

# KARTOGRAFIE II (05)

## BARVA

**RNDr. Ladislav Plánka, CSc.**

*Institut geodézie a důlního měřictví, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola  
báňská – Technická univerzita Ostrava*

*Podkladové materiály pro přednáškový cyklus předmětu Kartografie II  
(jazyková ani odborná korektura neprovedena)*

# Barva

- Barva je důležitý (nepostradatelný) prostředník mezi mapou a jejím čtenářem.
- Výběr barev pro mapu může ovlivnit vnímání a přijetí nebo odmítnutí kartografického produktu jeho uživateli.
- Správná volba barev (resp. jejich vhodná kombinace) dokáže podstatně zvýšit úroveň mapy, především její čitelnost a srozumitelnost, a v nezanedbatelné úrovni i její atraktivitu komerční.
- Použití nehodných barev (resp. nevhodné kombinace barev) může jinak kvalitní mapu zcela znehodnotit.

# Barva - definice

- Barva je fyziologický zrakový vjem, způsobený dopadem paprsků o různé vlnové délce na sítnici oka nebo k tisku používaná barevná hmota.
- Barva je myslivecký název pro krev zvěře.
- Barva může být brána také jako jedna z pokerových (karetních) kombinací.

*O vnímání barev pojednává **psychologie barev**, jejímž hlavním představitelem a zakladatelem je německý psycholog **Max Luscher**.*

***Základním zákonem v oblasti vnímání barev je vzrušivost jasných barev a naopak uklidňující dojem, kterým působí pastelové tóny barev.***

# Existuje barva ?

- O absolutně objektivní existenci barvy nelze hovořit; barvy se nedají vyjádřit pouze fyzikálními veličinami s vyloučením "subjektivního faktoru" člověka, který měření provádí. "Viděná barva" je závislá na struktuře světelného zdroje a zároveň i na chromatické citlivosti lidského oka.
- Jakou barvu má dužina nerozkrojeného melounu? Řekneme jistě, že červenou. Ale fyzik by musel říci, že dužina nerozkrojeného melounu nemá žádnou barvu, dokud jej nerozkrojíme, neboť chybí světlo, které by jí barvu propůjčilo. Měl by jistě pravdu, ale ne úplnou, neboť ani dužina rozkrojeného melounu nemá žádnou barvu, není-li přítomno lidské oko, které by elektromagnetické vlny světelného záření „přeměnilo“ v barvu - v barevný vjem.
- Tento subjektivní činitel - zrak - je pro vznik barevného vjemu stejně důležitý jako světlo a jako schopnost předmětu světlo pohlcovat či odrážet.

# Co je barva

Tisícileté zkušenosti ani staletí bádání o barvě nám dosud neumožňují zodpovědět s definitivní platností otázku, co je barva.

Přesto již o ní bylo získáno mnoho poznatků, i když se na ně musíme ptát různých vědních oborů.

# Historie vnímání barev

---

# Historie - pravěk

- První barvou byla krev, pak bílá hlína, okry a červené a černé hlíny, jimiž jsou malována zvířata v jeskyních.
- Barva a barevné ozdoby byly mocným prostředkem v rukou šamanů a kouzelníků.
- Barva byla zřejmá, kdežto chemické složení látky, která je poskytovala nikoliv.
- Barvu byla pokládána za neoddělitelnou vlastnost předmětu.

# Historie - starověk

- Rozšiřuje se sortiment barev (o modrou, zelenou, žlutou - Slunce)
  - Barvy se staly symboly božské moci a síly, božských vlastností.
  - Postupně se vytvářela symbolika barev (vzduch – červená, oheň – purpurová, voda – modrá, země – bílá) a vznikalo přesvědčení lidí o významu a vlastnostech barev (pověřivý vztah k barvám).
- 
- **Bílá** (čistota, nevinnost, víra, ochrana)
  - **Červená** (láska, plamenná láska, krev)
  - **Zelená** (schopnost proměny, cudnost)
  - **Modrá** (naděje, stálost ve víře, věrnost Bohu, symbol Bible a Ducha Svatého, „mariánská modř“)
  - **Žlutá** (urozený původ, svatozář, naplnění všech tužeb, ale i zrada – „jidášská žlut“)
  - **Černá** (smrt, bolest)
  - **Fialová** (utrpení)



# Historie - antika

Aristoteles (384 - 322 př. n. l.) v díle „O duši„: „*Barva jest na předmětech o sobě viditelných; tím „o sobě“ nemyslí se jejich pojem, nýbrž že příčinu viditelnosti mají v sobě. Každá barva pak jest hybným činitelem toho, co skutečně jest průhledné, a v tom je její podstata. Proto také není bez světla viditelná a každá barva každého předmětu vidí se jen ve světle.*“

Barva je vlastností předmětu a neoddělitelně k němu patří a je viditelná prostřednictvím světla.

*Démokritos (asi 460 - 370 př. n. l.) je přesvědčen, že světlo je proud částic, které neustále vysílá každý viditelný předmět.*

*Aristoteles je naopak mínění, že se ono „průhledné“ šíří asi jako vlnky na vodní hladině.*

*Tak začal vědecký spor, který se táhne až do dneška: je světlo vlnění nebo proud částic?*

# Historie - středověk

- Barvy se nadále pokládaly za vlastnost věcí, viditelnou pouze prostřednictvím světla. Hlavní pozornost se nadále věnovala jejich symbolickému významu a výkladu.
- Moc (zprvu Boží) vyjadřovala barva purpurová.
- Pomíjivost barev (blednutí) se řeší náhradou kovy či kameny (zlatem, drahokamy).
- Rozvíjí se symbolika barev.

# Historie - renesance

**Leonardo da Vinci** (1452 - 1519) „**Traktát o malířství**  
(*Trattato della pittura*)“.

Barva pro něj byla optickým jevem, poznal její relativitu, dovedl vidět barevnost stínů a reflexí. Chápal ji jako vjem a její poznávání postavil na empirickou přírodovědnou bázi.

