- radiačné pásy, ktoré vznikli dôsledkom kolízie magnetického poľa Zeme so slnečným vetrom.
- Žiarenie zo slnečného vetra sa zachytáva v magnetosfére.
- Zachytené čästice sú odpudzované z oblasti silného magnetického poľa, kde sa pole zbieha - vplyvom toho čästice lietajú tam a späť medzi zemskými pólmi, kde magnetické pole narastá.

### **Satelitné služby**

- **Pevné družicové služby (FSS – fixed satellite service)**
  - o Satelitná služba pre pevné body (pozemné stanice) so stálym prepojením
  - o vysielač aj prijímač sú na zemi
  - o potreba veľkých parabolických antén
  - o nie komerčne dostupné
  - o Sprostredkováva spojenie medzi pevne umiestnenými pozemskými stanicami, napr. INTELSAT



- **Vysielačie služby (BSS – Broadcasting satellite service)**

- o vysielanie audio-video (TV/rádio) – komerčné vysielanie
  - o väčšie výkony ako FSS – nepotrebjeme také veľké paraboly
  - o Vyšší vysielací výkon satelitov v porovnaní s FSS
  - o Služby BSS sú navrhované pre verejný príjem pevných terminálov s veľkými anténami.
- **Priame vysielacie služby (DBS – Direct broadcast satellite)**
  - o podskupina BSS (priame vysielanie TV/rádia malým používateľským anténam (domáce satelity))
  - o možná práca s veľmi malými anténami
  - o umožnená je komunikácia aj s mobilnými prijímačmi,
  - o obojsmerná komunikácia (uplink aj downlink).
  - o umožňoval individuálny príjem malými anténami (mobilné terminály)
- **Mobilné satelitné služby (MSS – Mobile Satellite Service)**
  - o spojenie medzi mobilnými stanicami - pre lode, lietadlá, vozidlá aj koncových používateľov.
  - o 2 základné režimy komunikácie medzi mobilnými stanicami (MS):
    - ♣ **ZS (pozemná stanica) → satelit → MS:** Pozemná stanica vysiela signál na satelit (uplink), satelit ho zosilní a odošle ho späť na Zem do mobilnej stanice (downlink) – štandardný režim, satelit plní iba úlohu zosilňovača a routera.
    - ♣ **Satelit → MS (bez ZS):** Satelit vysiela signály priamo do MS, pričom sám zabezpečuje spracovanie a smerovanie dát
  - o MMSS (Marine Mobile Satellite Service) Námorné mobilné satelitné služby
  - o AMSS (Aeronautical Mobile Satellite Service) Letecké mobilné satelitné služby
  - o LMSS (Land Mobile Satellite Service) Pozemné mobilné satelitné služby
- **Rádiodeterminačné satelitné služby (RDSS - Radiodetermination-Satellite Service)**
  - o Služba určovania polohy, rýchlosťi alebo iných parametrov objektov pomocou vysielania zo satelitov.
  - o COSPAS-SARSAT („Search and Rescue“) družicový záchranný systém, zachytávajú signály SOS, určujú polohu havarovej lode alebo lietadla)
- **Rádionavigačné satelitné služby (RNSS - Radionavigation-Satellite Service)**
  - o Satelitná navigačná služba poskytujúca polohové a časové údaje koncovým používateľom.
  - o GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou
  - o GPS systém – satelit sám nepozná polohu, tá sa prepočítava na zemi.
  - o Každý satelit nepretržite vysiela presné informácie o polohe a čase. Prijímač GPS porovnáva čas odoslania signálov s časom ich prijatia. Tento čas letu sa používa na výpočet polohy na zemskom povrchu.
- **Medzisatelitné služby (ISS – Inter-Satellite Service)**
  - o Priame spojenie medzi satelitmi (cross-link), bez potreby pozemnej opory
  - o Využitie v prepojení satelitov v konšteláciách, prenos dát medzi satelitmi

**Tab. 2** Frekvenčné pásma

Pásma	Frekvenčný rozsah	Šírka pásma	Hlavné aplikácie
<b>L</b>	1 až 2 GHz	1 GHz	Mobilné satelitné služby ( <b>MSS</b> )
<b>S</b>	2 až 4 GHz	2 GHz	<b>MSS</b> , NASA, vesmírny výskum
<b>C</b>	4 až 8 GHz	4 GHz	Fixné satelitné služby ( <b>FSS</b> )
<b>X</b>	8 až 12,5 GHz	4,5 GHz	<b>FSS</b> armáda, prieskum povrchu Zeme a meteorologické satelia
<b>Ku</b>	12,5 až 18 GHz	5,5 GHz	<b>FSS</b> , vysielacie satelitné služby ( <b>BSS</b> )
<b>K</b>	18 až 26,5 GHz	8,5 GHz	<b>BSS</b> , <b>FSS</b>
<b>Ka</b>	26,5 až 40 GHz	13,5 GHz	FSS

Frekvenčné pásma satelitných služieb

## TERESTRIÁLNE SPOJE

### Terestriálne rádiové siete

- komunikácia pomocou **elektromagnetického žiarenia**, ktoré môže mať rôzne frekvencie od **3kHz do 3000GHz**.
- Elektromagnetické vyžarование:
  - jav, pri ktorom sa energia vyžaruje zo zdroja do priestoru vo forme **elektromagnetických vln**
- Elektromagnetická vlna:
  - vlna charakterizovaná šírením časovo premenného elektromagnetického poľa
  - Rádiová vlna (**vysokofrekvenčná vlna**) je elektromagnetická vlna ktorá sa šíri v priestore bez umelého vedenia s frekvenciou podľa dohody nižšou ako 3 000 GHz
  - Guľová vlnoplocha (všeobecne)
  - Rovinná vlna (v dostatočnej vzdialenosťi od zdroja)
- Rozdelenie rádiového frekvenčného spektra (3 Hz – 3000 GHz) – na obrázkoch:

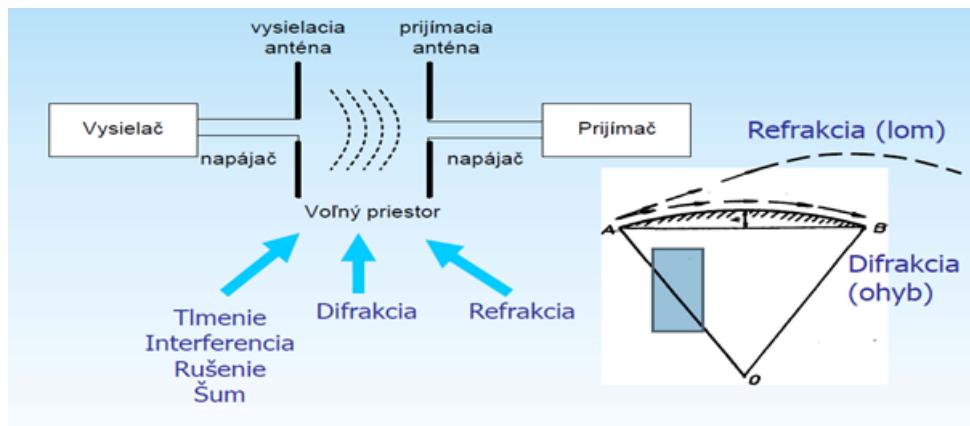
Číslo pásma <i>N</i>	Kmitočet (dolní mez mimo, horní mez v pásme)	Dĺžka vlny (dolní mez mimo, horní mez v pásme)	Název pásma	Metrické zkratky	Symboly	Český název
4	3 - 30 kHz	100 - 10 km	myriametrické	Mam	VLF	velmi dlouhé
5	30 - 300 kHz	10 - 1 km	kilometrické	km	LF	dlouhé
6	300 - 3000 kHz	1000 - 100 m	hektometrické	hm	MF	střední
7	3 - 30 MHz	100 - 10 m	dekanometrické	dam	HF	krátké
8	30 - 300 MHz	10 - 1 m	metrické	m	VHF	velmi krátké
9	300 - 3000 MHz	10 - 1 dm	decimetrické	dm	UHF	ultra krátké
10	3 - 30 GHz	10 - 1 cm	centimetrické	cm	SHF	centimetrové
11	30 - 300 GHz	10 - 1 mm	milimetrické	mm	EHF	milimetrové
12	300 - 3000 GHz	1 - 0,1 mm	decimilimetrické	dmm	-	-

# Klasifikácia rádiových vĺn

frekvencia	označenie	spôsob šírenia	vlastnosti kanálu
30 ÷ 300 Hz	ELF (EDV)	Povrchová vlna (do 200km)	šírenie v zemi a morskej vode
3 ÷ 30 kHz	VLF (VDV)	Povrchová vlna (do 200km)	malé tlmenie a únik, extrémne stabilná fáza a frekvencia, veľké antény
30 ÷ 300 kHz	LF (DV)	Povrchová vlna (do 200km)	veľký atmosférický šum, slabý únik
0,3 ÷ 3 MHz	MF (SV)	Povrchová vlna (deň) * ionosf. vlna (noc)	znateľný únik, avšak spoľahlivé spojenie
3 ÷ 30 MHz	HF (KV)	Ionosferická vlna (veľké vzdial.)	občasné selektívny únik, viaccestné šírenie
30 ÷ 300 MHz	VHF (VKV)	priestorová vlna troposférická vlna	únik, rozptyl, viaccestné šírenie
0,3 ÷ 3 GHz	UHF (UKV)	priestorová vlna troposférická vlna	transhorizontálny troposférický rozptyl
3 ÷ 30 GHz	SHF (SKV)	priestorová vlna troposférická vlna	veľká smerovosť, mimozemský šum
30 ÷ 300 GHz	EHF (EKV)	priama vlna	absorpcia vo vodnej pare a v niektorých plynoch (kyslík)

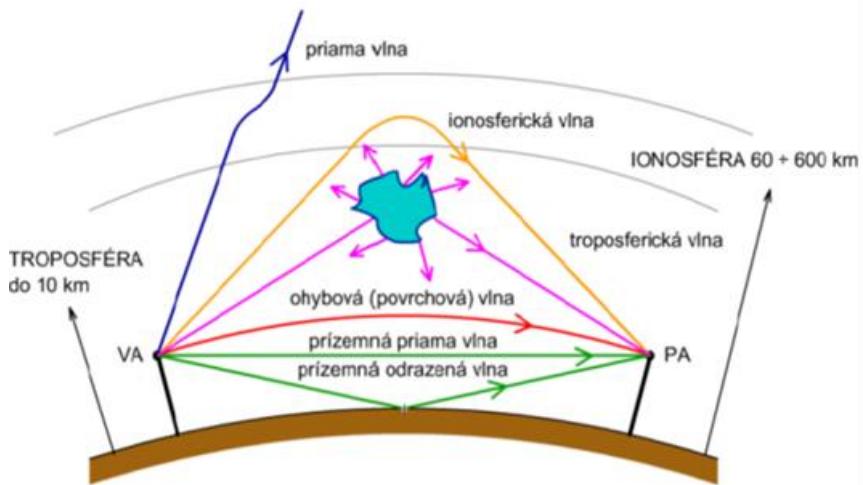
21

- komunikácia pomocou rádiokomunikačného reťazca
  - na oboch stranách - **zariadenia komunikujúce cez voľný priestor**
  - **vysielač** aj **prijímač** majú **anténu** a napájač (pripojenie antény),
    - ♣ anténa – impedančne prispôsobená,
  - signál počas prenosu tlmi interferencia (ten istý signál), lom signálu, šum
  - šírenie je závislé od frekvencie a vlnovej dĺžky:
    - ♣ **vlnová dĺžka menšia ako prekážka – odrazí sa,**
    - ♣ **vlnová dĺžka väčšia ako prekážka – obíde ju.**
  - Spôsob šírenia vlny:
    - ♣ **lom** – zmena smeru vlny pri priechode medzi prostrediami s rôznou rýchlosťou šírenia (Snellov zákon).
    - ♣ **odraz** – vzniká na rozhraní dvoch prostredí alebo na prekážke, ak je prekážka oveľa väčšia než vlnová dĺžka; Platí „uhol dopadu = uhол odrazu“.
    - ♣ **ohyb** – Vlna obchádza okolo prekážky alebo sa „rozťahuje“ po prejdení úzkou štrbinou. K výraznému ohybu dochádza, keď rozmery prekážky alebo otvoru sú porovnateľné s vlnovou dĺžkou
    - ♣ **rozptyl** – šírenie do viacerých smerov, keď vlna narazi na nerovnosti, rozmery porovnateľné s vlnovou dĺžkou alebo menšími.



## KLASIFIKÁCIA RÁDIOVÝCH VÍLN PODĽA SPÔSOBU ICH ŠÍRENIA

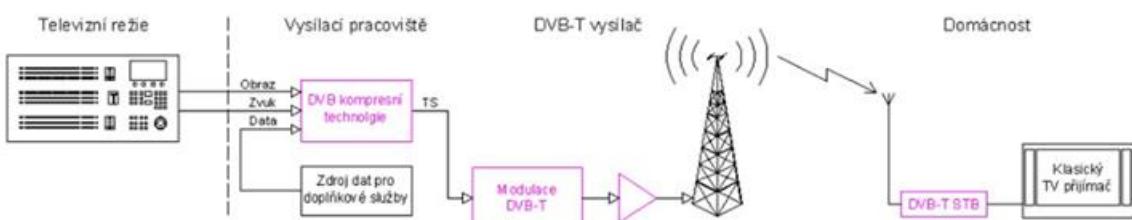
- **Priama vlna (line-of-sight)**
  - prechádza priamo medzi vysielačom a prijímačom bez zásahu okolitého terénu či atmosféry.
  - Využíva sa na krátke až stredné vzdialenosť, kde medzi bodmi nie sú prekážky.
- **Prízemná vlna**
  - Tieto vlny sa šíria tesne pri povrchu Zeme a rozdeľujú sa na tri typy:
    - ♣ **Prízemná ohybová vlna (povrchová vlna):**
      - Šíri sa pozdĺž zeme, ohýba sa v okolí kopcov, kaňonov..
      - Hlavný mechanizmus: *difrakcia* na rozhraní zem–atmosféra.
      - Použitie: dlhé vlny (LF, MF) pre rádiové vysielanie na veľké vzdialenosť cez zakrivenie Zeme.
    - ♣ **Prízemná priama vlna (LOS – line-of-sight)**
      - Priame spojenie medzi anténami, viditeľné na priamu („čistú“) čiaru bez odrazov.
      - Vlny zostávajú tesne nad terénom.
      - Použitie: mikrovlnné spoje, mobilné siete, Wi-Fi
    - ♣ **Prízemná odrazená vlna (NLOS – non-line-of-sight)**
      - Vlny sa odrazia od stavebných objektov, terénnych nerovností alebo vodných plôch a potom dorazia k prijímaču.
      - Mechanizmy: reflexia na prekážkach, viaccestné šírenie.
      - Dôležitá pre mobilné komunikácie v mestách (multi-path)
  - **Ionosférická vlna**
    - Šíri sa pomocou lomov a odrazov v iónosfére (80–400 km nad Zemou)
  - **Troposférická vlna**
    - Využíva lom v troposfére (pozemná vrstva do ~10 km) na nadväzovanie „troposférických rádiových mostov“



## DVB-T

DVB-T je skratkou pre pozemné digitálne vysielanie televízneho signálu. Ten môžu bezplatne prijímať televízory vybavené DVB-T tunerom alebo set-top boxom. V súčasnej dobe z neho Slovenská republika postupne prechádza na novší štandard DVB-T2.

Signál DVB-T je vysielaný z pozemných vysielačov a prijímaný klasickými anténami. Od pôvodného analógového vysielania sa DVB-T líši tým, že je signál prevádzaný a posielaný v digitálnej podobe. Vďaka tomu je možné preniesť veľké množstvo dát, a teda aj kvalitnejší obraz, rozhlasové stanice a ďalšie doplnky ako napríklad informácie o programe alebo najrôznejšie interaktívne služby.



## MOBILNÉ SIETE

- **2G (GSM)**, druhá generácia – nástup začiatok 90. rokov)
  - Digitálne kódovanie hovoru (namiesto analógových 1G)
  - Základné dátové služby: **GPRS** (do ~114 kb/s), **EDGE** (do ~384 kb/s)
  - SMS a jednoduché dátové prenosy
  - **Frekvenčné pásma:** 900/1800 MHz (GSM Europe), 850/1900 MHz (GSM USA)
- **3G** (tretia generácia, začiatok 2000 rokov)
  - Rýchlejší dátový prenos: HSPA do ~14 Mb/s (download), ~5.8 Mb/s (upload)
  - Podpora multimédií: video-hovory, mobilný internet, mobilná televízia
  - Zavedenie paketového prenosu pre dátá a simultánna podpora hlasu

- **4G (LTE)**, štvrtá generácia koniec 2000 rokov – **LTE** okolo 2009)
  - IP-based all-packet sieť (žiadna dedikovaná linka pre hlas)
  - Rýchlosť až 100–300 Mb/s (LTE), 1 Gb/s (LTE-Advanced)
  - Podpora VoLTE (Voice over LTE) pre čistú HD-hovorovú kvalitu
- **5G** (piata generácia – od roku 2019)
  - Extra vysoké rýchlosťi: až 10 Gb/s
  - Veľká kapacita a hustota pripojení: až 1 milión zariadení/km<sup>2</sup> (IoT, senzory)

# 10. Distribúcia multimediálneho signálu pevnou sieťou (metalické vedenia, optické vlákna v distribučnej a prístupovej sieti)

**Multimediálny signál** je signál prenášajúci dátá médií ako audio a video. Ako každý iný signál je možné ho prenášať vzduchom – bezdrôtovým spojom, a **káblovými spojeniami – pevnou sieťou**.

**Pevné siete** využívajú dva hlavné typy médií: **metalické vodiče** a **optické vlákna**.

Technológie prenosu cez **metalické vedenia**:

## 1. xDSL (Digital Subscriber Line – digitálne účastnícke linkové systémy)

- Je **rodina technológií**, ktoré prenášajú údaje **po drôtoch telefónnej siete**. Využívajú sa najmä z ekonomických dôvodov, keďže sú dátá prenášané po už existujúcich telefónnych prípojkách, ktoré je nutné pre novšie technológie nahradíť.
- Najpopulárnejšími sú:

### a. HDSL (High bitrate DSL)

- Pripojenie je vykonané metalickými vodičmi od modemu zákazníka až k modulu v ústredni, pričom prechádza cez kálový odbočovač – skrinka v bytovke / pri chodníku k ktorej sú rozvádzaní zákazníci.



- Dátá prenáša **rýchlosťou (1.5 – 2 Mbit/s) symetricky** (rovnaká rýchlosť pre download a upload) na vzdialenosť 3km.
- Dosah sa dá zväčšiť pridaním tretieho páru vodičov.
- Pôvodne navrhnutý pre prepojenie ústrední. Nepoužíval sa pre bežných zákazníkov, ale fabriky / firmy. Dnes sa už nepoužíva, bol nahradený optickými systémami.

### b. ADSL (Asymetrical DSL)

- Obsahuje naviac súčasnú prevádzku s klasickou telefónou sieťou, pričom využíva telefónne káble aj na samotný prenos dát.
- U zákazníka je v modele zabudovaný splitter, ktorý frekvenčne delí frekvenčné pásma pre telefón, a pre dátové prenosy.

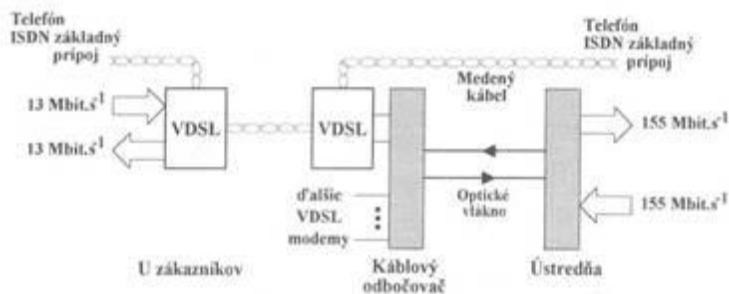


- Má **asymetrickú prenosovú rýchlosť** – rozdielny download a upload.
- Download sa pohybuje od **2Mbit/s pri dosahu 3km po 6Mbit/s pri dosahu 2km**.

- Upload je 16kbit/s.
- V dnešnej dobe používané verzie s vyššími rýchlosťami.

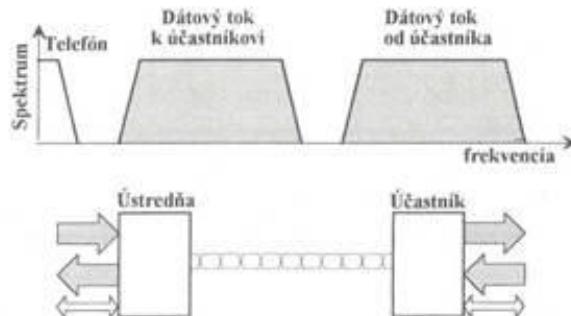
c. **VDSL** (Very high bitrate DSL)

- V súčasnosti najlepšia technológia po metalických vláknach.
- Nepremosťuje celý úsek od ústredne po zákazníka (ako predošlé metódy), ale len od **kábelového odbočovača po zákazníka**. Úsek z ústredne po odbočovač je pokrytý **optickými vláknami** (technológia SDH). Jedná sa teda o hybridnú sieť – metalická + optická sieť.
- Znova sa spája s telefónou prípojkou, tentokrát digitálnou, ktorá umožňuje pripojiť 2 digitálne zariadenia.



- Prenosová rýchlosť je symetrická **6 až 52 Mbit/s pri dosahu 300 až 1500m**.

- Aby bol v xDSL možný prenos súčasne na existujúcej telefónnej prípojke bez rušenia telefónnych dát, je realizovaný na princípe oddelených frekvenčných pásiem.



- Dáta sú **modulované na vyšie frekvencie** tak, aby nerušili **telefónny prenos v základnom pásmi (frekvenčná modulácia)**. Naviac je medzi ne pridaná ochranné pásmo, aby nedošlo k presluchu. Týmto sa zvýši efektivita využitia vedenia.
- Tieto siete taktiež využívajú modulácie CAP (Carrierless Amplitude and Phase Modulation), QAM (Quadrature Amplitude Modulation) alebo DMT (Discrete Multitone), ktoré od počtu modulačných úrovni vedia poskytnúť vyššiu prenosovú rýchlosť.

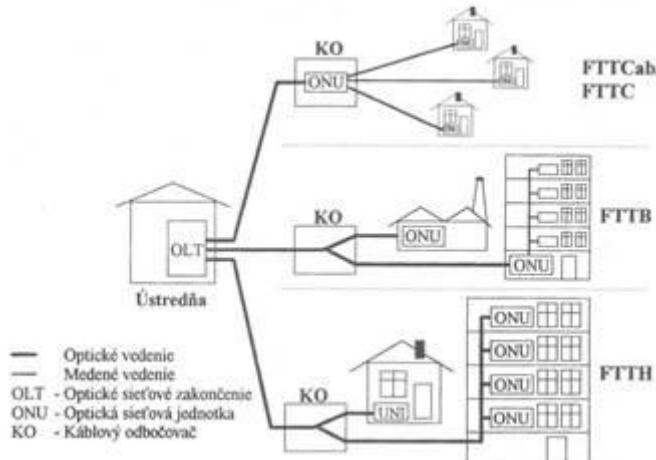
## 2. Ethernet

- Je posledná používaná technológia metalických vedení.
- Definovaný v štandarde IEEE 802.3
- Založený na prístupe **CSMA/CD** (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). Jedná sa o princíp vysielania po vodiči, kedy sa snažíme spoľahlivo preniesť dátu. Funguje v nasledujúcich krokoch:
  1. Stanica chce začať vysielať. **Skontroluje, či už v médiu vysiela iná stanica.** Ak áno, tak čaká. Ak nie, začne vysielať.

2. Môže sa stať, že **druhá stanica** chce taktiež vysielať na médiu. Skontrolovala, či je na médiu už iné vysielanie, no kvôli tomu, že je ďaleko od prvej stanice, k nej ešte vysielaný signál nedocestoval. **Preto začne vysielať aj ona.**
  3. Akonáhle sa k staniciam dostane signál z druhej stanice, **zistia kolíziu** – obe vysielali naraz. Preto svoje **vysielanie ukončia**, a vyšľú signál o kolízii.
  4. V obidvoch stanicach sa **vygeneruje náhodné číslo – čas** po ktorý majú **čakať pred znova-vyslatím dát**. Vzhľadom na to, že je v každej stanici náhodné sa **kolízia pravdepodobne nezopakujie**.
  5. Pokiaľ sa kolízia zopakuje znova, kroky 3 a 4 sa zopakujú (limitovaný počet krát).
- Prenosová rýchlosť **10 Mbit/s** dosahom 500m (dosah segmentu, ktoré sa môžu spájať). V dnešnej dobe sa používajú novšie verzie Fast Ethernet – 100Mbit/s, Gigabit Ethernet (1Gbit/s)

Prenos dát **optickými vláknenami** sa používa v rôznych zapojeniach. Podľa bodu v ktorom optické vlákno končí a pokračuje z neho metalický kábel (ethernet) sa rozlišujú „**Fiber in the Loop**“ architektúry na:

- **FTTC** – Fiber to the curb (cabinet) – optické vlákno ide z ústredne **do káblového odbločovača**.
- **FTTB** – Fiber to the building – optické vlákno ide z ústredne priamo **do budovy** (napr. skrinky v bytovke, z ktorej pokračujú metalické vodiče).
- **FTTH** – Fiber to the home – vlákno priamo **do domu / bytu** zákazníka.



Technológie prenosu cez **optické vlákna**:

1. **PON (Passive Optical network)**
  - Je to pasívna sieť – **neobsahuje** prídavné **elektronické alebo optoelektrické** zariadenia.
  - Má niekoľko výhod. **Nevyžaduje elektronické napájanie**, **nie je citlivá na elektromagnetickú interferenciu** a má **vysokú spoľahlivosť** – nedochádza k degradácii komponentov.
  - Ako prenosové médium využíva **jednovidové optické vlákno** – vláknom sa šíri len jeden mód.
  - Pasívne siete **nie sú schopné** samy o sebe **zosilňovať optický signál**. Zosilnenie sa vykonáva elektronicky (v aktívnych sieťach), a následne sú prevedené na optický signál. Toto nie je v pasívnych sieťach možné, preto je nutné zabezpečiť dostatočný výkon vyžarovania, a je limitovaná vzdialenosť na akú môžu byť použité.
  - Používajú **stromovú topológiu** – používajú sa **splittery** (deliče), ktoré z ústredne **postupne rozdeľujú signál** pre jednotlivých účastníkov. Pri tom dochádza k **poklesu energie**, čo ďalej limituje ich dosah.

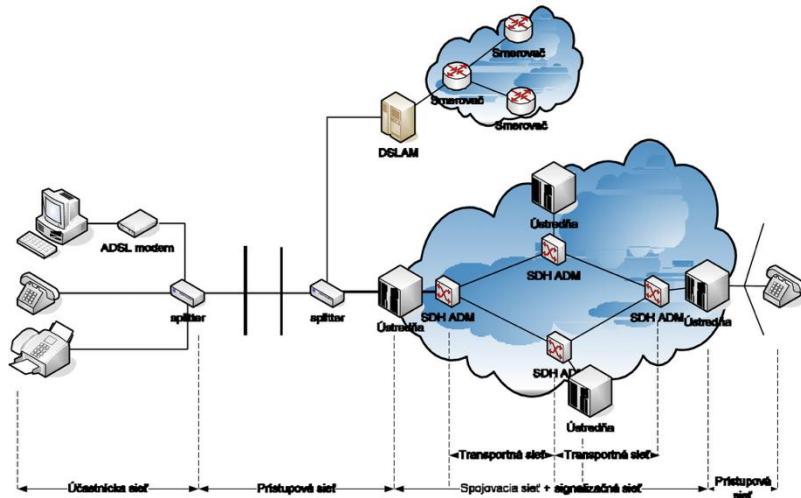
- Pre zabezpečenie prístupu všetkých účastníkov na spoločné médium je využívaný **TDMA** (časovo delený prístup).
- Pre zabezpečovanie downlink a uplink sa používa vlnová modulácia na **1310nm pre uplink a 1550nm pre downlink** (minimálne tlmenia vlákna).
- Predstaviteľom je technológia GPON (Gigabit PON)

## 2. AON (Active Optical Network)

- Je optická sieť **využívajúca aktívne elektronické alebo optoelektrické zariadenia**. Tie slúžia najmä na konverziu signálu do elektrickej oblasti, v ktorej je ho možné zosilniť pre predĺženie vzdialenosť prenosu dát, ako aj spojovaciu funkciu.

Celú telekomunikačnú sieť je možné rozdeliť na tri časti: **Účastnícku sieť, prístupovú sieť a Spojovaciu + signalizačnú sieť**.

- V spojovacej + signalizačnej sieti prepája **transportná sieť** viaceré prístupové siete (prenos dát medzi ústredňami, zväčša na veľké diaľky). Môže pracovať na **okruhovo prepínanom mechanizme** – staré telefónne siete, ktoré fyzicky alokovali prostriedky siete účastníkom, alebo na princípe **paketových sietí** – moderné siete kde nie sú fyzicky alokované prostriedky, dynamicky prispôsobujú smerovanie.
- Prístupová sieť vytvára **rozhranie medzi spojovacou sieťou a splitterom** na rozhraní účastníckej siete. Splitter je zariadenie, ktoré v optike fyzicky rozdeľuje žiarenie do rôznych smerov, prípadne v metalike vykonáva frekvenčné delenie pásiem.
- Účastnícka sieť sa skladá zo **splittera a koncových zariadení** (telefón, fax) prípadne modemu.



# 11. Distribúcia multimediálneho signálu dátovou sietou, špecifiká IP prostredia, streaming a multicasting multimediálnych tokov, kontajnerizácia a multiplexovanie audiovizuálnych signálov, IPTV a porovnanie s internetovou televíziou

**Distribúcia multimediálnych signálov** (napr. zvuku, videa alebo dát) v dátových sieťach prebieha prostredníctvom internetových protokолов. Najčastejšie ide o prenos cez IP (Internet Protocol), ktorý sa ďalej kombinuje s protokolmi TCP alebo UDP v závislosti od typu prenosu.

## Typy prenosov a dátových sieti

### Spojovoorientovaný prenos

- Vychádza zo **synchrónneho princípu** – medzi dvoma bodmi sa vytvorí pevné spojenie s vyhradenou kapacitou.
- **Výhody:** nízke oneskorenie, žiadne kolísanie v čase (tzv. jitter), stabilita.
- **Nevýhody:** nízka efektívnosť prenosu, horšie škálovanie, nutnosť rezervácie prenosových zdrojov.

### Nespojovoorientovaný prenos

- Založený na **asynchrónnom princípe** – dátá sa prenášajú v malých blokoch (paketoch), bez vytvárania stáleho spojenia.
- **Výhody:** vysoká efektivita, dynamické priradovanie prenosovej kapacity, jednoduchšie škálovanie.
- **Nevýhody:** premenlivé oneskorenie, možnosť straty paketov, vznik jitteru.

