

Digitální televize a rozhlas

Historie televize

Lidský zrak

Principy přenosu čb obrazu

Princip přenosu barevného obrazu

History of television (1)

1831: Michael Faraday in Britain and Joseph Henry in the United States experiment with electromagnetism, providing the basis for research into electrical communication.

1873: Two English telegraph engineers, May and Smith, experiment with selenium and light, giving inventors a way of transforming images into electrical signals.

1884: Paul Nipkow (in Germany) patents the first mechanical television scanning system, consisting of a disc with a spiral of holes. As the disc spins, the eye blurs all the points together to re-create the full picture.

1895: Italian physicist Guglielmo Marconi develops radio telegraphy and transmits Morse code by wireless for the first time.

1897: Karl Ferdinand Braun, a German physicist, invents the first cathode-ray tube, the basis of all modern television cameras and receivers.

1923: Vladimir Zworykin patents the "Iconoscope", an electronic camera tube. By the end of 1923 he has also produced a picture display tube, the "Kinescope".

1924: John Logie Baird used a Nipkow disc to make experimental transmissions in London; he made his first public demonstration March 25, 1925, at the Selfridges department store on Oxford Street.

History of television (2)

1929: In London, John Logie Baird opens the world's first television studio.

1936: There are about 2,000 television sets in use around the world. The BBC starts the world's first public television service in London (405 lines).

1941: North America's current 525-line/30-pictures-a-second standard, known as the NTSC (National Television Standards Committee) standard, is adopted.

1951: The first colour television transmissions begin in the U.S. this year.

1956: Ampex Corporation demonstrates videotape recording, initially used only by television stations.

1962: The Telstar television satellite is launched by the U.S., and starts relaying transatlantic television.

1968: Sony develops the Trinitron tube, revolutionizing the home picture quality of colour television.

1993: European project of digital television- DVB

Historie Československé a České televize

1953 - experimentální vysílání 1953

1954 - zahájeno pravidelné tv vysílání

1970 - experim. přenos barevného signálu

1973 - pravidelné barevné vysílání na 2. programu (SECAM)

1991 - změna vysílacího standardu (PAL)

1994 - Nova - první komerční celoplošná stanice

1998 - ČT se začlenila do digit.satel. sítě EBU

Digitální vysílání za satelitu (Czech Link - DVB-S)

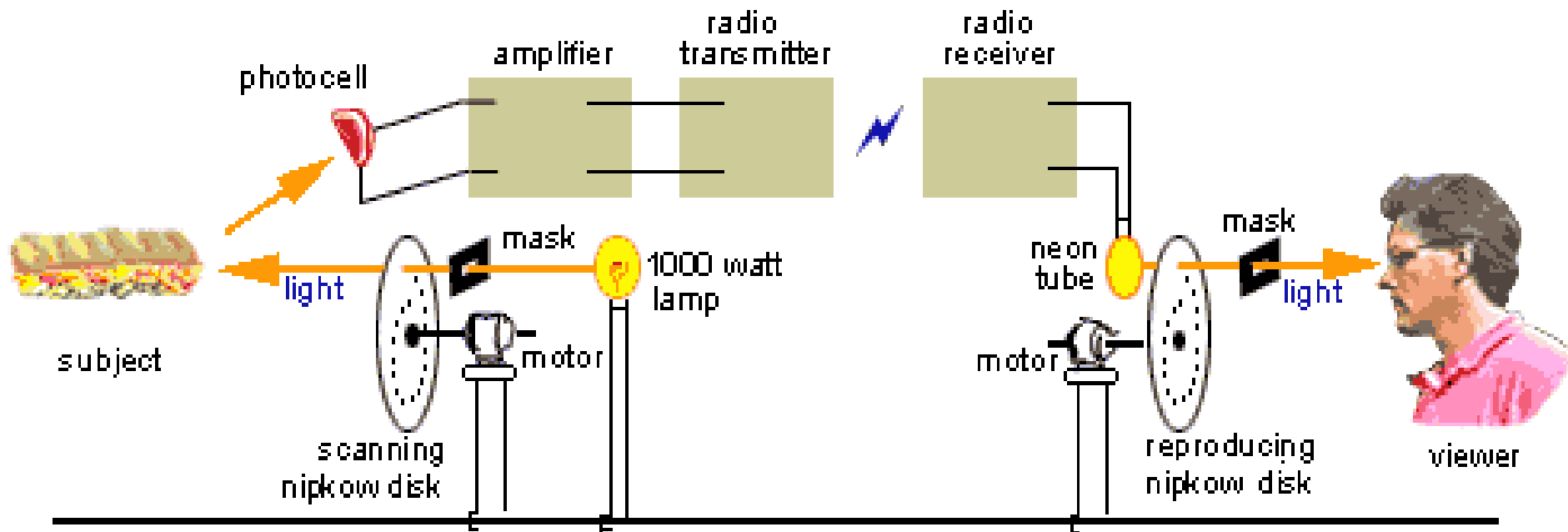
2005 - Regulérní dig. pozemí vysílání DVB-T

Mechanická televize

Založena na Nipkowově disku, pracovala s rozlišením ~ 200 řádek

$\text{Obraz s pohybem} = f(x, y, t)$
 $\text{Radiový signál} = f(t)$

Baird's Mechanical Television System



Baird's Mechanical TV Receiver

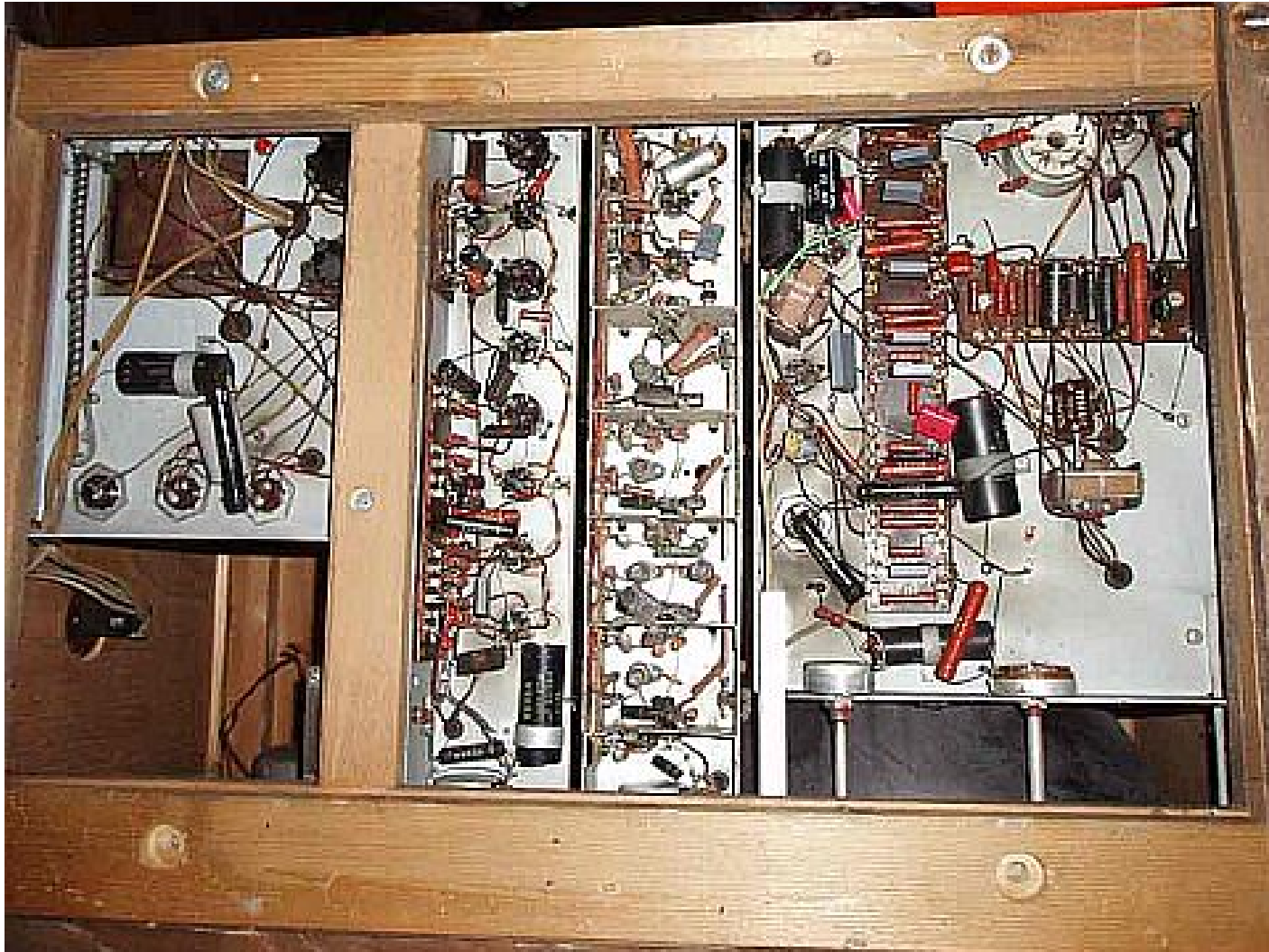


Tesla 40001 - První československý televizní přijímač (1953-57)



Tesla 40001A - První československý televizní přijímač

pohled zespodu



Tesla 40001A - První československý televizní přijímač



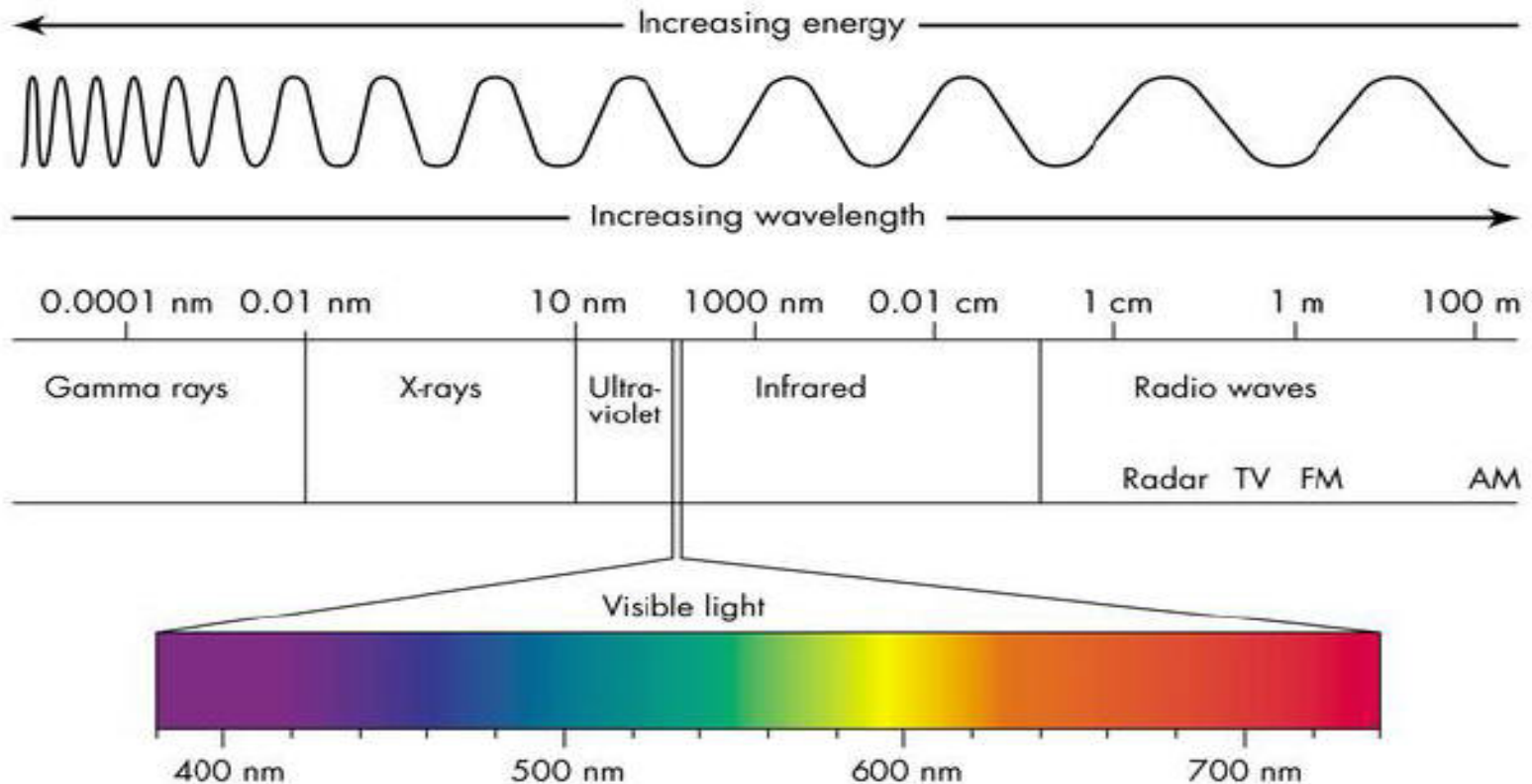
Color TV Receiver (USA, 1955)