# Historie - novověk

- **Isaac Newton** (1643 – 1727) rozkladem světla po průchodu trojbokým hranolem dokázal, že sluneční světlo není jednoduché - bílé, nýbrž že se skládá z barevných světél.
- Jako první uspořádal barvy slunečního spektra do kruhu (**Newtonův barevný kruh**) a vyjádřil tím jejich příbuzenství.
- Podle počtu tónů v hudební stupnici a podle počtu tehdy známých planet zvolil **sedm** barev a seřadil je v tomto pořadí (jak následovaly za sebou ve slunečním spektru): **červená, oranžová, žlutá, zelená, modrá, indigová a fialová**. Od té doby je kruh barev uznáván za první vyjádření některých důležitých vztahů mezi barvami.

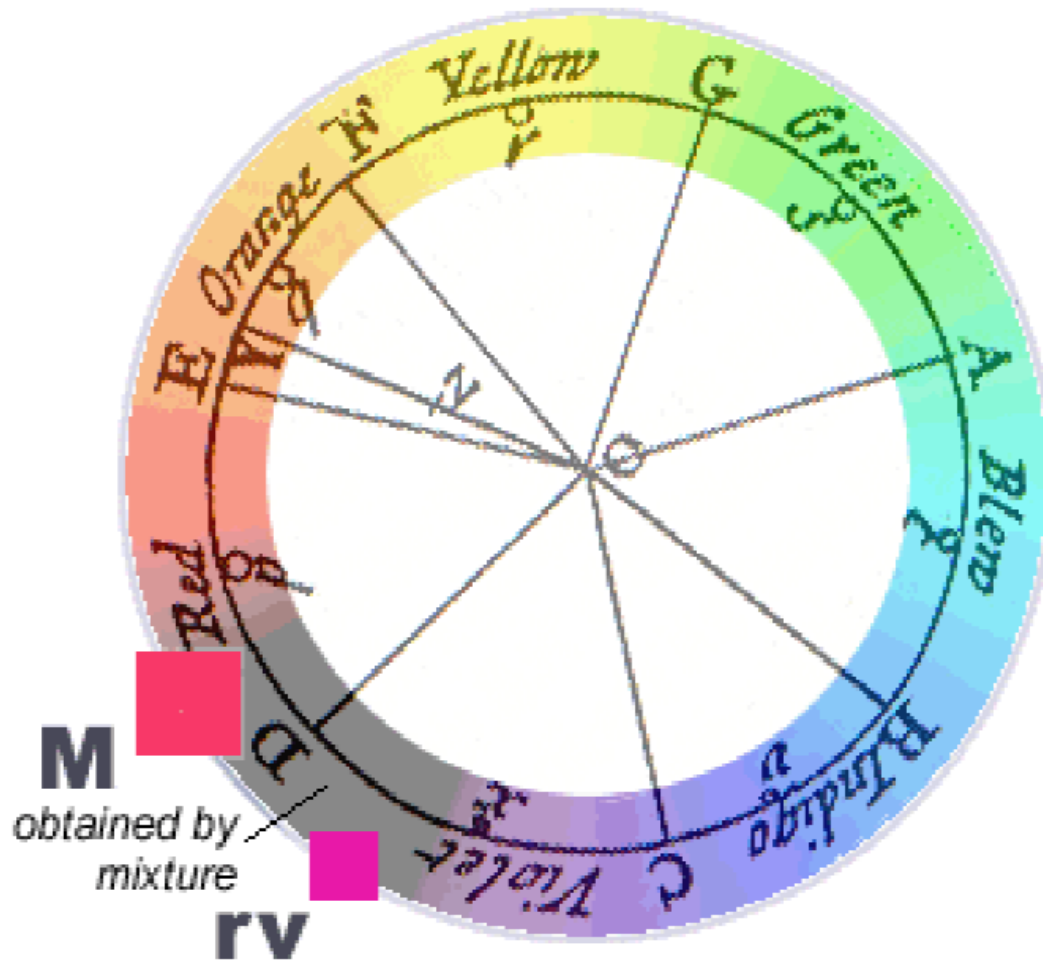
# Historie - novověk

- Nejrevolučnější stránka Newtonovy práce „*Optics*“ byla v demonstraci, že „barva“ (vlnová délka) spektra je základním jevem světla v přírodě; „oranžové“ světlo je právě tak prvotní nebo základní jako „červené“ nebo „zelené“ světlo a „bílé“ světlo je součtem mnoha různých barev.
- Newton jako první explicitně prohlásil, že barevný vjem nemůže být prisuzován přesným vlnovým délkám světla: **barva je v mysli, ne ve světě.**

# Newtonův barevný kruh (1/2)

- Střed kruhu (**O**) je reprezentován bílým (bezbarvým) světlem a obvod kruhu „ohnivými“ (syty) barvami všech spektrálních tónů. Vzdálenost ze středu k okraji představuje rozsah „**syty**“ barev - barvy každodenního světa.
- Tón a sytost každé směsi světél se hledá jako „těžiště“ v barevném kruhu všech světél po obvodu kruhu, které by šly do směsi. (Barva umístěná v bodě "**Z**" je odsycená oranžová barva, použitá Newtonem k demonstraci tohoto postupu.)

# Newtonův barevný kruh (2/2)



# Historie - novověk

- Po Newtonově objevu barevných složek světla se usoudilo, že barva je především vlastnost světla, že předměty samy barvu nemají, že je vyvolána teprve jejich osvětlením (např. předmět, který má při denním světle barvu zelenou, bude se v červeném osvětlení jevit jako šedý až černý).
- Kolem roku 1731 objevil J. C. le Blou základní povahu tří barev z Newtonových sedmi při míšení malířských barev. V knize „Traité du coloris“ mimo jiné píše:

*"Malba může představit všechny viditelné předměty pouhými třemi barvami, a to žlutou, červenou a modrou, neboť všechny ostatní barvy lze složit z těchto tří, které nazýváme primitivní barvy. Například žlutá a červená dá oranžovou, žlutá a modrá zelenou, modrá a červená fialovou a směs všech tří primitivních barev dohromady dává černou."*



# Historie – teorie podstaty světla

- **Newtonova** - opírala se o klasickou mechaniku a vysvětlovala světlo jako proud částíček uvolňovaných přímočaře ze světelných zdrojů ve formě paprsků.
- **Huygensova** - opírala se o poznatky o šíření zvuku pomocí vln.
- **Maxwellova** - podle teorie elektromagnetického pole je světlo část zářivé energie vyvolávající na sítnici lidského oka vjem, který si uvědomujeme jako vidění.