IP protokol je základom **nespojovoorientovanej komunikácie** a je sám o sebe **nespoľahlivý** – nezarúčuje doručenie všetkých paketov. Z tohto dôvodu sa na zabezpečenie kvality využívajú dodatočné techniky ako **jitter buffer**, **QoS (Quality of Service)**, alebo **retransmisiu**.

## Prenosové protokoly

### UDP (User Datagram Protocol)

- Nepotvrzovaný prenos – rýchly, ale nespoľahlivý.
- Vhodný na prenosy v reálnom čase (napr. **IPTV**, živé vysielanie).
- Neobsahuje žiadne riadenie poradia ani opravné mechanizmy.

### TCP (Transmission Control Protocol)

- Potvrzovaný prenos – spoľahlivejší, ale pomalší.
- Používa sa pri službách ako **Video on Demand** (VoD), OTT platformách (Netflix, YouTube).
- Podporuje adaptívne streamovanie – dynamická zmena bitovej rýchlosťi alebo rozlíšenia v závislosti od rýchlosťi pripojenia.

### RTP (Real-Time Protocol)

- Protokol určený na prenos multimediálnych dát v reálnom čase.

- Pracuje často spolu s UDP a využíva **unicast** alebo **multicast** prenosy.
- Na monitorovanie kvality používa sprievodný protokol **RTCP** (Real-Time Control Protocol).

### **SRTP (Secure RTP)**

- Zabezpečená verzia RTP – využíva šifrovanie (napr. AES) a autentifikáciu účastníkov.

### **Signalizačné protokoly pre streamovanie**

- **HTTP (Hypertext Transfer Protocol)** – základ pre prenos obsahu cez web, používaný najmä pri VoD a OTT službách.
- **SIP (Session Initiation Protocol)** – slúži na vytváranie a správu multimediálnych relácií.
- **RTSP (Real-Time Streaming Protocol)** – používa sa na ovládanie streamovania (napr. play, pause, stop).

### **Typy prenosov podľa cieľového publiká**

#### **Multicast**

- Umožňuje efektívne vysielanie dát viacerým prijímateľom naraz.
- Vysiela sa len jedna kópia obsahu, ktorá sa ďalej distribuuje smerovačmi len tým používateľom, ktorí o ňu požiadali.
- Vyžaduje, aby boli klienti pripojení k tzv. **multicast skupine**.
- Multicast je riadený pomocou protokolu **IGMP** (Internet Group Management Protocol), ktorý identifikuje členov skupín a koordinuje distribúciu.

#### **Unicast**

- Každému klientovi sa posiela samostatná kópia dátového prúdu.
- Výhodou je izolácia streamu, nevýhodou vysoké zaťaženie siete pri väčšom počte klientov.

#### **Broadcast**

- Dáta sa rozosielajú všetkým zariadeniam v sieti bez ohľadu na to, či o ne majú záujem.
- Používa sa zriedka pre multimediálny prenos – neefektívne využitie šírky pásma.

### **Kontajnerizácia multi. obsahu**

- Kontajnerizácia je proces, pri ktorom sa video, audio, titulky a metadáta zabavia do jedného spoločného dátového toku (tzv. kontajnera).
- Výhodou je jednoduchší prenos a prehrávanie.
- Bežné formáty kontajnerov: MP4, MKV, AVI, MOV ...

### **Multiplexovanie**

**Multiplexovanie je proces spájania viacerých dátových tokov do jedného spoločného toku:**

1. Audiokodér a videokodér vytvoria jednotlivé zdrojové toky (**PES – Packetized Elementary Streams**).
2. Tieto toky sa spoja do **Program Streamu (PS)**.

3. Sekundárne multiplexovanie zlučuje PS s doplnkovými službami (napr. EPG, titulky) **do Transport Streamu (TS)**.
4. **Výsledný TS tok je distribuovaný cez siete (napr. DVB-T).**

TS obsahuje aj informácie o štruktúre, čo umožňuje spätné dekódovanie obsahu.

### IPTV vs. Internetová televízia

#### IPTV (Internet Protocol Television)

- **Televízia šírená cez uzavreté IP siete** (napr. od poskytovateľov internetu).
- Vyžaduje špeciálne zariadenie – Set-Top Box.
- Využíva techniky ako multicast, QoS a presnú kontrolu prenosu.
- Kvalita je stabilná, vopred definovaná infraštruktúra.

#### Internetová televízia

- Distribúcia televízneho obsahu cez **verejný internet**.
- Príklady: Netflix, HBO Max, YouTube.
- Nevyžaduje Set-Top Box – beží v prehliadači, aplikácii alebo smart TV.
- Používa CDN (Content Delivery Network) na zrýchlenie prístupu k obsahu.
- Väčšinou ide o TCP prenos s adaptívnym streamovaním.

Funkcia / Vlastnosť	IPTV	Internetová televízia
Typ siete	Privátna sieť operátora	Verejný internet
Zariadenia	Set-top box, niekedy app	Smart TV, mobil, PC, tablet
Kvalita obrazu	Stabilná, vysoká (QoS zaručené)	Závisí od pripojenia
Dostupnosť	Len cez konkrétnego operátora	Kdekoľvek s internetom
Flexibilita	Nízka (viazaná na službu a miesto)	Vysoká (sledovanie kdekoľvek)
Cena	Súčasť balíka (TV + net), často viazanosť	Rôzne predplatné, častejšie bez viazanosti

## 12. Lineárne časovo-invariantné diskrétné sústavy, vlastnosti a ich popis (diferenčná rovnica, impulzová odozva, prenosová funkcia, frekvenčná charakteristika)

Definície:

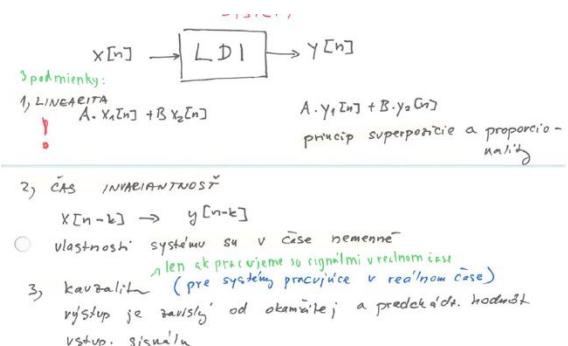
- **Diskrétny signál**
  - dátá sú vyjadrené číselnou formou v diskrétnych časových okamihoch
- **ZT (Z-transformácia)**
  - slúži na zjednodušenie popisu diskrétnych systémov/sústav
  - je to transformácia z časovej oblasti do Z oblasti – komplexná oblasť
  - $x[n] \rightarrow X(z)$
  - **Vlastnosti**
    - Linearita
    - Časový posun
    - Konvolučný súčin sa mení na obyčajný
  - **ZT sa Aplikuje na diferenčnú rovnicu/impulzovú odozvu a z nej získavame prenosovú funkciu (najdôležitejšia aplikácia ZT)**
  - Využitie ZT
    - jednoduchšia analýza signálov
    - návrh digitálnych filtrov
    - rozklad signálu – spracovanie po zložkách
- **DTFT (Fourierova diskrétna transformácia signálu)**
  - DTFT transformuje diskrétny časový signál ( $x[n]$ ) na spojité frekvenčné spektrum ( $X(\omega)$ )
  - DTFT je špeciálny typ ZT pre  $|z| = 1$
  - ZT je podmnožinou DTFT – využijeme substitúciu  $e^{j\omega}$

### LDI (Lineárny časovo invariantný diskrétny systém):

- Diskrétny systém, do ktorého **vstupuje** diskrétny signál a aj z neho **vystupuje** diskrétny signál
- Systém vieme kompletne opísť **impulzovou odozvou  $h[n]$**  (odozva systému na jednotkový impulz) – **úplne popisuje vlastnosti systému**
- Systém vieme opísť taktiež **diferenčnou rovnicou  $y[n]$**
- Systém možno analyzovať pomocou ZT
- Využíva sa pri digitálnych filtroch (**FIR, IIR**), spracovanie audiosignálu/obrazu/reči

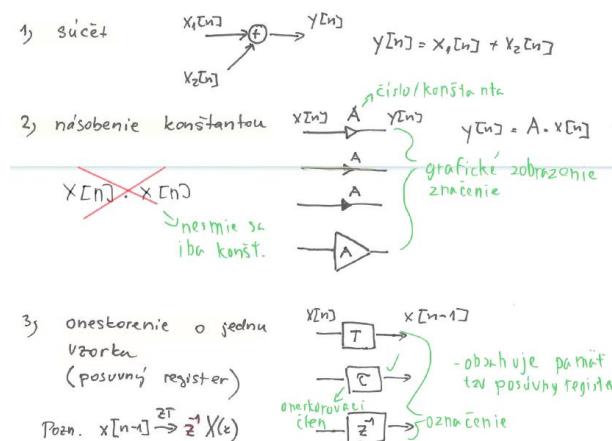
### Vlastnosti

- **linearita**
  - ak je vstup prenásobený, rovnako bude aj výstup
  - splnenie podmienky superpozície



- o platí pre lineárne operácie (asociatívny zákon)
- **kauzálnosť (kauzalita)**
  - o systém pracuje v reálnom čase;  $x[0]$  začína v čase 0
  - o výstup systému je závislý od okamžitej hodnoty na vstupe a od predchádzajúcich hodnôt
  - o ak chceme signál spracovať v reálnom čase tak **musí byť kauzálny**
- **časová invariantnosť**
  - o vlastnosti systému sú v čase nemenné
  - o koeficienty filtra sa nemenia (na rozdiel od adaptívnych filtrov)
  - o ak vstup posunieme v čase, aj výstup sa posunie o rovnaké množstvo

### Mat. operácie v LDI



### Diferenčná rovnica

- Popisuje filter
- Označujeme ju ako  $y[n]$

### Impulzová odozva

- **definícia:** odozva systému na jednotkový impulz
- **Úplne popisuje vlastnosti systému**
- **stabilita:**  $h[n]$  (hodnoty impulzovej odozvy) musia ísť do nuly (alebo sa blížiť k nule), alebo sa musia ustáliť na nejakej hodnote (môže oscilovať okolo nejakej hodnoty - diskrétny oscilátor)

Ak by koeficient bol väčší číslo ako 1 taj môžeme hneď určiť, že systém je nestabilný (presne tento prípad ale len pri jednom oneskorení, pri viacerých treba spraviť PRENOSOVÚ funkciu a z pôlov a núl zistovať stabilitu)

priklad netestovaného systému:  
 $y[n] = x[n] + 0,5 \cdot x[n+1]$

$$x[n-k] \rightarrow y[n-k]$$

$$\begin{aligned} x[n] &= \delta[n] \rightarrow \boxed{\text{LDI}} \rightarrow y[n] = h[n] \\ x[n] &= \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \cdot \delta[n-k] = x[n] * \delta[n] \quad ! \\ y[n] &= \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \cdot h[n-k] = x[n] * h[n] \quad ! \\ y[n] &= x[n] * h[n] \quad ! \end{aligned}$$

Výstup      Výstup do systému      Impulzové odozva  
postupnosť impulznej odozvy, výsledok je vektor

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} |h[n]| < \infty \quad - \text{STABILNÝ SYSTEĽ}$$

$$y[n] = x[n] + 1.1 \cdot y[n-1]$$

**kauzálnosť** - (z hľadiska imp. odozva): ak výstupný signál závisí len od súčasných a minulých hodnôt

priklad nekauzálneho systému:  
 $y[n] = x[n] + 0,5 \times [n+1]$

- výstup systému je závislý od okamžitej hodnoty na vstupe a od predchádzajúcej hodnoty, pričom hodnoty impulzovej odozvy v čase menšom ako 0 sa rovnajú nule
- $h[n] = 0$ , pre  $n < 0$

### FIR (Finite Impulse Response):

- systém s **konečnou impulzovou odozvou** (bez spätnej väzby--**Nerekurzívne**)
- FIR 1 rádu môže byť len low/high pass filter
- FIR 2 rádu môže byť pásmová prieplust/zádrž
- Konečný počet nulových členov
- FIR je vždy stabilný**
- hodnoty impulzovej odozvy sú koeficienty filtra

### IIR (Infinite Impulse Response):

- systém s nekonečnou impulzovou odozvou (so spätnou väzbou--**Rekurzívne**)
- nikdy nebude výstup nulový – **vždy bude nenulový**
- Stabilitu musíme zistiť podľa **NÚL a PÓLOV**

### Prenosová funkcia

#### Definícia:

- najdôležitejšia aplikácia ZT
- Označuje sa **H(z)**
- V dig. Systémoch sa dá prirovnáť k Fourierovej transformácii
- vzťah medzi výstupom a vstupom systému = **popisuje systém a jeho vlastnosti**
- obraz impulzovej odozvy v ZT
- reálna funkcia komplexnej premennej
- aplikáciou ZT na diferenčnú rovnicu/impulzovú odozvu získame prenosovú funkciu**

$$H(z) = \frac{\sum_{k=0}^{N-1} b_k z^{-k}}{1 - \sum_{k=1}^M a_k z^{-k}} = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \dots}{1 - a_1 z^{-1} - a_2 z^{-2} - \dots}$$

prenosová funkcia

$$Y(z) = H(z) \cdot X(z)$$

prenosová funkcia je ZT impulzová!  
 ZT  $\leftrightarrow$   $H(z)$  (odzv)  
 $h[n] \leftrightarrow H(z)$  a opäť

$$H(z) = \frac{P(z)}{Q(z)}$$

podiel dvoch polynómov  
racionálna lomená funkcia

ak je systém nerekurzívny  $a_1, a_2, \dots, a_M = 0$

$$H(z) = \frac{P(z)}{1} = P(z) \Rightarrow \text{FIR}$$

$\oplus$

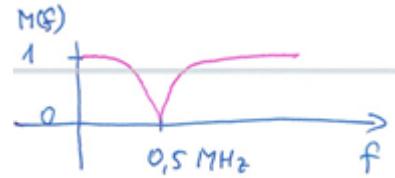
## Nuly a polý:

- zistujeme korene rovnice – reálne a komplexné
- podľa polohy núl a pólov vieme zistiť vlastnosti systému
  - frekvenčná charakteristika
  - stabilita
  - fázové vlastnosti
- Nuly:**
  - Určuje, kde sa frekvencia potláča
  - FIR nemá póly** (má ich ale nič neovplyvňujú, tak sa neberú do úvahy)
  - Fáza núl určuje frekvenciu, kde dochádza k tlmeniu**
  - Veľkosť núl určuje mieru tlmenia/poklesu
  - naíväčšie tlmenie keď sa veľkosť núl rovná 1
  - korene čitateľa
- Póly:**
  - Určujú stabilitu systému a max. hodnotu**
  - Ak sú všetky póly vo vnútri JK tak je systém stabilný
  - korene menovateľa
- Stabilita systému:**
  - FIR systémy sú vždy stabilné
  - Systémy sú vtedy stabilné ak poly sú menšie ako 1 (sú v JK), ak sú rovné 1 systém je na hranici stability
- Rád LDI systému**
  - určený naíväčším exponentom v prenosovej funkcií

$$H(z) = \frac{P(z)}{Q(z)} = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \dots + b_N z^{-N}}{1 - a_1 z^{-1} - a_2 z^{-2} - \dots - a_M z^{-M}}$$

$$= \frac{\frac{z^M}{z^N} + b_1 z^{-N-1} + \dots}{z^M - a_1 z^{-M-1} - a_2 z^{-M-2} - \dots} =$$

$$\Rightarrow \frac{(z-z_{p1})(z-z_{p2}) \dots (z-z_{pN})}{(z-z_{n1})(z-z_{n2}) \dots (z-z_{nM})}$$



$$H(z) = \frac{1 + 0.2z^{-1} - z^{-2}}{1 - 1.4z^{-1} + 0.95z^{-2}} \quad / \text{menovateľ}$$

$$\text{An } Y(z) = \dots \cdot X(z)$$

$$Y(z) (1 - 1.4z^{-1} + 0.95z^{-2}) = (1 - z^{-2}) X(z)$$

$$\therefore Y(z) = X(z) - X(z) \cdot z^{-2} + 1.4z^{-1} Y(z) \quad (1 - 0.95z^{-2} Y(z))$$

$$y[n] = x[n] - x[n-2] + 1.4 y[n-1] - 0.95 y[n-2]$$



nuly:  $1 - z^{-2} = 0 \quad /z^2$   
 $z^2 = 1 \quad / \sqrt{\phantom{x}}$   
 $|z| = \sqrt{1} = 1$   
 $\frac{z}{z_n} = \pm 1$

póly:  $1 - 1.4z^{-1} + 0.95z^{-2} = 0 \quad /z^2$   
 $z^2 - 1.4z + 0.95 = 0 \quad D = 1.4^2 - 4 \cdot 0.95 = -1.84$   
 $z_{p1,2} = \frac{1.4 \pm \sqrt{1.84}}{2} \quad D < 0$   
 $= 0.7 \pm 0.68j \quad |z_p| = \sqrt{0.7^2 + 0.68^2} < 1 \quad \Rightarrow \text{stability!}$

## Frekvenčná charakteristika

- Ukazuje ako systém reaguje na rôzne frekvencie
- Je určená rozmiestnením pólov a núl v komplexnej rovine
- Označujeme ju ako  $H(\Omega)$

$$H(e^{j\omega}) = \frac{\sum_{k=0}^N b_k e^{-jk\omega}}{1 - \sum_{k=1}^M a_k e^{-jk\omega}}$$

$$H(e^{j\omega}) \rightarrow H(\omega)$$

$$Y(z) = H(z) \cdot X(z) \quad \text{- prenosova funkcia využívaná vstupom}$$

↳ z tohto sú de "odvodené" frekv. charakteristikou  
stabilitou

$$z = e^{j\omega} \quad \omega = 2\pi f \quad f_s \rightarrow \text{normovaná frekvencia}$$

↳ ak všetky z holiatimo  $e^{j\omega}$  tak dostaneme  
frekvenčnu charakteristiku

TO JE TO CO NÁS VÝVIAZ ZAŽIMA, PRETOŽ JEDINOU MÔŽEME BYŤ NEKOREKTOVÝM  
VYLMIŤ A NIEKTORE PREDIESŤ.

## Frekvenčná ch. sa skladá z magnitúdovej a fázovej ch.

### Amplitúdová magnitúdová ch.:

- Určuje, ktoré frekvencie sú zosilnené a ktoré nie

- Vyjadruje ako sa mení veľkosť výstupného signálu v závislosti od frekvencie vstupného signálu
- Označuje sa ako **M( $\Omega$ )**... je to vlastne to isté ako frekvenčná len v absolútnej hodnote
- Z tohto vieme určiť či ide o low/high pass filter podľa charakteristiky
- Vyjadruje sa v dB*

- Ak chceme preniesť konkrétnu frek. na uhlovú frekvenciu tak treba takýto výpočet:

Chceš určiť frekvenčnú charakteristiku pre:

- Frekvencia  $f = 50$  Hz
- Vzorkovacia frekvencia  $f_s = 200$  Hz

Výpočet:

$$\omega = 2\pi \frac{50}{200} = 2\pi \cdot 0.25 = \frac{\pi}{2}$$

Takže na túto frekvenciu v Hz zodpovedá:

$$z = e^{j\omega} = e^{j\frac{\pi}{2}}$$

A dosadíš do:

$$H(e^{j\omega}) = H(e^{j\frac{\pi}{2}})$$

### Fázová char.:

- Určuje aký je fázový posun medzi vstupom a výstupom,
- Teda ako je časovo oneskorený výstup od vstupu pre jednotlivé frek. zložky.
- Označuje sa ako  $\phi(\Omega)$
- Je to podiel medzi imaginárhou a reálnou zložkou**
- Fázové oneskorenie**
  - Je to miera časového zdržania medzi vstupným a výstupným signálom pri rôznych frekvenciach, spôsobená posunom fázy

$$\tau = -\frac{\phi}{\omega}$$

$$H(\omega) \xrightarrow{\omega=2\pi\frac{f}{f_s}} H(j) = \frac{\sum_{k=0}^M b_k e^{-jk\frac{2\pi f}{f_s}}}{1 - \sum_{k=0}^M a_k e^{-jk\frac{2\pi f}{f_s}}} \quad 27$$

*H( $\omega$ ) = komplexná funkcia reálnej premennej*

$$H(\omega) = \operatorname{Re} \{ H(\omega) \} + j \cdot \operatorname{Im} \{ H(\omega) \}$$

$$H(\omega) = |H(\omega)| \cdot e^{j \arg \{ H(\omega) \}}$$

$$H(\omega) = M(\omega) e^{j \phi(\omega)}$$

$$M(\omega) = |H(\omega)| = \text{magnitudova (modulo) charakteristika}$$

$$\phi(\omega) = \text{fázová charakteristika}$$

$$\phi(\omega) = \arg \{ H(\omega) \} \quad \text{tg } \phi(\omega) = \frac{\operatorname{Im} \{ H(\omega) \}}{\operatorname{Re} \{ H(\omega) \}}$$

$$\phi(\omega) = \arg \{ H(\omega) \} \quad \text{tg } \phi(\omega) = \frac{\operatorname{Im} \{ H(\omega) \}}{\operatorname{Re} \{ H(\omega) \}}$$

Príklad:

$$y(t) = \sqrt{x^2 + y^2} \quad \text{---}$$

$$H(j) = \sqrt{1 + \frac{y^2}{x^2}}$$

$$H(\omega) = \sqrt{1 + (e^{j\omega})^2} = \sqrt{1 + e^{-2j\omega}}$$

$$M(\omega) = \sqrt{1 + e^{-2j\omega}}$$

$$= \sqrt{1 + \cos \omega - j \sin \omega}$$

$$= \sqrt{(\cos \omega)^2 + (-\sin \omega)^2}$$

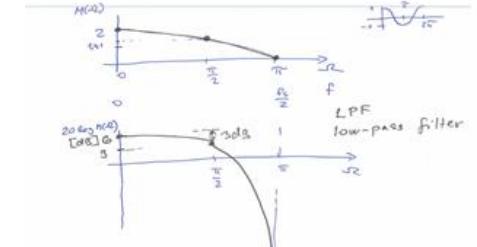
$$= \sqrt{(\cos \omega)^2 + \sin^2 \omega}$$

$$= \sqrt{(1 + \cos \omega)^2 + \sin^2 \omega} \quad 28$$

$$= \sqrt{1 + 2 \cos \omega \cdot \cos \omega + \cos^2 \omega + \sin^2 \omega} \quad 29$$

$$= \sqrt{2 \cos \omega + 1} \quad \text{---}$$

$$= \sqrt{2} \cdot \sqrt{1 + \cos \omega} = \sqrt{2(1 + \cos \omega)} \quad 30$$



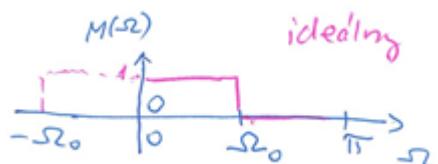
# 13. Návrh lineárnych diskrétnych filtrov (filtre s konečnou a nekonečnou impulzovou odozvou, aplikácia oknových funkcií, bilineárna transformácia)

## Návrh FIR filtrov

- Systém s konečnou impulzovou odozvou,
- Má konečný počet členov a hodnoty impulzovej odozvy sú koeficienty filtra
- **Vlastnosti**
  - vždy stabilný, jednoduchý návrh, bez spätej väzby

Delíme na štyri hlavné typy:

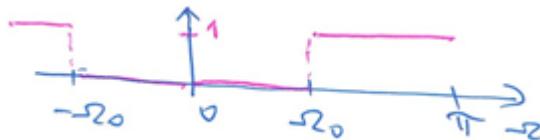
- **Dolný prieplust (low-pass)**
  - Pri filtri prvého rádu
  - Charakteristika vychádza z frekvenčnej char. (tak isto platí aj pre ostatné filtre)
  - Všetky ostatné filtre sa dajú transformovať na low-pass filter



$$y[n] = x[n] \textcircled{+} x[n-1]$$

- **Horný prieplust (high-pass)**

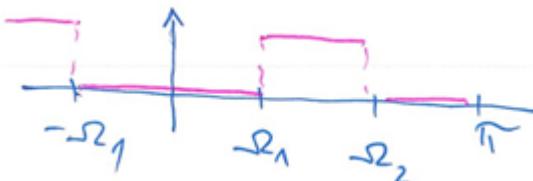
- Pri filtri prvého rádu



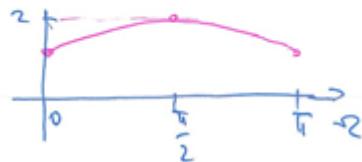
$$y[n] = x[n] \textcircled{-} x[n-1]$$

- **Pásmoveý prieplust (band-pass)**

- Musí byť minimálne filter druhého radu
- Podľa nút vieme zistiť mieru tlmenia a priakej frekvencii nastáva (záleží od diferenciace a konštánt)

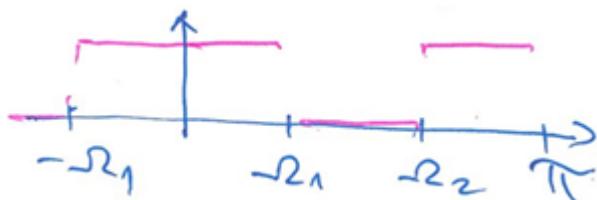


príklad 2.  $H(z) = 1 + 0,4z^{-1} - z^{-2}$

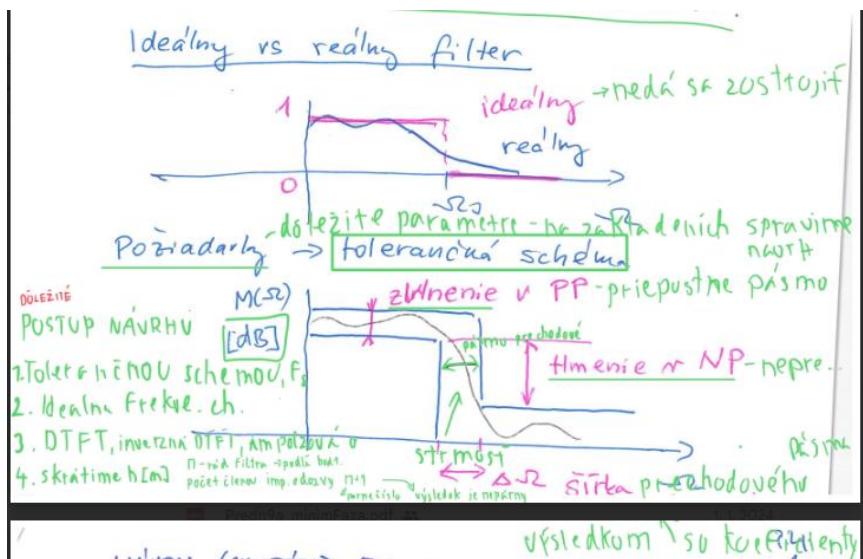


- Pásmová zádrž (band-stop, notch filter)**

- Musí byť minimálne filter druhého radu
- Využíva sa keď chceme dáke frekvencie potlačiť

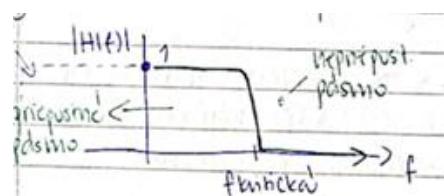


FIR filter môže byť ideálny a reálny a požiadavky, ktoré musí spĺňať sa nachádzajú v tolerančnej schéme



### Postup návrhu FIR filtra

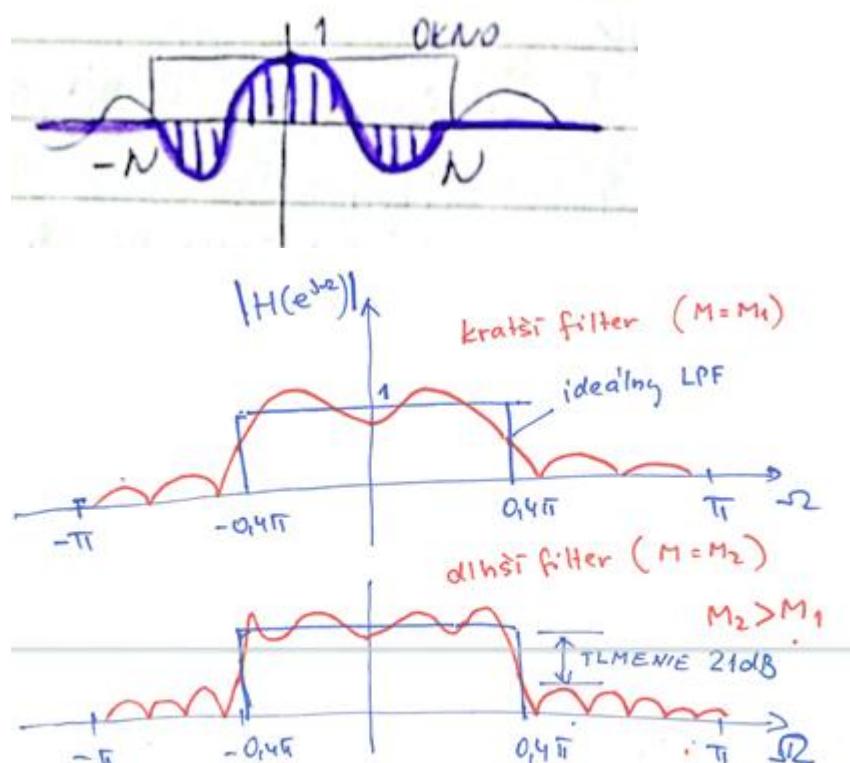
- Určenie čo má filter potláčať alebo prenášať/definovanie požiadaviek na filter**
  - Z frek. charakteristiky potrebujem určiť čo má výsledný filter robiť, či má prenášať určité frek. alebo ich tlmitť
  - Vychádzame z low-pass filtra, pretože hocijaký filter sa dá prepočítať na low-pass
- Zvolíme vzorkovaciu frekvenciu**
  - Podľa toho aký signál spracúvame, musíme určiť maximálnu frek. a z toho si potom určiť vzorkovaciu frekvenciu podľa **nyquista**
  - $F_{max} = 20\text{kHz}$ , tak určíme že  $F_s = 44\text{kHz}$
- Inverzná DTFT zo zvolenej prenosovej funkcie**
  - Vychádzame z frek. charakteristiky



- Pomocou iDTFT nájdeme ideálnu impulzovú odozvu
  - o Takto definovanú ju nemôžme použiť lebo môže byť **nekonečná** alebo **nekauzálna** (hlavné podmienky pri návrhu by boli nesplnené)

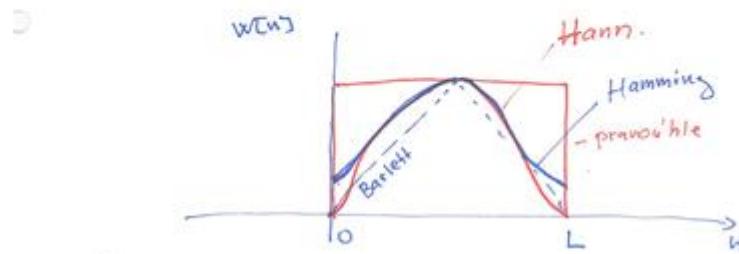
#### 4. Skrátenie impulzovej odozvy

- Použijeme **oknovú funkciu** aby sme imp. odozvu dali do **konečnej** dĺžky
- Skrátenie môže spôsobiť zhoršenie vlastnosti filtra (zvlnenie frek. char.)
- Pri tom odstrihnutí vznikajú pri okolí **prekmitania/oscilácie** (to sú tie také laloky čo sme tam mávali)
- Ak zvýšime rád filtra tak sa počet oscilácií zvýši (**výšia strmost medzi prieplustným a nepriepustným pásmom**)—**DOBRÝ JAV**
- Amplitúda oscilácií sa nemení zo zvýšeným rádom (**tlmenie medzi prieplustným a nepriepustným pásmom sa nedá ovplyvniť**)—**ZLÝ JAV**
- Toto sa nazýva **GIBSOV JAV**
- Zväčšenie tlmenia sa dá ale realizovať pomocou dobre vybraných **oknových funkcií**



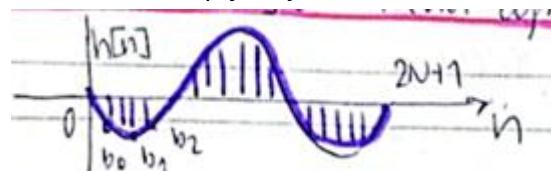
- Typy oknových funkcií  $w[n]$  (najlepšie ak majú čo najmenšie postranné laloky):
  - o Hannovo okno – tlmenie 44db
  - o Hammingovo okno – tlmenie 53db
  - o Barlett – tlmenie 25db
  - o Blackman – tlmenie 74db
  - o Kaiser – tlmenie 50-100db
  - o Čebyšev – tlmenie viac ako 100db
- Ak použijeme okno len čisto na skrátenie imp. odozvy bez váhovania (obyčajné pravouhlé okno), tak môžem dosiahnuť tlmenie len **21db**

Ak len skrátime  $h[n]$  bez nasledného valcovania  
 (t.j. nasobíme pravouhlým oknom (obdĺžnikovým oknom))  
 môžeme dosiahnuť tlmenie iba 21dB.