CTC4 Color Receivers (1955-56)



Lidský zrak

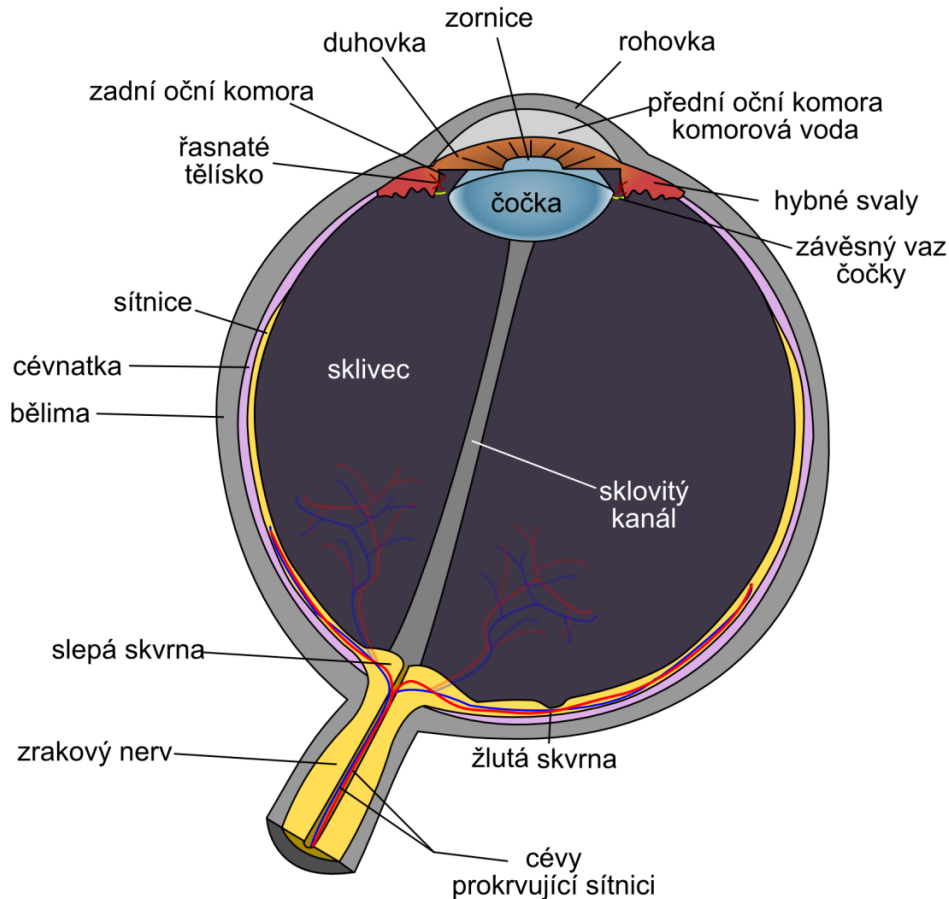
Elektromagnetické záření



Viditelné světlo - lidské oko vnímá elektromagnetické záření o vlnových délkách **380 – 780 nm**.

Optické záření - elektromagnetické záření o vlnových délkách asi od **100 – 1000 nm**.

Lidské oko



Sítnice (retina) fotocitlivá vrstva, která pokrývá asi 2/3 vnitřního povrchu oka.

Obsahuje:

tyčinky (rods) - asi 120 miliónů, nerozlišují barvu - černobílé noční skotopické vidění,

čípky (cones) asi 8 miliónů, 10x méně citlivé, **3 druhy**, barevné denní fotonické vidění.

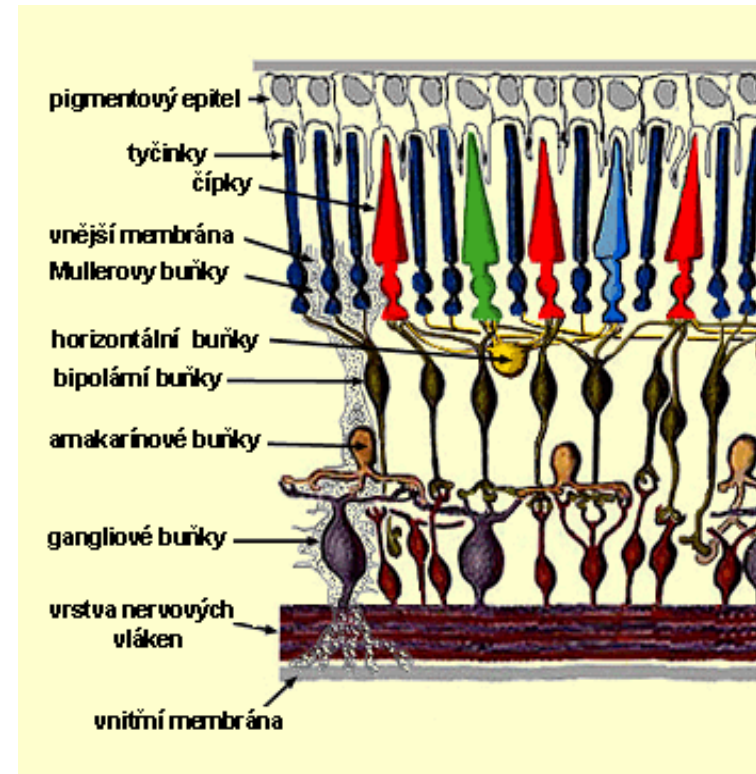
Duhovka (iris)

Zornice (pupila)

Lidské oko

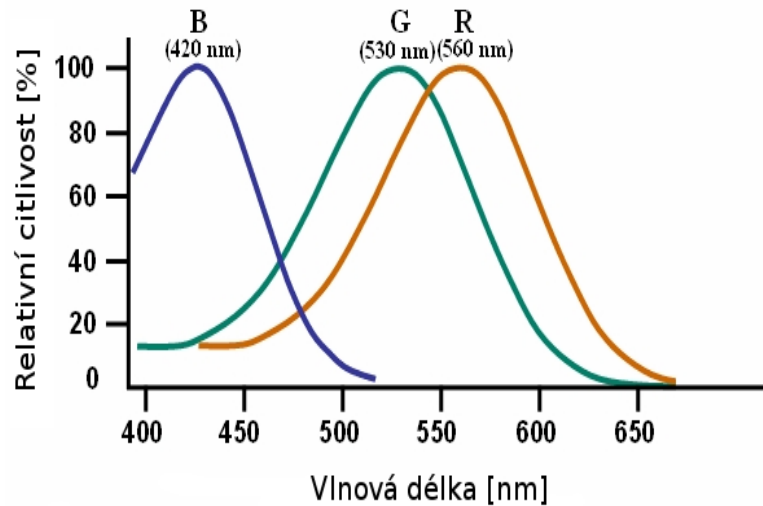
Struktura sítnice

Graf horizontální hustoty čípků a tyčinek

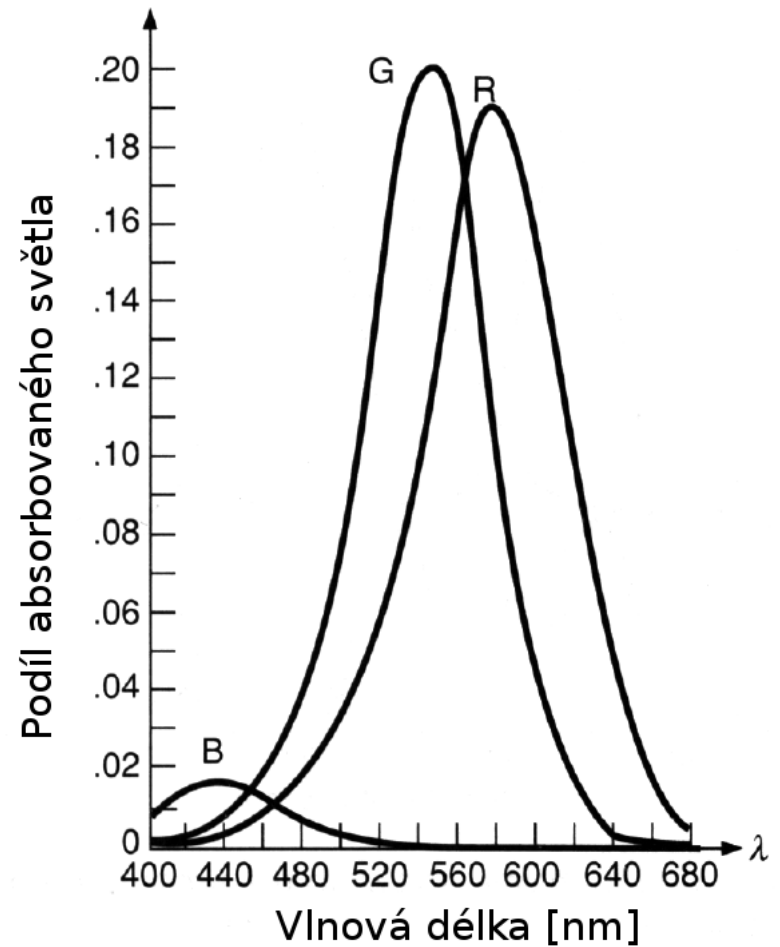


Světlocitlivé molekuly pigmentu se při dopadu světla rozpadnou („vybělí“) za vzniku elektrický impulsu. Současně s tím, jak se některé molekuly rozpadají, jsou jiné naopak zpětně regenerovány.

Lidský zrak



Citlivosti různých druhů čípků



Lidský zrak

Žlutá skvrna (fovea) – max. koncentrace čípků,
ostré vidění, střed směru pohledu
foveální, parafoveální , periferní vidění

Slepá skvrna - místo napojení zrakového nervu, bez fotoreceptorů,
mozek však interpoluje.