# Historie - novověk

- **Johann Wolfgang Goethe** (1749 – 1832) popsal mnohé zákonitosti vidění a prožívání barev v knize Nauka o barvě (Farbenlehre). V ní mj. rozčlenil barvy na teplé a studené, na pasivní a aktivní a připsal barvám moc působit na naši duši.
- **Jan Evangelista Purkyně** (1787 – 1869) objevil a popsal řadu jevů týkajících se barevného vidění, z nichž mnohé byly pojmenovány po něm - např. Purkyňův fenomén (změna viditelnosti barev v šeru), Purkyňova blesková figura (obraz očních cév na sítnici, který můžeme pozorovat při zavřených očích proti světlu) aj.

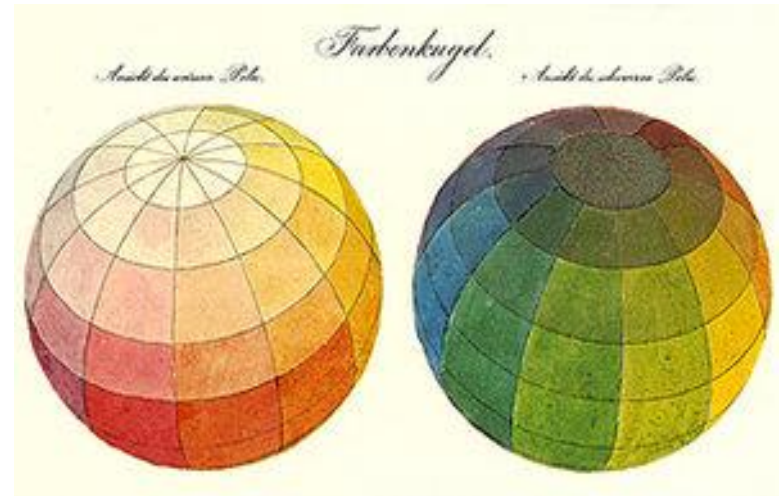
# Historie - novověk

- **Thomas Young** (1773 – 1829) přepracoval optiku a umožnil vytvořit Youngovu-Helmholtzovu teorii, z níž se dodnes vychází při výkladu barevného vidění. Je to tzv. tříslučková teorie, protože učí, že všechny vjemy barev vznikají různým poměrem podráždění tří citlivých složek ve zrakovém aparátu. *Na jejím základě byla vlastně vytvořena i barevná fotografie a barevná televize.*
- **James Clerk Maxwell** (1831 – 1879) položil první základy pro pozdější přesné „měření barev“. Vynalezl mimo jiné zvláštní aparát pro optické míšení barev. Tento přístroj - rotující barevný kotouč - platil za výbornou pomůcku pro měření poměru barevných světél ve směsích.

# Historie - novověk

**Philipp Otto Runge** (1777 – 1810) sestrojil v roce 1810 první dokonalý prostorový model všech možných barevných nuancí - první barevné těleso.

Zvolil pro ně kouli. Její rovník obsahoval syté barvy, horní polokoule jejich zesvětlené odstíny, kdežto dolní polokoule odstíny ztmavené. Póly tvořily barva bílá (nahore) a černá (dole).



# Historie - novověk

- Ředitel barvíren císařské gobelínové manufaktury, chemik **Michel Eugène Chevreul** (1786 – 1889) vydal v roce 1839 dílo o barevném kontrastu („*De la Loi du Contraste simultané des Couleurs*“). Kniha podnítila i usměrnila dobovou tendenci k čisté barvě impresionistů a postimpresionistů.
- V roce 1864 vydal práci „*O barvách a jejich aplikacích v uměleckém průmyslu s pomocí barevných kruhů M. E. Chevreula*“. Dílo obsahuje 27 tabulí vyrytých do mědi a barevně dokonale vytištěných, které systematicky shrnují barevné vzorky vzniklé míšením čistých malířských barev s bělobou a černí.

# Historie - novověk

- Na začátku druhé poloviny 19. století se chemikům podařilo objevit složení několika důležitých přírodních barviv a uměle je vyrobit.
- Vznikl tak postupně rozvětvený průmysl barviv, který přirozeně podstatně zasáhl i do vývoje barevné teorie.

# Historie - novověk

**Wilhelm Ostwald** (1853 – 1932), chemik a fyzik, nositel Nobelovy ceny, a před ním americký malíř **Albert H. Munsell** (1858 – 1918) si vytkli za cíl umožnit přesné a snadné dorozumění při používání barev, exaktní pojmenování barev a jejich normalizaci (pro praktickou potřebu je jako první vyžadovali zahradníci a zahrádkáři).

(viz dále)

# Historie - současnost

- Ostwaldův a Munsellův systém byly velkoryse koncipovány a dodnes nepozbyly praktického významu.
- Technici a inženýři, sdružení od roku 1931 v **Mezinárodní osvětlovací komisi CIE (Commission Internationale de l'Éclairage)**, dovršili své výzkumy fyzikálně exaktního systému, zpracováním metody fyzikálního „měření barev“ (vlastně světelných podnětů) a prosadili svůj metrický systém jako mezinárodní normu.