## 5. Posunutie imp. odozvy o N hodnôt doprava

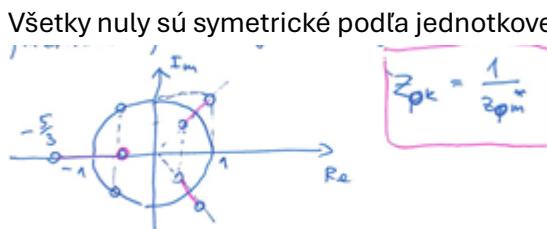
- Aby sme vyriešili kauzálnosť, musíme imp. odozvu posunúť do kladných hodnôt
- Posunutie neovplyvňuje frek. char. Len mierne mení fázu



### FIR s lineárной faz. charakteristikou:

- Najväčšia výhoda oproti IIR filtrov
- Má konštantné oneskorenie
- Všetky **frekvenčné zložky vstupného signálu sú oneskorené rovnako**, takže sa nemení tvar signálu (najmä dôležité pri spracovaní zvuku, obrazov, EEG a pod.).
- Dá sa učíť dvoma spôsobmi:
  - o **Podľa núl v komplexnej rovine**

§ Všetky nuly sú symetrické podľa jednotkovej kružnice



$$Z_{pk} = \frac{1}{Z_{pm}}$$

### o Podľa impulzovej odozvy

- § Ak je symetrická (párna alebo nepárna)
- § Ak je antisymetrická (párna alebo nepárna)

### Návrh IIR filtrov

- Má póly aj nuly (**príbužnosť s analógovými obvodmi**)-preto aj vychádza z návrhu **analógového filtra**
- Oproti FIR sú jednoduchšie realizovateľné (z hľadiska radu filtra)
- Postup návrhu filtra je však zložitejší ako pri FIR
- Nepotrebuju tak veľa členov (rád filtra) aby mali dobrú frek. char.

- Vďaka tomu, že sú tam aj PÓLY aj NULY sa dá vytvoriť dobý filter aj nižšieho rádu ale treba dávať pozor na **STABILITU**

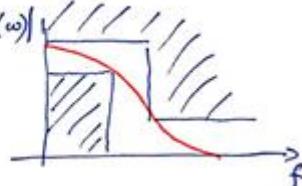
## 1. Návrh IIR pomocou požadovanej frekvenčnej charakteristiky

- Z analógového zapojenia získame prenosovú funkciu  $H(p)$  a impulzovú odozvu  $h(t)$
- Nevychádzame z ideálnej frekvenčnej charakteristiky ale vychádzame z frekvenčnej charakteristiky **konkrétnego analógového filtra**.
- Existuje viacero typov zapojení takýchto analógových filtrov a podľa toho sa volajú aj nasledovné metódy:

### o Butterworthová aprox

§ Nevýhoda je že prechodové pásmo nie je vôbec strmé

- Butterworthova aprox.  
- maximálne placka



### o Čebyševova aprox

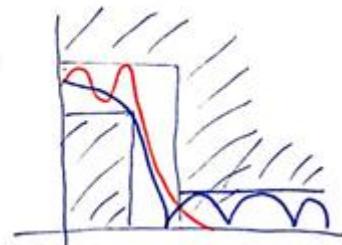
- § Rýchlejší prechod do útlmového pásmo ako pri butter.
- § Dochádza tu ale k zvaleniu charakteristiky buď v prieplnom (červenom) alebo nepriepustnom (modrom) pásmi
- § Zvlnenie spôsobí, že je tažšie sa zmestí do tolerančného pásmi

Čebyševova aprox

1. typu - zvlnenie v priepl. p.

2. typu (inverzná)

- zvlnenie v nepriep. pásmi



### o Caverova eliptická aprox

§ Je zvlnená aj v prieplustnom aj nepriepustnom pásmi

**Analógový filter -> Diskrétny filter – vďaka týmto metódam:**

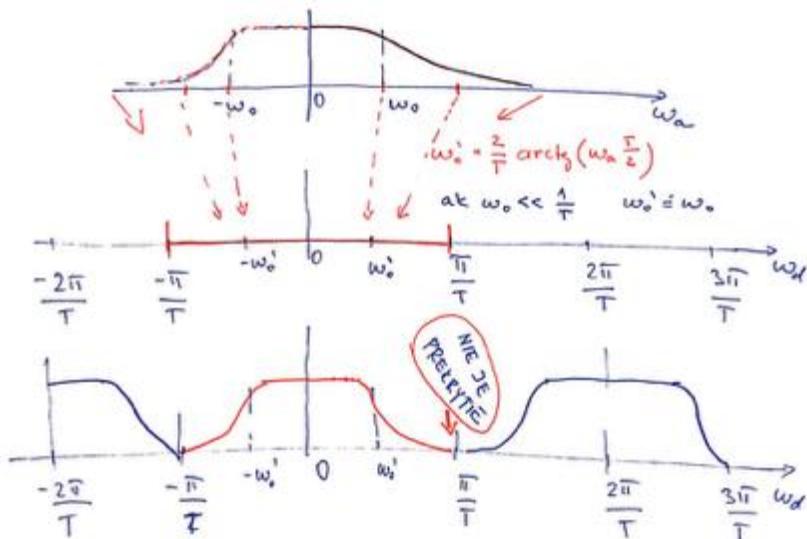
## 2. Metóda invariantnej impulzovej odozvy

- Vzorkuje sa impulzová odozva analógového signálu
- Vzorkovaný signál má periodické spektrum
- Dochádza k **aliasingu** kvôli nekonečnej impulzovej odozve

## 3. Metóda bilineárnej transformácie

- Najčastejšie používaná metóda
- **Transformuje analógovú funkciu  $H(p)$  do diskrétnej  $H(z)$  pomocou substitúcie**
- **vlastnosti:**
  - o Zachováva stabilitu
  - o **Nedochádza k aliasingu**
  - o  **$BT$  spôsobuje deformáciu frekvenčnej osi**
- Preto musíme hraničné frekvencie predkresliť---**PREWRAPPING**
  - o Pretože BLT stláča vyššie frekvencie, frekvenčné hranice sa posunú
  - o Aby sme to vyravnali, musíme pred transformáciou upraviť (prewrapnúť) frekvencie

$$\begin{aligned} p &\rightarrow j\omega \\ R &\rightarrow e^{j\Omega} = e^{j\omega T} \Rightarrow p = \frac{2}{T} \cdot \frac{1-R^{-1}}{1+R^{-1}} = 2 \cdot f_0 \cdot \frac{1-R^{-1}}{1+R^{-1}} \end{aligned}$$



# 14. Ortogonálne diskrétné transformácie (DFT, DCT, DWT) a ich využitie pri analýze a kódovaní signálov

V oblasti digitálneho spracovania signálov je veľmi **užitočné previesť signál z jednej domény do inej – napríklad z časovej domény do frekvenčnej.**

Ortogonálne diskrétné transformácie umožňujú:

- **Lepšiu analýzu**
- **Zmenšiť dátový objem** bez veľkej straty kvality (komprezia),
- **Extrahovať podstatné informácie** zo signálu (príznaky, zmeny),
- **Zlepšiť kvalitu signálu** (napr. odstránením šumu),
- **Efektívne kódovať a prenášať dátu** vo formátoch, ktoré šetria priestor a čas.

Transformácie ako **DFT, DCT a DWT** sú nazývané „ortogonálne“, pretože ich **bázové funkcie** sú navzájom kolmé (nezávislé), čo zaručuje, že každý koeficient popisuje inú vlastnosť signálu. To je dôležité pri presnom rozklade aj späťnej rekonštrukcii signálu.

## DFT (diskrétna Fourierova transformácia)

### Čo robí?

- DFT prevádzza diskrétny časový signál na **súbor harmonických zložiek**.
- Tieto zložky sú sínusové a kosínusové vlny rôznych frekvencií – tzv. **bázové funkcie**.
- Výsledkom transformácie je sada **komplexných čísel**, ktoré popisujú silu a fázu jednotlivých frekvencií.

### Prečo je užitočná?

- Je ideálna na **spektrálnu analýzu** – ukáže, ktoré frekvencie sú v signáli obsiahnuté.
- Používa sa napr. pri **rozklade televízneho signálu**, vo zvukových analizátoroch alebo aj v komunikácii.
- Transformácia časovo závislého signálu na harmonické zložky

### Nevýhody

- Výpočtovo náročná (najmä pri veľkých dátach).
- Nefunguje dobre pri signáloch, ktoré sa **menia v čase** – neposkytuje informáciu o tom, kedy sa frekvencia objavila.

## DCT (diskrétna kosínusová transformácia)

### Čo robí?

- Podobne ako DFT, **prevádzza signál do frekvenčnej oblasti**, ale používa len **kosínusové funkcie** (nie komplexné čísla).
- Kosínusové funkcie **dokážu veľmi dobre reprezentovať obrazové a zvukové dátá**, ktoré sa menia pomaly alebo plynulo.

### Kde sa používa?

- **Kompresia obrázkov (JPEG):** obrázok sa rozdelí na bloky (napr.  $8 \times 8$  pixelov), prevedie sa na frekvenčný tvar pomocou DCT a nepotrebné vysokofrekvenčné zložky sa potlačia (napr. jemné detaily, ktoré oko aj tak nevníma).
- **Kompresia videa alebo audia (MPEG)**
- Zrýchlenie výpočtov konvolúcie, korelácie
- Rozdelenie obrazu na frekvenčne rôzne dôležité časti
  - Kvantizácia koeficientov – odstránenie dát, ktoré oko nevníma
- Adaptívne filtre, spektrálna analýza textúr
- Odstránenie vysokofrekvenčných alebo nízkofrekvenčných zložiek (rozmazenie alebo zvýraznenie hrán)
- Cieľené odstránenie rušivých zložiek (napr. periodický šum)

### Výhody

- Väčšina dôležitých informácií je sústredená do niekoľkých nízkofrekvenčných koeficientov.
- Umožňuje výrazné zmenšenie dátového objemu bez viditeľnej straty kvality.

### Ako to funguje v praxi?

- Každý blok (napr.  $8 \times 8$  px) sa prevedie na súbor čísel = DCT koeficienty.
- Prvý z nich (DC) udáva priemernú hodnotu – t. j. svetlosť bloku.
- Ďalšie (AC koeficienty) vyjadrujú detaily – textúru, hrany.
- Čím vyšší rad koeficientu, tým vyššia frekvencia → viac detailov, ktoré je možné potlačiť (stratová kompresia).

## DWT (Diskrétna vlnková transformácia)

### Čo robí?

- DWT je moderná technika, ktorá poskytuje **časovo-frekvenčnú lokalizáciu**.
- Znamená to, že ukáže **aká frekvencia** sa v signáli nachádza a zároveň **v ktorom čase alebo priestore**.
- Funguje ako lupa: analyzuje signál na rôznych úrovniach rozlíšenia.

### Kde sa používa?

- **JPEG2000** – pokročilejší formát kompresie obrázkov ako klasický JPEG.
- **Biomedicínske signály** – napr. EKG, EEG analýza, detekcia záchvatov, odhalenie šumu.
- **Denoising** – odstránenie šumu z obrázkov a zvukov.
- **Detekcia hrán a textúr v obrazе** – veľmi dôležité pri počítačovom videní.
- Extrakcia príznakov zo signálu
- Dekorelácia dát

### Ako to funguje?

- Signál sa rozkladá pomocou špeciálnych funkcií zvaných **wavelety** (napr. Haar, Daubechies, Morlet).
- Vlnková transformácia vytvára hierarchiu zložiek – nízkofrekvenčná zložka (priemer) a vysokofrekvenčná (detaily).
- Tento proces sa opakuje – čím viac úrovní, tým presnejšia analýza.

Pre info.

### Korelácia

- **Korelácia** vyjadruje **mieru závislosti alebo podobnosti** medzi dvoma premennými alebo signálmi.
- V kontexte obrazu: ak majú **susedné pixely podobné hodnoty**, hovoríme, že sú **vysoko korelované**.
- dekorelácia opak

# 15. Metódy kódovania audiosignálov s využitím psychoakustických princípov, rečové kodeky, kompresné štandardy MPEG

## Psychoakustika a kompresia zvuku

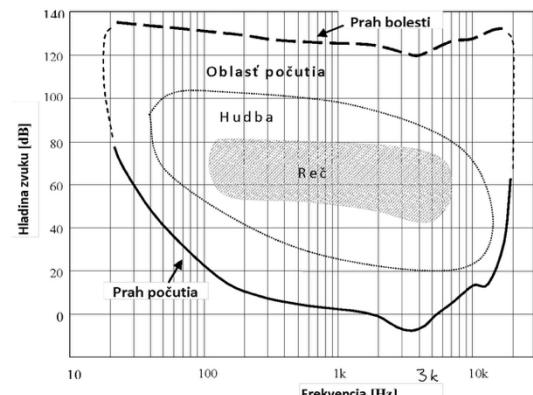
Rečové kodeky a kompresné štandardy využívajú poznatky o psychoakustike a obmedzeniach ľudského sluchu. **Ich cieľom je znížiť množstvo prenášaných dát bez vnímateľnej straty kvality.**

### Základné princípy:

- **Rozsah počuteľných frekvencií:** Ľudské ucho vníma zvuk od približne **20 Hz do 20 000 Hz**. Preto sa pri digitalizácii zvuku používajú vzorkovacie frekvencie ako **44,1 kHz alebo 48 kHz** (na základe **Nyquistovej–Shannonovej teórie**).
  - Pri výbere vzorkovacej frekvencie je dôležité predísť **aliasingu** – teda prekryvu spektrálnych zložiek, čo môže signál znehodnotiť. Preto sa používa **rezerva nad dvojnásobkom najvyššej frekvencie**.
- **Maskovanie:** Silnejší zvuk v určitej frekvencii môže „prekryť“ slabšie zvuky v jej okolí – tie potom **nemusia byť zakódované**.
- **Dynamický rozsah:** Na dosiahnutie pomeru signál/šum **90 dB** postačuje **16-bitové kvantovanie** (1 bit = ~6 dB odstup).
- **Tvarovanie kvantizačného šumu:** Presúva šum do frekvenčných oblastí, kde ho ucho menej vníma.
- **Prevzorkovanie:** Používanie vyšších vzorkovacích frekvencií (napr. **96 kHz, 192 kHz**) pomáha znižovať kvantizačný šum.
- **Nelineárne kvantovanie:** Používajú sa logaritmické kvantizéry, ktoré lepšie reflektujú citlosť ucha.

## Citlosť ľudského ucha

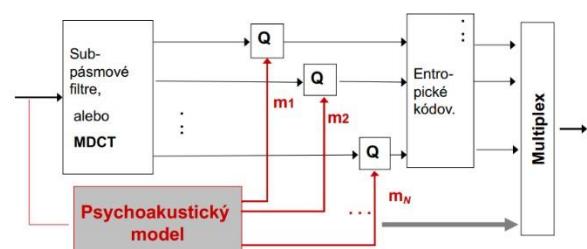
Ľudské ucho je **najcitlivejšie na stredné frekvencie**. Na nízke frekvencie (napr. 20–100 Hz) musí byť zvuk **oveľa hlasnejší**, aby ho bolo možné vnímať. Toto správanie opisuje **krivka prahu počutia**.



## Psychoakustické princípy

### Percepčné kódovanie

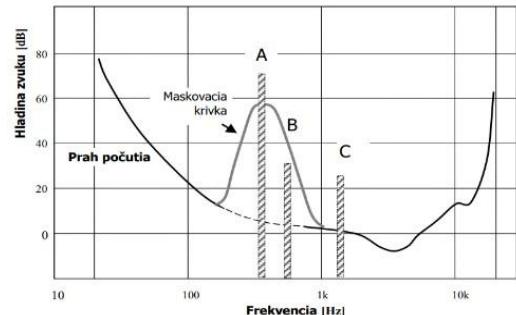
- vychádza zo **subpásmového kódovania**
  - Celý signál si na základ frekvencie rozložíme, frekvencie ktoré počuje kvantujeme a kódujeme detailne, pásma ktoré počujeme slabšie, kódujeme menej a šetríme dátu
- Kóduje sa na základe **vnímania zvuku ľudským sluchom**.



- Využíva sa MDCT a entropické kódovanie (Huffman) – nižší dátovy tok a vyššia efektivita

### Psychoakusticky model

- Určuje koľko bitov má použiť kvantizér pre rôzne frekvenčné zložky.
- Toto pridelovanie sa mení v krátkych časových úsekokoch – v závislosti od signálu a **maskovania**.
- **Využíva maskovací efekt** – silnejší zvuk dokáže prekryť slabší zvuk.
- Využíva sa aj nelineárna citlivosť sluchu – *nie všetky frekvencie sú vnímané rovnako.*



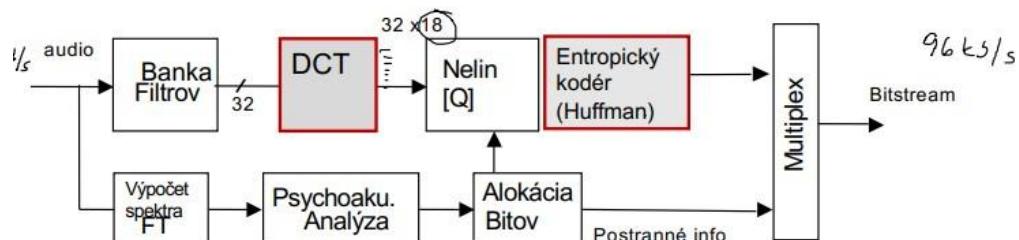
## MPEG ŠTANDARDY A KOMPRESIA ZVUKU

### MPEG-1

- Najstarší štandard, **rozdelený na 3 vrstvy** (Layer I, II, III)
- Jeden z najdôležitejších štandardov v histórii digitalizácie audia a videa
- MP2 – používaný v DAB, DVB, streamovaní
- **MP3 (Layer III)** – najrozšírenejší, používa sa na ukladanie audia vo formáte .mp3

### MP3 vlastnosti:

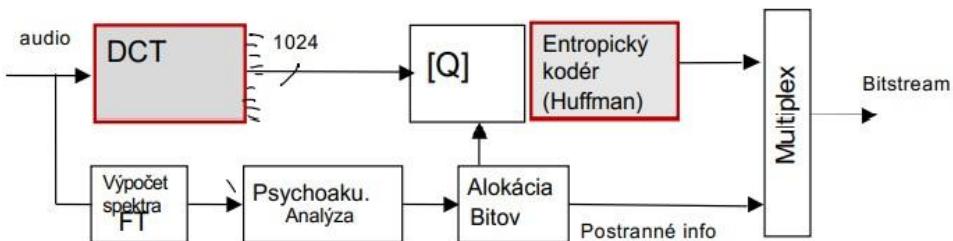
- Hybridný kódér: **kombinuje subpásmové a transformačné kódovanie**
- Obsahuje **32 filtrov a 32 DCT blokov**
- Každý blok má **18 pásiem → 576 frekvenčných subpásom (32 × 18)**
- Každé **pásмо sa samostatne kvantuje**
- Používa **Fourierovu transformáciu** na výpočet spektra
- Bitrate:
  - Stereo: 192 kb/s
  - Veľmi dobrá kvalita už pri 96 kb/s/kanál
- **Stratový kodek** – počas kvantizácie vzniká kvantizačný šum



### MPEG-2

- Rozšírenie MPEG-1 pre **viackanálové zvuky (napr. 5.1)**
- Kompatibilný s MPEG-1
- **Obsahuje bloky na odstránenie redundancie**
- Použitie: **DAB**
- Zavádzá **AAC (Advanced Audio Coding)**:
  - Nekompatibilný s MPEG-1

- **Vylepšené kódovanie stereoa**
- **Zvyšuje počet pásiem na 1024**, čím dosahuje **vyššie rozlíšenie (~20 Hz)**
- Používa Huffmanovo kódovanie
- Bitrate:
  - AAC: 64 kb/s
  - AAC pre 5.1: 256–320 kb/s
- Profily:
  - LC (Low Complexity) – najbežnejší
  - Main
  - SSR (Scalable Sample Rate) – adaptívny pre streamovanie



## MPEG-4

- Rozšírenie MPEG-2, podporuje **objektové kódovanie**
- Otvorený štandard, umožňuje rozšírenia
- **Oddeľuje kódovanie reči a hudby**
- Podporuje široký rozsah dátových tokov
- Kvalita zvuku porovnateľná s originálom už pri 64 kb/s/kanál
- Podporuje:
  - **CELP** – kompresia reči (s oneskorením)
  - Parametrické kódovanie – veľmi nízke bitrasy (napr. 2 kb/s)
  - Syntetické zvuky – nástroje, efekty

## HE-AAC (High Efficiency AAC)

- Vylepšenie AAC pre DAB
- Bitrate: 32 kb/s (polovičný oproti AAC)
- Používa:
  - LPF (low pass filter) – odstráni vyššie frekvencie
  - SBR (Spectral Band Replication) – replikuje vyššie frekvencie na základe nižších

## Štandardizované rečové kodeky

### Účel:

- Kodeky slúžia na **kódovanie a dekódovanie zvukových dát** – najmä reči – a umožňujú efektívnejší prenos a ukladanie.

### Delenie podľa frekvenčného pásma:

- **Narrowband (NB)**: 300 – 3 400 Hz
- **Wideband (WB)**: 50 – 7 000 Hz
- **Super-wideband (SWB)**: 50 – 14 000 Hz

- **Full band (FB):** 20 – 20 000 Hz

#### Hlavné štandardizačné organizácie a ich kodeky:

- **ITU (International Telecommunication Union)**
  - G.711, G.726, G.728, G.729, G.722, G.723.1, G.719, G.711.1
- **ETSI (European Telecommunications Standards Institute)**
  - GSM (2G siete), AMR (3G siete), EVS
- **IETF (Internet Engineering Task Force)**
  - iLBC, SILK (napr. Skype)

#### Poznámky:

- Väčšina starších kodekov funguje v **NB režime** (úzkopásmové).
- Typická **vzorkovacia frekvencia (fs)**: 8 kHz → postačuje pre ľudskú reč.
- **Bitová rýchlosť sa časom znižovala**, kvalita ostala dostatočná.
- **Oneskorenie** závisí od dĺžky rámca (často 20 ms) a typu algoritmu.
- Používané techniky kódovania: **PCM, CELP** a ďalšie.

#### Frekvenčné pásma v praxi

Typ signálu	Rozsah frekvencií	Vzorkovacia frekvencia (fs)
CD audio	20 Hz – 20 kHz (FB)	fs > 40 kHz → zvyčajne 44,1 kHz alebo 48 kHz
FM audio	20 Hz – 15 kHz	fs > 30 kHz → zvyčajne 32 kHz
Super-WB reč	50 Hz – 12 kHz	fs > 24 kHz
WB reč	50 Hz – 7 kHz	fs = 16 kHz
NB reč	300 – 3 400 Hz	fs = 8 kHz

# 16. Všeobecné princípy zdrojového kódovania statických a dynamických obrazových signálov, stratové a bezstratové kódovanie, kompresné štandardy JPEG, JPEG 2000, MJPEG, MPEG, H.26x a ich porovnanie,

## Zdrojové kódovanie

- Je proces, ktorého cieľom je komprimovať digitalizované dátá (obrazové alebo zvukové) odstránením **redundantných (nadbytočných)** a **irelevantných (nepodstatných)** informácií.
- Výsledkom je zníženie veľkosti dátového toku a efektívnejší prenos a ukladanie signálov

## Typy zdrojového kódovania:

- **Bezstratové kódovanie**
  - **Znižovanie redundancie**
  - Dekódované dátá sú identické s pôvodnými dátami.
    - **Priestorová** redundancia – dva blízke body majú podobný (korelovaný) jas
    - **Časová** redundancia – po sebe idúce snímky obsahujú podobné informácie
- **Stratové kódovanie**
  - **Odstraňovanie irelevancie**
  - Dekódované dátá nie sú identické s kódovanými dátami
  - Príkladom irrelevantných info sú *psycho-vizuálne vlastnosti ľudského oka, maskovací efekt ľudského oka (obmedzená schopnosť vnímať detaily), obmedzená citlivosť na detaily v blízkom rozhraní objektov, obmedzené vnímanie detailov rýchle sa meniacich obrazov*
- **Hybridné** – kombinácia oboch

## Kódovanie obrazových signálov

- **Statické signály (obrázky)**
  - používa sa vnútrobloková kompresia - podobné dátá v rámci jednej snímky
- **Dynamické signály (video)**
  - používa sa kombinácia
    - Vnútrobloková kompresia
    - Medzisnímková kompresia – využíva podobnosti medzi snímkami

## Kompresné štandardy

### **JPEG**

- [https://www.youtube.com/watch?v=Kv1Hiv3ox8I&ab\\_channel=BranchEducation](https://www.youtube.com/watch?v=Kv1Hiv3ox8I&ab_channel=BranchEducation)
- **stratový kompresný štandard**, používaný pre kompresiu **statických obrazových dát**, najmä fotografií.
- Využíva transformačné techniky (DCT) na zníženie veľkosti súboru pri zachovaní dostatočnej vizuálnej kvality.

- **Princíp kompresie:**
  - **Prevzorkovanie a farebný model:**
    - Obraz sa konvertuje z RGB do YCbCr (jas + chrominancia), čo lepšie zodpovedá vnímaniu oka.
    - **Prevzorkovanie:** dôraz na jas (Y), menej na farbu (Cb, Cr) – často sa používa schéma 4:2:2 alebo 4:2:0.
  - **Rozdelenie na bloky 8x8:**
    - Každý kanál (Y, Cb, Cr) sa rozdelí na bloky veľkosti 8x8 pixelov.
  - **DCT** (diskrétna kosínusová transformácia):
    - Každý 8x8 blok sa transformuje z obrazovej domény do frekvenčnej domény.
    - Pred transformáciou sa hodnoty posunú z rozsahu 0–255 do -128 až 127, čo znižuje dynamický rozsah.
  - **Kvantovanie:**
    - DCT koeficienty sa delia kvantizačnou maticou a zaokrúhľujú – dochádza tu ku strate informácie (stratová časť).
    - Vyššia kvantizačná hodnota → vyššia kompresia → horšia kvalita.
  - **Entropické kódovanie:**
    - Koeficienty sa usporiadajú pomocou zig-zag metódy
    - Nasleduje Run-Length Encoding (RLE) na opakujúce sa nuly a následne Huffmanovo kódovanie.
- **Výhody**
  - Umožňuje **veľký kompresný pomer** (15:1 až 25:1 bežne, viac podľa potreby)
  - **Nastaviteľná kvalita kompresie** – používateľ si volí kompromis medzi kvalitou a veľkosťou
  - Plná farebná informácia – **24 bitov na pixel**
  - Ideálny pre **fotografie, spojité prechody, skeny**
  - **Široká podpora** – .jpg, .jpeg, .jpe prípony sú podporované vo väčšine softvériov
  - **Rýchle dekódovanie**, vhodné pre web
- **Nevýhody**
  - **Strata kvality** pri opakovom ukladaní
  - Nevhodný pre grafiku s ostrými hranami, texty, čiarové kresby
  - **Nepodporuje priečiadnosť** (na rozdiel od PNG, GIF)
  - **Obmedzená farebná hĺbka** – max. **8 bitov na kanál** (24-bit RGB)
  - Nevhodný pre animácie (nepodporuje ich vôbec)

## **JPEG 2000**

- je **vylepšený grafický formát s podporou stratovej aj bezstratovej kompresie**, navrhnutý ako **nástupca klasického JPEG**.
- Na rozdiel od JPEG, ktorý využíva DCT, JPEG 2000 pracuje s **diskrétnou wavelet transformáciou (DWT)**.
- Vďaka čomu dosahuje **vyššiu kvalitu a menšiu veľkosť súboru**.
- **Princíp kompresie**
  - **Konverzia farieb (ako pri JPEG)**
  - **Delenie na Tiles (dlaždice)**
    - Umožňuje ROI kompresiu – rôzne časti v rôznej kvalite

- **DWT transformácia**
  - Rozkladá celý obraz hierarchicky na podbloky
- **Kvantovanie**
- **Kódovanie**
- **Výhody**
  - **Lepšia kvalita** pri rovnakej alebo menšej veľkosti (cca 20 % úspora)
  - **Bezstratová aj stratová kompresia** v jednom formáte
  - **Menšie artefakty** – žiadne bloky 8x8
  - **Segmentovanie (dlaždice)** – možnosť rôznej kvality v rôznych častiach obrázku (ROI)
  - **Podpora veľmi veľkých obrázkov**
- **Nevýhody**
  - **Vyššia výpočtová náročnosť** a potreba väčšej pamäte
  - Slabšia podpora v starších aplikáciách
  - Niektoré časti sú patentované
  - Kvalita závisí od implementácie

### ***MJPEG***

- je formát kódovania videa, ktorý je najčastejšie používaný v digitálnych kamerách
- Každý snímok je komprimovaný zvlášť podľa štandardu JPEG.
- Je založený na formáte JPEG a používa len vnútro blokové kódovanie.