Mariottův pokus

Prostorové vnímání (vnímání hloubky)

Jedno oko:

- perspektiva, zaostření
- relativní pohyb různě vzdálených předmětů při pohybu pozorovatele (motion parallax)

Dvě oči:

- stereoskopické vnímání (stereopsis),
- konvergence (různé napětí extraokulárních svalů)

Response of the eye to increasing levels of illumination

Scotopic < 10 mcd/m²

Mesopic between

Photopic > 10 cd/m²

The level of illumination may change **in the order of 100:1**

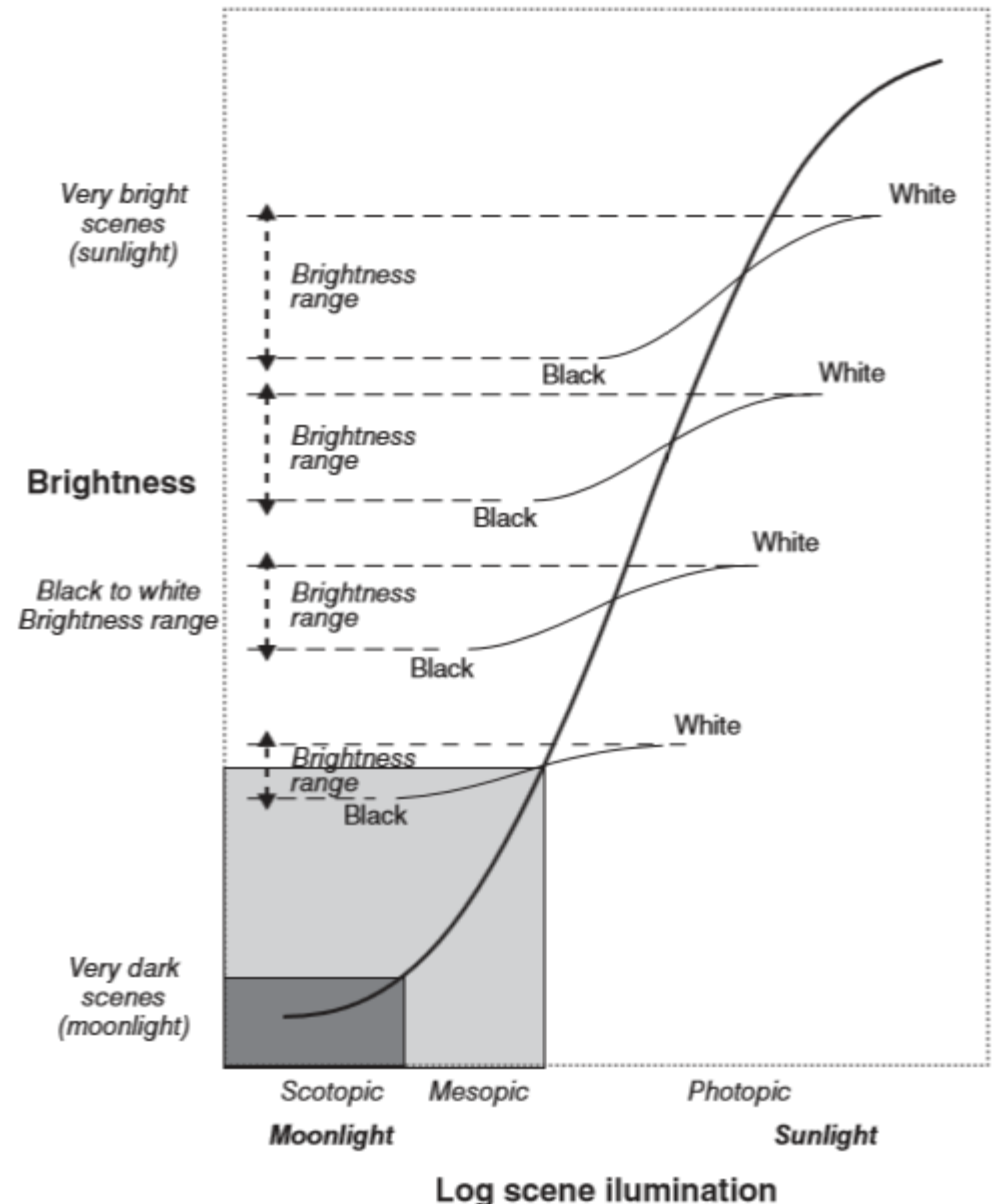
Whole range

in the order 1 000 000:1

Geometrical luminance resolution:
cca 1' ;

At a distance 25 cm it is 0,07mm,

At a distance 3,5 m it is 1 mm.



Weberův zákon

Weberův zákon popisuje
vnímání změn intenzity světla

$$k = \frac{\Delta I}{I} \quad k = 0,01 - 0,02$$

Podobně fungují všechny lidské
senzory

Můžeme z něj určit počet vnímatelných
jasových rozdílů:

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = 100 \rightarrow n = 232$$

$$k = 0,02$$

Podnět	Weberova konstanta
Frekvence zvuku	0,003
Intenzita zvuku	0,15
Intenzita světla	0,01 - 0,02
Koncentrace pachového podnětu	0,07
Koncentrace chuťového podnětu	0,20
Intenzita tlakového podnětu	0,14

Vlastnosti lidského zraku

Weber-Fechnerův zákon

(duhovka (2-8 mm), citlivost čípků)

Intenzity, lišící se násobkem 10^{10} (dynamický rozsah)

vnímaný jas je logaritmickou funkcí fyzikální intenzity

$$dB = k' \frac{dI}{I} \quad B = K \ln \frac{I}{I_0} \quad \text{kde } I_0 = 0.02$$

Ferry-Porterův zákon (vjem blikání zdroje)

Kritická frekvence je přímo úměrná $\log L$,
závisí však i na střídě a průběhu signálu.

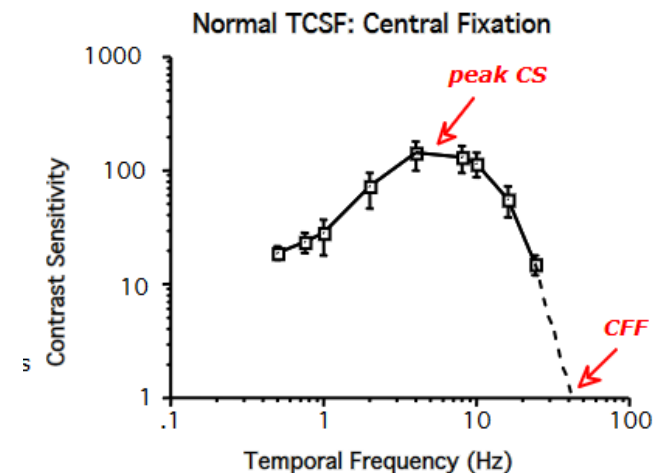
$$f_{krit.} = k_1 + k_2 \log L \text{ [Hz]}$$

kde $k_1 = 30,26$ a $k_2 = 12,6$

Talbotův zákon

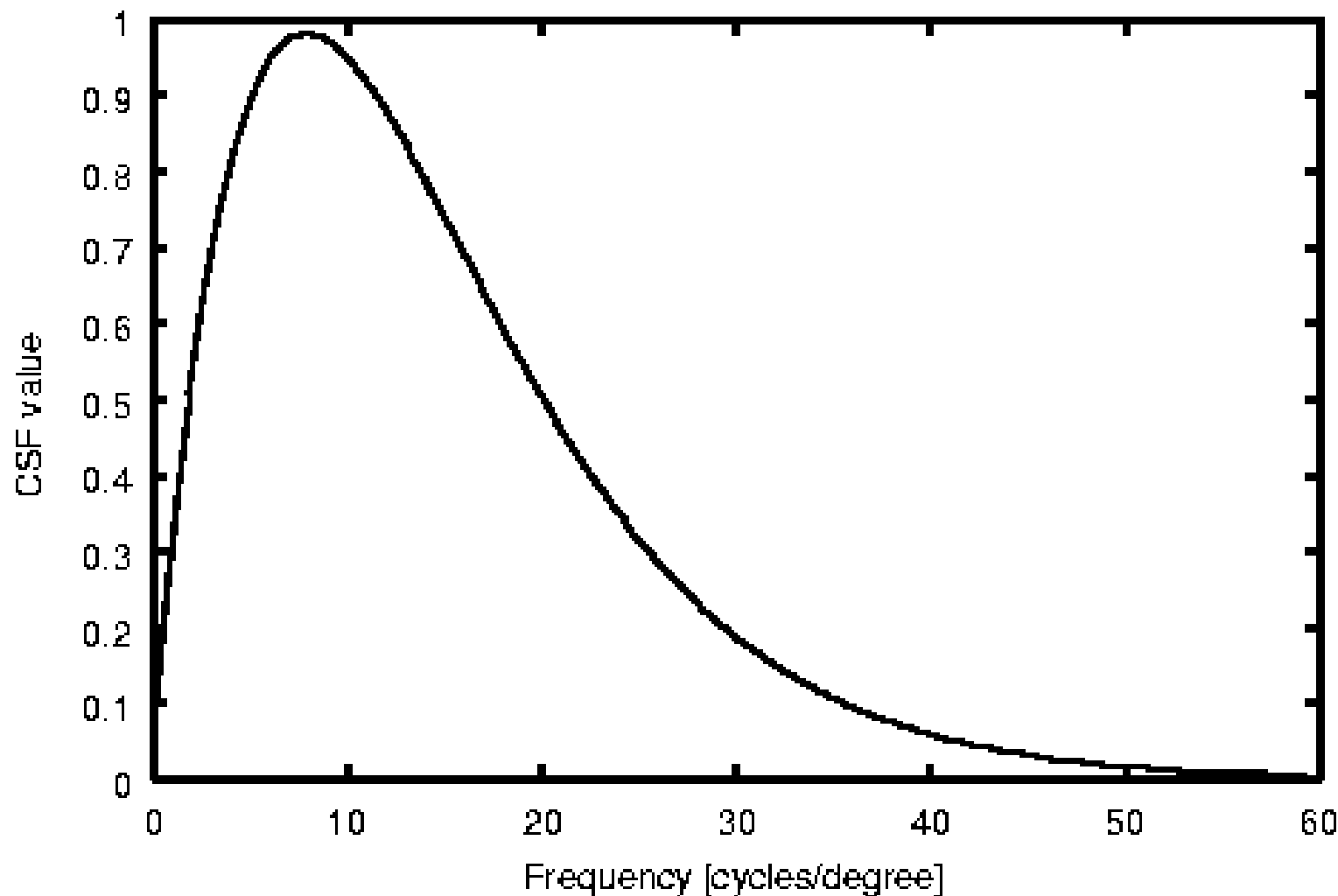
Intenzita vjemu při vyšším než kritickém kmitočtu je úměrná aritmetickému průměru podnětu.