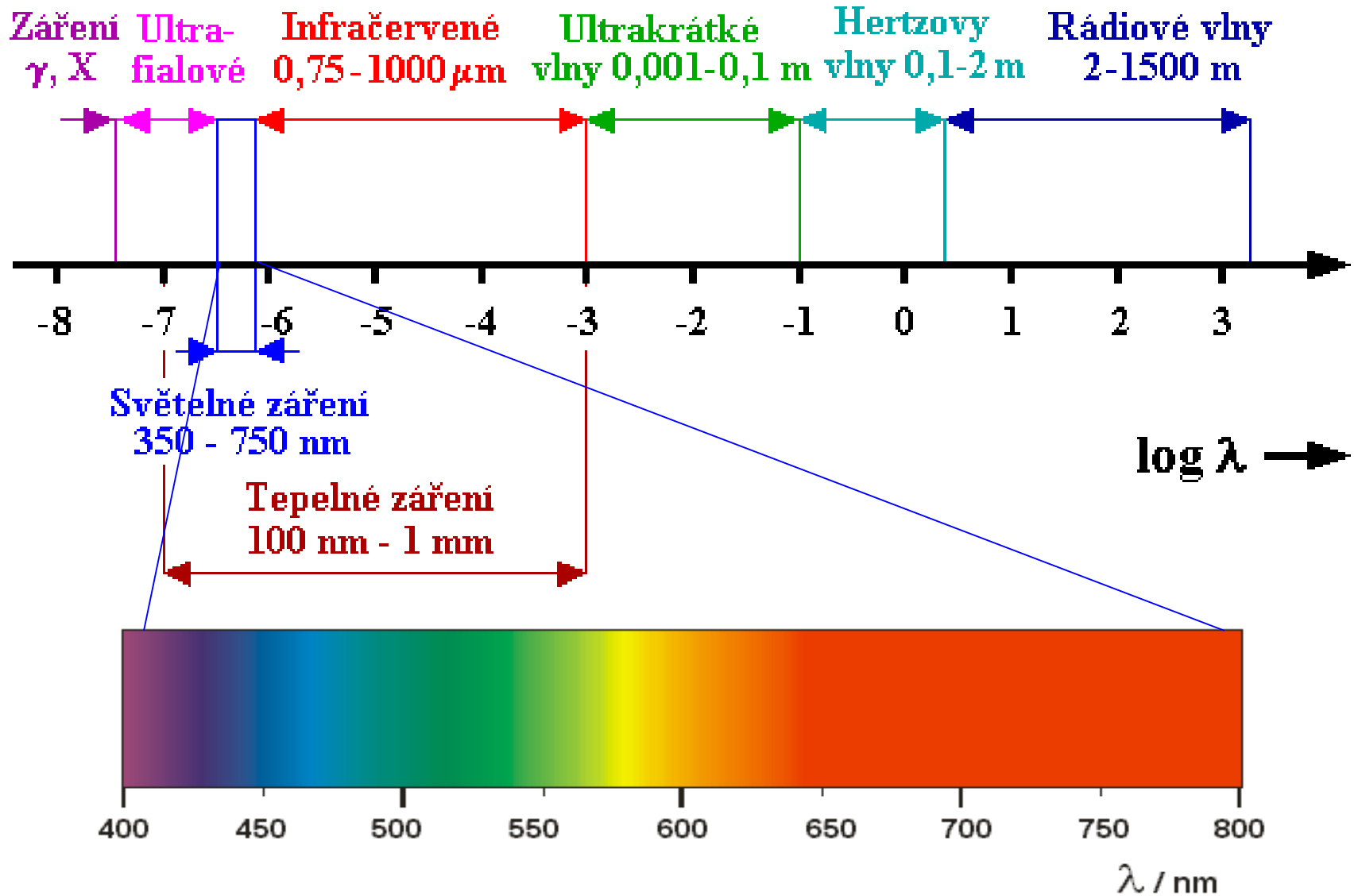
# Fyzikální podstata světla a základy vidění

---

# Fyzikální podstata světla

- Jaderné štěpení ve slunci, dává vznik vydatnému toku elektromagnetického záření, které se šíří ven do prostoru. **Vědci popisují toto záření jako elektromagnetické vlnění a současně jako tok kvantových částic s určitou energií – fotonů.**
- **Světlo** je ta část elektromagnetické záření, kterou dokážeme vnímat. Z celkového rozsahu elektromagnetického záření se jedná o pouze velmi úzký proužek přibližně od 350 do 750 nm.

# Elektromagnetické spektrum



# Viditelná část spektra

Barva je v mysli, ne ve fyzickém světě.

Toto je velice důležitá vlastnost, proto se názvy barev objevují v uvozovkách vždy, když jsou použity pro specifikaci světelných vlnových délek. Ve všech schématech barevného vidění jsou spektrální barvy pouze symboly o odlišných vlnových délkách světla.