### ***MPEG***

- **MPEG – 1**
  - Štandard bol vyvinutý na kódovanie video signálov s dostatočnou kvalitou pri bitovom toku 1,5 Mbit/s
  - neprekladané riadkovanie
  - málo používaný - najmä na videokonferencie, alebo ukladanie videí na CD-ROM
- **MPEG – 2**
  - Podpora **prekladaného riadkovania** – vhodné pre klasické TV vysielanie.
  - **Prenosové rýchlosťi:**
    - 2–20 Mbit/s pre SD (štandardné rozlíšenie)
    - Až do 100 Mbit/s pre HDTV
  - Škálovateľnosť kvality pomocou tzv. profilov a úrovni:
    - Profil (Profile): určuje spôsob kódovania, napr. jednoduchý, hlavný, 4:2:2.
    - Úroveň (Level): definuje kvalitatívne parametre ako rozlíšenie, bitová rýchlosť (low, main, high).
  - MPEG-2 je kompatibilný s MPEG-1, teda MPEG-2 dekóder vie prehrať aj MPEG-1 obsah.
- **Kódovanie MPEG - 2:**
  - Snaha o zníženie:
    - **priestorovej redundancie v jednej snímke** – využíva identický postup ako pri JPEGu

- časovej redundancie medzi snímkami – využitie faktu, že sa medzi nasledujúcimi snímkami nachádza veľké množstvo identickej informácie

- Postup kódovania

1. Predspracovanie – RGB -> YUV (YCbCr) – podvzorkovanie
2. Vytvorenie blokov 8x8
3. Transformačné kódovanie
4. Kvantovanie
5. Entropické kódovanie
6. Medzisnímková predikcia

- Predspracovanie

- Konverzia z RGB do YCbCr (jas + farba)
- Podvzorkovanie chrominancie – zníženie rozlíšenia farebných zložiek (napr. 4:2:0)

- Rozdelenie na bloky

- Obraz sa rozdelí na **bloky 8x8 pixelov**
- Z dôvodu výpočtovej efektívnosti a kompatibility s DCT

- Transformačné kódovanie DCT – diskrétna kosínusová transformácia

- Každý blok sa prevedie z časovej oblasti do frekvenčnej (získanie nízkych a vysokých frekvencií)
  - Vieme rozlíšiť čo je pre oko dôležité
- **Nízke frekvencie obsahujú najdôležitejšie vizuálne informácie**
- Optimálny kompromis zo všetkých transformácií, modifikovaná Fourier
- vykoná matematickú transformáciu bloku **8x8 pixelov** z priestoru súradník x, y do frekvenčnej oblasti – zisk spektrálnej matice o rozmeroch **8x8**
- aplikovaná na každý blok v smere zľava doprava, zhora dolu
- vo frekvenčnej oblasti - jednoduché rozlíšenie dôležitých informácií - hlavne nízke frekvencie a menej dôležitých častí - jemné detaily - vyššie frekvencie

- Kvantovanie

- **Kvalita a kompresný pomér** sa riadia pomocou tzv. **kvantizačného kroku** – čím je väčší, tým väčšia kompresia, ale nižšia kvalita obrazu.
- **Každý DCT koeficient** sa delí hodnotou z **kvantizačnej matice** a zaokrúhľuje sa na celé číslo.
- **Každá zo 64 frekvencií** (v  $8 \times 8$  bloku) má **vlastný kvantizačný koeficient**.
- **Väčší kvantizačný koeficient** znamená väčšiu stratu detailov → vyššia kompresia, nižšia kvalita.
- Používajú sa **oddelené kvantizačné tabuľky** pre:
  - **Jasové signály (Y)** – kvantujú sa presnejšie
  - **Farbonosné signály (Cb, Cr)** – kvantujú sa hrubšie, pretože oko je menej citlivé na farbu
- **Koeficienty sa čítajú diagonálne** (tzv. **zig-zag**) – vyššie frekvencie (s menšími hodnotami) sa dostávajú na koniec, čo zlepšuje efektivitu následnej kompresie.

- Entropické kódovanie

- Nasleduje po kvantizácii DCT koeficientov
  - DC koeficient sa kóduje ako rozdiel od predchádzajúceho bloku

- AC koeficienty sa čítajú cik-cak (diagonálne)
- Vzniká dátový tok s množstvom nulových hodnôt
- Použité techniky:
  - **RLE** (Run-Length Encoding) – kóduje počet nul pred nenulovým koeficientom
  - **VLC** (Huffmanovo kódovanie) – častejšie hodnoty majú kratší kód
- Koeficienty sa kódujú ako dvojice:
  - počet nul
  - hodnota koeficientu
- **Ciel: zníženie redundancie bez straty informácie**

## Medzisnímkova predikcia MPEG – 2

- **Ciel: odstrániť časovú redundanciu** – teda opakujúce sa informácie medzi po sebe idúcimi snímkami.
- **Metódy:**
  - **DPCM** (Differential PCM): medzi snímkami sa porovnávajú rozdiely (nie celý obraz).
  - **Predikcia pohybu (motion compensation)**: určuje, ako sa objekty medzi snímkami pohli.
- **Typy snímkov** (tvoria skupinu GoP = Group of Pictures):
  - **I-snímkы (Intra):**
    - kódované nezávisle (vnútrosnímkovo, ako JPEG)
    - najväčšia veľkosť, ale najvyššia kvalita
    - referenčný základ pre ďalšie snímkы
  - **P-snímkы (Predicted):**
    - využívajú predikciu z predchádzajúcej I alebo P snímkы
    - menšia veľkosť (asi 1/3 I snímkы)
    - úspora dát až 50 %
  - **B-snímkы (Bidirectional predicted):**
    - predikované z predchádzajúcej aj nasledujúcej I alebo P snímkы
    - ešte menšia veľkosť (asi 1/6 I snímkы)
    - najväčšia úspora dát – až 80 %
- **Rekonštrukcia:**
  - dekodér pomocou rozdielových informácií a referenčných snímkov obnoví pôvodný obraz.
  - P a B snímkы nemožno dekódovať bez I snímkов.
- **Tvorba P snímkы:**
  - **Základný princíp:** porovnávanie aktuálnej snímkы s predchádzajúcim (I alebo P) a kódovanie len rozdielov.
  - **Makroblok:**
    - Veľkosť: **16×16 pixelov jas (Y) + 2 bloky 8×8 pre farbu (Cb, Cr)**
    - Kódovaný pomocou **vektora pohybu**, ktorý udáva, kam sa posunul podobný blok v predchádzajúcej snímke
  - **Pohybová predikcia:**

- Cieľ: nájsť najpodobnejší makroblok v predchádzajúcej snímke (hľadá sa v okolí  $\pm 16$  px horizontálne a  $\pm 8$  px vertikálne)
  - Presnosť: až na 1/2 pixelu (interpoláciou)
  - Odhad pohybu = motion estimation, kompenzácia = motion compensation
- 4 možné prípady spracovania makrobloku:
  - Dokonale zhodný blok nájdený → prenesie sa len vektor pohybu (rozdiel  $dS_n = 0$ )
  - Žiadny pohyb a žiadny rozdiel →  $dS_n = 0$ ; VP = 0
  - Čiastočný rozdiel → vytvorí sa rozdielový makroblok (reziduum) → ďalej sa transformuje a kvantuje
  - Nenašiel sa vhodný blok → makroblok sa kóduje ako v I-snímke (bez predikcie)
- Prenos dát:
  - Prenáša sa: rozdielový makroblok + vektor pohybu
  - Súčasne sa vytvára referenčný obraz pre ďalšie P alebo B snímky
- Tvorba B snímky
  - Používa sa obojsmerná predikcia – z predchádzajúcej a nasledujúcej snímky (I alebo P).
  - Postup:
    - Pre každý makroblok sa hľadá najpodobnejší blok v oboch smeroch → vznikajú dva vektory pohybu.
    - Predikovaný makroblok sa vytvorí spriemerovaním odpovedajúcich vzoriek z oboch snímok.
    - Tento predikovaný blok sa porovná s aktuálnym
  - Ak sa nepodarí nájsť zhodu:
    - Použije sa jednosmerná predikcia, alebo sa blok zakóduje ako v I-snímke (bez predikcie).
  - Poradie kódovania:
    - Najprv sa zakóduje I-snímka, potom sa uloží jej originál.
    - Nasledujúce B-snímky sa zatiaľ odložia.
    - Potom sa zakóduje P-snímka a uloží sa jej originál.
    - B-snímky sa kódujú dodatočne – až keď sú dostupné I a P (alebo P a P) ako referencie.
- MPEG – 4
  - vyvinutý pre podporu veľmi nízkych bitových rýchlosí do 64 kbit/s
  - jeho cieľom je podpora videa na internete, v mobilných zariadeniach
  - **MPEG-4 Part 2** – staršia verzia, využívaná napr. v **DivX, XviD**
  - **MPEG-4 Part 10** – to je **H.264 / AVC (Advanced Video Coding)**

## H26x

### **H264**

- Princíp totožný ako pri MPEG – 2, len s vylepšeniami
- Všeobecné vylepšenia:

- Vyššia kompresná účinnosť (až  $2 \times$  lepšia ako MPEG-2)
  - Podpora formátu 4:4:4 (nielen 4:2:0, 4:2:2)
  - Až 12 bitov/pixel, nie len 8
  - 11 profilov a 16 úrovní
- **Usporiadanie makroblokov:**
  - FMO (Flexible Macroblock Ordering) – flexibilné zoskupovanie blokov
  - Možnosť rozdelenia na menšie bloky ( $4 \times 4$ ,  $8 \times 8$ ) pre presnejšiu prácu
- **Vnútrosnímková predikcia (Intra):**
  - Viac režimov predikcie ( $4 \times 4$ ,  $8 \times 8$ ,  $16 \times 16$ )
  - Presnejšia predikcia → lepšia kompresia pri statických scénach
  - Možnosť I\_PCM – priame zakódovanie bez predikcie a transformácie
- **Medzisnímková predikcia (Inter):**
  - Variabilná veľkosť blokov (od  $16 \times 16$  až po  $4 \times 4$ )
  - Štvrt-pixelová presnosť pohybu (MPEG-2 mal max.  $1/2$  pixel)
  - Multisnímková predikcia – viac referenčných snímok naraz
  - Váhovaná obojsmerná predikcia pre B-snímky (presnejšie prepínanie scén)
  - P\_skip / B\_skip módy – neodosiela sa ani vektor, ani chyba
  - **Nové typy snímok:**
    - SI (Switching I) a SP (Switching P) – umožňujú prechod medzi tokmi (napr. pri prepínaní kvality)
- **Transformácia a kvantovanie:**
  - $4 \times 4$  celočíselná transformácia namiesto DCT  $8 \times 8$
  - Znižuje výpočtovú náročnosť a zlepšuje vizuálnu kvalitu (menej artefaktov)
  - 52 úrovní kvantizačného parametra (jemnejšie nastavenie kompresie)
  - Kvantovanie cez indexy + deindexovanie
- **Entropické kódovanie:**
  - CAVLC – jednoduchšie, menej náročné
  - CABAC – efektívnejšie (5–15 % úspora), ale náročnejšie na kódovanie
- **Doplnky:**
  - SVC (Scalable Video Coding) – viac rozlíšení/kvalít v jednom strome
  - MVC (Multiview Video Coding) – pre 3D video, stereo (ľavé + pravé oko)

#### **H265 HEVC – hlavné rozdiely oprati H264**

- Makrobloky nahradené **CTU (Coding Tree Unit)** až do veľkosti  $64 \times 64$  (namiesto fixných  $16 \times 16$ )
- **Lepšia kompresia** – o 50 % nižší dátový tok pri rovnakej kvalite
- Variabilné delenie CU až po  $4 \times 4$ , flexibilnejšie rozdelenie na PU a TU
- **Viac módov predikcie** – 35 módov intra-predikcie (H.264: max 9)
- **Presnejšia pohybová kompenzácia** – až na  $1/4$  až  $1/8$  pixel
- Nové režimy: PCM, bezstratový, preskočenie transformácie
- Zavedené **SAO (Sample Adaptive Offset)** a vylepšený deblocking filter
- Podpora **paralelného spracovania**: WPP, Tiles
- Podpora rozlíšení až do **8K**

COMPONENT	MPEG-2	H.264	HEVC/H.265
<b>General</b>	Motion compensated predictive, residual, transformed, entropy coded	Same basics as MPEG-2	Same basics as MPEG-2
<b>Intra prediction</b>	DC Only	Multi-direction, multi-pattern, 9 Intra modes for 4x4, 9 for 8x8, 4 for 16x16	35 modes for intra prediction, 32x32, 16x16, 8x8 and 4x4 prediction size
<b>Coded Image Types</b>	I, B, P	I, B, P, SI, SP	I, P, B
<b>Transform</b>	8x8 DCT	8x8 and 4x4 DCT-like Integer Transform	32x32, 16x16, 8x8 and 4x4 DCT-like Integer Transform
<b>Motion Estimation Blocks</b>	16x16	16x16, 16x8, 8x16, 8x8, 8x4, 4x8, 4x4	64x64 and hierarchical quad-tree partitioning down to 32x32, 16x16, 8x8 Each size can be partitioned once more in up to 8 ways
<b>Entropy Coding</b>	Multiple VLC tables	Context adaptive binary arithmetic coding (CABAC) and context adaptive VLC tables (CAVLC)	Context adaptive binary arithmetic coding (CABAC)
<b>Frame Distance for Prediction</b>	1 past and 1 future reference frame	Up to 16 past and/or future reference frames, including long-term references	Up to 15 past and/or future reference frames, including long-term references
<b>Fractional Motion Estimation</b>	½ pixel bilinear interpolation	½ pixel 6-tap filter, ¼ pixel linear interpolation	¼ pixel 8-tap filter
<b>In-Loop Filter</b>	None	Adaptive deblocking filter	Adaptive deblocking filter and sample adaptive offset filter

### Doplňujúce pojmy

#### Podvzorkovanie

- Používa sa vo farebnom modeli YCbCr.
- Ľudské oko je citlivejšie na jas (Y) ako na farbu (Cb, Cr).
- Znižuje množstvo dát bez viditeľnej straty kvality.
- Stratová kompresia cez priemerovanie susedných pixelov.
- Výrazne znižuje bitový tok pri minimálnom dopade na vnímanú kvalitu
- Využíva sa v JPEG, MPEG-2, H.264.
- **Formáty:**
  - **4:4:4** – bez podvzorkovania, plná kvalita.
  - **4:2:2** – polovičné podvzorkovanie horizontálne, úspora ~33 %.
  - **4:2:0** – polovičné podvzorkovanie horizontálne aj vertikálne, úspora ~50 %.
  - **4:1:1** – 1 chroma vzorka na 4 jasové, úspora ~50 %.

#### Kontajner

- **Kontajner – zapuzdrenie** videa, audia a metadát do jedného súboru.
- Riadi, **ako** sú dátá uložené, **nie** ako sú komprimované.

#### Kodek

- **Kodek – kódér a dekódér** obsahu (napr. H.264, H.265).
- Určuje **ako** sa video/audio **komprimuje a dekomprimuje**.

#### GOP (Group of picture)

- GoP je **sekvencia snímok** medzi dvoma I-snímky.
- Charakterizovaná parametrami:
  - **N** – vzdialenosť medzi dvoma I-snímky (dĺžka GoP)
  - **M** – vzdialenosť medzi dvoma kotviacimi snímkami (I alebo P)
- **Vplyv GoP na kvalitu:**
  - Len I-snímky → horšia kompresia pri nízkych bitových tokoch.

- GoP s P a B snímkami → vyššia kompresia, lepšie využitie bitového toku.
- **Nastavenie GoP:**
  - Dlhý GoP → lepšia kompresia (vhodné pre záznam)
  - Krátky GoP → lepšia odolnosť voči chybám (vhodné pre streamovanie)
  - Odporučanie: pri streamovaní nastaviť dĺžku GoP na polovicu snímkovej frekvencie.

# 17. Modely obrazov a šumov, spracovanie v priestorovej a frekvenčnej oblasti

**Obraz** je vizuálna reprezentácia informácie, pričom nesie **informáciu o priestorových zmenách jasu** jednotlivých kanálov. Existujú 4 typy obrazov:

## 1. Binárne obrazy

- Hodnota každého pixelu je buď 0 alebo 1.
- Používajú sa hlavne ako masky obrazov.



1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## 2. Sivé obrazy

- Hodnota predstavuje **intenzitu jasu pixelu** (od čiernej po bielu).
- Zväčša sa používa **8 bit** (uint8 - 256 hodnôt), ale môže sa aj 16 prípadne 32.



5	154	155	173	188	191	194	191	186	114	119	13
12	152	165	101	109	196	188	146	125	130	147	15
14	150	176	190	196	185	129	122	126	137	145	14
59	170	187	199	175	114	111	118	121	126	126	13
70	183	196	164	92	97	102	102	89	86	88	9
33	196	154	91	81	83	69	67	67	60	55	5
24	151	70	70	63	60	53	52	53	50	50	4
4	72	66	68	52	49	49	49	52	51	44	4

## 3. Indexované obrazy

- Hodnota pixelu predstavuje **index vo farebnnej mape** (colormap).
- Farebná mapa je buď priložená k obrázku, alebo je použitá jedna zo štandardných máp. **Colormapa** obsahuje **RGB farebnú hodnotu** pre každý pixel.
- Môžu sa použiť buď pre zníženie veľkosti, alebo vizualizáciu dát (rôzne mapy nám vedia povedať rôzne informácie o obraze. Napr. či clipuje biela / čierna farba, zvýraznenie šumu a podobne.)

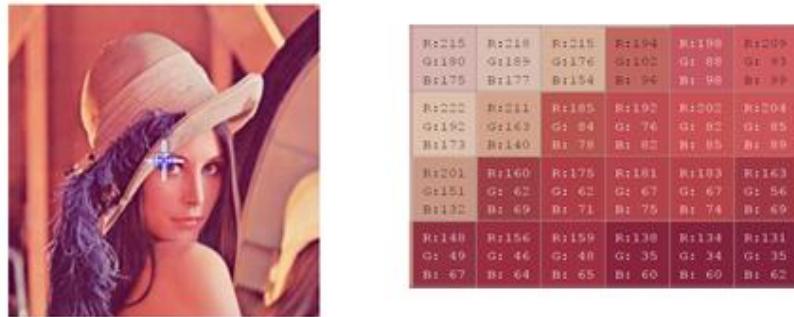


5	154	155	173	188	191	194	191	186	114	119	13
12	152	165	101	109	196	188	146	125	130	147	15
14	150	176	190	196	185	129	122	126	137	145	14
59	170	187	199	175	114	111	118	121	126	126	13
70	183	196	164	92	97	102	102	89	86	88	9
33	196	154	91	81	83	69	67	67	60	55	5
24	151	70	70	63	60	53	52	53	50	50	4
4	72	66	68	52	49	49	49	52	51	44	4

## 4. RGB (Truecolor) obrazy

- Farba každého pixelu je plne definovaná troma hodnotami RGB / RGBA.

- Zväčša sa používa 8bit na kanál (uint8 – 256 hodnôt - od 0 do 255), čiže 24bit pre RGB a 32bit pre RGBA, no pre obrázky s väčším dynamickým rozsahom sa môže použiť 16 prípadne 32 bit na kanál.



**Šum** je náhodné kolísanie dát v obrazu, pričom sa jedná o rušivú nechcenú zložku. Môže vzniknúť pri snímaní (tepelny šum senzora, elektronické rušenie). Je možné ich rozdeliť podľa niekoľkých aspektov:

- Podľa **korelovateľnosti**:
  - Korelovaný šum** – **rovnako** postihuje **všetky kanály** obrazu (RGB).
  - Nekorelovaný šum** – postihuje **každý kanál inak**.
- Podľa **linearity**:
  - Lineárny šum** – postihuje **všetky pixely s rovnakou pravdepodobnosťou**. Pre jeho odstránenie je nutné použiť **lineárny filter**.
  - Nelineárny šum** – postihuje **iba určité pixely**, napr. poškodenie senzora. Je nutné ich odstrániť **nelineárnymi filtromi**.
- Podľa **aplikácie na obraz**:
  - Aditívny šum** – pričítava sa k obrazu (suma).
  - Multiplikatívny šum** – násobí obraz.

Dôležité **šumy** sú:

### 1. Gaussovský šum

- Je **aditívny lineárny šum s gausovským** (normálovým) rozložením hodnôt.
- Vzniká zväčša tepelným šumom snímača.
- Označuje sa aj ako biely šum, je nezávislý pixel od pixelu.
- Je nutné ho odstrániť lineárnym filtrom napr. **wienerov filter**.



### 2. Impulzný šum (salt and pepper)

- Spôsobuje náhodné objavenie sa čiernych a bielych pixelov.
- Je **multiplikatívny nelineárny**, zväčša spôsobený vadným snímačom.

- Je nutné ho odstrániť nelineárnym filtrom napr. **mediánový filter**.



**Spracovanie obrazu** je možné konať v dvoch oblastiach:

### 1. Priestorová oblasť

- Jedná sa o **filtrovanie samotných hodnôt pixelov**. Zvyčajne nespracovávame naraz všetky pixely, ale postupne obrazom **posúvame okno** (napr. 3x3 alebo 5x5 pixelov), a tým spracovávame informácie postupne. Robíme tak nielen kvôli ušetreniu výkonu, ale aj lokálnym príznakom obrazu – zväčša pixely v malej oblasti reprezentujú jeden objekt. Takému spracovávaniu sa hovorí aj filter.
- Existuje niekoľko typov filtrov. Môžu to byť odstraňovače šumu, detektory hrán, segmentátory obrazu a mnohé ďalšie.
- Pri filtrácii sa častokrát používa matematická operácia **konvolúcia**. Jedná sa o **prenásobenie každého pixelu hodnotou v konvolučnej matici** a ich následné sčítanie. Je možné s ňou docieliť efekty od priemerovania a odstraňovania šumu, zaostrovania obrázku, až po hranové detektory. Kedže vypočítava novú hodnotu, ktorá sa nenachádza v pôvodných hodnotách pixelov, jedná sa o **lineárny filter**.
  - i. Príkladom **hranových detektorov** s použitím konvolúcie je **Prewittov** a **Sobelov** operátor

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

Prewittov operátor  
pre x

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Sobelov operátor  
pre x

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

Prewittov operátor  
pre y

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

Sobelov operátor  
pre y

- Príkladom **nelineárneho filtra** je **mediánový filter**. Je nelineárny kvôli tomu, že vyberá už existujúcu hodnotu pixelu – a to konkrétnie strednú hodnotu. Ďalšie nelineárne filtre sú **min filter** a **max filter**.

### 2. Frekvenčná oblasť

- Niekedy je výhodnejšie nepracovať s hodnotami pixelov samotných, ale najprv ich previesť do frekvenčnej oblasti, tam spraviť požadované operácie, a previesť ich späť do priestorovej oblasti.
- Je možné ju použiť nielen na **vyhladenie šumu**, ale aj na **kompresiu obrázku**. Toto je vďaka možnosti odstráneniu vysokých frekvencií – drobných detailov, ktoré ľudské oko nie je schopné zachytiť.
- Pre prevedenie do frekvenčnej oblasti je možné použiť rôzne transformácie. Najpoužívanejšími sú **Fourierova transformácia** (prípadne FFT – Fast Fourier Transform, ktorá je optimalizovaná pre počítače), a **kosínusová transformácia**. Obe nám vrátia amplitúdy jednotlivých frekvencií v obraze. Zväčša sa opäť používa posuvné okno.
- Výsledné frekvencie sú uložené **od nízkych frekvencií v ľavom hornom rohu, po vysoké frekvencie v pravom dolnom rohu**.



- Ak chceme skomprimovať obrázok / odstrániť šum, môžeme **vynulovať vysoké frekvencie**. Čím viac ich vynulujeme, tým viac obrázok skomprimujeme / odstráname šum a detaľy. Tomuto sa hovorí aj **dolnopriispustný filter** (LP filter). Jedná sa o lineárnu filtráciu.
- Ak by sme naopak **odstránili nízke frekvencie** (hornopriepustný, HP filter), dostaneme **detektor hrán**.
- Nakoniec sa obrázok prevedie späť do priestorovej oblasti **inverznými transformáciami** (inverzná fourierova, inverzná kosínusová).

# 18. Predspracovanie a zlepšovanie digitálneho obrazu, číslicová filtrácia, detekcia hrán, segmentácia, morfologické operácie

## PREDSPRACOVANIE A ZLEPŠOVANIE DIGITÁLNEHO OBRAZU

Cieľom predspracovania je **zvýšiť kvalitu obrazu** pred ďalšou analýzou alebo rozpoznávaním. Môže ísť o odstránenie šumu, vyrovnanie jasu, korekciu geometrických chýb alebo zvýraznenie dôležitých črt (napr. hrán).

### Typy predspracovania:

- **jasové transformácie** – transformácia závisí od vlastností pixela samotného
  - **jasové korekcie** - modifikujú jas pixela, berúc do úvahy jeho hodnotu a jeho polohu v obraze
  - **šedotónové transformácie** - menia jasovú úroveň bez ohľadu na pozíciu v obraze (napr. ekvalizácia histogramu - Cieľom vyrovnania histogramu je dosiahnutie rovnomerného zastúpenia všetkých úrovní jasu na obraze)
- **geometrické transformácie**
  - umožňujú eliminovať geometrické deformácie, ktoré sa môžu objaviť pri snímaní obrazu, pozostáva z dvoch krokov:
    - ♣ transformácia pixelových súradníč
    - ♣ jasová interpolácia
  - *Rotácia, mierka, perspektíva, posun*
- **lokálne predspracovanie** – transformácia **závisí od samotného pixela a jeho okolia, používajú malé okolie obrazového bodu** (obyčajne štvorcové) zo vstupného obrazu na vytvorenie novej jasovej hodnoty obrazového bodu vo výstupnom obraze (filtrácia)
  - toto predspracovanie môže sledovať dva ciele: **vyhľadzovanie a ostrenie** (zvýraznenie hrán)
    - ♣ **vyhľadzovanie** – rozostruje hrany, lebo potláča vyššie frekvencie
    - ♣ **detekcia hrán** – potláča nižšie frekvencie, zvýrazňuje aj šum
  - **Mediánové filtrovanie** obrázka pomocou predvoleného okna 3x3 pracuje tak, že každý vstupný pixel obsahuje hodnotu mediánu intenzity z daného okolia. Je vhodná na filtrovanie impulzného šumu.
  - **Wienerov filter** sa prispôsobuje miestnemu rozdielu v obraze. To znamená že ak je rozdiel veľký funkcia vykoná malé vyhladenie a v prípade malého rozdielu, vykoná väčšie vyhladenie. Je vhodná na filtráciu Gaussovho šumu.

## ČÍSLICOVÁ FILTRÁCIA

- Číslicová filtrácia obrazov slúži na **potláčanie nežiadúcich signálov (šumov), odstránenie takých zložiek z číslicového signálu**, ktoré znehodnotili jeho pôvodný obsah pri snímaní, prenose či príjme → rekonštrukcia signálu → vyhladenie šumu a zachovanie detailov a hrán.

- Pri výbere vhodnej filtrácie je dôležité aby sme vyhľadili šum ale zároveň zachovali detaily a hrany.

#### Delenie:

- **Lineárne filtre**
  - používajú **normálne rozdelenie pravdepodobnosti**, výstupom z filtra je nová vypočítaná hodnota.
  - *počítajú vážený priemer hodnôt pixelov (konvolučného jadra)*
  - Je **vhodná pri potláčaní Gaussovského šumu** (Wiener-Hopfov Filter) → spôsobuje **rozmazenie hrán v obrazu** → neúčinná pri impulzovom šume
- **Nelineárne filtre**
  - používajú **rovnomerné rozdelenie pravdepodobnosti**, výstupom z filtra je **niektorá hodnota vstupného pozorovania**
  - Je **účinná pri potláčaní impulzového šumu (salt and pepper)** → zachováva hrany v obrazu (**Mediánový filter**)
- **Adaptívne/neadaptívne filtre**
  - **adaptívne filtre majú schopnosť automaticky korigovať svoje správanie** definované vnútornými parametrami, vzhľadom na zmeny prostredia alebo požiadaviek na vlastnú činnosť (LMS filter - adaptívny)
  - **neadaptívne majú dané koeficienty**
- **Kauzuálne/nekauzuálne filtre**
  - **kauzálné filtre používajú predchádzajúce vzorky zo vstupných alebo výstupných signálov**, zatiaľ čo **nekauzálné filtre používajú budúce vstupné vzorky**. Nekauzálné filtre sa môže zmeniť na kauzálné pridaním oneskorenia.
- **Impulzová odovzda (FIR/IIR)**
  - **FIR filtro** s konečnou impulzovou odozvou používajú iba vstupný signál, zatiaľ čo **IIR filtro** používajú vstupné aj predchádzajúce výstupné vzorky signálu. FIR filtro sú vždy stabilné ale IIR môžu byť aj nestabilné (ich výstup môže divergovať – nemusí sa približovať ku konštantnej hodnote).

#### FIR Filtre

- **Lineárne filtre**
  - **filtre typu dolná priepust** slúžia predovšetkým k odstráneniu vysokých priestorových frekvencií intenzít v obrazu → potlačenie šumu a detailov v obrazu. Používajú sa predovšetkým o odstráneniu zrnitosti.
  - **filtre typu horná priepust** umožňujú zvýrazniť detaily v obrazu, ale zároveň dôjde k zvýrazneniu šumu.
- **Nelineárne filtre**
  - nepočítajú intenzitu upravovaného bodu, ale vyberajú z okolia vhodnú hodnotu, ktorú potom dosadzujú do upravovaného bodu. Oproti lineárnym filtrom majú výhodu, že nepridávajú do obrazu žiadnu novú hodnotu intenzity.
    - ♣ **Filter minimum** - centrálny pixel je nahradený najtmavším pixelom z okolia (najnižšia jasová zložka)
    - ♣ **Filter medián** – vyberá z blízkeho okolia medián (určený pre potlačenie impulzového šumu, nevýhodou je že vyhľadzuje hrany objektov)
    - ♣ **Filter maximum** - centrálny pixel je nahradený najsvetlejším pixelom z okolia (najvyššia jasová zložka)
- **Nízkofrekvenčné filtre**

- potláčajú vysokofrekvenčnú informáciu v obraze. Redukujú odchýlky centrálneho pixelu od svojho okolia a produkujú obraz, ktorý je vyhladený.
- Stupeň vyhladenia je priamoúmerný veľkosti filtračného okna. Tieto filtre majú tendenciu redukovať rozsah výstupných hodnôt (Gaussov filter, Wienerov filter)
- **Vysokofrekvenčné filtre**
  - obecnou funkciou vysokofrekvenčných filtrov je určitým spôsobom zvýšiť rozdiel hodnôt medzi filtrovaným a centrálnym pixelom (Laplaceovské filtre, Sobelov, Prewitov...)