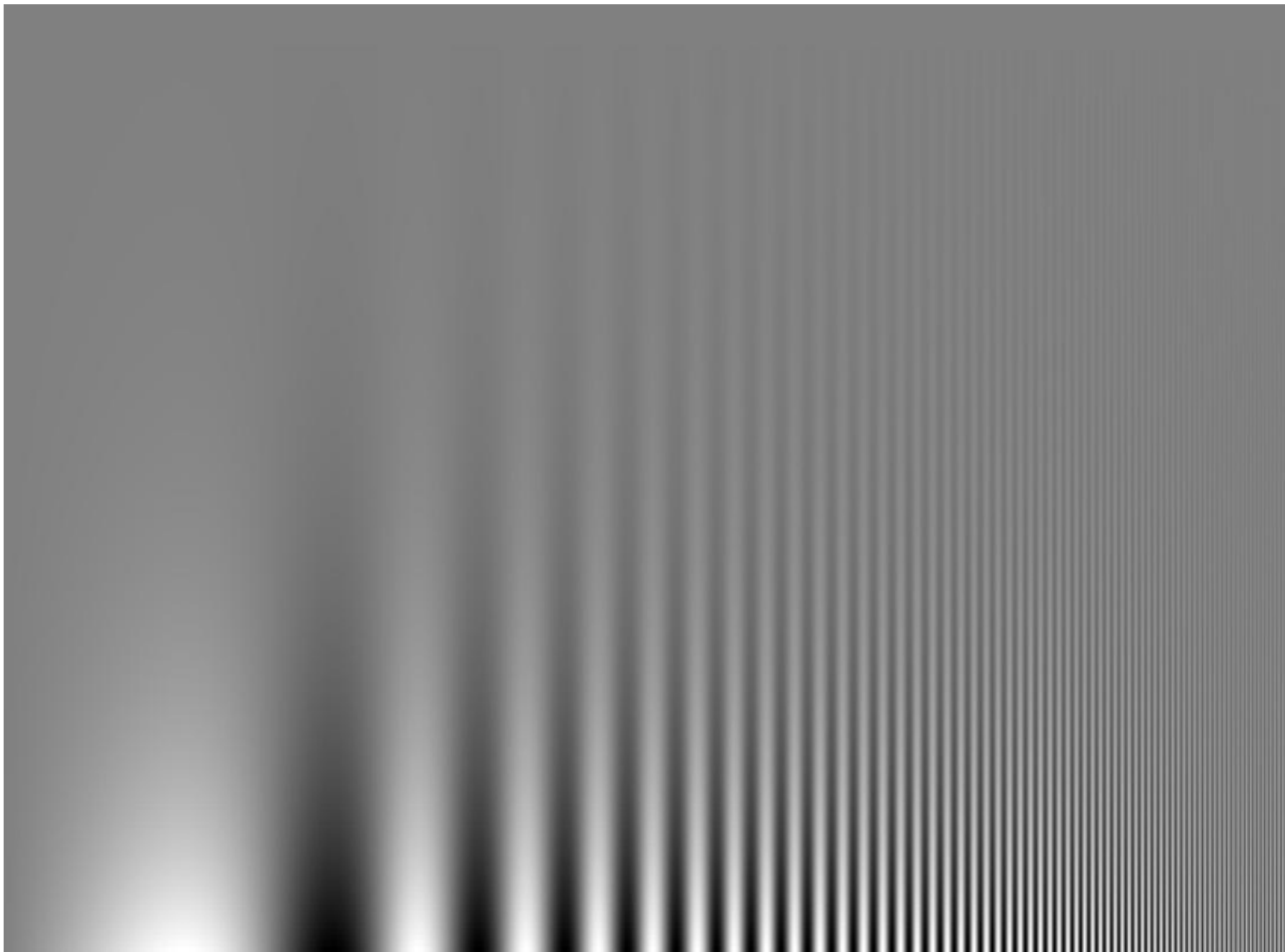
$$B = \frac{1}{T} \int_0^T b \, dt$$



Kontrastní citlivost lidského zraku

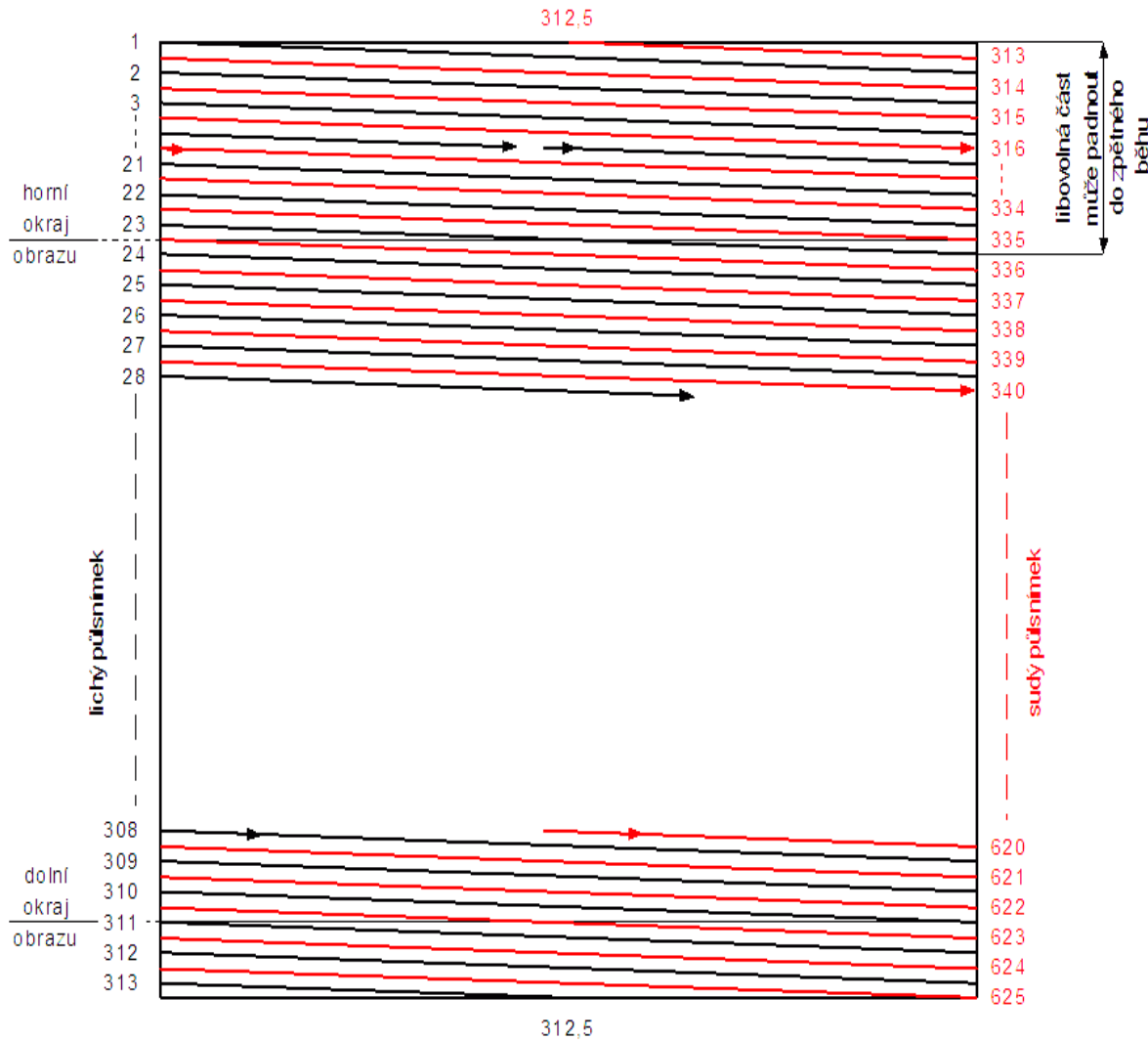
Contrast sensitivity function (static case)





Princip přenosu černo-bílého (monochromatického) obrazu

Televizní rozkladový rastr



Evropský televizní standard (PAL)

$n = 625$ řádek

$f_s = 25$ snímků/s (50 půlsnímků)

Formát: 4:3

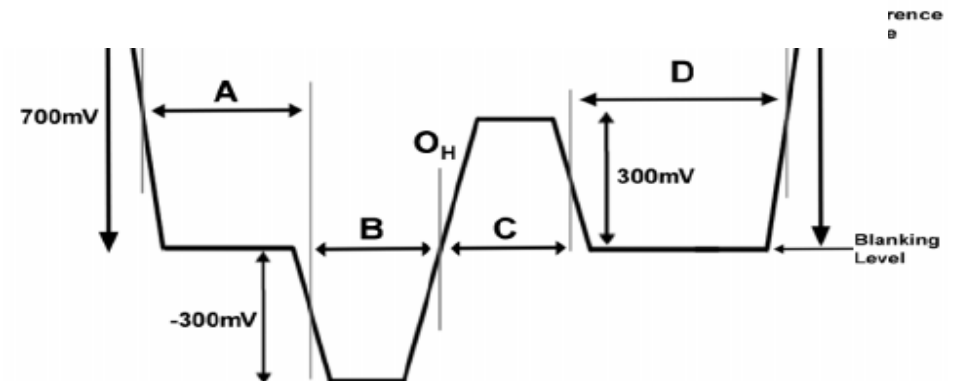
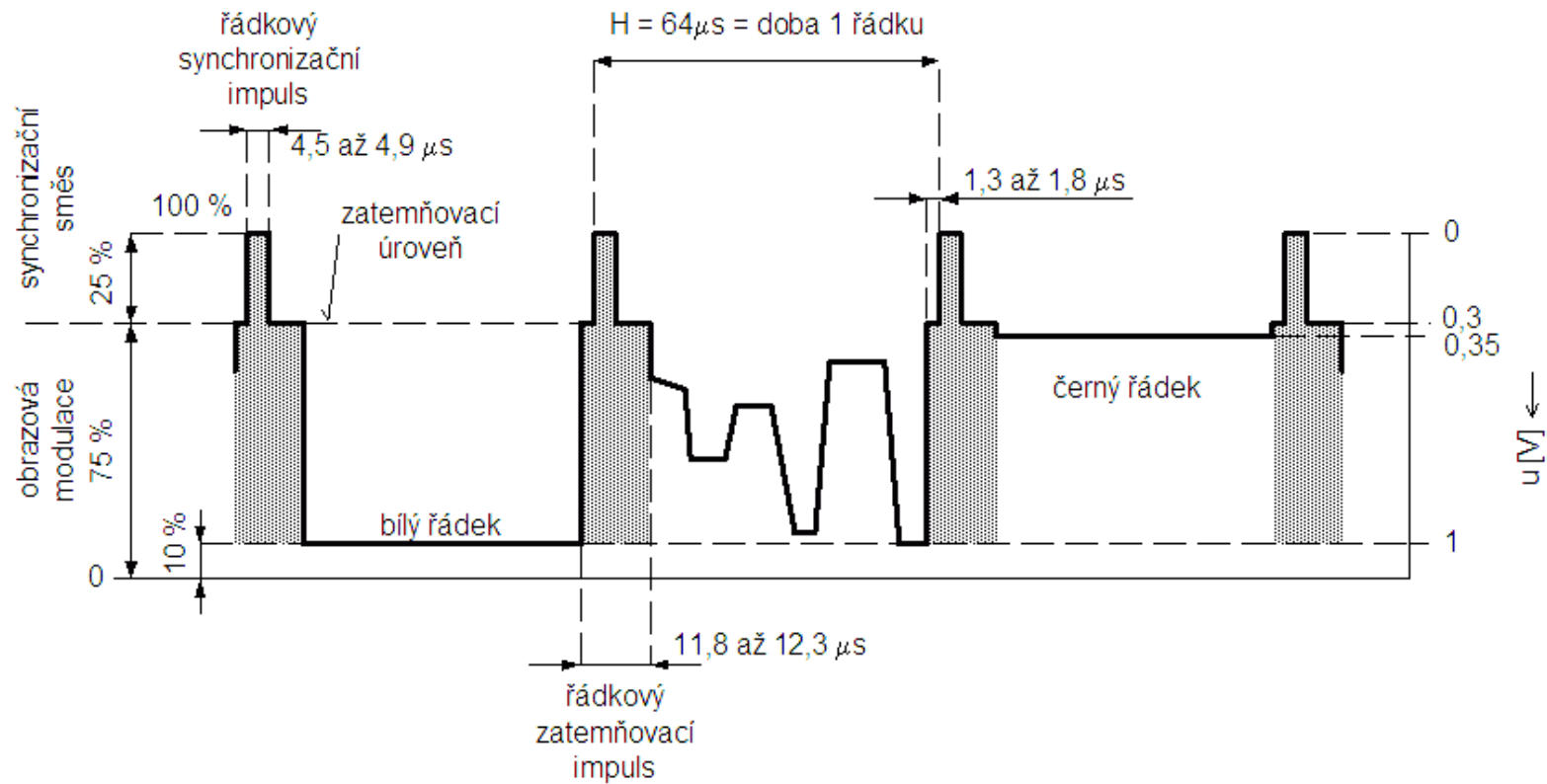
Jasový signál Y

$f_{\max} = 1/2 \times n \times 4/3 \times n \times f_s$ [Hz]