**Červená:** 0,620–0,720  $\mu\text{m}$

**Oranžová:** 0,592–0,620  $\mu\text{m}$

**Žlutá:** 0,578–0,592  $\mu\text{m}$

**Zelená:** 0,500–0,578  $\mu\text{m}$

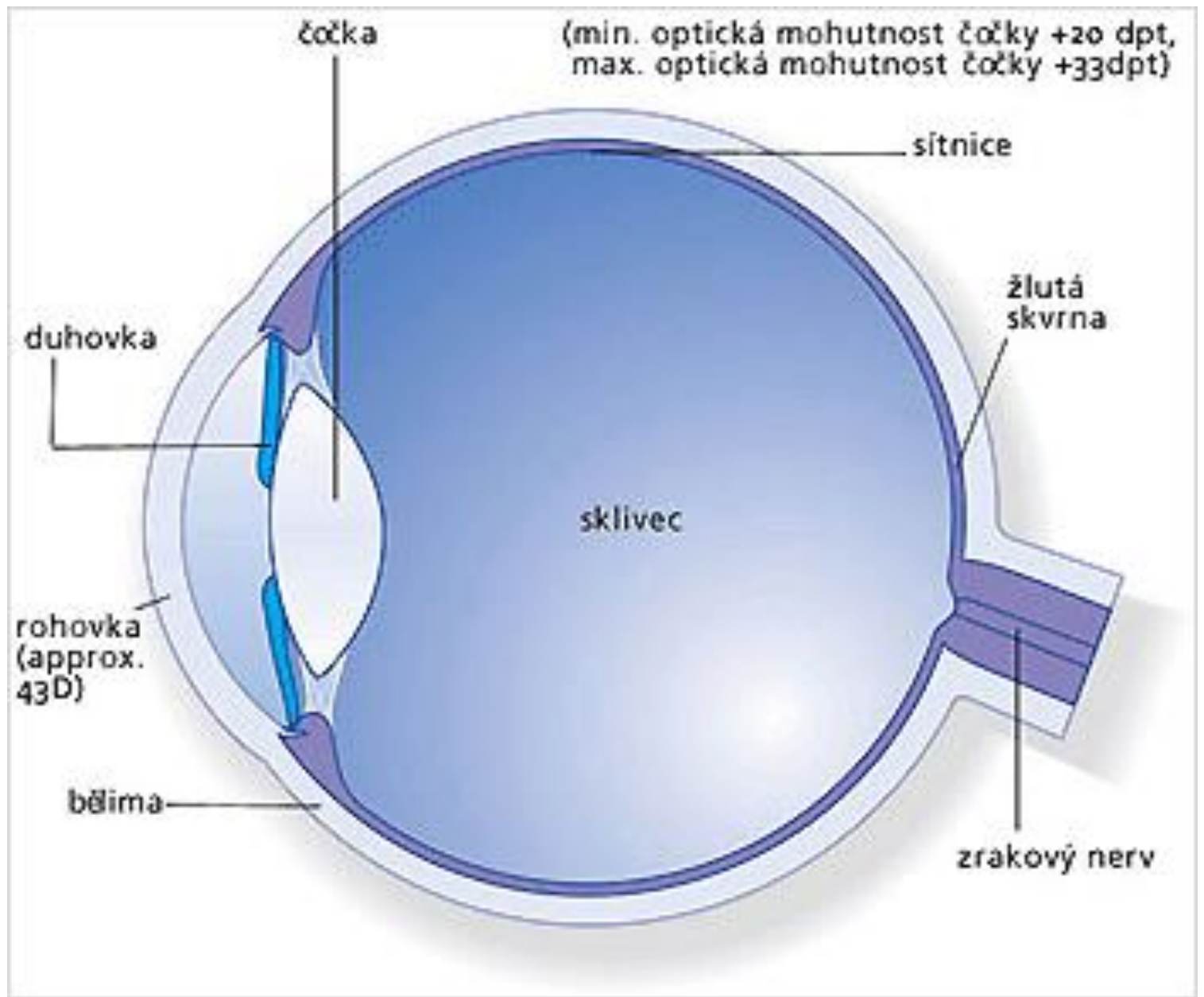
**Modrá:** 0,446–0,500  $\mu\text{m}$

**Fialová:** 0,380–0,446  $\mu\text{m}$

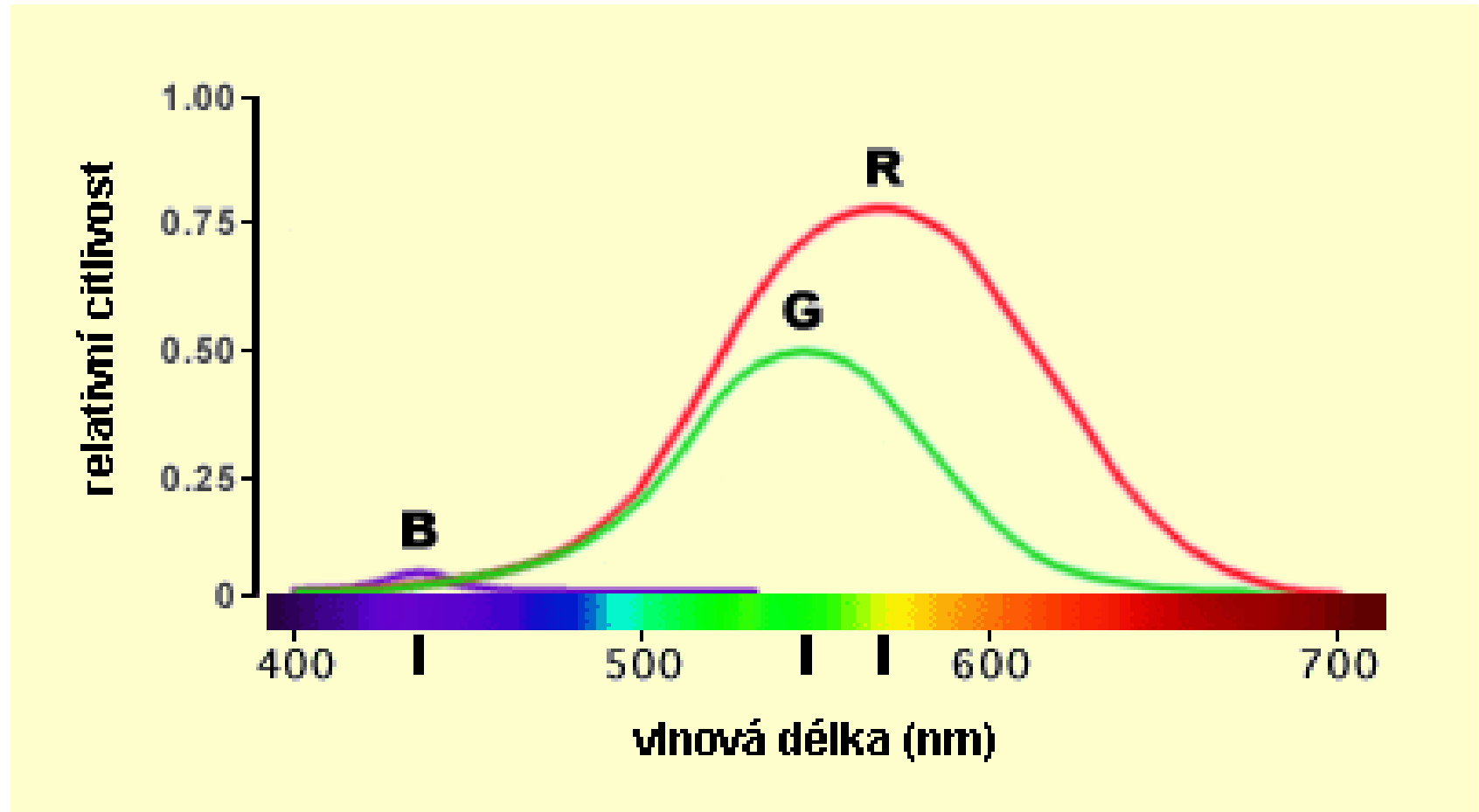
# OKO *(viz následující snímek)*

- Rohovka (průhledná část vnějšího povrchu, která kryje zornici a duhovku).
- Čočka (těleso tvaru dvojvypuklé čočky).
- Sítnice (jemná několikavrstevná blána silná asi 0,2 – 0,4 mm obsahující čípky a tyčinky).
- Duhovka (rozšiřuje nebo zužuje zornici).
- Bělma (tuhá, bílá vazivová blána).
- Sklivec (průhledná, rosolovitá tekutina vyplňuje většinu vnitřního prostoru oční koule, udržuje vnitřní tlak a tvar oka).
- Tyčinky (cca 130 mil., rozlišují odstíny šedi).
- Čípky (cca 7 mil., umožňují barevné vidění, jsou specializované na modré, zelené a červené světlo, žlutá skvrna – místo jejich maximální koncentrace).

# Řez okem



# Relativní citlivost



# Oponentní zpracování barvy

---



# Oponentní zpracování barvy

Sítnice obsahuje několik typů buněk, jejímiž primárními funkcemi je transformovat čípkový výstup do oddělených kanálů barevné informace a zостřovat obrysy a kontrastní rozlišení, založené na poměrných podílech stimulací, přijatých skupinami čípků.