## IIR Filtre

- V adaptívnom spracovaní signálov je hlavne kvôli jednoduchej implementácii veľmi často používaný **LMS algoritmus** (Least Mean Squares). Tento algoritmus je vhodný aj pre FIR tak aj pre IIR filtre. V reálnych aplikáciách sú adaptívne IIR filtre preferované pred adaptívnymi FIR filtrami, pretože podstatne redukujú stupeň návrhového filtra. Avšak vo všeobecnosti môže mať MSE (mean square error) funkcia lokálne minimá, čo môže spôsobiť divergenciu, alebo nebudú konvergovať ku správnemu riešeniu. Sú výpočtové náročné a môžu konvergovať pomaly. Najznámejšie IIR filtre sú založené na LMS algoritme.
- Používajú sa pri potláčaní šumu v obrazoch, pretože využívajú štatistickú koreláciu medzi všetkými susednými obrazovými prvkami (LMS filter, normalizovaný LMS filter, zjednodušený LMS filter, ...)

## DETEKCIA HRÁN

- Metódy patriace do tejto skupiny sú **založené na vyhodnocovaní rozdielu v hodnotách úrovne jasu**, ktoré je možné na obraze pozorovať pri prechode z pozadia na objekt alebo medzi dvoma rôznymi typmi objektov.
- *To znamená, že skúmaním množiny susedných bodov obrazu môžeme nájsť hrany a ich spojením získame hranice oblastí.*
- Hrany medzi oblasťami predstavujú určitú nespojitosť, najčastejšie v hodnote jasu, farby alebo textúry.
- **Hrany sú náhle zmeny jasu alebo farby na obraze**

### Metódy:

- **Metódy založené na 1. derivácií jasovej funkcie**
  - tieto metódy po výpočte prvej derivácie jasovej funkcie (signálu) **vyhľadávajú extrém a predpokladajú, že práve v ňom sa nachádza hrana**.
  - Príkladom je **Sobelov, Robertsov, Prewittov operátor (metódy)**.
- **Metódy založené na 2.derivácií**
  - tieto metódy po výpočte druhej derivácie signálu **hľadajú prechod nulou a predpokladajú hranu na tomto mieste**.
  - Príkladom je **Laplacian**.
- **Metódy založené na parametrizácii hrán**
  - detegujú hrany s vopred známym tvarom.
- **Cannyho metóda**
  - jedna z najpokročilejších metód pre detekciu.
  - Kroky:

- Eliminácia šumu (Gaussovým filtrom)
  - Detekcia hrán (Sobelov operátor)
  - Nájdenie lokálnych maxím v gradientom obraze
  - Eliminácia nevýznamných hrán
- **Gradient:**
  - **smer najväčšej zmeny jasu, kolmo na gradient je hrana**, definuje silu hrany a smer gradientu
- **GLCM:**
  - **popisuje priestorovú závislosť medzi intenzitami pixelov**
  - Pre každý pár pixelov (so zvolenou vzdialenosťou a uhlom) sa zaznamená, ako často sa vyskytujú v kombinácii určitých hodnôt.
  - textúrové príznaky:
    - Kontrast – smerovosť, rozdiely medzi intenzitami
    - Homogenita – podobnosť susedných pixelov
    - Energia – vyjadruje mieru opakovania
    - Korelácia – lineárna závislosť pixelov

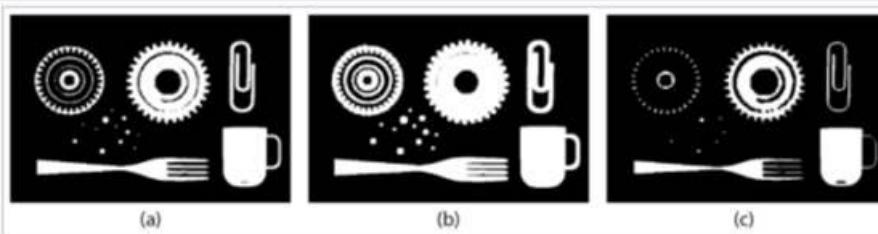
## SEGMENTÁCIA

- Segmentácia je **metóda delenia obrazu na menšie, sémanticky významné časti**, ktoré majú úzku súvislosť s predmetmi alebo oblastami zachytenými v obraze a je ich možné vybrať a oddeliť od pozadia.
- Segmentácia môže byť:
  - **Úplná segmentácia** – vytvorené segmenty priamo súhlasia s objektmi obrazu,
  - **Čiastočná segmentácia** – vytvorené objekty priamo nesúhlasia s objektmi obrazu.
- **Segmentovaný obraz – skupina pixelov tvoriaca vzájomne sa neprekryvajúce oblasti obrazu.**
- Pri segmentácii platí nasledovné:
  - Suma všetkých segmentov zahrňuje každý pixel v obraze
  - Rozdielne segmenty sa nemôžu prekrývať
  - Pixely v danom segmente majú podobné, ak nie rovnaké vlastnosti
  - Pixely v rozdielnych segmentoch majú niekoľko odlišných vlastností



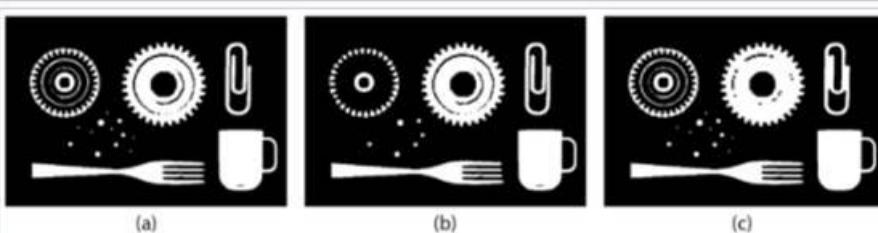
## MORFOLOGICKÉ OPERÁCIE

- Používajú sa na zjednodušenie tvaru, tvorbu kostry, stenčovanie a zhrubšovanie objektov.
- Najčastejšie sa používajú na binárne obrazy, avšak je možné ich použiť aj na sivo-tónových.
- Medzi základné morfológické operácie patrí:
  - **Dilatácia** – rozšíruje objekty o jednu vrstvu na úkor pozadia a spája rozdelené časti objektu. Používa sa na vyplnenie drobných dier a úzkych zálivov.
  - **Erózia** – eliminuje izolované body na pozadí, ubera hrúbku objektov a zložité objekty rozdeľuje.



Použitie morfológických operácií: (a) pôvodný obrázok, (b) dilatácia a (c) erózia.

- **Otvorenie** – rovnako ako uzavretie využíva vzájomnú kombináciu morfológických operácií dilatácie a erózie. Využíva sa tu skutočnosť, že tieto operácie nie sú navzájom inverznými operáciami. Otvorenie je erózia nasledovaná dilatáciou. Táto operácia prerušuje tenké spoje medzi objektami a odstraňuje šum.
- **Uzavretie** – uzavretie je dilatácia nasledovaná eróziou. Spája objekty, ktoré sú blízko u seba, zapĺňa malé diery v objektoch a vyhladzuje ich obrysy.



Použitie morfológických operácií: (a) pôvodný obrázok, (b) otvorenie a (c) uzavretie.

# 19. Extrakcia nízkoúrovňových vizuálnych príznakov (farba, textúra, tvar), miery podobnosti, MPEG-7

## Extrakcia vizuálnych príznakov

- Extraktia príznakov je základom popisu obsahu obrazov.

### Príznaky typu „farba“

- Jedna z najčastejšie používaných prístupov. Nezávislý od rozmerov, natočenia obrazu.
- Pre reprezentáciu farebných príznakov sa najčastejšie používa **histogram**. Štatisticky znamená zjednotenú pravdepodobnosť farebných hladín všetkých farebných kanálov (zvyčajne R,G,B);

$$h_{R,G,B}[r, g, b] = N \cdot Prob\{R = r, G = g, B = b\}$$

- R, G, B sú farebné zložky jednotlivých bodov,
- $N$  je počet bodov obrazu.
- Farebný histogram sa potom vypočíta diskretizáciou farieb v rámci obrazu, a následným spočítaním bodov každej farby. Keďže počet farieb je konečný, je praktické pretransformovať histogram z funkcie troch premenných na funkciu jednej premennej. Ak máme k dispozícii RGB obraz, transformácia je daná vzťahom:

$$m = r + N_r g + N_g b$$

- kde  $N_r$ ,  $N_g$ , a  $N_b$  sú počty zásobníkov farieb pre červenú, modrú a zelenú.  
Dostaneme

### Príznaky typu „tvar“

Vo všeobecnosti, reprezentácie tvarov môžu byť rozdelené na dve skupiny:

- **boundary based** - hľadanie hraníc medzi jednotlivými homogénymi oblastami obrazu, postupným delením väčších častí na menšie
- **region based** - hľadanie hraníc regiónov, pričom postupujeme z vnútra regiónu smerom ku hraniciam regiónov

Dobre použiteľná reprezentácia by mala mať nasledujúce vlastnosti:

1. Robustnosť voči transformáciám - reprezentácia by mala byť invariantná voči posunutiu, rotácii a zmenám mierky, podobne aj definícia štartovacieho bodu postupnosti popisujúcej hranicu oblasti.
2. Robustnosť voči šumu - reprezentácia musí byť odolná voči priestorovej diskretizácii (*spatial discretization*) šumu.
3. Efektívna extrakcia vlastností - vektoru príznakov by mali byť vypočítané efektívne.
4. Efektívne porovnanie príznakov - keďže porovnanie prebieha *on-line*, použitá metrika by mala vyžadovať minimálne výpočtové náklady.

### MPEG-7:

- **multimediálne rozhranie pre popis multimédií**,
- nezávislý na kompresnom štandarde,
- sémantický popis multimediálnych dát,
- **vyhľadávanie multimediálneho obsahu (XML)**
- **Štandard pre popis a vyhľadávanie MM informácie v digitálnych knižničach, MM databázach, a pod.**

- obsahuje komplexnú sadu audiovizuálnych popisných nástrojov, tj. metadáta, ich štruktúru a vzájomné vzťahy.
- Štandard nad kompresnými štandardmi MPEG-1, -2, -4.

Rapídne zvýšenie použitia digitálnych záznamov

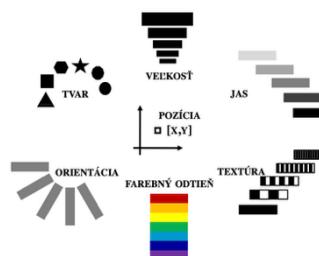
- Rozšírenie verejných vysokokapacitných sietí.
- Lacné možnosti ukladania dát (CD, DVD).
- Digitálny záznam (fotografia/video)

### (RIEŠIA) PROBLÉM INDEXÁCIE A HĽADANIA

- Neexistuje fixná množina slov, ktoré by popísali obsah obrazu.
- Anotácie pomocou kľúčových slov - subjektívne (každý človek môže popísať obraz iným spôsobom).

Vizuálne premenné definujúce objekt obrazu:

1. Pozícia
2. Veľkosť
3. Orientácia
4. Jas
5. Farebný Odtieň
6. Textúra
7. Tvar



### Deskriptory (Descriptors)

- Definujú syntax a sémantiku každého zobrazenia.
- Sú nezávislé na spôsobe kódovania alebo archivácie.

### Obsahujú informácie:

- ktoré možno priamo získať z AV materiálu (video: farba, textúra, tvarové pozície, audio: tónina, rytmus, a pod.).
- ktoré nemožno získať z obsahu (autorské práva, žánrer, autor).

### Nízko-úrovňové deskriptory

- Nižší stupeň abstrakcie – definovanie obsahu popisom farby, textúry, tvaru, veľkosti, štruktúry, pozície a pod. v rámci scény číselne.

### Vysoko-úrovňové deskriptory

- Vyšší stupeň abstrakcie – definovanie obsahu významovým (sémantickým) popisom.

### Deskriptory videa

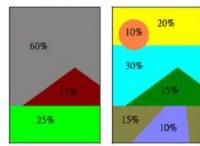
Deskriptory základných štruktúr:

- Deskriptor mriežkovej štruktúry
- Deskriptor časovej oblasti
- Deskriptor viacnásobného záberu
- Deskriptor priestorových 2D súradníč
- Deskriptor časovej interpolácie
- Deskriptor časovej interpolácie

## Deskriptory farby

### Dominant Color Descriptor

- Number of colors – počet dominantných farieb (3 bitov).
- Spatial Coherency – hodnota priestorovej koherencie (5 bitov).
- Percentages – percentuálne zastúpenie dominantných farieb (5 bitov).
- Color variance – rozsah farieb pre každú dominantnú farbu (1 bit).
- Index – indexy dominantných farieb alebo ich truecolor hodnoty (1-12 bitov).

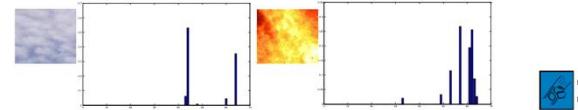
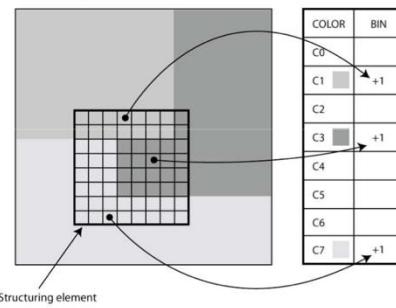


3-8 dominantných farieb

LABORATORY OF  
DIGITAL VIDEO PROCESSING 60

### Color Structure Descriptor

- Histogram 64 farieb ( $2^2 \times 2^2 \times 2^2 = 64$ ).



LABORATORY OF  
DIGITAL VIDEO PROCESSING 61

**Iné Deskriptory farieb:** Color Layout, Scalable Color, Color Temperature, GoFGoP Color, Color Space, Color Quantization, Illumination Invariant Color

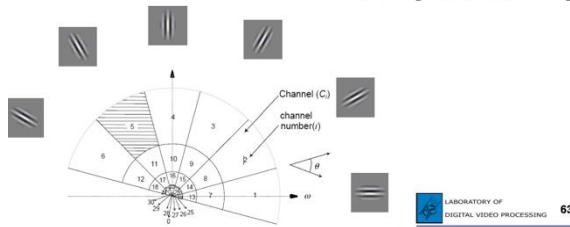
## Deskriptory textúry

- Homogenous Texture
- Texture Browsing
- Edge Histogram
- Štatistické Metódy
  - Hostigram jasu
  - Autokorelačná funkcia
  - GLCM
- Metódy založené na transformáciach
  - Fourierove
  - Gaborove
  - Vlnková transformácia
- Metódy založené na vzoroch
  - Autoregresívny model
  - MSAR

### Homogeneous Texture Descriptor

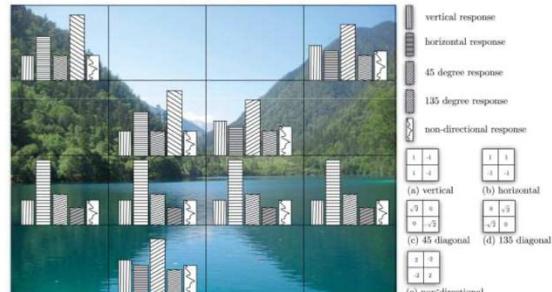
- Priestorovo-frekvenčná analýza textúry - Gaborové Filtre (GF).
- Nelineárne škálovaná a kvantizovaná stredná hodnota energie pre 30 kanálov.

$$g(x, y) = \left( \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \right) \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2} \right) + 2\pi i \omega_0 x \right]$$



### Edge Histogram Descriptor

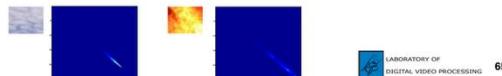
- 4 smerové hrany ( $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ ) + 1 nesmerová



### Gray Level Co-occurrence Matrix

- ▶ 2D histogram výskytu dvojice pixelov pre konkrétnu vzdielenosť a uhol,
  - ▶ Normalizovaná GLCM → extrakcia 14 príz

$$\begin{array}{ccccc}
 & & \left( \begin{array}{ccc} 4 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 0 \\ 1 & 0 & 6 \\ 0 & 0 & 1 \\ 6 & 0 & 2 \\ 0 & 4 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} \right) & & \\
 \begin{array}{cccc} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 3 & 3 \end{array} & \xrightarrow{\quad} & P(i,j,100^\circ) = & \xrightarrow{\quad} & \begin{array}{l} \text{Kontrast}_{i,\rho} = \sum_j (i-j)^2 N_{i,\rho}(i,j) \\ \text{Homogenitaet}_{i,\rho} = \sum_j \frac{N_{i,\rho}(i,j)}{1+j-f} \\ \text{Entropie}_{i,\rho} = -\sum_j N_{i,\rho}(i,j) \log_2 N_{i,\rho}(i,j) \\ \text{Energia}_{i,\rho} = \sum_j N_{i,\rho}^2(i,j) \end{array} \\
 & & \left( \begin{array}{ccc} N_{i,\rho}(i,j) \\ \sum_j N_{i,\rho}(i,j) \end{array} \right) & \xrightarrow{\quad} & 
 \end{array}$$



69  
LABORATORY OF  
DIGITAL VIDEO PROCESSING

## Deskriptory Tvaru

- Region Shape
  - Contour Shape
  - Shape Variation
  - Shape3D
  - Perefctual 3D shape
  - Multiple View

## Deskriptory Pohybu

- Camera Motion
  - Motion Trajectory
  - Parametric Motion
  - Motion Activity
  - Localization  
description tools

## Deskriptory Audia

## **Deskriptory nižšej úrovne**

- Snímanie hodnôt v pravidelných intervaloch a extrakcia príznakov: spektrum, harmónia, farba zvuku, melódia a pod.

## Vyššej úrovne

- Deskriptory hudobných nástrojov
  - Deskriptory rozpoznávania zvuku a deskriptor ticha
  - Deskriptory hovoreného slova
  - Deskriptory žánru
  - atď

## Deskriptory

## **lokálizácie/umiestnenia**

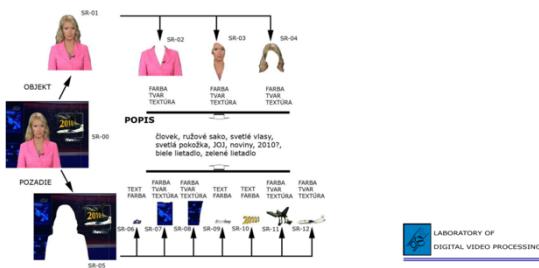
- Region Locator
  - Spatio Temporal Locator

## Deskriptory detekcie tváre

- Face recognition
  - Advanced Face  
recognition

### Description Scheme (Popisná schéma)

- Popisné schéma (DS) - určuje vzťahy medzi svojimi zložkami (pohyb, farba, tvar), čo môžu byť Deskriptory (D) alebo (sub)DS.
  - Existujú štandardizované komplexné popisné nástroje.
  - DS s použitím jazyka XML zjednodušujú vyhľadávanie, indexáciu a filtrovanie AV dát.



## Description Definition Language (Jazyk definície popisu DDL)

- Umožňuje tvorbu nových popisných schém a deskriptorov ako aj rozširoenie a modifikáciu už existujúcich.
  - Základom jazyka definície popisu DDL je schematický jazyk XML.
    - Štruktúrovaná množina pravidiel, podmnožina SGML, umožňujúca definíciu objektov a dát pre zdieľanie v rámci siete internet.
    - XML definuje štruktúru, obsah a sémantiku XML dokumentu.

## 20. Definícia WEB servera a jeho princípov. Princíp klient – server, protokol HTTP, RESTful API

### Web server

- Webový server je softvérový systém (často aj s príslušným hardvérom), ktorý prijíma požiadavky od klientskych aplikácií a odpovedá na ne.
- Zvyčajne komunikuje cez protokoly **HTTP alebo HTTPS**.
- **Klientom môže byť webový prehliadač, mobilná aplikácia, desktopový softvér alebo iný server.**
- Obsah, ktorý server poskytuje, môže byť:
  - **Statický** – dopredu pripravené HTML, CSS alebo obrázky.
  - **Dynamický** – generovaný na základe požiadaviek (napr. dát z databázy).

### Architektúra klient – server

- Táto architektúra rozdeľuje aplikáciu na dve časti:
  - **Serverová časť** – beží na výkonného zariadení (serveri) a spracováva požiadavky klientov, poskytuje dátá a služby.
  - **Klientská časť** – beží na zariadeniach používateľov (napr. prehliadač) a iniciuje požiadavky smerom k serveru.
- V tejto architektúre má server nadradenú úlohu, zatiaľ čo klient je ten, kto žiada služby.
- Na rozdiel od toho **P2P (peer-to-peer)** architektúra nemá centrálny server – každý uzol je klientom aj serverom zároveň.
- Príklad fungovania:
  - **Používateľ otvorí webovú stránku vo svojom prehliadači (klient).**
  - **Prehliadač vyšle HTTP požiadavku na server (napr. GET /index.html).**
  - **Server prijme požiadavku, spracuje ju (napr. vyhľadá HTML súbor alebo získa dátá z databázy).**
  - **Server odošle odpoveď (napr. HTML kód) späť klientovi.**
  - **Klient (prehliadač) zobrazí odpoveď používateľovi ako webovú stránku.**

### HTTP (HyperText transfer protocol)

- HTTP je základný protokol pre komunikáciu medzi klientom a serverom.
- Funguje na princípe **požiadavka-odpoveď (request-response)**.
- **Vlastnosti:**
  - Spojenie je **krátkodobé** a **bezstavové** (stateless) – po odpovedi sa spojenie ukončí.
  - Bežne používa port **80** (HTTP) alebo **443** (HTTPS).
  - Požiadavka aj odpoveď obsahujú **hlavičky (headers)** a **telo (body)**.
- **Bežné HTTP metódy:**
  - GET – získanie dát
  - POST – odoslanie dát (napr. formulár)
  - PUT – úprava existujúcich dát
  - DELETE – vymazanie dát

- ďalšie: HEAD, OPTIONS, CONNECT, TRACE
- **HTTP status kódy (odpovede servera):**
  - 1xx – informačné
  - 2xx – úspech (200 OK)
  - 3xx – presmerovanie
  - 4xx – chyba na strane klienta (404 Not Found, 403 Forbidden)
  - 5xx – chyba na strane servera (500 Internal Server Error)

### **RESTful API (Representational State Transfer)**

- REST je **architektonický vzor definujúci spôsob komunikácie** klienta a webového servera alebo dvoch webových serverov vzájomne pomocou http protokolu.
- **Webový server**, ktorý **implementuje REST API** sa nazýva **RESTful**
- Podstatou RESTu je zjednodušenie a sprehľadnenie operácií podporovaných daným webovým serverom a škálovateľnosť týchto operácií
- **RESTful API** je API, ktoré nasleduje REST pravidlá a používa HTTP metódy na vykonávanie operácií (CRUD):
  - **POST - Create**
  - **GET - Read**
  - **PUT - Update**
  - **DELETE**
- **Zásady REST:**
  - **URL adresy** majú byť zrozumiteľné a štruktúrované (/produkty/123)
  - **Každá požiadavka je samostatná** a musí obsahovať všetky potrebné údaje (napr. token v hlavičke).
  - **Odpovede** sú najčastejšie vo formáte **JSON alebo XML**.
  - Server by nemal uchovávať informáciu o stave spojenia (stateless).

### **Príklady web serverov**

- **Apache** HTTP Server – najrozšírenejší open-source server.
- **IIS** (Internet Information Services) – od Microsoftu.
- **Vlastnosti** moderných serverov:
  - Podpora šifrovania (SSL/TLS)
  - Správa viacerých domén
  - Možnosti konfigurácie prístupov a bezpečnosti

# 21. Skriptovacie a programovacie jazyky využívané pre vytváranie web aplikácií, databázový systém MySQL

## Skriptovacie vs. programovacie jazyky

- V rámci vývoja webových aplikácií sa používajú dva základné typy jazykov – **skriptovacie a programovacie**. Oba typy umožňujú vytvárať logiku aplikácie, ale líšia sa v tom, ako sa kód spracúva a spúšťa.

### **Skriptovacie jazyky**

- Skriptovacie jazyky sú väčšinou **interpretované** – to znamená, že zdrojový kód sa neprekladá vopred, ale **vykonáva sa riadok po riadku priamo počas behu programu**.
- Tento proces zabezpečuje tzv. **interpretér**, čo je špeciálny softvér, ktorý číta a okamžite vykonáva inštrukcie.

#### **Vlastnosti:**

- **Dynamické typovanie** – nie je nutné vopred určovať typy premenných.
- **Rýchly vývoj a jednoduchšie ladenie** – vhodné pre menšie projekty alebo prototypy.
- **Viacplatformovosť** – často fungujú na rôznych operačných systémoch bez úprav.

#### **Príklady skriptovacích jazykov:**

- **JavaScript** – interaktivita na webstránkach (napr. tlačidlá, animácie).
- **PHP** – generovanie dynamického obsahu na serveri.
- **Python** – automatizácia, webové frameworky (Flask, Django).

#### **Výhody:**

- Nie je potrebná komplikácia, čo zrýchluje vývoj.
- Jednoduchá syntax – vhodné pre začiatočníkov.
- Veľká komunita a množstvo knižníčiek.

#### **Nevýhody:**

- **Nižší výkon** než komplikované jazyky.
- **Zdrojový kód je viditeľný** (napr. JavaScript v prehliadači).
- **Chyby sa prejavujú až počas behu aplikácie**.

### **Programovacie jazyky**

- Programovacie jazyky sú typicky **kompilované** – zdrojový kód sa najskôr pomocou **kompilátora** preloží do strojového jazyka (binárna podoba), ktorý je následne spustený ako samostatný program.
- Výsledkom je **výkonnejší a optimalizovaný** kód, ktorý nevyžaduje interpretáciu počas behu.

#### **Vlastnosti:**

- **Statické typovanie** – premenné majú pevne určený typ.
- **Vyšší výkon a efektivita**, vhodné pre náročné a rozsiahle aplikácie.
- Väčšia kontrola nad pamäťou, typmi a výkonom.

#### **Príklady programovacích jazykov:**

- **C/C++** – vývoj operačných systémov, hier a ovládačov.
- **Java** – multiplatformové podnikové aplikácie, Android vývoj.

- **C#** – aplikácie pre Windows a web (cez ASP.NET).

#### Výhody:

- Výsledný kód je rýchly a bezpečný (užívateľ nevidí zdrojový kód).
- Lepšie využitie zdrojov počítača.
- Vhodné pre veľké tímy a komplexné projekty.

#### Nevýhody:

- Nutnosť komplikácie – každá zmena vyžaduje nové preloženie kódu.
- Zložitejšia syntax – náročnejšie pre začiatočníkov.
- Vývoj môže byť pomalší a menej flexibilný.

### **Webové aplikácie a architektúra**

Moderné webové aplikácie sú typicky rozdelené na **tri vrstvy**:

- **Front-end** (klientská strana): HTML, CSS, JavaScript
- **Back-end** (serverová logika): PHP, Python, Node.js, C#
- **Databázová vrstva**: MySQL, MongoDB

Pre správne rozdelenie zodpovednosti v aplikácii sa používa **MVC architektúra (Model-View-Controller)**:

- **Model** – pracuje s dátami (napr. databáza)
- **View** – prezentácia pre používateľa (HTML, React)
- **Controller** – riadi logiku a sprostredkúva komunikáciu medzi modelom a view

#### Príklady stackov:

- **PHP + MySQL** (klasický webový vývoj)
- **MERN stack**: MongoDB, Express.js, React.js, Node.js – všetko v JavaScripte

### **Frontend – HTML, CSS, JavaScript**

- **HTML (HyperText Markup Language)** definuje štruktúru webovej stránky.
- **CSS (Cascading Style Sheets)** – definuje vzhľad prvkov, štýly, rozloženie.
- **JavaScript** – zabezpečuje dynamické správanie webu, validáciu formulárov, interaktivitu.

#### Frameworky a knižnice:

- **React.js, Vue.js, Angular** – pre komponentový vývoj.
- **Bootstrap, Tailwind CSS** – pre responzívne rozhranie.

### **Backend – Serverová logika a API**

Na strane servera sa používajú rôzne jazyky a frameworky:

- **PHP** – jednoduchý a rozšírený jazyk pre dynamické weby (napr. WordPress, Laravel)
- **Python** – frameworky Django, Flask
- **Node.js** – JavaScript na serverovej strane, výhodný pri použití v MERN stacku
- **C# a ASP.NET** – vhodné pre výkonné aplikácie v ekosystéme Microsoft

**API (Application Programming Interface)** je rozhranie medzi frontendom a backendom, ktoré umožňuje výmenu dát. Využívajú sa hlavne **REST API** so štandardnými HTTP metódami (GET, POST, PUT, DELETE).

### ***Databázový systém MySQL***

**MySQL** je **relačný databázový systém** s otvoreným kódom. Umožňuje uchovávať a spravovať **štruktúrované dátá v tabuľkách**.

Základné pojmy:

- **SQL (Structured Query Language)** – jazyk na prácu s databázami.
- **CRUD operácie:**
  - **POST - Create**
  - **GET - Read**
  - **PUT - Update**
  - **DELETE - Delete**

**Dátové vzťahy** medzi tabuľkami:

- **1:1** – jeden záznam v A zodpovedá jednému záznamu v B
- **1:N** – jeden záznam v A môže mať viacero záznamov v B
- **M:N** – cez pomocnú tabuľku prepájame viacero záznamov medzi dvoma tabuľkami (napr. študenti a predmety)

**Nástroje:**

- **phpMyAdmin** – webové rozhranie pre MySQL
- **MySQL Workbench** – desktopová aplikácia na návrh a správu databáz

## 22. Spoločné princípy a rozdiely DVB-T, -S, -C, generácie DVB, parametre prenosu a ochrana proti chybám v DVB, tabuľky PSI/SI

- **V digitálnom TV signáli sú obrazové a zvukové signály pred digitálou kompresiou diskretizované do binárnych kódov.** Digitálny TV signál je potom skladaný z troch základných komponentov: **obrazový komponent** (v ktorom sa používa kompresný algoritmus ako MPEG-2 alebo MPEG-4), **zvukový komponent** (ktorý sa môže skladovať v rôznych formátoch, ako napr. Dolby Digital alebo MP3) a **metadata komponent** (ktorý obsahuje informácie o TV programoch a iných údajoch).
- je telekomunikačný systém na vysielanie a príjem televízneho vysielania prostredníctvom digitálneho signálu, na rozdiel od klasického analógového.
- **DTV používa digitálnu moduláciu dát (QAM, ASK)**, ktoré sú digitálne komprimované diaľku slúži TV prenosový reťazec.
- **Jeho úlohou je preniesť obrazový TV signál (video-signál) na veľkú vzdialenosť bez skreslenia.**
- **K tomu je potrebné aby jeden obraz – snímok sme rozložili na riadky, ktoré sa skladajú z bodov.**
- Ak snímky premietame opakovacou rýchlosťou 25fps, potom vďaka nedokonalosti oka (zotrváčnosť) sa nám zdá, že premietanie snímok je plynulé.
- Tento princíp bol prevzatý z filmovej techniky.
- Video signál v takejto forme nie je prenášateľný, teda musíme ho doplniť o synchronizačné impulzy (SI), ktoré určujú štart/stop riadku a štart/stop snímku.
- **DVB (Digital Video Broadcasting)**
  - **Terestriálne** (terrestrial) (pozemný): DVB-T, DVB-T2, DVB-MDS (MVDS).
    - ♣ **Prijímač prijíma info od vysielača, radio.vlny, naj. Skreslenia a straty**
  - **Satelitné** (satellite): DVB-S, DVB-S2, DVB-DSNG, DVB-SH.
    - ♣ **Skylink, ...náladenie prijímača na satelit**
  - **Káblové** (cable): DVB-C, DVB-C2, DVB-CS (SMATV).
    - ♣ **Zapojenie na priamo, optika, najmenej stratové, naj. Signál.**
  - **Hybridné** (hybridné): DVB-H, DVB-SH, DVB-IPTV.
- **Káblová televízia**
  - na sledovanie digitálnej TV je potrebný prijímač s demodulátorom DVB-C (ktorý mení digitálny signál na analógový) alebo digitálny televízor.
- **Pozemné vysielanie**
  - signál k divákovi dostane prostredníctvom siete vysielačov a na konci reťazca je televízor s demodulátorom DVB-T.
- **Satelitné digitálne vysielanie** – je potrebná

- o Parabolická anténa,
- o vonkajšia jednotka (frekvenčný konvertor) ,
- o vnútorná jednotka (set-top-box).