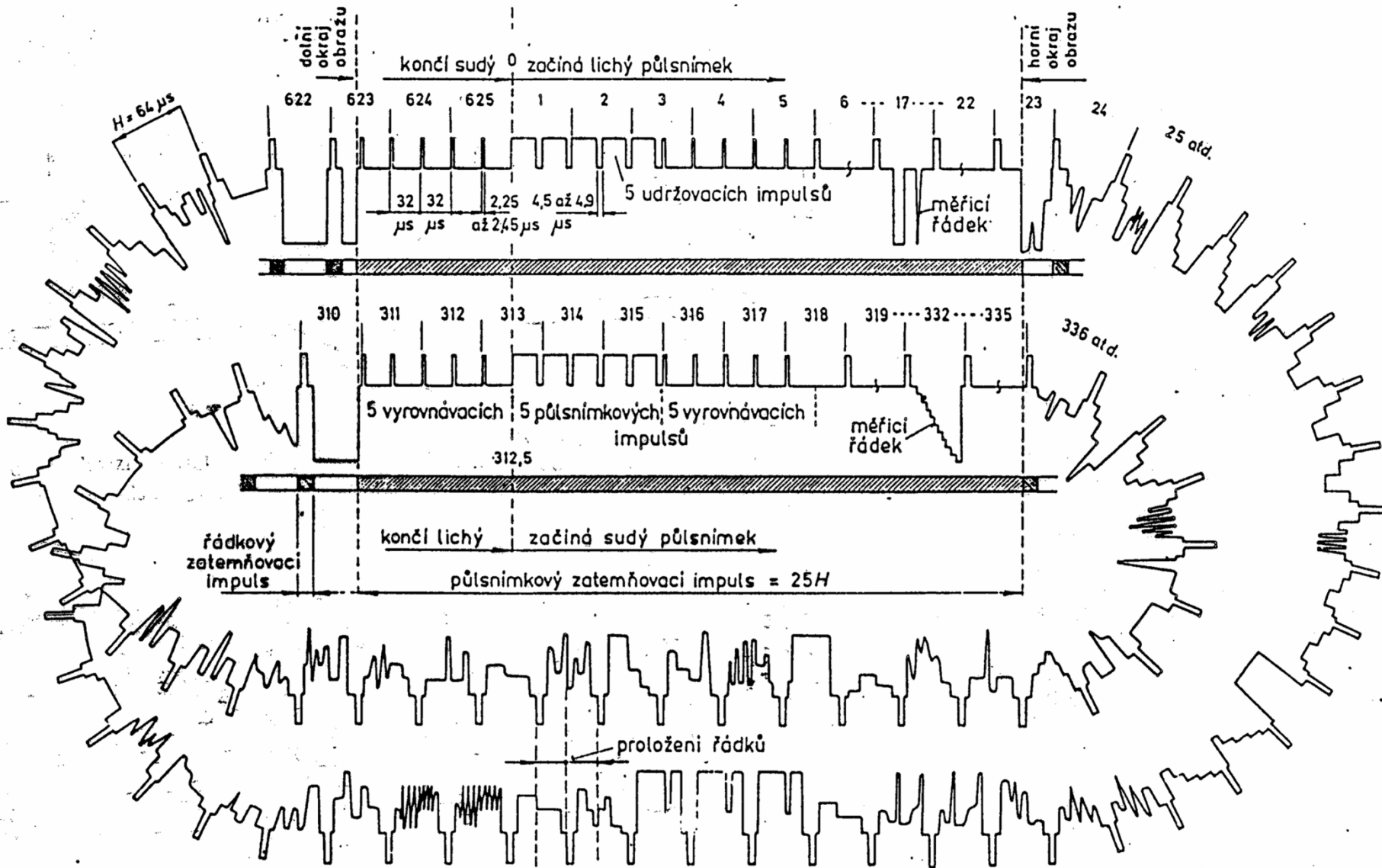
$f_{\max} \approx 6,5$ MHz

Prokládání (Interlacing) - zvýšení frekvence blikání (viz. vlastnosti oka Ferry-Porterův zákon)

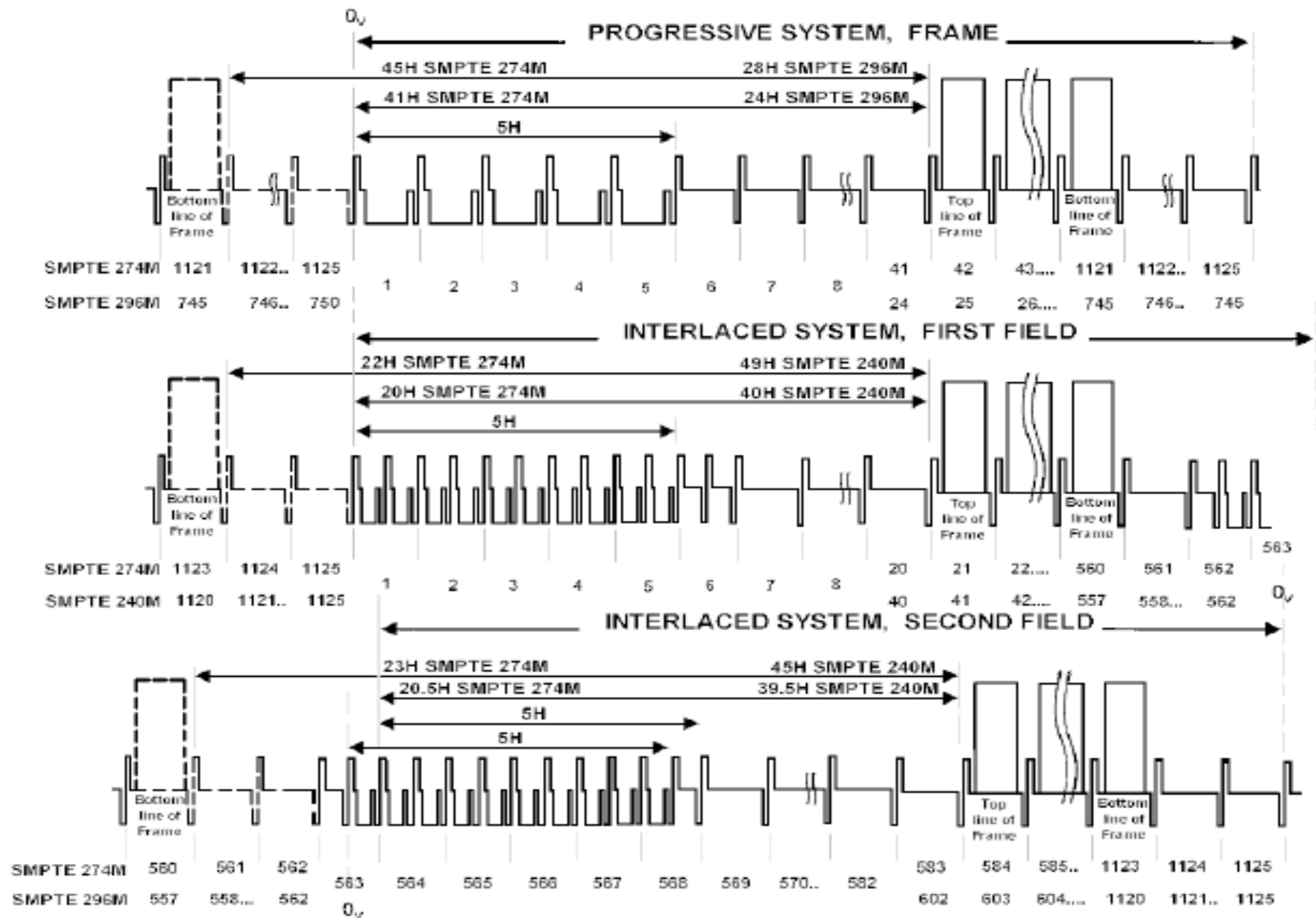
Videosignál (SDTV a HDTV)



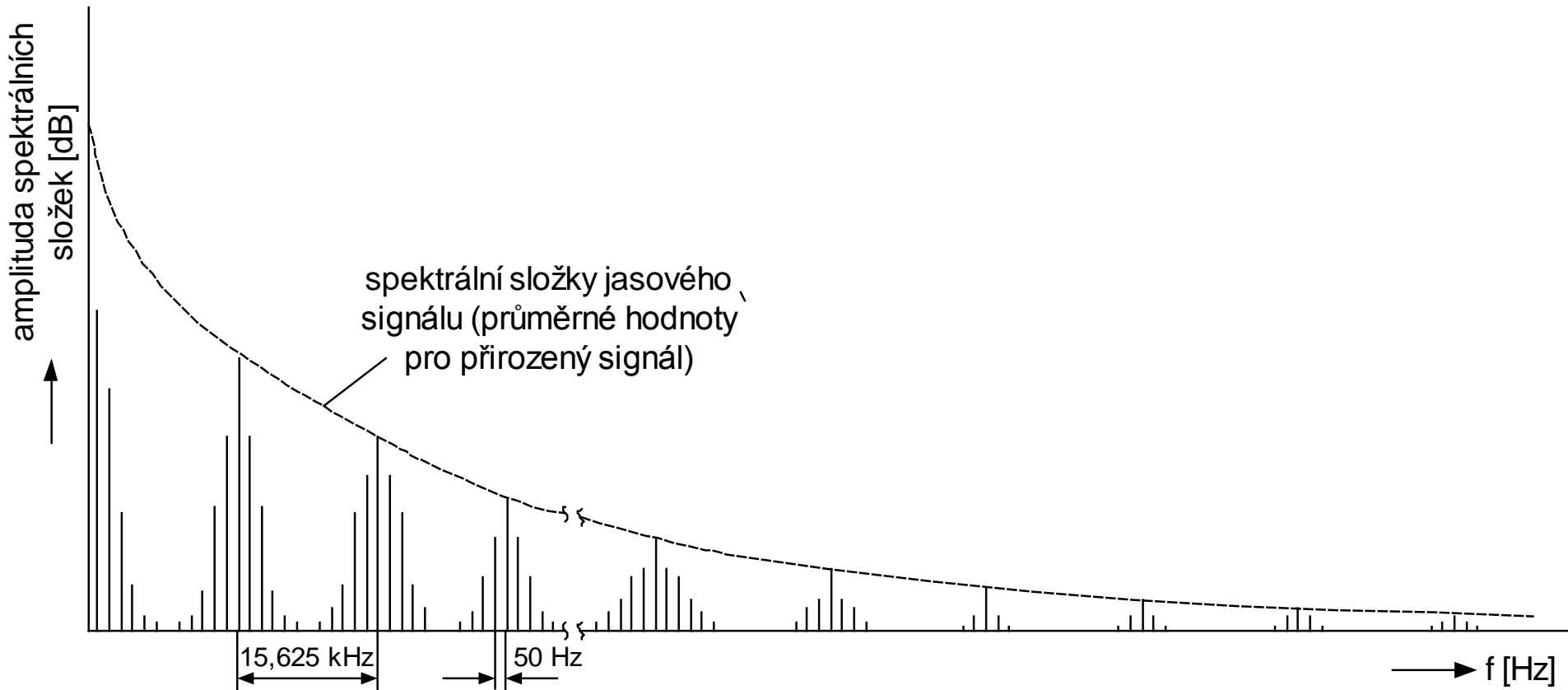
Videosignál (2)