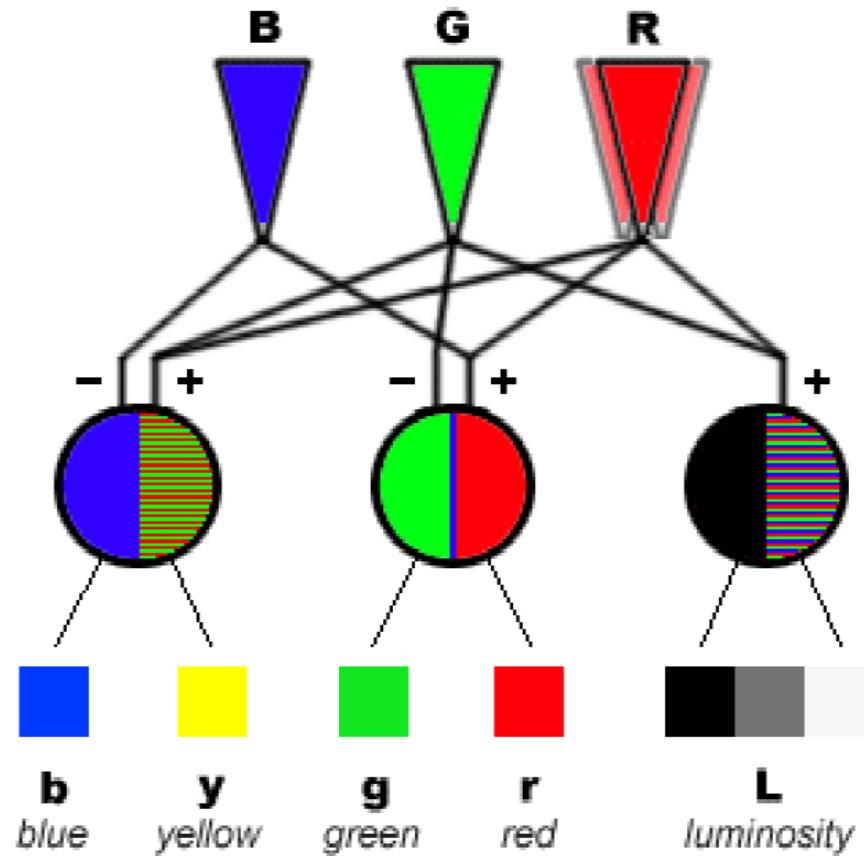
Sítnice nereaguje pouze na světlo, ale také **transformuje a zостřuje obraz** ještě před posláním informace do mozku k jejímu souhrnnému vyhodnocení.

Toto se děje již na sítnici proto, aby se snížil objem informací posílaných optickým nervem a aby obsahovaly mnohem menším „šum“ nebo chybu.

# Oponentní zpracování barvy

- Následující snímek ukazuje základní neurální schéma, použité k transformaci přímých R, G a B čípkových odezev do čtyř nových chromatických signálů (barevné čtverečky dole) a achromatického (bezbarvý) signálu pro **světlost** (bílý, šedý, a černý čtvereček). To se děje díky **oponentnímu zpracování** čípkových výstupů – v podstatě odezva jednoho čípku „zápasí“ proti odezvě čípku jiného.
- Tento oponentní proces kódování je popsán **pro čtyři unikátní tóny: červený, zelený, žlutý a modrý tón**. Čtyři chromatické kanály vycházející ze tří typů čípků. Jasnost nebo světlost barvy je kódována jako míšení **bílé a černé**. K vytvoření jakékoliv barvy stačí kombinovat šest základních počítků.