Signál nakoniec putuje do televízneho prijímača vybaveného príslušným tunerom.

### **DVB-C (Cable)**

- **Frekvenčné pásma:** 50 MHz – 1 GHz
- **Modulácia:** QAM (Quadrature Amplitude Modulation) – používa 16-QAM, 32-QAM, 64-QAM, 128-QAM a 256-QAM
- **Prenosová rýchlosť:** Až do 55 Mbit/s (pri 8 MHz šírke pásma a 256-QAM)
- **Výhody:** Vysoká kapacita, stabilita signálu, nízke rušenie, kvalitný obraz
- **Straty:** Minimálne v porovnaní s terestriálnym a satelitným vysielačom, vďaka chránenému káblovému prenosu

### **DVB-S (Satellite)**

- **Frekvenčné pásma:** 950 – 2150 MHz
- **Modulácia:** QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), 8PSK (Eight Phase Shift Keying), 16APSK (Amplitude and Phase Shift Keying)
- **Prenosová rýchlosť:** Až do 70 Mbit/s (pri použití DVB-S2 a 8PSK)
- **Výhody:** Široké geografické pokrytie, možnosť vysielať do odľahlých oblastí, vysoká kapacita prenosového kanála, stabilný bez ohľadu na pozemnú infraštruktúru
- **Straty:** Vyššie v porovnaní s káblom a terestriálnym vysielačom, najmä v prípade zlého počasia (dážď, sneh), dôležité je správne nastavenie prijímača (paraboly)

### **DVB-T (Terrestrial)**

- **Frekvenčné pásma:** VHF (174 MHz - 230 MHz), UHF (470 MHz - 862 MHz)
- **Modulácia:** COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) – používa QPSK, 16-QAM, 64-QAM
- **Prenosová rýchlosť:** Až do 31.67 Mbit/s (pri 8 MHz šírke pásma a 64-QAM)
- **Výhody:** Bez potreby káblového pripojenia alebo satelitu, jednoduchá inštalácia antén
- **Straty:** Vyššie rušenie a straty signálu kvôli prekážkam a vzdialenosťi od vysielača, časté straty môžu byť spôsobené počasím

### **Porovnanie**

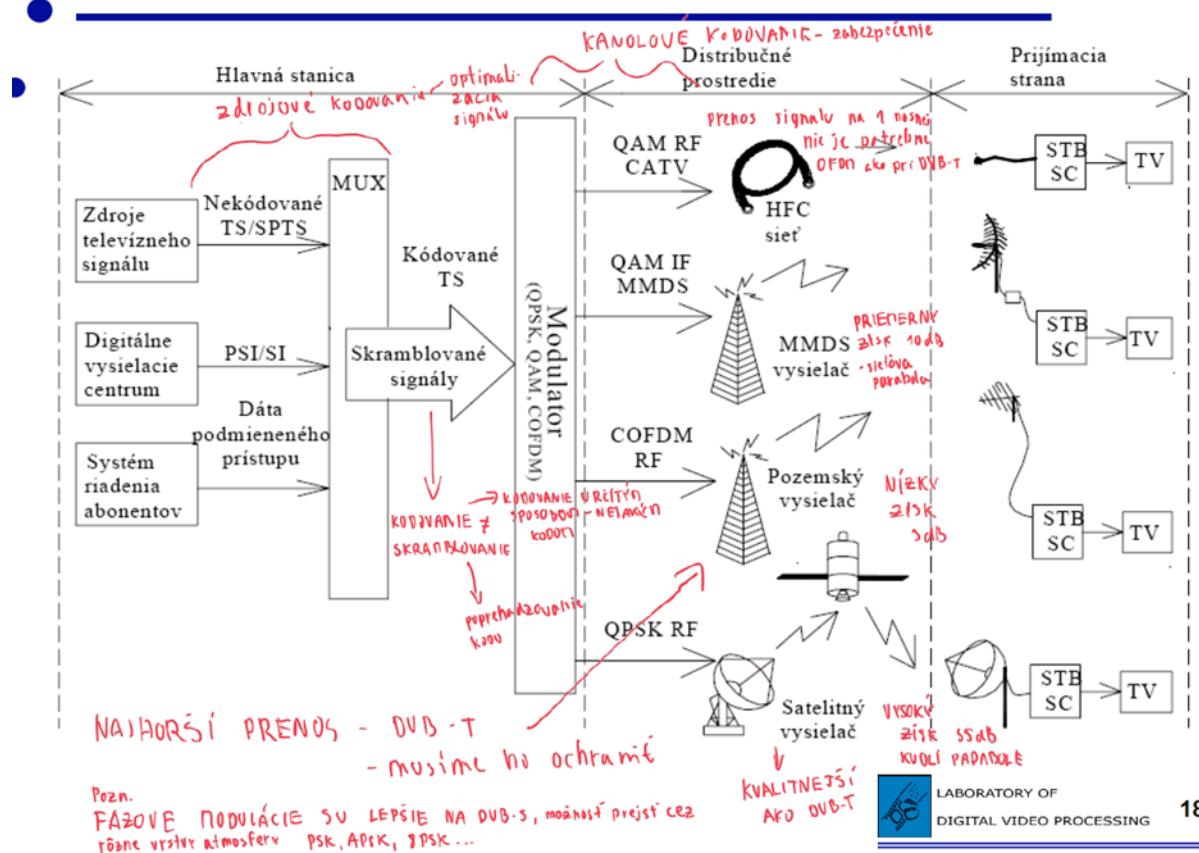
- DVB-C je najlepší z hľadiska stability signálu a najnižších strát, vďaka chránenému káblovému prenosu.
- DVB-S poskytuje najširšie pokrytie, čo je ideálne pre vzdialenosť a ľahko dostupné oblasti, ale môže byť náchylný na rušenie počas zlého počasia.
- DVB-T je najvhodnejší pre bezdrôtové prijímanie v mestských a prímestských oblastiach, ale je citlivý na rušenie a straty signálu.

Parameter	DVB-T	DVB-C	DVB-S
Prenosové médium	Vzduch (terestriálne vysielanie)	Kábel	Satelit
Frekvenčné pásmo	VHF, UHF	50 MHz - 1 GHz	Ku pásmo (12-18 GHz), C pásmo (4-8 GHz)
Pokrytie	Veľké oblasti, mestá, vidiek	Mestské oblasti	Veľké a vzdialené oblasti
Použitie	Free-to-air a platené služby	Platené služby, internet	Free-to-air a platené služby
Výhody	Široké pokrytie, nízke náklady	Stabilná kvalita, vysoká kapacita	Široké pokrytie, vysoká kvalita
Nevýhody	Kvalita signálu ovplyvnená podmienkami	Vyššie náklady, obmedzené pokrytie	Vyššie náklady, citlosť na počasie

### Spoločné princípy

- Princípy zdrojového kódovania –obraz/zvuk v štandarde MPEG-2(1.gen) pre SDTV (DVB-T, -S, -C) a MPEG-4(2.gen) pre HDTV (DVB-T2, -S2, -C2).
- Transportný tok dát (Transport Stream) a multiplexovanie zdrojových dát.
- Systém služobných informácií SI (Service Information) o práve vysielanom programe.
- Princípy kanálového kódovania –
  - FEC1 (Forward Error Correction) –vonkajší ochranný kód, –blokový Reed-Solomonov kód,
  - FEC2 –vnútorný ochranný kód (iba pre DVB-T, -S) –konvolučný kód s prekladaním (Interleaving) pre odstránenie zhľukov prenosových chyb.
- Princíp kryptovania dát -jednotný interface pre podmienený prístup (ConditionalAccess).
- Scramblование dát pomocou pseudonáhodnej postupnosti –vyrovnanie výkonového spektra signálu

# DVB – ZDROJE DIGITÁLNEHO SIGNÁLU



## Ochrana proti chybám:

### Dopredná korekcia chýb (FEC – Forward Error Correction)

Zahŕňa Reed-Solomon kódovanie + konvolučné alebo LDPC kódy:

- **Reed–Solomon (RS) – Vonkajšia ochrana**
  - Bloková korekcia, opravuje burst (skupinové) chyby
  - Používa sa v základnom MPEG TS.
  - K informačným symbolom (bytom) m sa pridávajú opravné (zabezpečovacie) symboly
- **Konvolučné kódovanie (DVB-T, DVB-S) – Vnútorná ochrana**
  - Ochrana pred nezávislými chybami,
  - Opravné bity sa nepridávajú,
  - Používa sa s Viterbiho dekóderom, vhodné pre staršie systémy.
- **LDPC (Low-Density Parity Check)**
  - Moderné a veľmi efektívne (DVB-S2, DVB-T2), vyššia účinnosť.
- **BCH (Bose–Chaudhuri–Hocquenghem)**
  - Dopĺňa LDPC, používa sa v DVB-S2 a DVB-T2 ako vonkajší kód.

## Interleaving

Rozkladá dátá v čase/frekvencii, aby sa burst chyby rozložili → jednoduchšie opraviteľné.

- **Time interleaving** – premiešava dátá v čase
- **Frequency interleaving** – premiešava dátá medzi subnosnými (v OFDM)

## Tabuľky SI/PSI

- Sú súčasťou každého DVB prenosu
- Obsahujú **metadáta**, ktoré popisujú **štruktúru a obsah prenášaných televíznych a rozhlasových služieb**
- Bez takýchto tabuľiek by Set-Top box, TV či iný prijímač nevedel aké programy má dostupné, ako ich nájsť, dekódovať a podobne

## Tabuľka PSI

- Sú zadefinované v MPEG-2 a sú štandardom Multiplexu
- **Identifikácia paketov jedného programu v prijímači**
- **PCR** (Program Clock Reference) –extrakcia z adaptačného poľa (min. 1x za 0.1s)  
–synchronizácia 27MHz generátora STC (System Time Clock) –synchrónne dokódovanie.
  - **PCR je nadadený všetkým iným synchronizáciám** –vysielanie priamo v transportnom toku.
- **PAT (Program Association Table)**
  - Mapuje čísla programov na PID jednotlivých PMT tabuľiek
  - Každý multiplex má jednu PAT, vždy na PID = 0 (čím menšie PID tým dôležitejšia je tabuľka)
  - Je to **povinná tabuľka**
- **PMT (Program Map Table)**
  - Popisuje, z ktorých PID sa skladajú jednotlivé streamy (video, audio, titulky atď.) konkrétneho programu
  - zoznam PID čísel pre identifikáciu čiastkových PES (obraz, zvuk, privátne dátá)
  - Je to **povinná tabuľka**
- **CAT (Conditional Access Table)**
  - Obsahuje údaje o kódovaní (ak je služba šifrovaná)
  - definuje typ použitého skramblovania+zoznam PID čísel pre programy s podmieneným prístupom

## Tabuľka SI

- Definované v špecifikáciách DVB
- Rozširujú PSI o **užívateľsky relevantné údaje**, ako sú názvy programov, čas vysielania a popisy
- **NIT (Network Information Table)**
  - Popisuje parametre fyzickej siete, moduláciu, frekvencie
  - obsahuje fyzické informácie o sieti, ktorá je tvorená viac ako jedným RF kanálom a teda aj viac ako jedným transportným tokom (napr. frekvencie

alebo čísla RF kanálov použitých v sieti a prijímač ich môže využiť pre svoju konfiguráciu).

- **SDT (Service Description Table)**
  - Názvy programov, ich poskytovatelia, dostupnosť, jazyk atď.
- **EIT (Event Information Table)**
  - Elektronický programový sprievodca (EPG) – informácie o aktuálnych a budúcich reláciách.
- **TDT (Time and Date Table) a TOT (Time Offset Table)**
  - Poskytujú aktuálny čas a časové zóny.
- **BAT (Bouquet Association Table)**
  - Používa sa najmä v platených službách, definuje skupiny programov (balíčky).

### V skratke teda načo sú tabuľky PSI/SI:

- Umožňujú TV prijímaču:
  - Nájsť všetky dostupné služby
  - Správne dekódovať audio/video streamy
  - Zobraziť názvy, časy a opisy relácií (EPG)
  - Zabezpečujú fungovanie platených služieb (pomocou CAT, ECM, EMM)
  - Synchronizujú čas pre časovače nahrávania a plánovanie
  - **Načo potrebujme systémové tabuľky ? – hovoria o tom čo sa na fyzickej vrstve vysiela**
  - **Každá tabuľka je ako malý program, ktorý slúži na vykonávanie rutiny napr. Set-top-boxe**

### PRE INFO: DVB – T , navrhnutie siete

#### COFDM

- Rozdeľuje signál do veľkého počtu nosných frekvencií, ktoré sú ortogonálne – menšia interferencia – ovplyvňovanie
- 2k, 4k, 8k – označujú počet nosných, vyšší počet nosných znamená lepšia odolnosť voči viaccestnému šíreniu signálu a je vhodnejší pre mestské oblasti s vysokou hustotou budov. Nižší počet (napr. 2k) je efektívnejší v oblastiach s menšou hustotou budov.

#### Modulácia

- **QPSK** (Quadrature Phase Shift Keying): Vhodná pre oblasti s vysokou úrovňou rušenia, pretože poskytuje robustný signál, ale má nižšiu dátovú prieplustnosť.
- **16QAM** (Quadrature Amplitude Modulation): Vyhľadený kompromis medzi odolnosťou proti rušeniu a dátovou prieplustnosťou.
- **64QAM**: Poskytuje najvyššiu dátovú prieplustnosť, ale je menej odolná voči rušeniu. Vhodná pre oblasti s dobrou kvalitou signálu.

VARIANTY DVB-T – III.									
Nehierarchický prenos			Požadované C/N pre BER=2.10 <sup>-4</sup> za Viterbiho dekóderom				Čistá bitová rýchlosť (Mbit/s)		
Variantu systému	Modulácia	Kód. pomer	Gaussov kanál	Riceov kanál	Rayleighov kanál	D/T <sub>0</sub> = 1/4	D/T <sub>0</sub> = 1/8	D/T <sub>0</sub> = 1/16	D/T <sub>0</sub> = 1/32
A1	QPSK	1/2	3.1	3.6	5.4	4.98	5.53	5.85	6.03
A2	QPSK	2/3	4.9	5.7	8.4	6.64	7.37	7.81	8.04
A3	QPSK	3/4	5.9	6.8	10.7	7.46	8.29	8.78	9.05
A5	QPSK	5/6	6.9	8.0	13.1	8.29	9.22	9.76	10.05
A7	QPSK	7/8	7.7	8.7	16.3	8.71	9.68	10.25	10.56
B1	16-QAM	1/2	8.8	9.6	11.2	9.95	11.06	11.71	12.06
B2	16-QAM	2/3	11.1	11.6	14.2	13.27	14.75	15.61	16.09
B3	16-QAM	3/4	12.5	13.0	16.7	14.93	16.59	17.56	18.10
B5	16-QAM	5/6	13.5	14.4	19.3	16.59	18.43	19.52	20.11
B7	16-QAM	7/8	13.9	15.0	22.8	17.42	19.35	20.49	21.11
C1	64-QAM	1/2	14.4	14.7	16.0	14.93	16.59	17.56	18.10
C2	64-QAM	2/3	16.5	17.1	19.3	19.91	22.12	23.42	24.13
C3	64-QAM	3/4	18.0	18.6	21.7	22.39	24.88	26.35	27.14
C5	64-QAM	5/6	19.3	20.0	25.3	24.88	27.65	29.27	30.16
C7	64-QAM	7/8	20.1	21.0	27.9	26.13	29.03	30.74	31.67

Napr. Norsko - QPSK, 1/2, 1/4  
Paríž - 64 QAM, 1/3, 2/3

ZÁVISÍ DO POCASIA, OD ROZLOHY, HUSTOTY

### **Kódový pomer konvolučného kódu FEC (Forward Error Correction)**

- FEC je technika používaná na opravu chýb v dátovom prenose. Kódový pomer určuje, koľko dát je skutočných a koľko je pridaných pre korekciu chýb.
- **1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8:** Vyšší kódový pomer znamená viac dátovej prieplustnosti, ale menšiu schopnosť korekcie chýb. Napríklad, 1/2 znamená, že polovica prenášaných dát je určená na korekciu chýb, zatiaľ čo 7/8 znamená, že iba malá časť dát je určená na korekciu chýb.

### **Ochranný interval – D/Tu**

- Ochranný interval je obdobie, počas ktorého prijímač môže prijímať viaccestné signály bez spôsobenia chyby. Je to dôležité pre mobilné prijímače alebo v oblastiach s odrazmi signálu:
- **1/4, 1/8, 1/16, 1/32:** Nižšie hodnoty ochranného intervalu zvyšujú dátovú prieplustnosť, ale znižujú odolnosť voči odrazom a viaccestnému šíreniu signálu. Vyššie hodnoty poskytujú lepšiu odolnosť voči týmto efektom, ale znižujú prieplustnosť.

### **Bitová rýchlosť – 4.98÷31.67Mbit/s**

- Bitová rýchlosť určuje množstvo dát, ktoré je možné preniesť za sekundu. V závislosti od použitej modulácie, kódového pomeru a ochranného intervalu sa môže bitová rýchlosť v DVB-T pohybovať od 4.98 do 31.67 Mbit/s.

### **Použitie v rôznych oblastiach**

#### **Odlahlé oblasti:**

- Preferuje sa nižšia bitová rýchlosť a robustnejšia modulácia (napr. QPSK) s vyšším kódovým pomerom a ochranným intervalom (napr. 1/4) kvôli vysšej odolnosti voči rušeniu a odrazom signálu.

#### **Mestské oblasti:**

- Vyššia bitová rýchlosť a modulácia s vyššou prieplustnosťou (napr. 64QAM) s nižším ochranným intervalom (napr. 1/32) je výhodná, pretože poskytuje viac kanálov a lepšiu kvalitu obrazu a zvuku.

## 23. Štruktúra COFDM v DVB-T, MFN vs. SFN, podmienený prístup

**Problém:** Viaccestné šírenie - signál nepríde len jednou cestou. Môže

- Prísť priamo
- Odraziť sa od budovy
- Prísť zo susedného vysielača

Každý z týchto signálov príde v inom čase(oneskorenie) a s inou silou(amplitúda), to spôsobuje rušenie.

**ISI (Inter Symbol Interference) -**

- Keď sa signály prekrývajú, môžu sa "slová" v signáli pomiešať – to je tzv. ISI (inter-symbolová interferencia).
- Predstav si to ako keď niekto hovorí dve vety naraz – nerozumieš im.
- ISI potlačíme zmenou hodnoty symbolu zvýšením širky / trvania symbolu

**Riešenie: OFDM / COFDM (Kódované Ortogonálne Frekvenčne Delené Multiplexovanie)**

- Namiesto jedného veľkého signálu sa použije veľa malých signálov naraz, každý na inej frekvencii – to je OFDM.
- Keď k tomu pridáme ešte **ochranné kódy**, aby sa chyby opravili, vznikne **COFDM (Coded OFDM)**.

**Usporiadanie COFDM:**

- **Rámc** (zákl. Jednotka signálu) - trvá určitý čas (TF), pozostáva zo 68 symbolov (číslované od 0-67)
- **Symbol** - dátový blok rámca, tvorí ho 1705 / 6817 "nosných" frekvencií (v závislosti od módu - 2k alebo 8k)
- **Super Rámc** - 4 rámce (4x68 symbolov)
- **Mega Rámc**
  - Obsahuje špeciálne **synchronizačné info**, ktoré pomáha vysielačom v jednej sieti (SFN) fungovať naraz.
  - Obsahuje špeciálny balík MIP (Mega Frame Initialisation Packet), ktorý má identifikátor PID=0x15.

$$T_s = T_u + \Delta$$

$T_u$  – trvanie užitočnej časti symbolu (kde sú dátá)

$\Delta$  (delta) - ochranný interval, kt. pomáha vyrovnať oneskorenie signálu (napr. odrazy)

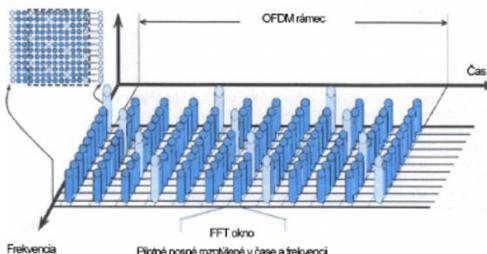
**Každý symbol má:**

- Dáta, ktoré tvoria televízny signál.
- Referencie – špeciálne „pomocné“ bunky na správne dekódovanie.

**Typy „pomocných“ buniek v signále:**

- **Rozptýlené pilotné bunky (scattered pilots):**
  - Nachádzajú sa na rôznych miestach v každom symbolе.
  - Pomáhajú **merať kvalitu kanálu a napravovať chyby**.
- **Spojité pilotné bunky (continual pilots):**

- Majú **pevné miesto** v spektri.
- Slúžia na **automatické dolaďovanie frekvencie (AFC)**.
- **TPS nosné (Transmission Parameter Signalling):**
  - Tiež sú na **pevnom mieste**.
  - Prenášajú info o tom, ako je signál **modulovaný**, aký mód sa používa, aký je ochranný interval, atď.



	2k	8k
Data carriers	1705	6817
Scattered pilots	142	568
Continual pilots	45	177
TPS pilots	17	68

Mode	8K mode				2K mode			
	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Guard interval $\Delta / T_U$	$8\ 192 \times T$ 896 $\mu s$ (see note)							
Duration of symbol part $T_U$	$2\ 048 \times T$ 224 $\mu s$	$1\ 024 \times T$ 112 $\mu s$	$512 \times T$ 56 $\mu s$	$256 \times T$ 28 $\mu s$	$512 \times T$ 56 $\mu s$	$256 \times T$ 28 $\mu s$	$128 \times T$ 14 $\mu s$	$64 \times T$ 7 $\mu s$
Duration of guard interval $\Delta$	$10\ 240 \times T$ 1 120 $\mu s$	$9\ 216 \times T$ 908 $\mu s$	$8\ 704 \times T$ 952 $\mu s$	$8\ 448 \times T$ 924 $\mu s$	$2\ 560 \times T$ 280 $\mu s$	$2\ 304 \times T$ 252 $\mu s$	$2\ 176 \times T$ 238 $\mu s$	$2\ 112 \times T$ 231 $\mu s$
Symbol duration $T_S = \Delta + T_U$								
NOTE: Values for 8 MHz channels. Values for 6 MHz and 7 MHz channels are given in tables E.3 and E.4.								

## Ochranný Interval

- Ochranný interval je **krátky čas medzi dvomi OFDM symbolmi**, ktorý pomáha prijímaču vyrovnať sa s rušením spôsobeným tým, že signál prichádza z viacerých smerov (napríklad odrazy od budov, kopcov atď.).
- Bez ochranného intervalu by tieto odrazy spôsobovali **chyby pri dekódovaní** signálu, pretože by sa „miešali“ symboly dokopy.

### Typy prostredia podľa šírenia signálu:

1. **AWGN (Additive White Gaussian Noise)** – signál prichádza **len jednou priamou cestou**. Ideálne podmienky.
2. **Rician Fading Channel** – signál má **jednu hlavnú priamu cestu a niekoľko odrazených**. Typické pre otvorené priestranstvá s niekoľkými prekážkami.
3. **Rayleigh Fading** – **žiadna priama cesta**, signál prichádza **iba cez odrazy**. Typické pre husto zastavané oblasti (mesto).
- Počas ochranného intervalu prijímač „čistí“ signál – **nečíta nové dátá**, len čaká, kým sa ukončí prílev odrazených signálov z predchádzajúceho symbolu.

## SFN – Single Frequency Network

Jednofrekvenčná sieť – viac vysielačov vysielala na tej istej frekvencii súčasne.

### Výhody:

- **Úspora frekvencií** – všetky vysielače používajú rovnakú frekvenciu.
- **Efektívne pokrytie** – veľké oblasti pokryté rovnakým signálom.
- **Odolnosť voči výpadkom** – ak je dobrá synchronizácia, signál z viacerých vysielačov sa „spolupracuje“.

### Nevýhody:

- Vyžaduje presnú synchronizáciu (často cez GPS).
- Jeden zle nastavený vysielač môže rušiť celú siet.
- Komplexnejšia infraštruktúra – náročnejšia technická realizácia.

Príklad: SFN je ako orchester – spolupracujú všetky vysielače v sieti spoločne na jednej frekvencii, no keď nefunguje jeden vysielač nevysielajú ani ostatné

### **MFN – Multiple Frequency Network**

Viacfrekvenčná sieť – každý vysielač má inú frekvenciu.

#### **Výhody:**

- Menej problémov so synchronizáciou.
- Jednoduchšia implementácia.

#### **Nevýhody:**

- Vyžaduje viac frekvenčných pásiem, čo je drahšie.
- Nižšia efektivita využitia spektra.

Parameter	SFN (jedna frekvencia)	MFN (viac frekvencií)
Frekvenčné využitie	Rovnaká frekvencia pre všetkých	Každý iná frekvencia
Efektivita spektra	Vysoká	Nízka
Synchronizácia	Zložitá, musí byť presná	Jednoduchšia
Komplexnosť	Vyššia	Nižšia
Riziko rušenia	Vyššie, ak nie je synchronizované	Nižšie
Náklady na spektrum	Nižšie	Vyššie
Využitie	Veľké územia, mestá	Kopcovité, izolované oblasti

### **Podmienený Prístup (CA – Conditional Access)**

Zabezpečiť, aby k platenému TV obsahu mali prístup len platiaci (oprávnení) používateľia – teda aby nebolo možné jednoducho „chytia“ signál a pozerať bez zaplatenia.

- Nemusí byť vždy štandardizovaný.

- **Podporuje viacero kryptovacích systémov:** Viaccess, Irdeto, Cryptoworks, Nagravision, SECA Mediaguard, Logiways, KeyFly, Verimatrix, Conax atď.

#### Zariadenia a komponenty systému:

##### **CI – Common Interface (Spoločné rozhranie)**

- **Univerzálne rozhranie pre pripojenie rôznych CAM modulov do STB (Set top box) alebo DTV (Digital Television).**

Vlastnosť	STB (Set-Top Box)	DTV (Digital Television)
Zariadenie	Externé	Zabudované v TV
Potreba STB	Áno	Nie (ak má tuner a CI slot)
CI / CAM modul	Vkladá sa do STB	Vkladá sa do TV (ak má CI slot)
Flexibilita	Vyššia – častejšie sa mení/modifikuje	Nižšia – závisí od výbavy TV

- Slúži ako štandardizovaný CI/CI+ slot.
- Výhoda: Umožňuje výmenu modulov bez výmeny prijímača.

##### **CAM – Conditional Access Module**

- **Modul vkladaný do CI slotu.**
- Obsahuje dekódovací systém.
- Dekóduje šifrovaný signál a overuje prístupové práva používateľa.
- Každý CAM je špecifický pre konkrétny CA systém alebo operátora.

Vlastnosť	CI (Common Interface)	CAM (Conditional Access Module)
Účel	Pripojenie CAM modulu	Dekódovanie a overenie prístupu
Kompatibilita	Univerzálny slot	Špecifický pre poskytovateľa/systém
Flexibilita	Modulárna výmena	Jeden CAM pre jeden systém
Použitie	Viac modulov do jedného prijímača	Konkrétny CAM pre konkrétny dekódovaný obsah
Pripojenie	Slot na prijímači	Samotný modul do CI slotu

#### **Zhrnutie**

- *CI a CAM spolupracujú na tom, aby zabezpečili, že len oprávnení užívateľia môžu sledovať šifrovaný televízny obsah. CI poskytuje univerzálné rozhranie na pripojenie rôznych CAM modulov, zatiaľ čo CAM vykonáva dekódovanie signálu a*

overuje prístupové práva. Tým sa zabezpečuje efektívne riadenie prístupu k platenému obsahu a ochrana proti neoprávnenému príjmu.

## Scrambling a šifrovanie

- Zakóduje (šifruje) vysielaný obsah pomocou CW (Control Word).
- CW sa pravidelne mení (každých pár sekúnd), aby sa zabránilo nelegálnemu prístupu.
- Generuje ho enkrypčný systém, následne ho posiela do CA systému.
- CA vytvára tzv. oprávňujúce správy (entitlement messages) pre STB, ktoré ho oprávňujú dekryptovať obsah multiplexu a sú jeho súčasťou.
  - **ECM – Entitlement Control Message**
    - Obsahuje údaje na **generovanie CW**.
    - CW dekóduje obsah v STB.
  - **EMM – Entitlement Management Message**
    - Oprávňuje CA systém použiť CW pre daného užívateľa alebo skupinu kariet.
    - Slúži aj na správu predplatného, PIN kódov, licenčných nastavení atď.

## Bezpečnosť a ochrana systému

- CW a oprávňujúce správy sú dynamické – menia sa často a automaticky.
- Prístup je riadený cez dátový tok, v ktorom sú vložené oprávňujúce správy (ECM/EMM).
- Systémy používajú:
- Dynamické kľúče (namiesto statických)
- Skupiny kariet – umožňuje diferencovaný prístup viacerým predplatiteľom.
- Refreš karty – požiadavka na obnovenie profilu používateľa.
- SW záplaty (patch) – možnosť aktualizácie softvéru cez vysielanie.

## 24. Vlastnosti kriviek a plôch, typy a ich modelovanie, svetlo, tieň, osvetľovacie modely, typy textúr a ich mapovanie na 3D objekty, postupy 3D modelovania

### Krivka

- neuzávreté spojenie 3 a viac bodov v jednej rovine alebo priestore ale nie línii
- dynamickejšie ako priamky – krivka sama o sebe asociouje pohyb
- Definovateľné – geometrické krivky opísateľné matematickým aparátom
  - krivky trigonometrických funkcií (sin, cos, ...), neuzávreté kužeľosečky (parabola, hyperbola), reťazovka, špirála a pod.
  - ich vnímanie je prirodzenejšie a ľahšie pretože sú pravidelnejšie – vyjadrujú poriadok, usporiadanosť, racionálnosť, strohosť a stereotyp
- Nedefinovateľné – rukou kreslená krivka
  - zložitejšie pochopenie tvaru - nepravidelné a rozmanitejšie tvary

### Poznáme:

- **Bezierove krivky** – definované kontrolnými bodmi; používané v grafike a animácii.
- **B-spline a NURBS** – hladšie, flexibilnejšie krivky vhodné na modelovanie komplexných tvarov.