Videosignal HDTV - Vertical synchronization

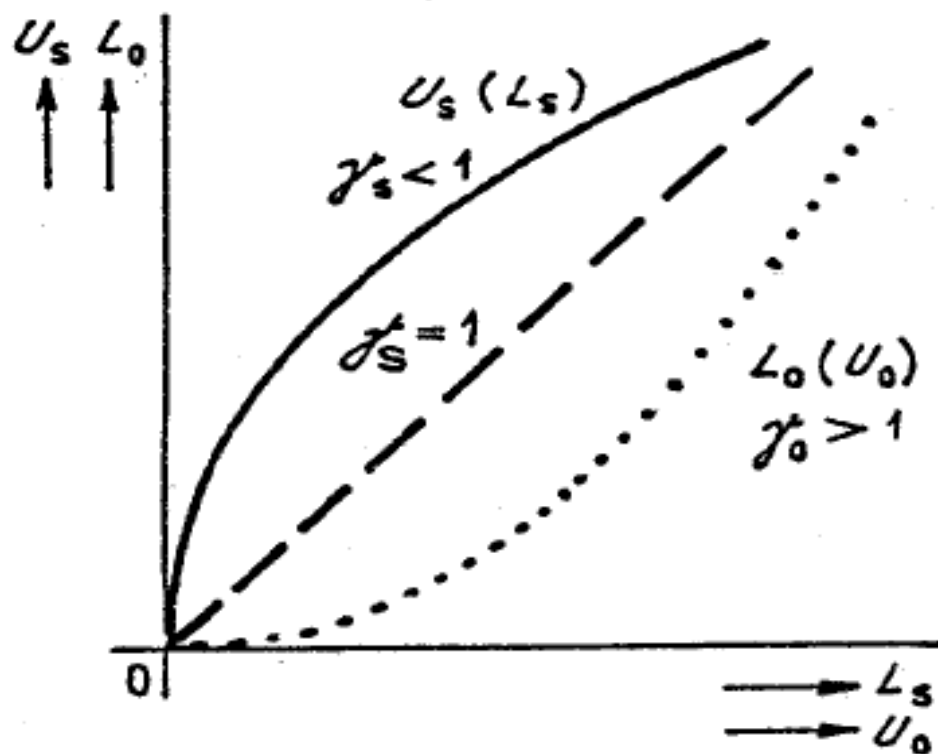


Spektrum ČB videosignálu



Znázornění kmitočtového spektra černobílého tv. signálu

Převodní charakteristiky

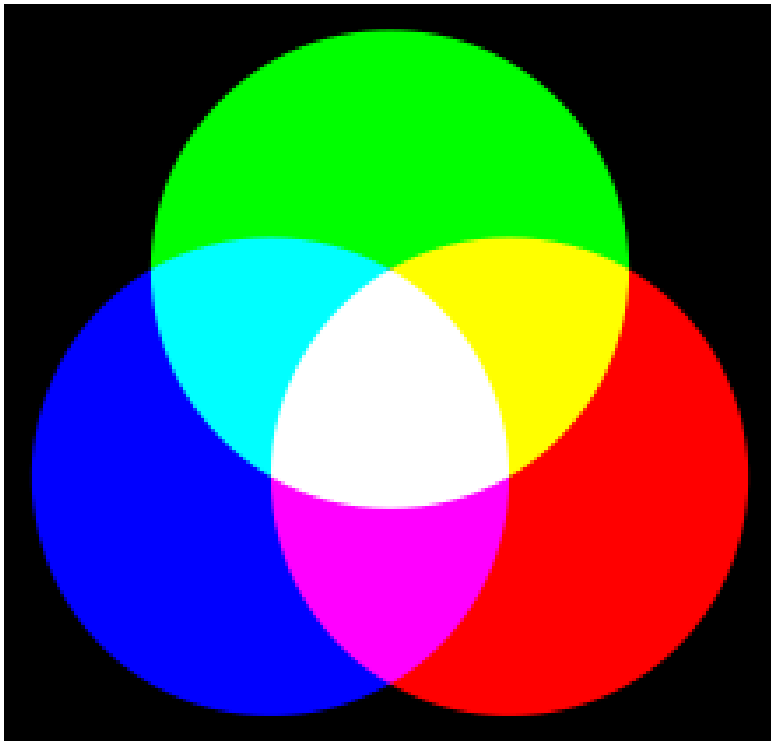


Obr.4-8: Typické průběhy převodních charakteristik:
 — vidikonu, ——— snímače CCD,
 vakuové obrazovky

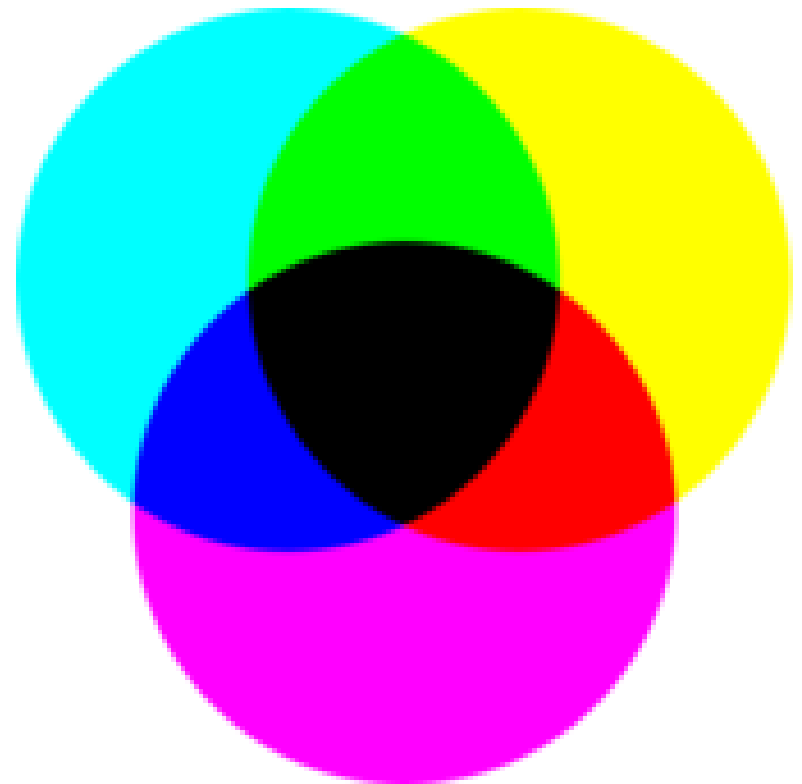
Princip přenosu barevného televizního obrazu

Kolorimetrie – skládání světél

Aditivní mísení světél – (RGB)

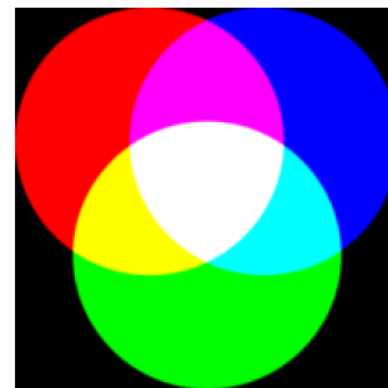
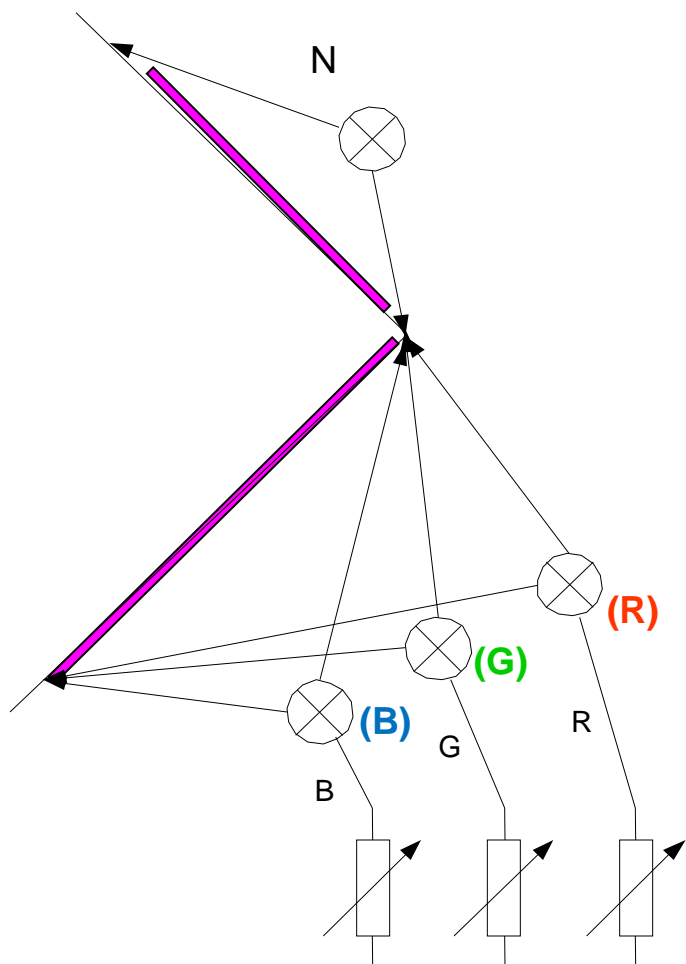


Subtraktivní mísení světél - (CMY)



Vyrovnání barevného světla (TV display)

Subjektivní kolorimetr



Eye

$$N = \pm R(R) \pm G(G) \pm B(B)$$

kde **RGB** - trichromatické složky

(v bar. televizi odpovídají videosignálu)

Trichromatická soustava CIE RGB 1931

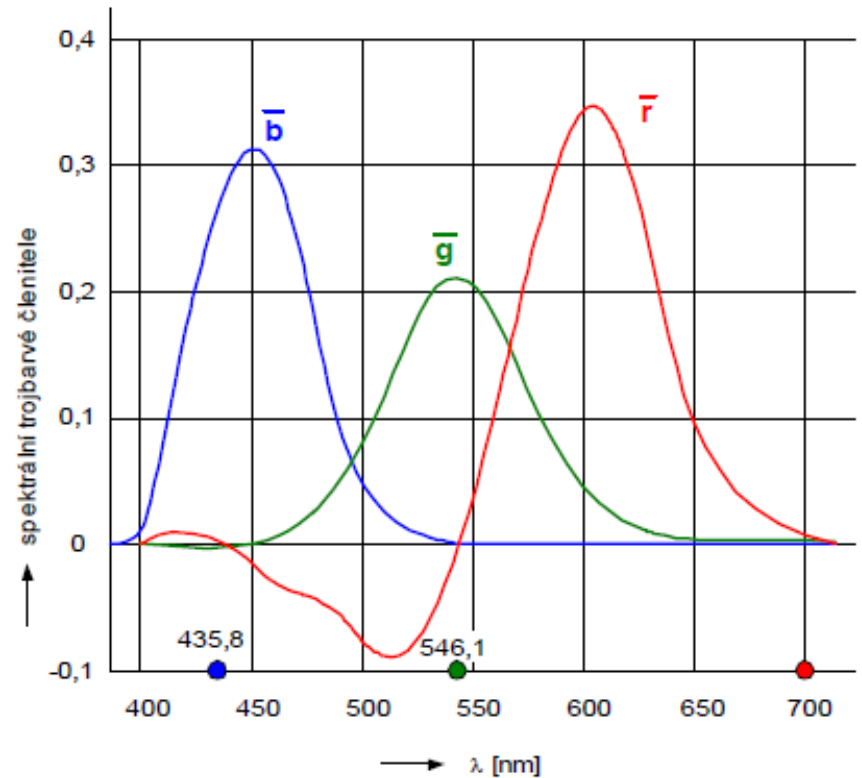
Základní světla R, G a B

- trichromatičtí členitelé
- trichromatické složky RGB
- trichromatické souřadnice rgb

$$R = \int_{380}^{780} E(\lambda) \bar{r}(\lambda) d\lambda$$

$$G = \int_{380}^{780} E(\lambda) \bar{g}(\lambda) d\lambda$$

$$B = \int_{380}^{780} E(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda$$