# Oponentní zpracování barvy



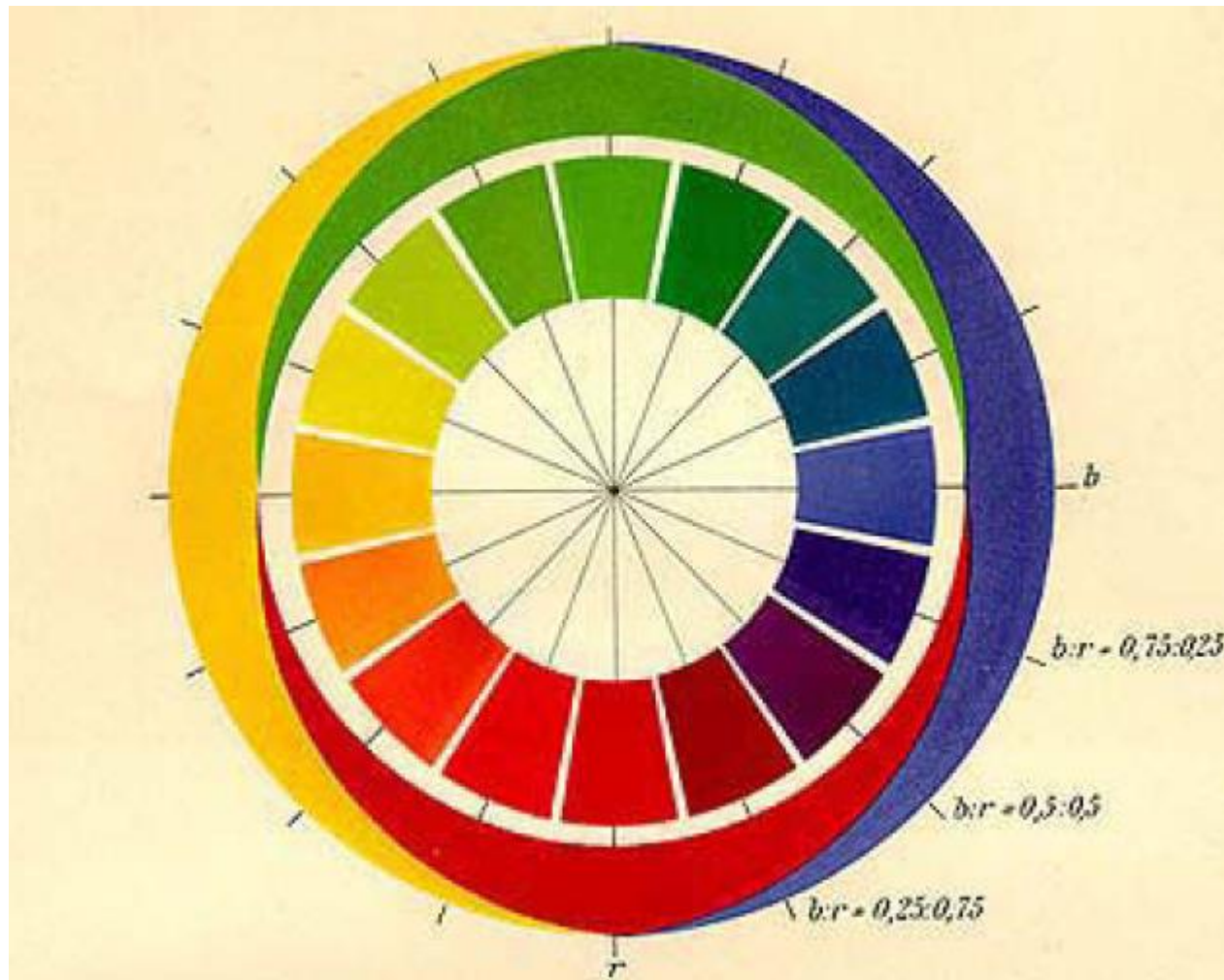
# Oponentní zpracování barvy

- Oponentní zpracování barvy, založené výhradně na našem subjektivním dojmu barvy, poprvé navrhl rakouský psycholog **Ewald Hering** (1834 – 1918) roku 1878.
- Čtyři unikátní tóny uspořádáme jako barevné opaky. Jejich míšení je použitelné k **popisu jakéhokoliv spektrálního tónu**, právě tak jako směsi z červené a modré a s černou a bílou, dají úplný rozsah ztmavení, lomení a zesvětlení.
- V tom smyslu barvy znázorňují "přirozený barevný systém".

# Oponentní zpracování barvy

- Na následujícím snímku vyobrazil E. Hering čtyři unikátní tóny tvořící kruh. Vnější prstenec obsahuje dva oponentní barevné páry: červenou naproti zelené a žlutou naproti modré.
- Tyto páry definují **dva oponentní barevné kontrasty**.

# Oponentní zpracování barvy



# Oponentní zpracování barvy

Trichromatická teorie (jen RGB součty) nevysvětlila, proč se žlutá zdá psychologicky zrovna tak rovnocenná jako červená, zelená nebo modrá, ani proč si můžeme snadněji představit červenou míšenou se žlutou (oranžová) nebo modrou (fialová), ale ne se zelenou („načervenalá zelená“ nebo „zelenavě červená“). Podobná omezení se objeví s „zažloutlou modrou“ nebo „modravě žlutou“.

Čtyři unikátní tóny jsou základem zorganizovaným tak, že červená/zelená a žlutá/modrá působí opačně nebo proti sobě. Tyto chromatické protiklady se netýkají achromatické bílé a černé, které naštěstí míchány spolu vytvoří šedou a míšením se čtyřmi unikátními tóny kruhu se využívají k vytvoření méně sytých barev. Toto všechno potvrdilo teorii, že **světlost (jas) není zpracována myslí stejným způsobem jako tón.**

# Komplementární barvy

---



# Komplementární barvy

Vlnové délky světla (např. dvě naproti sobě v barevném kruhu „indigo“ a „hluboká žlut“) namíchané ve správných poměrech, **vytvoří skoro bílé světlo.**

Takové barvy jsou **barvy komplementární** (komplementární barvy jsou tzv. **polárně protilehlé**).

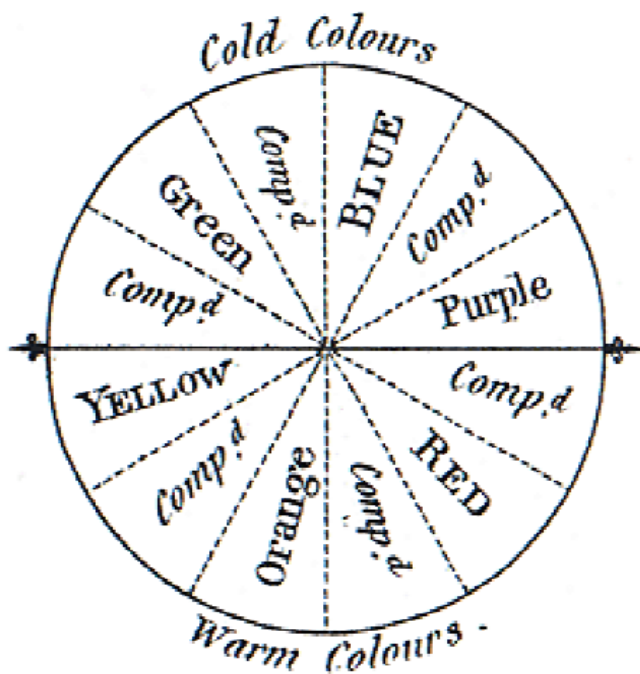
*Běžně nejlepší páry vizuálních komplementárních barev jsou:*

- *citrónová žlut' s modrofialovou,*
- *červenooranžová s cyanovou modří a*
- *magenta se střední zelení.*

# Komplementární barvy

„Metakomplementární“ vztah pozorujeme mezi všemi „teplými“ tóny (od červené po žlutou) jako skupinou a všemi „studenými“ tóny (z modrozelené do modrofialové) jako skupinou.