### Plocha

- uzavreté spojenie 3 a viac bodov v jednej rovine alebo priestore s povrchom
- najčastejšie je plocha chápaná ako povrch predmetov
  - 2D plocha – textúra povrchu (tlačená textília)
  - 3D plocha – reliéfna textúra (povrch dreva)
- zvýraznenie kontrastu plochy - farebné odlišenie od pozadia.
- vnímanie tvarov/plôch:
  - nepravidelný trojuholník – nepokoj, nestálosť.
  - štvorec – pokoj, pasivita.
  - kruh – vyrovnanosť, rovnováha (značky tovarov a firiem)
- častejšie použitie pravidelných mnohouholníkov
- vertikálna úsečka sa javí dlhšia ako horizontálna - pomalší vertikálny pohyb očí ako horizontálny

Môžu byť definované ako sústava kriviek (napr. NURBS plochy).

- **Parametrické plochy** – opisujú body pomocou parametrov (u,v).
- **Polygonálne plochy** – tvorená sieťou trojuholníkov alebo štvoruholníkov.

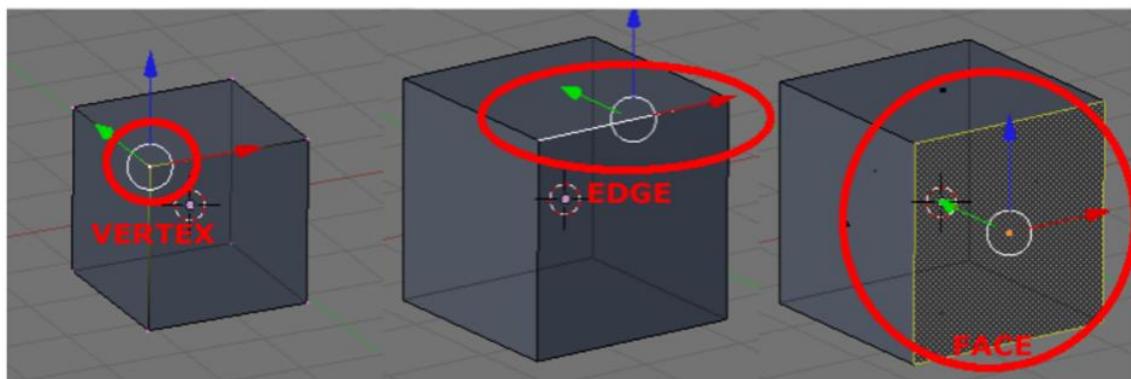
**Fázy pri tvorbe 3D grafiky** - väčšinou každý 3D projekt prechádza 4 základnými krokmi, od začiatku až po konečný výsledok:

- modelovanie
- osvetlenie
- materiály
- render

**Modelovanie** je základ celej tvorby. 3D modelovanie je proces vytvárania matematického trojdimenzionálneho objektu pomocou špecializovaného softvéru.

Každý objekt možno rozdeliť do viacerých editačných vrstiev, podľa toho, ako potrebujeme objekt upravovať.

- Vertex (vrchol)
- Edge (hrana)
- Face (plocha, polygón)



Ak chceme upravovať objekt, pracujeme s jeho bodmi, hranami a plochami. **Každý celok sa skladá z polygónov, hranice polygónu sa skladajú z hrán, ktoré spájajú 2 vertexy, čo je najnižšia jednotka v modelovaní.**

**Svetelný zdroj** - je charakteristický tým, že emituje svetelné žiarenie.

**Bodový zdroj** - svetlo sa z neho šíri rovnomerne a s rovnakou intenzitou do všetkých smerov.

**Zdroj rovnobežného svetla** - môže byť chápáný ako bodový zdroj ležiaci v nekonečne, alebo ako nekonečne veľký rovinný zdroj ležiaci v konečnej vzdialosti. Pre tento zdroj svetla je charakteristické, že lúče z neho emitované sú rovnobežné.

**Plošný zdroj** - tento typ svetla sa najviac podobá reálnym zdrojom, akými je napríklad žiarivka, alebo okno, ktorým prechádza denné svetlo.

**Reflektor** - alebo smerovo závislý zdroj svetla, ktorý je určený polohou a orientáciou, t.j. smerom, ktorým žiari. Jeho svetelná intenzita je maximálna v smere, ktorým žiari, a kolmo k tomuto smeru klesá exponenciálne.

**Obloha** - je najkomplikovanejší zdroj svetla - je popísaná ako zdroj rovnobežného svetla v tvare pologule s nekonečným polomerom.

Základné typy svetiel v osvetľovacích modeloch (filmové/3D osvetlenie):

### 1. Key Light (hlavné svetlo)

- **Najsilnejšie a najdôležitejšie svetlo** v scéne.
- Určuje **smer, intenzitu a charakter tieňov**.
- Zvyčajne sa umiestňuje mierne zboku a nad objektom.
- Vytvára kontrast – bez neho by scéna bola plochá.

**Modeluje tvar objektu, dáva mu objem.**

### 2. Fill Light (doplňujúce svetlo)

- Slabšie svetlo, ktoré zmierňuje tieňe vytvorené key lightom.
- Umiestnené oproti key lightu, často bližšie k fotoaparátu alebo kamere.
- Neodstraňuje tieňe úplne, len ich zosvetľuje.

**Zjemňuje kontrast, pomáha odhalíť detaily v tieňoch.**

### 3. Back Light (proti/svetlo zozadu, rim light)

- Svetlo **za objektom**, svieti proti kamere.
- **Nevyjasňuje tvár objektu**, ale vytvára **svetelný lem** okolo okrajov.
- Pomáha **oddeliť objekt od pozadia**.

**Pridáva hĺbku a dramaticosť.**

**Typy svetiel v 3D (technické):**

### 1. Spotlight (bodové svetlo)

- Vyžaruje svetlo **v kuželi** (ako reflektor).
- Má **uhol a dosah** – iba osvetlí to, čo je v „lúči“.
- Používa sa napríklad na nasvietenie konkrétneho objektu alebo herca na scéne.

**Vlastnosti:** Uhol rozptylu, Ostrosť okrajov , Intenzita

### 2. Area Light (plošné svetlo)

- Svetlo **vychádza z určitej plochy** (napr. štvorca alebo obdĺžnika).
- Produkuje **mäkké, realistické tieňe** – podobné svetlu z okna alebo veľkej lampy.
- Používa sa pre realistické osvetlenie vo vizualizáciách.

**Vlastnosti:** Rozmer (šírka/výška), Intenzita, Farba

**Tieňovanie** - (shading) je určenie výslednej farby povrchu zobrazovaného osvetleného objektu. 3 Typy:

**Konštantné tieňovanie** (flat shading)

**Gouraudovo tieňovanie**

**Phongovo tieňovanie** toto tieňovanie je najrealistickejšie, ale výpočtovo najnáročnejšie.

**Tiene** - okrem svetelných zdrojov musíme v 3D grafike uvažovať aj s tieňmi:

**Tvrde tieňe** - lineárne ostré, kontrastné, výrazné tieňe ...

**Mäkké tieňe** - rozľahané, jemnejšie, rozplývavé až miznúce, s jemnými okrajmi... krvácanie farieb - objekty čiastočne odrážajú osvetlenie ktoré príjmu a tento odraz vidno na povrchu objektov okolo.

**spektakularita** - lesk na objekte pri jeho priamom osvetlení.

Po modelovaní a osvetlení scény je potrebné nastaviť objektom ich materiál, **ktorý ovplyvňujú odraz svetla a určuje farebnosť**. Okrem materiálov sa na objekty pridávajú ešte **2D obrázky textúry, čiže povrhy rôznych materiálov** (drevo, koža...), kvôli realistickosti.

**Typy textúr:**

- **Farba (diffuse/albedo)** – základný vzhľad povrchu.
- **Normálová mapa (normal map)** – simuluje detaily bez skutočnej geometrie.
- **Specular/roughness** – ovplyvňuje lesk povrchu.
- **Displacement** – skutočne mení geometriu objektu.

**Mapovanie textúr:**

- **UV mapping** – 3D povrch sa rozloží do 2D priestoru, kam sa aplikuje textúra.
- **Procedurálne textúry** – generované matematicky, nie ako bitmapy .

**3D modelovanie:**

- Bod po bode
- Modelovanie zo základných tvarov
- Modelovanie z kriviek
- Sculpting

**Alternatívne vytváranie 3D modelu:**

- 3D skenovanie
- Fotogrammetria
- 3D rekonštrukcia

# 25. Počítačová animácia, typy animácií (frame by frame, inverzná kinematika), princípy a vlastnosti

**Počítačová animácia – animácia je rýchle zobrazovanie sekvencie spolu súvisiacich obrazov za účelom vytvorenia pohybu.**

Typy animácií:

## 1. Frame-by-frame (ručne po snímkach)

- Každý snímok sa **animuje zvlášť**.
- Vhodné pre **klasickú 2D animáciu** alebo špeciálne efekty.
- **Veľmi prácone**, ale umožňuje **vysokú kontrolu nad detailmi**.

Použitie: tradičná animácia, 2D sprite animácie v hrách.

## 2. Klúčová snímka (keyframe animation)

- Animátor nastaví **hlavné (klúčové) pozície** objektu v čase.
- Počítač vypočíta medzisnímky (**interpoláciu**).
- Veľmi bežné v 3D animácii.

Príklad: Poloha ruky v čase 0s a 2s – softvér spočíta plynulý pohyb medzi tým a vytvorí plynulý pohyb.

## 3. Inverzná kinematika (IK – Inverse Kinematics)

- Používa sa pri animácii kostier (skeletov).
- Namiesto animácie jednotlivých kŕbov, **animátor určí cieľ** (napr. kam má ísť ruka).
- Softvér automaticky dopočíta pohyby ostatných častí (rameno, lakteť...).

Veľmi užitočné pre postavy a realistické pohyby.

## 4. FK – Dopredná kinematika/Priama kinematika (FK - Forward Kinematics)

- **animátor ručne ovláda každý kŕb** alebo článok kostry, začínajúc od základnej (napr. ramena) a smerom k zakončeniu (napr. ruke).
- Každý pohyb je **relatívny k nadradenému** objektu (Napr. ak otočíš ramenom, predlaktie a ruka sa pohnú spolu s ním, pretože sú k nemu „pripojené“.).
- Vhodné pre **animáciu rotačných pohybov**, ako je napr. mávanie rukou, točenie hlavou, kývanie chvostom.
- **Presná kontrola** nad každým kŕbom – animátor rozhoduje o všetkom.

### Rozdiel medzi IK a FK (klik na video)-

Chceš, aby ruka urobila vlnivý pohyb – s **FK** musíš manuálne otáčať rameno, lakteť a zápästie v každom snímku.

Pri **IK** len nastavíš koncovú pozíciu ruky a softvér dopočíta, ako sa majú ohnúť kŕby.

## 5. Procedurálna animácia

- Pohyb sa **generuje automaticky na základe algoritmov**.
- Napr. vlnenie trávy vo vetre, chôdza podľa fyziky.

Často sa používa v hrách, kde sa všetko nemôže animovať ručne.

#### **6. Motion capture (mocap)**

- **Zaznamenávanie skutočných pohybov** človeka pomocou senzorov.
- Pohyby sa prenášajú na 3D postavu vytvorenú v počítači.
- Vysoko realistické animácie, používa sa vo filmoch a AAA hrách(napr. Cut scény).

## 26. Typy virtuálnych realít, typy 3D formátov, ich vlastnosti a využitie

Druhy virtuálnych realít:

### Non-immersive VR (desktop)

- Používateľ ostáva pri bežnom monitore/TV interakcia prebieha myšou, klávesnicou či gamepadom
- školské simulácie, CAD prehliadače, serious games

### Semi-immersive VR

- Projekcia na steny alebo do sférickej kopuly vytvára panoramatický pohľad
- tréning pilotov, vizualizácia architektonických modelov

### Full-immersive VR

- Okuliare pre VR s priestorovým obrazom a senzormi pohybu, doplnené ovládačmi
- Oculus, Meta Quest a iné
- herný priemysel, expozície múzeí, chirurgický nácvik, trenažéry

### Rozšírená realita – AR

- Digitálna vrstva je navrstvená na reálny obraz (smartfón, okuliare) – tj. človek vidí reálny svet, ktorý je doplnený o digitálne prvky
- návody vo výrobe, herný priemysel, vzdelávanie

### Zmiešaná realita – MR

- Virtuálne objekty sú pripútané k prostrediu a reagujú naň – napríklad lietajúce okná aplikácií
- Moderné headsets ako Meta Quest 3 prepínajú medzi VR a passthrough MR v reálnom čase, číže sú určené nielen pre pravý VR zážitok, ale aj MR

### Najpoužívanejšie 3D formáty:

Formát	Podpora textúr/ materiálov	Animácie	Použitie
<b>OBJ</b>	materiály (MTL)	nie	jednoduché modely, 3D tlač
<b>STL</b>	bez textúr	nie	rapid prototyping, CAM
<b>FBX</b>	komplexné PBR	áno (skelet, blend-shape)	hry, filmová animácia
<b>glTF / GLB</b>	PBR + kompresia	áno	web-AR/VR, mobilné aplikácie
<b>DAE (COLLADA)</b>	áno	základné	výmena medzi DCC softvérmami
<b>VRML / X3D</b>	áno	obmedzene	interaktívne 3D pre web
<b>PLY / LAS</b>	RGB bodov	nie	lidarové point-cloudy, GIS

## **OBJ**

- Sú textové a ľahko čitateľné, čo umožňuje ich jednoduchú úpravu v textových editoroch
- Farby a textúry nie sú priamo uložené v OBJ súbore, ale v sprievodnom súbore s príponou .mtl (Material Template Library), ktorý definuje materiály a ich vlastnosti
- Podporuje rôzne typy geometrie vrátane polygónov, kriviek a voľných plôch
- Podporovaný v mnohých 3D modelovacích a grafických programoch (Maya, Blender, 3ds Max...)

## **STL**

- Obsahuje iba povrchovú geometriu objektu tvorenú trojuholníkmi
- Najčastejšie využívaný pre 3D tlač
- Neobsahuje informácie o farbe, textúre, materiáli ani iných atribútoch modelu
- Dve verzie: **binárna** (kompaktnejší a efektívnejší na ukladanie a prenos) a **ASCII** (čitateľný textový formát, vhodný na jednoduché úpravy, ale s väčšou veľkosťou súboru)
- Podporovaný väčšinou CAD softvérov a 3D tlačiarní

## **FBX**

- Ukladá 3D geometriu, textúry, materiály, osvetlenie, kamery, animácie, kostry (bones), skinning, blendshapes a ďalšie
- Podporovaný v mnohých 3D softvéroch - Autodesk Maya, 3ds Max, Blender, Unity, Unreal Engine...
- Využívaný predovšetkým vo videohernom priemysle a na tvorbu filmových animácií

## **PLY**

- Ukladanie 3D objektov ako zoznamov vrcholov a plôch, často generovaných 3D skenermi
- Umožňuje ukladanie rôznych vlastností ako sú farby, normály, textúrové súradnice, priehľadnosť a ďalšie
- 3D skenovanie objektov skenerom, virtualizácia reálnych objektov

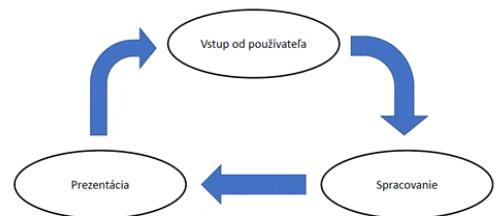
## **VRML**

- Umožňuje definovať 3D objekty, ich vlastnosti (farba, textúra, priehľadnosť) a ich umiestnenie v priestore
- Podporuje interaktívne prvky ako senzory, ktoré reagujú na akcie používateľa (napr. kliknutie, pohyb)
- Možnosť definovať animácie objektov pomocou interpolátorov a časovačov
- Podpora skriptovania pomocou Java alebo JavaScriptu
- Interaktívne 3D aplikácie a webaplikácie

## 27. Základné časti hry: hlavný cyklus, spracovanie vstupov, hierarchia objektov a logika hry, grafická pipeline, súbory (assets)

### Hlavný herný cyklus (game loop) – Základná herná mechanika

- Každá hra je **riadená tzv. hlavným cyklom**, ktorý sa **opakuje počas celej doby hrania**.
- **Tento cyklus zabezpečuje:**
  - **získanie vstupov** od používateľa,
  - **aktualizáciu stavu hry** podľa vstupov a pravidiel (hernej logiky),
  - **vykreslenie nového vizuálneho stavu** na obrazovku.
- Ide o **základný princíp**, bez ktorého by nebolo možné dynamicky reagovať na **hráčovu činnosť**.
- Typicky prebieha veľmi rýchlo – **desiatky až stovky cyklov za sekundu**.



### Spracovanie vstupov

- **Hra komunikuje s hráčom prostredníctvom rôznych vstupných zariadení:**
  - klávesnica, myš, ovládač, volant, VR zariadenia.
- Vo **vývojovom prostredí** sa **vstupy mapujú** – napr. klávesa A sa nastaví ako „ľavý pohyb“.
- **Vďaka tomu vieme neskôr programovo reagovať na konkrétny vstup.**

### Hierarchia objektov

- **Objekty** v hre sú **usporiadané do stromovej štruktúry**.
- Táto hierarchia **zjednoduší správu zložených prvkov**. Napríklad:
  - Hra obsahuje **scény**,
  - scény obsahujú **objekty** (napr. budovy),
  - objekty môžu obsahovať **časti** (napr. steny, okná),
  - každá časť môže mať pripojené **skripty** (logiku alebo interaktivitu).
- **Príklad:** Ak chceme pripojiť obraz na stenu v dome, obraz zaradíme ako **podobjekt** steny, ktorá je súčasťou domu.

### Logika hry

- Herná logika **definuje, ako sa správa herný svet**.
- Zahrňa:
  - pravidlá hry (napr. získavanie bodov),
  - skripty pre spracovanie interakcií,
  - umelú inteligenciu,
  - herné mechanizmy (boj, pohyb, hádanky).
- V **Unity** (a iných enginoch) sa používa napríklad:
  - **Start()** – vykoná sa pri načítaní objektu,
  - **Update()** – vykonáva sa v každom cykle (závisí od výkonu),

- **FixedUpdate()** – vykonáva sa pravidelne (napr. pre fyziku),
- **OnMouseOver()** – pri prejdení myšou nad objektom.

### Grafická pipeline

- **Zabezpečuje vykreslovanie scény na obrazovku.** Grafická pipeline zahŕňa:
  - spracovanie materiálov a svetiel,
  - renderovanie tieňov, odrazov, priehľadnosti,
  - postprocessing (napr. rozmazanie, farebné efekty).
- V Unity sú používané:
  - **URP (Universal Render Pipeline)** – flexibilná a výkonná pipeline pre väčšinu hier,
  - **HDRP (High Definition Render Pipeline)** – náročnejšia, ale vizuálne kvalitnejšia verzia, vhodná pre AAA projekty.

### Assets (herné súbory)

- Assets **predstavujú všetky súbory, ktoré tvoria obsah hry:**
  - textúry, obrázky, videá,
  - 3D modely, animácie,
  - zvuky a hudba,
  - materiály a svetelné efekty.
- Tieto prvky sa importujú do enginu a sú priradené jednotlivým objektom alebo scénam podľa potreby. *Dobrá organizácia assetov je klúčová pre prehľadný vývoj.*

## 28. Interakcie, kolízie objektov (kruh-kruh, štvorec-bod), spracovanie udalostí, fyzika pomocou RigidBody

### Interakcie v Unity

- Interakcia predstavuje akýkoľvek spôsob, akým hráč alebo skript reaguje s hernými objektmi.
- *Môže ísť napríklad o kliknutie na objekt myšou, stlačenie klávesy, dotyk dvoch objektov alebo spustenie animácie.*
- Na úrovni kódu sa tieto interakcie spracúvajú pomocou špeciálnych vstupných a detekčných funkcií, ktoré sú súčasťou MonoBehaviour skriptov.
- **Najčastejšie sa využívajú funkcie** ako Update() (pre sledovanie vstupu) alebo OnMouseDown(), OnTriggerEnter(), ktoré **sa volajú automaticky pri určitých udalostiach**.
- **Napríklad:**
  - **Update()** sa volá každý frame a často sa používa na zisťovanie vstupu z klávesnice alebo myši.
  - **OnMouseDown()** reaguje na kliknutie na objekt.
  - **OnTriggerEnter()** sa spustí, keď objekt prejde cez tzv. „senzor“ (Collider s atribútom *Is Trigger*).

### Kolízie objektov

- Kolízie sú **základným prvkom fyzikálnej simulácie** v Unity a označujú situáciu, keď sa dva objekty dotknú alebo prekryjú.
- Aby Unity vedelo rozpoznať kolíziu, objekt musí obsahovať aspoň jeden **Collider** komponent.
  - **Collider definícia**
    - komponent služiaci ako detektor pohybu, v hre nie je viditeľný ale ovplyvňuje správanie hry.
    - napr. **Sphere alebo Box Collider**
- Ak chceme, aby reagoval aj na **fyzikálne sily**, musí mať zároveň aj komponent **RigidBody**.
- **Typy kolízií:**
  - **Kruh – kruh (Circle vs. Circle)**
    - Táto kolízia nastáva, keď sa dva kruhové objekty (s CircleCollider) dotknú.
    - Kolízia sa deteguje vtedy, keď je vzdialenosť medzi ich stredmi menšia ako súčet ich polomerov.
    - Využíva sa napríklad pri **simulácii pohybujúcich sa guličiek alebo projektilov**.
  - **Štvorec – bod (Box vs. Point)**
    - V tomto prípade má **objekt BoxCollider a druhý objekt môže byť buď veľmi malý** (SphereCollider s malým polomerom) alebo sa používa poloha myši ako bod.
    - **Kolízia sa rozpozná vtedy, keď sa bod nachádza v hraniciach štvorca.**

- Tento princíp sa využíva **pri detekcii kliknutia** na objekt alebo pri aktivácii herného spúšťača.

### Spracovanie udalostí pri kolízii:

- je **systém na detekciu a reagovanie na udalosti**, ktoré sa vyskytujú v hernom svete.
- Udalosti sa **generujú rôznymi spôsobmi**, ako **napríklad kliknutím na objekt, kolíziou objektov, alebo stlačením tlačidla na ovládači**.
- **Udalosti sa v Unity spracovávajú pomocou skriptov.**
- Skript môže definovať metódy, ktoré sa volajú, keď sa vyskytne určitá udalosť.
  - Napríklad skript môže definovať metódu, ktorá sa volá, keď sa na objekt klikne myšou.
- Na spracovanie kolízii sa **používajú špeciálne metódy** ako:
  - **OnCollisionEnter()** – spustí sa pri prvom kontakte dvoch objektov.
  - **OnCollisionStay()** – volá sa nepretržite, kým objekty zostávajú v kontakte.
  - **OnCollisionExit()** – volá sa, keď kontakt skončí.
- Tieto metódy môžu obsahovať ľubovoľnú logiku – napríklad zastavenie pohybu, prehratie zvuku alebo zmenu vlastností objektu.

### Fyzika a komponent RigidBody

- Ak chceme, aby sa herné objekty správali ako reálne fyzikálne telesá, je potrebné im pridať komponent **RigidBody**.
  - **Ten zabezpečuje, že na objekt bude pôsobiť gravitácia, zrýchlenie, trenie, kolízie a ďalšie fyzikálne vlastnosti.**
- **Kľúčové vlastnosti RigidBody:**
  - **Mass (hmotnosť)** – ovplyvňuje, ako objekt reaguje na sily.
  - **Drag** – simuluje odpor vzduchu, spomaľuje pohyb.
  - **Use Gravity** – ak je zapnuté, objekt bude padať.
  - **Is Kinematic** – ak je aktívne, objekt ignoruje fyziku a riadi sa výlučne skriptom.
  - Ak chceme, aby sa objekty aj odrážali, je potrebné im priradiť **Physics Material** a nastaviť mu vlastnosť Bounciness (napr. 1.0 = úplne pružný odraz).
- **Príklad použitia v hre:**
  - Objekt loptičky má RigidBody a Physics Material s odrazom. Ak ho pustíme, padne na podložku a odrazí sa. Ak zmeníme jeho mass alebo drag, zmení sa jeho správanie.

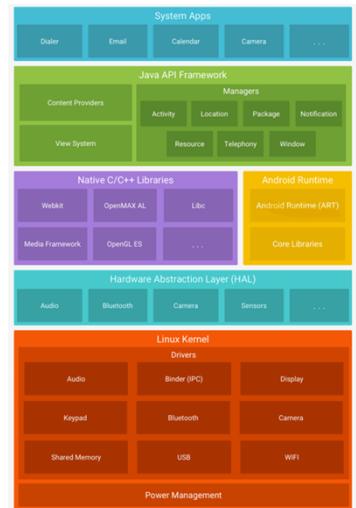
# 29. Popis architektúry systému Android, jeho základné komponenty a definícia ich účelu

Definícia:

- **Android je otvorená (open source) softvérová platforma** vyvinutá predovšetkým pre **mobilné zariadenia** – ako sú smartfóny, tablety či nositeľná elektronika.
- Je **postavený na jadre Linuxu** a okrem samotného operačného systému zahŕňa aj **middleware, používateľské rozhranie, systémové nástroje a vývojárske prostredie (SDK)**.
- Je navrhnutý tak, aby bol **prenositelný, modulárny a efektívny pre zariadenia rôznych výrobcov** a zároveň poskytoval vývojárom stabilné API rozhrania a nástroje.
- Architektúra Androidu je **rozdelená do 5 vrstiev**.

## Architektúra OS Android

- **Jadro,**
- **Hardware Abstraction Layer HAL,**
- **Android Runtime (ART)**
- **Native C/C++ Libraries,**
- **Java API Framework,**
- **Systémové aplikácie.**



Vrstvy:

### 1. Linux Kernel (jadro systému)

- **Najnižšia vrstva systému**, postavená na **Linuxu** (verzia 2.6 a vyššie)
- Poskytuje základné systémové služby ako:
  - Správa pamäte a procesov,
  - Sieťová komunikácia,
  - Správa zariadení (kamerové moduly, displej, klávesnica...),
  - Bezpečnosť,
  - Zdieľanie pamäte a energetický manažment.
- Jadro slúži ako abstraktná vrstva medzi hardvérom a vyššími softvérovými komponentami.

### 2. HAL – Hardware Abstraction Layer

- Táto vrstva definuje jednotné rozhranie **medzi hardvérom a vyššími vrstvami softvéru**.
- **Pre každý typ zariadenia** (napr. kamera, senzor, GPS) **existuje samostatný HAL modul**.
- **Vďaka tomu môže Android komunikovať s rôznymi zariadeniami jednotným spôsobom**, bez ohľadu na výrobcu alebo konkrétnu implementáciu hardvéru.

### 3. Native Libraries + Android Runtime (ART)

- **Native Libraries (C/C++ knižnice)**
- Sú **písané v jazykoch C/C++** a poskytujú nízkoúrovňové funkcie ako:
  - **OpenGL ES** a **Skia** – vykreslovanie 2D/3D grafiky,

- **Media Framework** – podpora zvuku a videa (MP3, AAC, H.264...),
  - **SQLite** – prístup k relačným databázam,
  - **SSL** – zabezpečenie komunikácie,
  - **FreeType** – rendering textov.
- **Android Runtime (ART)**
  - **Poskytuje prostredie pre spúšťanie aplikácií.**
  - Kľúčové vlastnosti:
    - **Kompilácia ahead-of-time (AOT)** – preklad do natívneho kódu pri inštalácii,
    - **Garbage Collector** – efektívnejšie riadenie pamäte,
    - **Každá aplikácia beží vo vlastnej inštancii ART vo vlastnom sandboxe.**

#### 4. Java API Framework

- **Vrstva obsahuje množstvo tried a služieb (API)**, ktoré vývojári používajú pri tvorbe aplikácií.
- Zahŕňa:
  - **Activity Manager** – riadenie životného cyklu aplikácií,
  - **View System** – tvorba používateľského rozhrania (tlačidlá, zoznamy, polia),
  - **Notification Manager** – zobrazovanie upozornení,
  - **Content Providers** – prístup a zdieľanie dát medzi aplikáciami,
  - **Resource Manager** – prístup k externým zdrojom (texty, obrázky...).

#### 5. Systémové aplikácie (System Apps)

- Na vrchole architektúry sa nachádzajú aplikácie, ktoré používateľ bežne používa:
  - napr. SMS klient, kalendár, email, galéria, prehliadač a pod.
- Zároveň slúžia ako referenčný príklad použitia API pre vývoj vlastných aplikácií.

**Android Profiler** – Komplexný nástroj pre sledovanie výkonu aplikácie, spotreby energie, dátových prenosov, zaťaženie a volanie jednotlivých funkcií, lokalita

#### Základné komponenty Android aplikácie

- Android aplikácie sú modulárne a skladajú sa z týchto hlavných komponentov:

#### 1. Activity

- **Vytváranie potomkov** tejto triedy **pre tvorbu používateľského rozhrania (GUI)**
- **Spracúva vstupy (interakcie) používateľa**
- Každá **aplikácia** môže mať **viacero aktivít**,
- Rozhranie sa definuje v XML súboroch ako Layout.

#### 2. Service

- Komponent **určený na dlhodobé operácie na** pozadí (napr. prehrávanie hudby, stiahovanie súborov).

- **Beží bez UI,**
- **Môže komunikovať s inými procesmi.**

### 3. Broadcast Receiver

- **Reaguje na systémové alebo aplikačné udalosti** (napr. pripojenie nabíjačky, zmena siete) – pracuje na princípe prijímania udalostí
- **Neviditeľný komponent** – informuje o sebe prostredníctvom notifikácií
- Na prenos informácií používa dátovu triedu **Intent**
- vytvára sa ako potom triedy `BroadcastReceiver()`, implementuje sa metóda `onReceive()`

### 4. Content Provider

- Umožňuje **zdieľanie dát medzi aplikáciami**, často cez databázu **SQLite**.
- Externé aplikácie môžu pristupovať k dátam cez ContentResolver.

## Manifest a ďalšie pojmy

### AndroidManifest.xml

- **Obsahuje konfiguráciu aplikácie:**
  - **Registráciu základných komponentov**, ktoré aplikácia používa:
    - Activity, BroadcastReceiver, Service, ContentProvider.
  - **Používateľské oprávnenia:**
    - **Prístup na internet, čítanie kontaktov, využívanie disku, Bluetooth, lokalizáciu a pod.**
    - *Poznámka: Nové zariadenia vyžadujú zabezpečiť povolenia priebežne.*
  - **Minimálne API:**
    - Určuje najnižšiu verziu Androidu, na ktorej aplikácia môže bežať.
  - **Hardvérové a softvérové požiadavky:**
    - Napríklad predná/zadná kamera, Bluetooth LE, viac-dotykový displej a podobne.
  - **Kľúče pre prístup ku Google API službám:**
    - Napríklad služby máp, ktoré vyžadujú autentifikačné údaje.