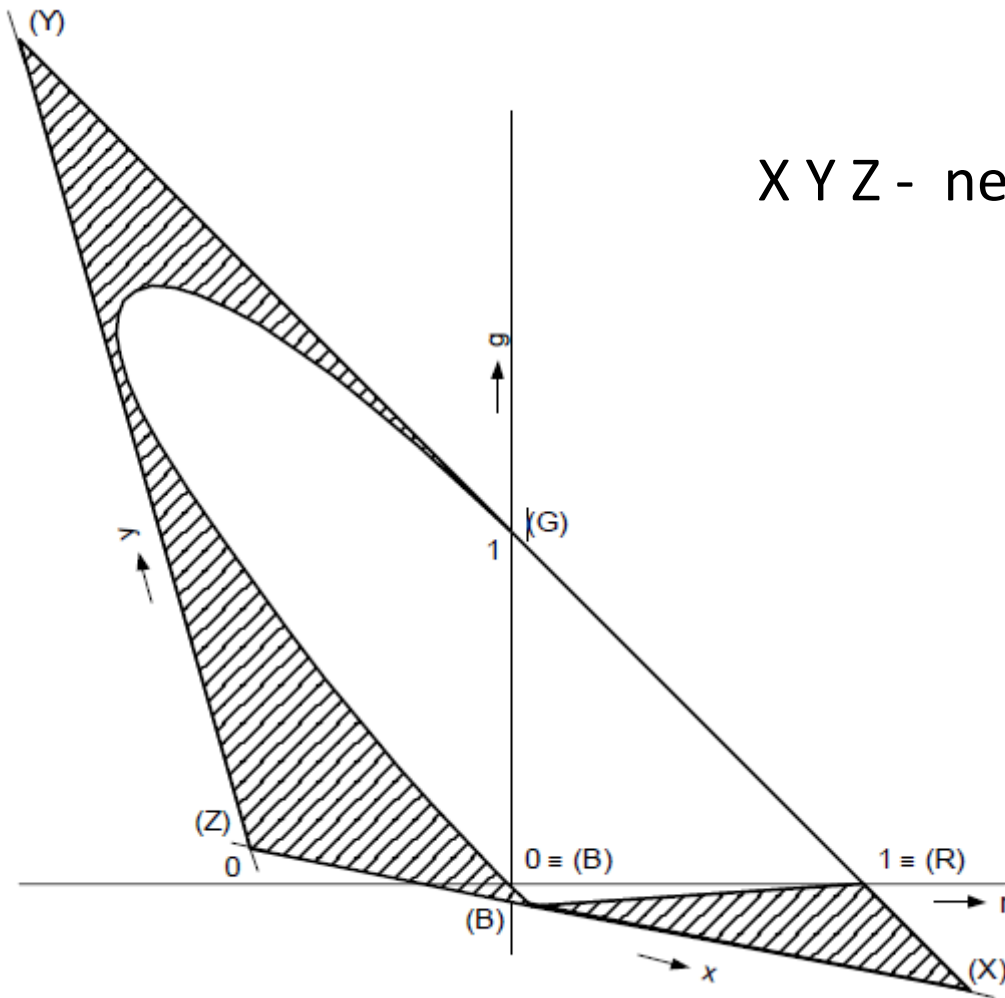


$$r = \frac{R}{R + G + B}, g = \frac{G}{R + G + B}, b = \frac{B}{R + G + B}$$

Poměr jasových koeficientů $R : G : B = 1 : 4,6 : 0.06$

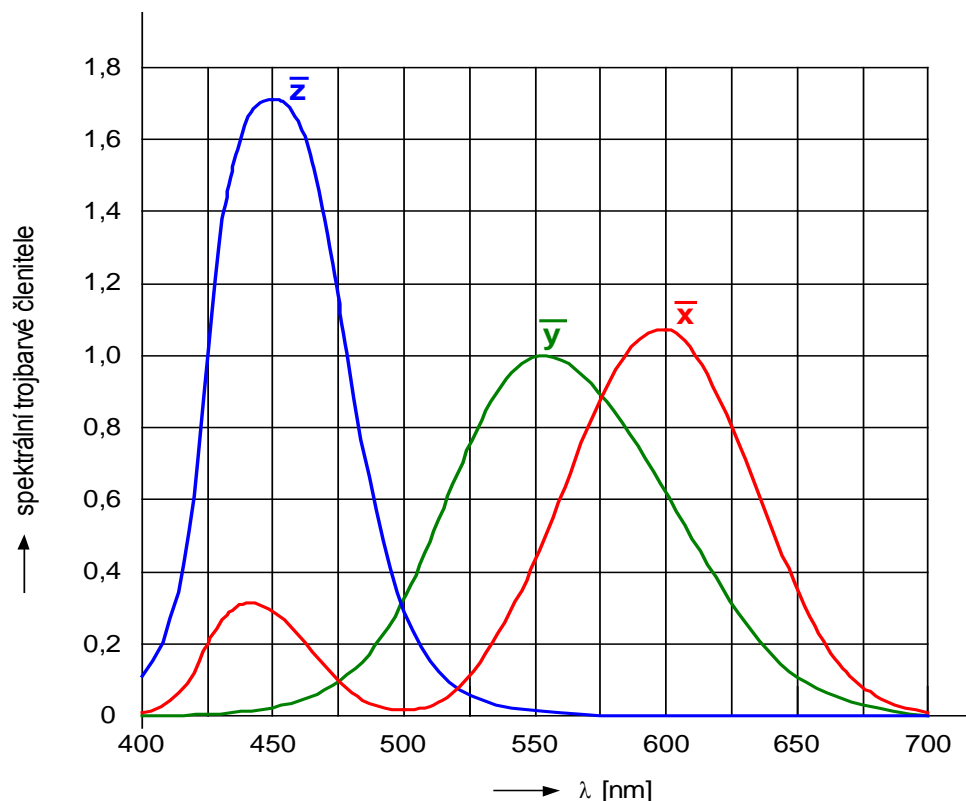
Základní barvy soustavy CIE RGB (1931) a soustavy CIE XYZ (1931)

X Y Z - nereálná barevná světla



Objektivní kolorimetr

- Trichromatická složka (Tristimulus Value)
- Trichromatický členitel (Color Matching Function)



$$X = \int_{380}^{780} \phi(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \int_{380}^{780} \phi(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \int_{380}^{780} \phi(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}, y = \frac{Y}{X + Y + Z}, z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

$$x + y + z = 1$$

Diagram barev MKO (CIE XYZ 1931)

Trichromatické složky

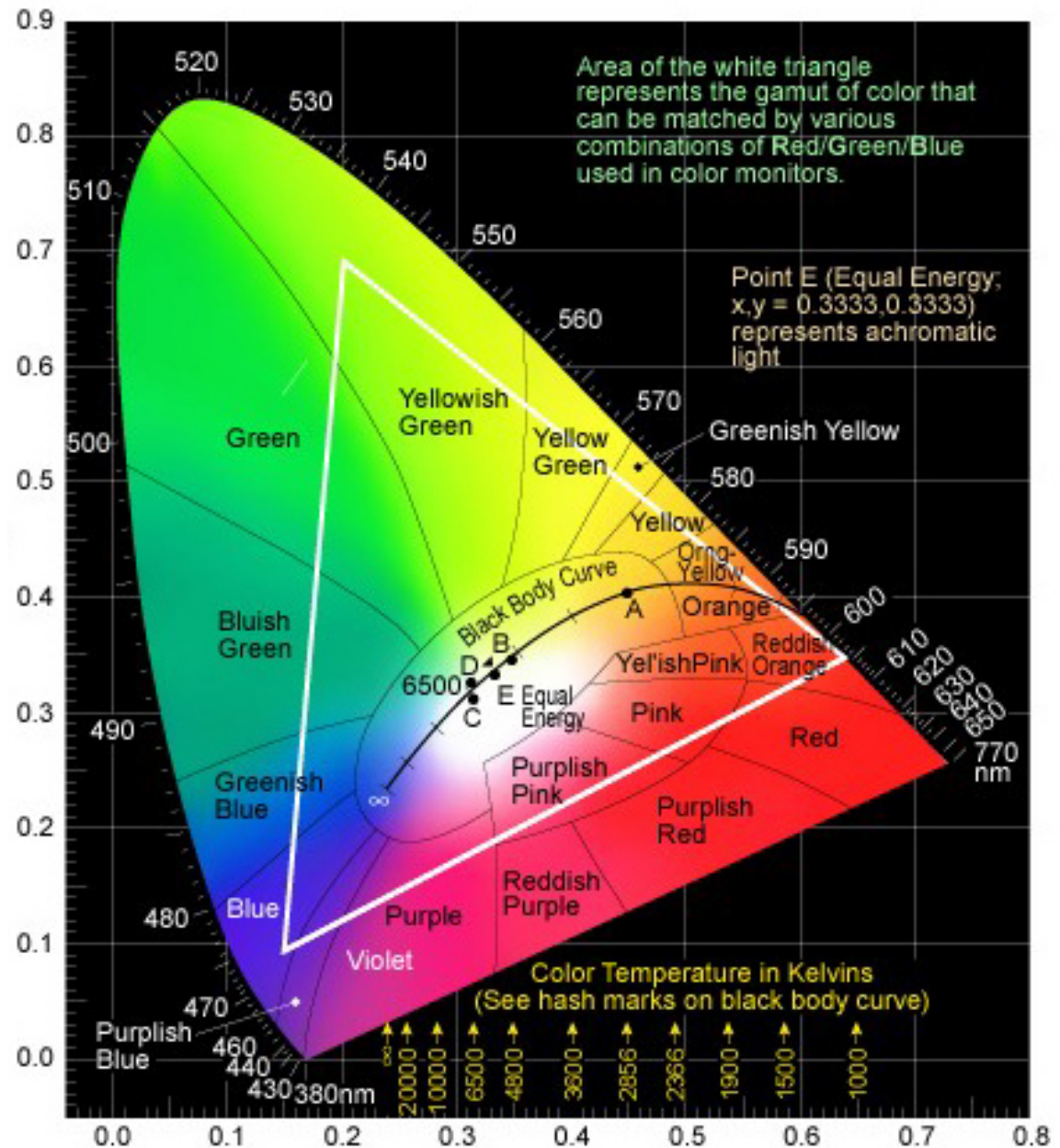
Trichromatické souřadnice

Mísení barev –
pákové pravidlo

Bar. metamerismus

Barevná teplota
(teplota chromatičnosti)

Popis barvy



Televizní základní barvy (R),(G), (B)

SDTV:

Rec. 601

(R) 0.640, 0.330

(G) 0.290, 0.600

(B) 0.150, 0.060

White D_{65}

HDTV:

Rec.709

EBU Tech 3213

(R) 0.640, 0.330

(G) 0.300, 0.600

(B) 0.150, 0.060

White D_{65} =
0.3127, 0.3290

UHD TV:

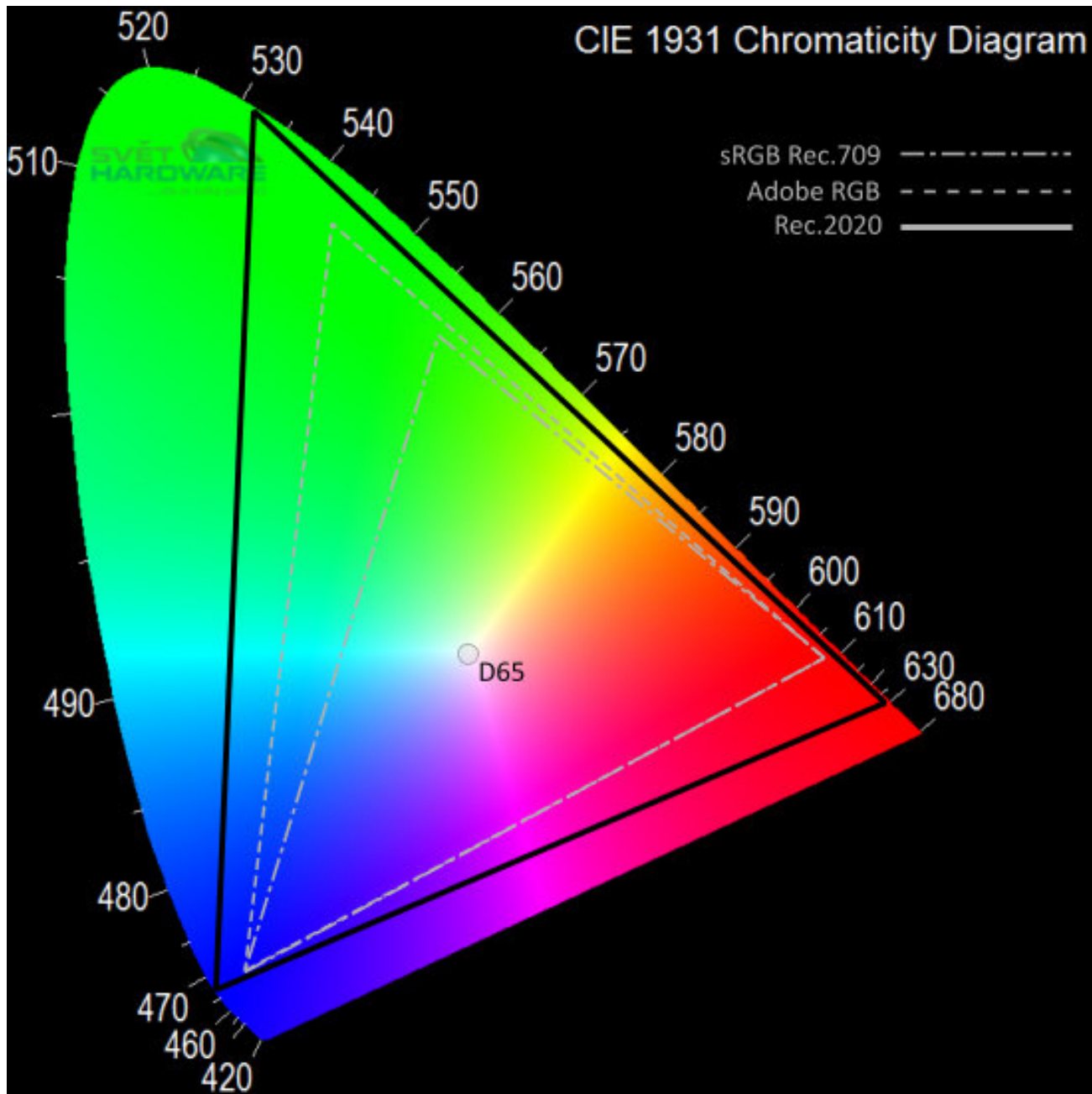
Rec. 2020

(R) 0.708, 0.292

(G) 0.170, 0.797

(B) 0.131, 0.046

White D_{65}



Kolorimetrie – přenosové signály BTV

Vztah mezi přenosovými signály Y,R-Y,B-Y (Y,U,V) a RGB

$$\begin{bmatrix} Y \\ R-Y \\ B-Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ 0,701 & -0,587 & -0,114 \\ -0,299 & -0,587 & 0,886 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