## Layouts

- **Layout** je XML definícia vzhľadu používateľského rozhrania.
- Predstavuje **kontajner na ukladanie ovládacích prvkov GUI**.
- **Ovládacie prvky (widgets)** majú spoločného predka – triedu View
- V kontajneri sú organizované ako skupiny (ViewGroup), ktoré tvoria **stromovú hierarchiu prvkov (View)**.

## Životný cyklus aktivity

- Android **spravuje, kedy a ako je aktivita vytvorená, pozastavená alebo zničená.**
- Metódy ako **`onCreate()`, `onStart()`, `onPause()`, `onDestroy()`** umožňujú reagovať na zmeny stavu aplikácie.

## Čo vplýva na životný cyklus aktivity?

- **Navigácia medzi aktivitami**
  - (napr. prechod z jednej obrazovky na druhú).
- **Rotácia mobilného zariadenia**
  - (zmena orientácie z portrétnej na krajinnú a naopak).
- **Zmena jazykovej lokalizácie**
  - (napr. prepnutie systému z angličtiny do slovenčiny).
- **Vonkajšie udalosti**
  - ako prekrytie okna, prichádzajúci hovor, systémové upozornenie a pod.
- **Kritické udalosti – nedostatok pamäte**
  - Android môže zrušiť aktivitu, ak je potrebné uvoľniť prostriedky.

### Stavy aktivity

- **Spustenie**  
Príprava GUI.
- **Aktívna**  
Používateľská interakcia.
- **Likvidácia**  
Uvoľnenie objektov a pamäte.



## Spustenie Aktivity

- **Implicitné spustenie**
  - Popíšeš zámer (*Intent*) a Android na základe IntentFilter-ov automaticky vyberie vhodnú aktivitu.
- **Explicitné spustenie**
  - Do zámeru priamo vložíš triedu aktivity, ktorú chceš spustiť.

## Dôležité vývojárske nástroje a pojmy

- **Android SDK** – základný balík nástrojov pre vývoj aplikácií.
- **Android Studio** – oficiálne vývojové prostredie (postavené na IntelliJ IDEA).
- **Gradle** – systém na zostavovanie aplikácie a správu závislostí.
- **Emulátor (AVD)** – simuluje rôzne zariadenia pre testovanie.

## Ostatné pojmy

- **Fragment** – časti UI, ktoré sa dajú opakovane používať v aktivitách.
- **Intent** – slúži na prepínanie medzi komponentmi (napr. medzi aktivitami).
- **View** – základná trieda všetkých UI prvkov (TextView, Button, atď.).
- **Canvas** – plocha, na ktorú sa kreslí (vlastná grafika).
- **Runnable / Handler** – umožňuje vlákna komunikovať s hlavnou (UI) niťou.
- **Custom View** – vlastné grafické prvky s vlastným správaním.
- **Drawable** – objekt grafiky (bitmapy, vektorové tvary, prechody...).

# 30. Základné princípy a vlastnosti skriptovania, využitie skriptovania v multimedialných aplikáciách

## SKRIPTOVANIE

- Skriptovanie je písanie **krátkych programov** (skriptov), ktoré **riadia správanie iných programov** alebo **automatizujú opakujúce sa úlohy**.
- Skript je vykonávaný iným programom, nie priamo procesorom počítača.
- Účelom skriptovania je:
  - **zjednodušenie a zrýchlenie pracovných procesov**
  - zníženie chýb pri manuálnom ovládaní
  - možnosť vytvárať vlastné rozšírenia a nástroje.

## ZÁKLADNÉ PRINCÍPY SKRIPTOVANIA

- **Interpretovaná povaha** – skripty sa spúšťajú priamo bez potreby komplikácie, výsledné chyby sú hlásené počas behu
- **Dynamické typovanie** – premenné nemajú pevne predpísaný dátový typ
- **Vysoká úroveň abstrakcie** – prístup k objektom a metódam hostiteľskej aplikácie cez natívne API – nemusíme sa zaoberať nízkoúrovňovými detailmi

## PRAKТИCKÉ VYUŽITIE SKRIPTOVANIA V MULTIMEDIÁLNYCH APLIKÁCIÁCH

Skriptovaním môžeme v multimedialných aplikáciách **zautomatizovať kroky**, ako načítanie súborov, tvorba priečinkov, použitie efektov na obrázky

- **Automatizácia rutinných úkonov** – hromadné premenovanie vrstiev, súborov, kompozícií, dávkový export obrázkov do rôznych formátov a rozlíšení
- **Vlastné panely a nástroje** - pomocou CEP (Common Extensibility Platform) vytváranie HTML/CSS/Javascript panelov priamo v rozhraní aplikácie, interaktívne dialógy a widgety pre špecifické pracovné postupy
- **Dynamické generovanie obsahu** – v After Effects: expressions na prepojenie veľkostí, pozícii či farieb vrstiev podľa matematických vzorcov alebo externých dát, v InDesign: skripty na vytvorenie katalógov a brožúr z databázových záznamov (CSV, XML).
- **Integrácia s externými službami** - prispôsobenie exportu a nahrávanie priamo na servery (FTP, cloudové úložiská)
- **Rýchle prototypovanie a testovanie** - vytvorenie rýchlych šablón pre sociálne siete s variabilným textom či grafikou, generovanie náhľadov animačných štýlov priamo v AE cez skripty

## VÝHODY A OBMEDZENIA

- **Výhody:**
  - úspora času, konzistentnosť výstupu, možnosť zdieľania a opakovaného použitia
- **Obmedzenia:**
  - Výkon pri veľmi komplexných alebo hromadných operáciách môže byť nižší než natívne pluginy (C++)
  - Potreba učenia sa špecifického objektového modelu každého produktu

## SKRIPTOVANIE V MULTIMEDIÁLNYCH APLIKÁCIÁCH

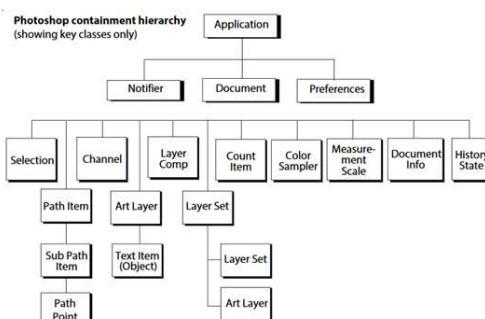
Pre aplikácie od spoločnosti Adobe je možné skripty písanie v troch skriptovacích jazykoch a to **JavaScript**, **AppleScript**, **Visual Basic Script (VBScript)**. Ku každému z týchto jazykov sú dostupné aj praktické príručky. V nich sa dajú nájsť pripravené funkcie pre určité operácie.

- **JavaScript** - oproti ostatným zmieneným sa dá použiť na všetkých platformách (operačných systémoch). Pre písanie v skriptovom tomto jazyku je možné využiť vývojové prostredie ExtendScript Toolkit. Výhodou je že toto vývojové prostredie poskytuje automatické doplňanie názvov funkcií a nie je potrebné ich zakaždým hľadať v dokumentácii. Ďalšou výhodou je že skripty sa dajú spúštať priamo z tohto prostredia a nie je potrebné ich ručne importovať do aplikácie.
- AppleScript – dá sa použiť iba na operačných systémoch MacOS
- Visual Basic Script – iba pre operačné systémy Windows

### Adobe Photoshop

Skriptovací jazyk ExtendScript vo Photoshope poskytuje priamy prístup k objektovému modelu dokumentu, vrstvám aj filtrov. Umožňuje dávkové operácie (napríklad hromadné otváranie či export súborov), manipuláciu s jednotlivými vrstvami a import či export do rôznych formátov. Vďaka podpore JSX (JavaScript Extension) môžeme písanie vlastné JSX súbory a spúštať ich priamo z prostredia aplikácie alebo z externého editora.

- **Hlavné DOM (Document Object Model) objekty**
  - app – root objekt vo Photoshope
    - ♣ App.documents – kolekcia otvorených dokumentov
      - Document
      - document.layers – kolekcia vrstiev
        - ♣ Layer
          - Layer.name
          - Layer.visible
          - Layer.applyGaussianBlur(radius)
        - document.activeLayer
        - document.width, document.height
      - ♣ App.open(file) – otváranie súborov
      - ♣ App.activeDocument



- **Štruktúra skriptu pre Photoshop:**
  - Hlavným prístupovým bodom k aplikácii je objekt s názvom app, ktorý je možné chápať ako aplikáciu. Poskytuje rôzne funkcie pre jej nastavenie a tiež prístup ku

- projektu. Projekt môže obsahovať viacero dokumentov a každý dokument sa môže skladať s viacerých vrstiev.
- o App – Project - Document1 - [ArtLayer1, ArtLayer2...]  
 Document2 - [ArtLayer1, ArtLayer2...]  
 Document3 - [ArtLayer1, ArtLayer2...]
- o Vrstva/y (ArtLayer) – Predstavuje obrázok/y. Nad ktorým je možné vykonávať rôzne operácie ako pridávanie efektov, orezávania, zmeny farieb a veľa ďalších poskytnutých aplikáciu Photoshop.

## **Adobe Premiere Pro**

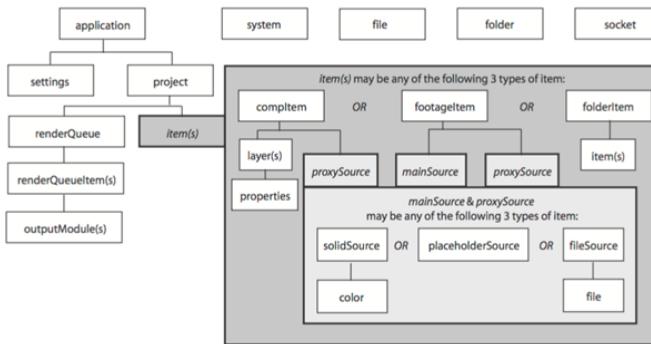
V Premiere Pro ExtendScript pokrýva import, strihové operácie a export sekvenčí. Skripty môžu hromadne importovať videá, vytvárať a upravovať časovú os, nastavovať prechody a vykonávať dávkový export do rôznych formátov. Takisto je možné automatizovať generovanie jednoduchých titulkov či nahradzanie klipov vo viacerých sekvenčiach naraz.

- **Hlavné DOM (Document Object Model) objekty**
  - o App – root
    - ♣ App.project – projekt
      - Project
        - o project.sequences – kolekcia sekvenčí
          - ♣ Sequence
            - sequence.videoTracks,  
 sequence.audioTracks
          - o Track
            - ♣ Track.clips – klipy na stope
            - ♣ Clip – clip.projectItem,  
 clip.start, clip.end, ....
        - o project.rootItem – panel Projekt (import)
      - ♣ App.enableQE() – prístup k rozšírenému QE DOM
  - **Štruktúra skriptu pre Premiere Pro:**
    - o Štruktúra skriptu pre Adobe Premiere je podobná tej pre Photoshop. Hlavným prístupovým bodom ku aplikácii je objekt s názvom app. Pomocou tohto objektu je možné pristúpiť ku projektu.
    - o Projekt v tomto prípade nie je tvorený dokumentami ale sekvenciami s tým, že každá sekvencia ponúka prístup k video nahrávkam, zvukovým stopám, informáciám o video formáte, markeroch a ďalšie.
    - o Pomocou preddefinovaných funkcií je možné načítať video nahrávky a robiť nad nimi úpravy.

## **Adobe After Effects**

After Effects kombinuje klasické ExtendScript skripty so samostatným subsystémom Expressions, ktoré sú vlastne malé JavaScriptové kúsky spustené pri každom frame. Skripty dokážu automatizovať tvorbu kompozícií, import médií, nastavovanie keyframov a riadenie vrstiev. Expressions umožňujú dynamicky viazať vlastnosti (poloha, rotácia, farebné hodnoty) na matematické výrazy, čím vznikajú komplexné animácie bez nutnosti manuálneho kľúčovania.

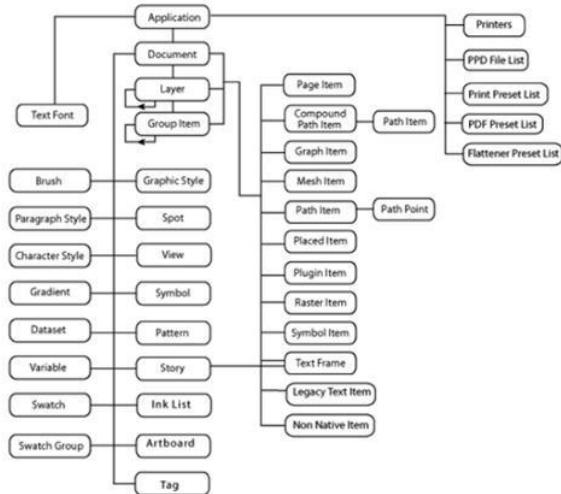
- **Hlavné DOM (Document Object Model) objekty**
  - App – root
    - ♣ App.project – projekt
      - Project
        - project.items – všetky kompozície, footage, precomps
        - ♣ Complitem (kompozícia)
          - Comp.layers – kolekcia vrstiev
          - AVLayer
            - ♣ layer.property("Position"),  
layer.property("Opacity"),  
layer.inPoint,  
layer.outPoint
          - comp.duration, comp.frameRate
      - ♣ App.activeItem



## Adobe Illustrator

ExtendScript v Illustratore umožňuje automatizovať prácu s vektorovými objektmi: vytváranie tvarov, úpravu bodov, hromadné operácie či zlučovanie objektov. Skripty môžu pristupovať k plátne (Artboard), vrstveniu objektov a k rôznym kresliačom príkazom. Vysoká úroveň abstrakcie umožňuje jednoducho generovať komplexné grafické prvky alebo ich modifikovať podľa pravidiel.

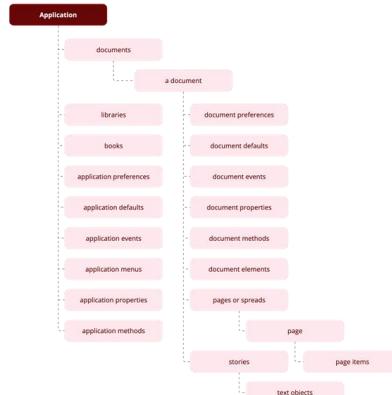
- **Hlavné DOM (Document Object Model) objekty**
  - app – root
    - ♣ App.documents – kolekcia dokumentov
      - Document
        - document.artboards – kolekcia artboardov
        - document.pathItems – všetky vektorové tvary
          - ♣ PathItem
            - pathItem.stroked, pathItem.filled
            - pathItem.closed
            - pathItem.pathPoints
          - document.selection – aktuálne vybraté objekty
        - ♣ App.activeDocument



## Adobe InDesign

V InDesigne sa ExtendScript využíva na riadenie rozloženia stránok, prácu so štýlmi odstavcov a odsekov, import textu z externých zdrojov (CSV, XML) a na hromadné vkladanie obrázkov. Skripty dokážu dynamicky vytvárať šablóny kníh, katalógov či brožúr, pričom dokážu zachovať konzistenciu štýlov a formátovania v celom dokumente.

- **Hlavné DOM (Document Object Model) objekty**
  - o App – root
    - ♣ App.document – otvorené dokumenty
      - Document
      - o document.pages – kolekcia stránok
        - ♣ Page
          - Page.textFrames – textové rámce
            - o TextFrame
              - ♣ frame.contents
              - ♣ frame.parentPage
            - o page.rectangles – rámce obrázkov
          - o document.paragraphStyles, document.characterStyles
      - ♣ App.activeDocument



# 31. Základy 3D technológií. Princípy vytvárania, spracovania, zobrazovania a tlače (SLS, LOM, FDM, SHS, SLA) 3D obsahu

## 3D zobrazovanie a stereo videnie

- 3D displeje môžeme rozdeliť do dvoch hlavných kategórií podľa potreby špeciálnych pomôcok:
  - **Stereoskopické displeje** – na vnímanie 3D obrazu sú potrebné špeciálne okuliare.
  - **Autostereoskopické displeje** – umožňujú vnímanie 3D bez použitia okuliarov.

### Stereoskopické displeje

- **Anaglyf**
  - Zobrazovanie je **založené na dvoch komplementárnych farebných filtroch**. Každé oko vníma obraz cez svoj filter (napr. červený pre ľavé a modrý pre pravé oko). **Obrazy sa preložia cez seba a okuliare zabezpečia, že každé oko uvidí len ten svoj**. Výhodou je nízka cena a dostupnosť, nevýhodou je znížená farebná vernosť.
- **Aktívne okuliare**
  - Majú vstavané **napájanie a fungujú na princípe preblikávania** – synchronizované s displejom zobrazujú striedavo obraz pre ľavé a pravé oko. Každému oku prislúcha 60 snímok za sekundu pri 120 Hz monitore. LCD sklíčka sa stmavujú podľa potreby tak, aby oko nevidelo informáciu určenú druhému oku.
- **Pasívne okuliare**
  - Používajú **polarizačné filtre**. Svetlo pre ļavé a pravé oko má rôznu orientáciu polarizácie (napr. 90° rozdiel). Displej je vybavený polarizačným filtrom, ktorý spolupracuje s okuliarmi a zabezpečuje, že každé oko vníma len svoj obraz.

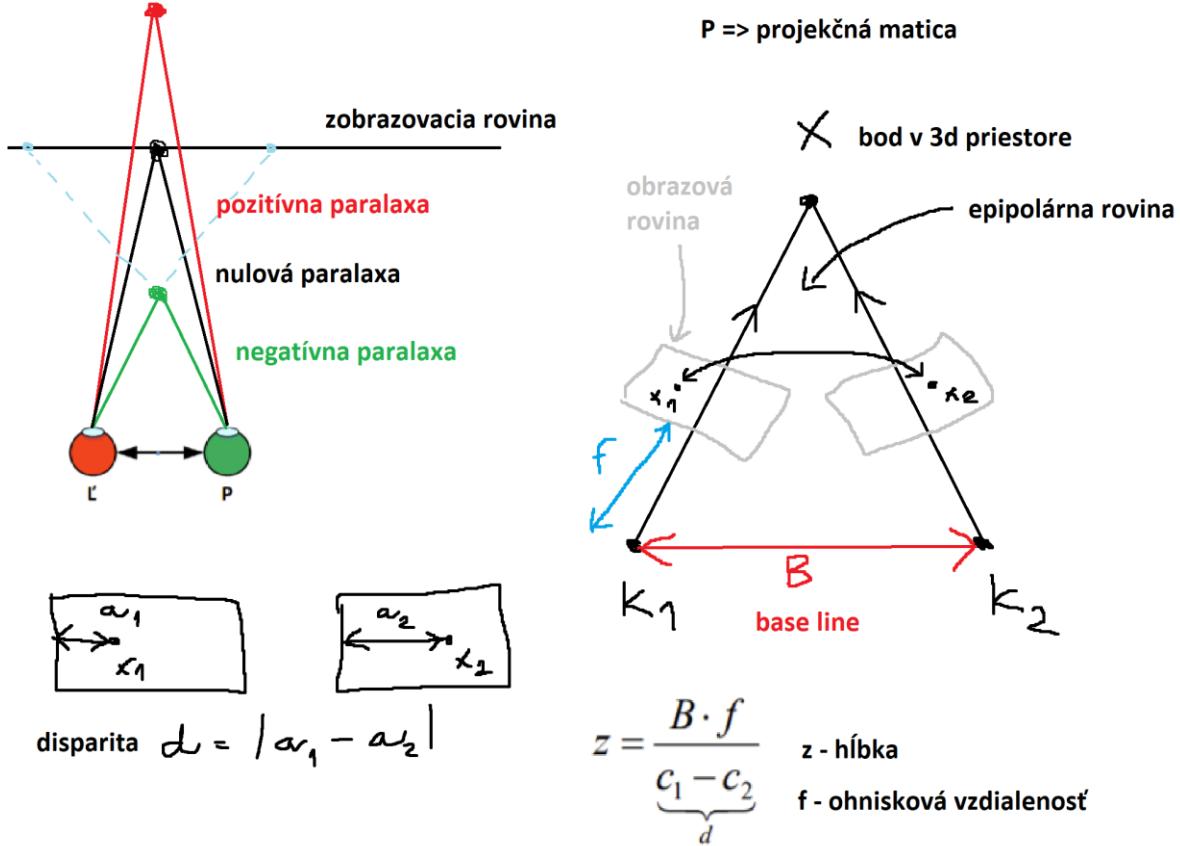
### Autostereoskopické displeje

- Používajú **paralaxnú bariéru**, ktorá je umiestnená pred displejom. Obraz sa rozdelí na:
  - Nepárne stĺpce – určené pre ļavé oko
  - Párne stĺpce – určené pre pravé oko
- Každé oko tak vidí iný pohľad, čo vytvára priestorový efekt. Nevýhodou je znížené horizontálne rozlíšenie a zhoršené pozorovacie uhly.

## Stereo videnie a rekonštrukcia 3D

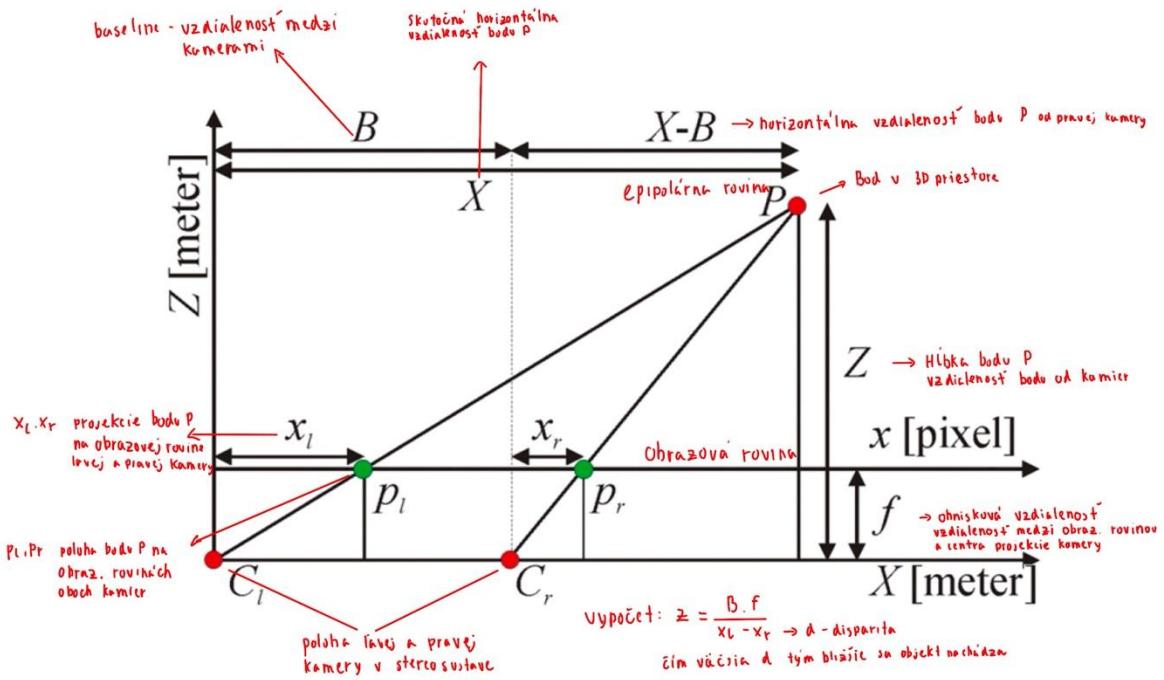
- **Stereo videnie** je technika, pri ktorej sa z dvoch alebo viacerých 2D pohľadov vypočítava 3D poloha bodov. Najčastejšie sa využívajú dve kamery snímajúce tú istú scénu z rôznych uhlov.

- **Ohnisková vzdialenosť (f)** – vzdialenosť medzi obrazovou rovinou a centrom projekcie kamery. Je dôležitá pri výpočte hĺbky.
- **Disparitná mapa**  
Je výsledkom porovnania dvoch obrazov a predstavuje maticu rozdielov pozície korešpondujúcich bodov v ľavom a pravom obraze. Disparita je nepriamo úmerná hĺbke – čím väčšia disparita, tým bližší objekt.



### Kľúčové kroky 3D rekonštrukcie

- **Kalibrácia kamier**
  - Zistujú sa vnútorné a vonkajšie parametre kamier:
    - **Vnútorné:** ohnisková vzdialenosť, skreslenie šošoviek, skosenie pixelov
    - **Vonkajšie:** rotácia a posun kamery voči scéne
  - Kalibruje sa na základne **kalibračného vzoru**, používame **šachovnicu**.
- **Stereo geometria**
  - Definuje priestorový vzťah medzi dvoma kamerami a ich pohľadmi. Kľúčovým pojmom je **epipolárna rovina** – rovina prechádzajúca dvoma kamerami a jedným 3D bodom v priestore.
- **Rektifikácia**
  - Úprava obrazov tak, aby korešpondujúce body ležali na rovnobežných epipolárnych priamkach. Znižuje výpočtovú náročnosť stereo párovania.
- **Triangulácia**
  - Z disparít vypočítavame reálnu hĺbku bodov. Hĺbka a disparita sú inverzné hodnoty – čím väčšia disparita, tým menšia hĺbka.

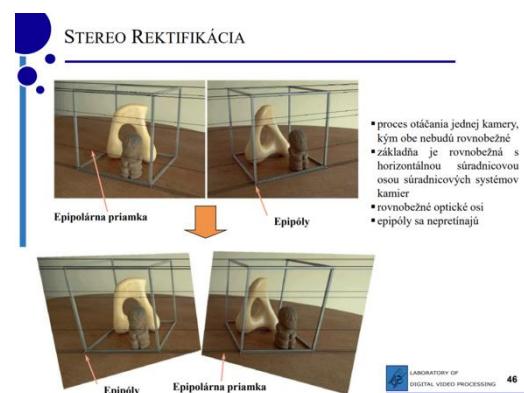


## Kamera a jej model

- Kamera mapuje 3D body zo scény do 2D obrazovej roviny pomocou **projekčnej maticy**.
- **Projekčná matica (P)** je daná vzťahom:
 
$$P = K [ R \mid -Rt ]$$
  - **K** – kalibračná matica (vnútorné parametre kamery)
  - **R** – matica rotácie
  - **t** – vektor posunu
- Vzťah  $x = P \cdot X$  vyjadruje, ako sa 3D bod X premieta do 2D bodu x.

## Fundamentálna matica a epipolárna geometria

- **Fundamentálna matica (F)**
  - Popisuje vzťah medzi dvoma obrazmi – medzi korespondujúcimi bodmi na obrazových rovinách. Pomáha znížiť 2D problém na 1D – hľadáme len pozdĺž epipolárnej priamky.
- **Epipol**
  - Priesečník epipolárnej priamky a základnej priamky v obraze. Rektifikáciou sa tieto priamky zrovnanajú a epipoly sa dostanú „do nekonečna“.



## 3D tlač – princípy a technológie

### Protomateriál

- Ide o východiskový materiál (často práškový, tekutý alebo vo forme vlákna), ktorý zatiaľ nemá cieľové vlastnosti. Počas tlače sa transformuje do požadovaného tvaru a skupenstva.

### Spôsoby tvorby objektov

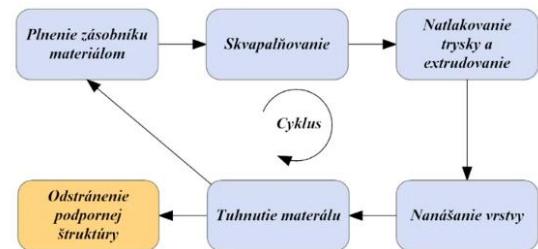
- **Aditívna výroba**
  - Objekty sa vytvárajú postupným pridávaním vrstiev. Výhody: minimálny odpad, možnosť tlače zložitých štruktúr a vnútorných dutín (napr. guľôčky v ložisku).
- **Subtraktívna výroba**
  - Výrobok sa vyzdobia z bloku materiálu (napr. frézovaním). Nevýhody: veľký odpad, nutnosť následnej montáže častí.

**Poznámka:** Neexistuje univerzálna technológia 3D tlače, ktorá by bola vhodná pre všetky materiály a účely.

### Technológie 3D tlače

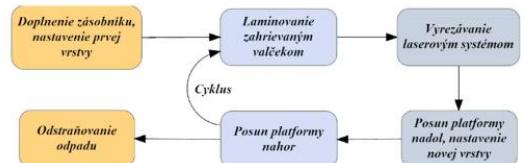
#### FDM (Fused Deposition Modeling) – Nanášanie nataveného materiálu tryskou

- Najbežnejšia technológia, známa z domácich 3D tlačiarň.
- Materiál (najčastejšie plast – PLA, ABS) sa zahrieva v zásobníku do polotekutého stavu.
- Vytláča sa tryskou konštantnou rýchlosťou a chladne.
- Podložka sa vyhrieva, aby sa zabránilo praskaniu vrstiev.
- Vrstva sa položí až po zatuhnutí predchádzajúcej.
- Problémom môže byť nevyhriatie pri hrubej tryske → chybná adhézia.



#### LOM (Laminated Object Manufacturing) – Laminovanie

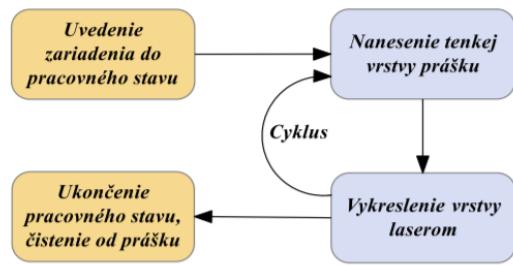
- Zastaraný spôsob.
- Materiál (papier, plast) sa po vrstvách vyzdobia a spája.
- Vyrezávanie pomocou laseru a bodové pritavovanie spôsobuje zvlnenie.



#### PBF (Powder Bed Fusion) – Spracovanie práškového materiálu

- Práškový materiál sa rovnomerne nanáša po vrstvách.
- Spájanie vrstiev prebieha pomocou:
  - **SLS** (Selective Laser Sintering) – laser speká prášok (plasty).

- **SHS** (Selective Heat Sintering) – výkonnejší laser na spekanie kovových zrň.
- **EBM** (Electron Beam Melting) – tavenie elektronivým lúčom
- **DMLS** (Direct Metal Laser Sintering) – Spekanie kovu laserom
- Postup:
  - Naniešť prvú vrstvu (napr. 100 µm)
  - Nanesenie spojiva alebo spekanie laserom
  - Pokles platformy a opakovanie cyklu
  - Sušenie vo vnútri prášku
  - Odsatie zvyšného prášku a finálna úprava (napr. impregnácia epoxidom)
- Výsledok je presný, no krehký a váha sa môže zvýšiť, ak v modeli ostane prášok.



### SLA (Stereolithography) – Fotopolymerizácia

- Tekutý fotopolymér sa vytvrdzuje UV svetlom.
- Proces prebieha vrstvu po vrstve pomocou svetelného lúča.
- Vysoké rozlíšenie a hladký povrch.
- Nevýhodou je krehkosť výtlačkov.
- Tehnologie: PolyJet