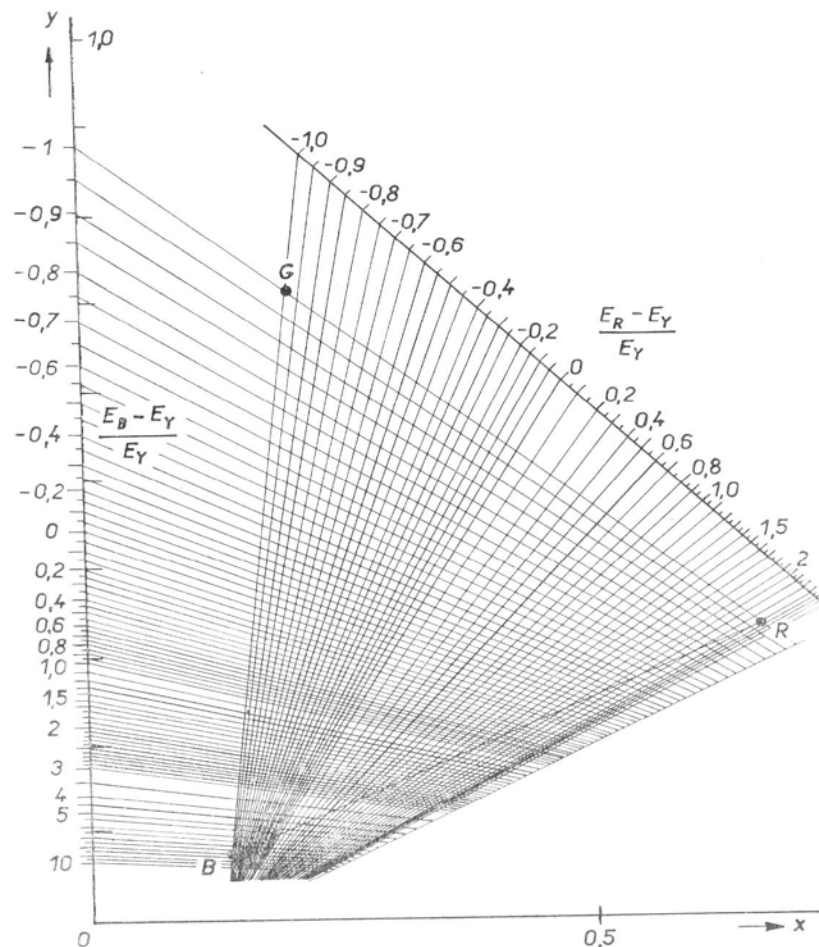
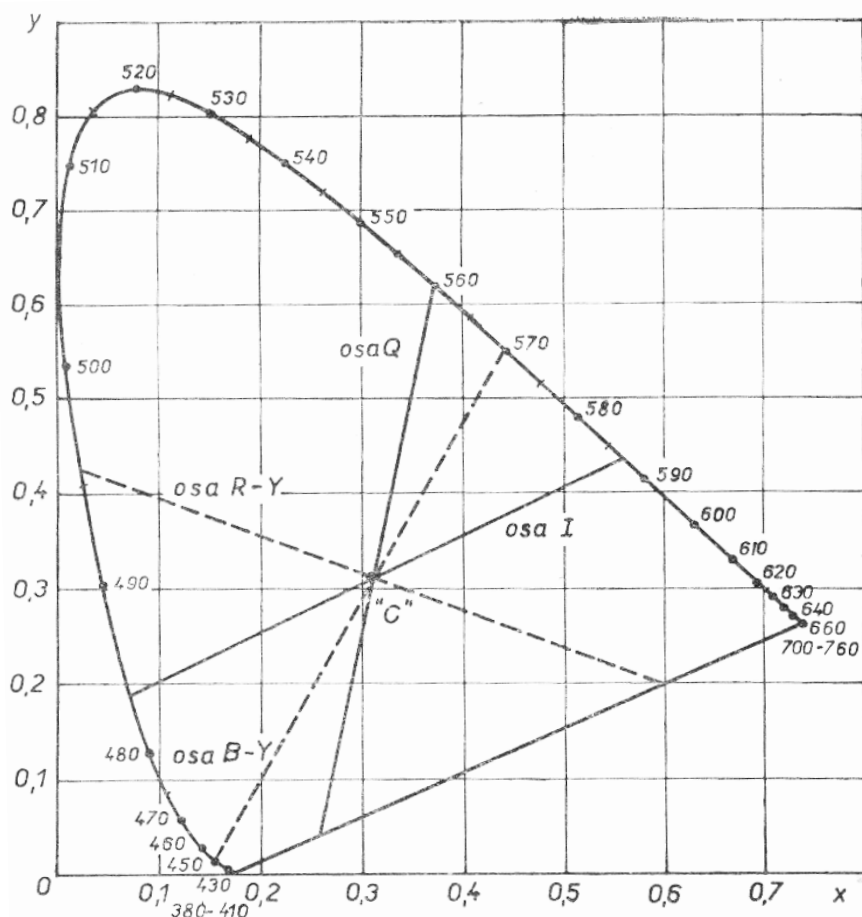
$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -0,509 & -0,194 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y \\ R-Y \\ B-Y \end{bmatrix}$$

Rozdílové signály – nulový příspěvek k jasů

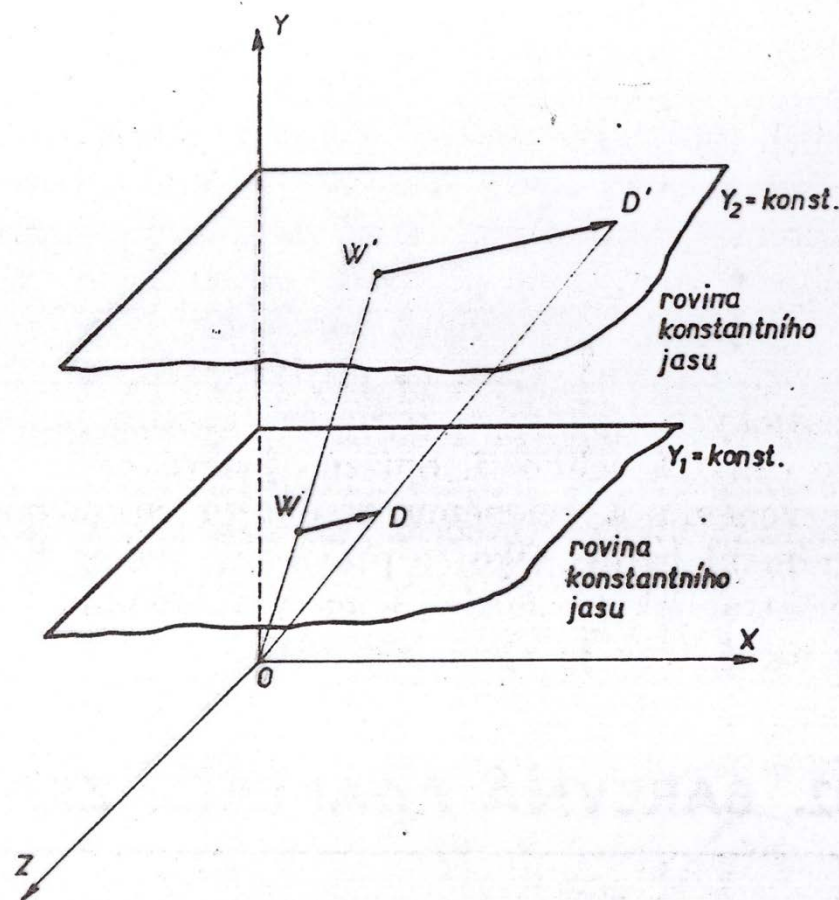
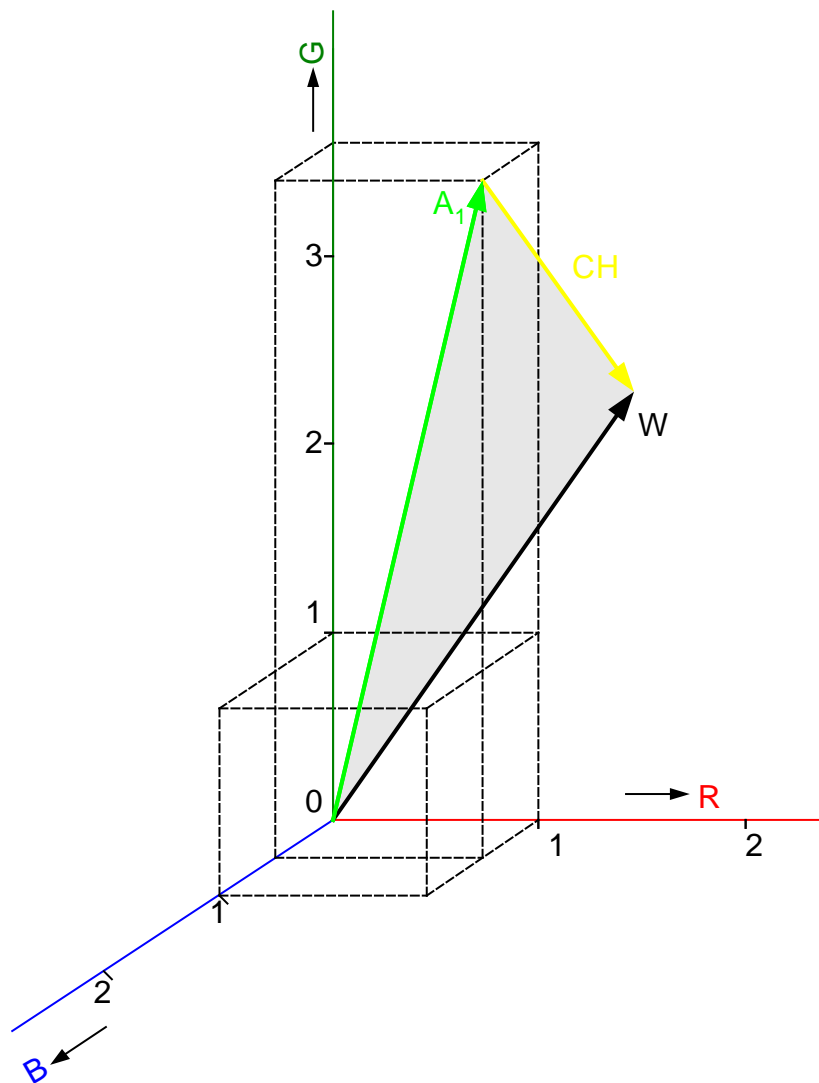
$$Y_{výsl} = Y + 0,30(R - Y) + 0,59(G - Y) + 0,11(B - Y) = 0,30R + 0,59G + 0,11B$$

Rozdílové signály - kolorimetrické mapy

- Vznik televizního signálu v analogové TV -
- **NTSC** – osy **I** a **Q** – pro max. (I) a min. (Q) barevné rozlišení, *minimalizace šířky pásma*
- **PAL** – osy **R-Y** a **B-Y** – jednoduchý výpočet, tedy *lepší šumové vlastnosti*



Kolorimetrie – vektor chrominance



Optické efekty

Modrý text se nečte příliš dobře.

Červený text se čte lépe.

Zelený text se čte nejlépe.

That's all for today.