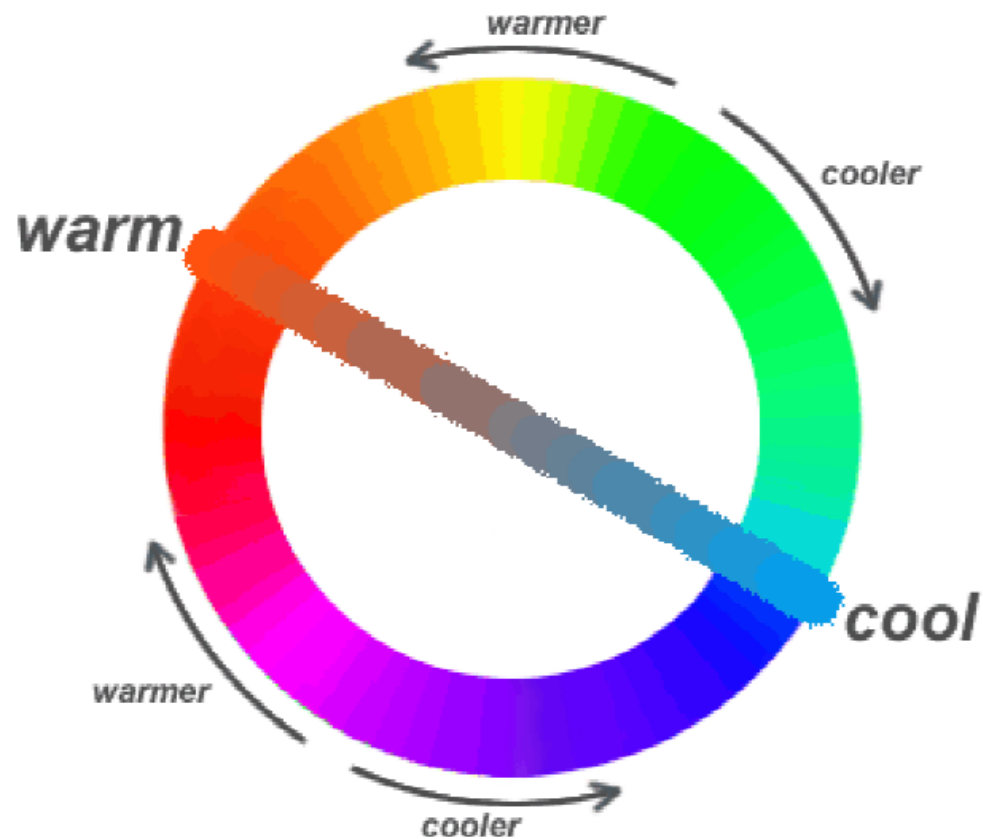
# Komplementární barvy



**První schéma teplých a studených barev dle Haytera, 1813**

(nebeská modř je umístěna nahoře, protože v Hayterově době byla definována jako „nejčistší“ nebo nejzákladnější barva).

# Komplementární barvy



# Komplementární barvy

Vizuální účinky obvykle přisuzované ke každému „teplému/kladnému“ nebo „studenému/zápornému“ jevu:

a) **teplé barvy „vystupují“** nebo přitahují pozornost v obrázku, zatímco studené barvy „ustupují“ nebo na pozadí teplých barev uklidňují,

b) **teplé barvy jsou aktivní, vzrušivé nebo veselé**, zatímco studené barvy jsou pasivní, klidné nebo zasmušilé.

# Barvy

- chromatické, kterými jsou všechny viditelné barvy spektra,
- achromatické, které reprezentuje stupnice šedi od bílé po černou.

Barvy

---

# Barva je charakterizována těmito atributy:

a) **tónem**, b) **sylostí** a c) **jasem**

a) **Tón** je určován průměrnou nebo dominantní vlnovou délkou světla, které vidíme. Tuto vlastnost identifikujeme za pomoci známých **jmen barev**.

V rozmezí 380 – 720 nm lze rozlišit cca 150 monochromatických světél a asi 30 světél purpurových, což v průměru odpovídá šířce rozlišitelnosti cca 2 nm.

Rozlišitelnost spektrálních barev lidským okem je nejvyšší v okolí vlnové délky 490 nm (azurové pásmo) a 585 nm (žlutooranžové pásmo), kde dosahuje hodnoty 1,0 – 1,5 nm. V oblasti vlnové délky 530 nm (zelené pásmo) a 680 nm (červené pásmo) je rozlišitelnost nejnižší (cca 5 – 8 nm).



# Atributy barvy

b) **Sytost (chroma)** je intenzita, nebo čistota tónu, bez ohledu na to, jak je světlý nebo tmavý. Představuje stupeň „znečištění“ konkrétní barvy barvou bílou, jinak řečeno označuje spektrální čistotu světla.

Vyjadřuje se v %, když spektrální barvy mají sytost 100 % a bílé světlo 0 %.

# Atributy barvy

c) **Jas (světlost, tmavost, valér)** určuje intenzitu barevného vjemu v souvislosti s množstvím vysílané nebo odrážené světelné energie. Vyjadřuje celkové množství světla, dopadajícího do oka ze všech částí viditelného spektra (čím je světlo intenzivnější, tím je barva světlejší).

Lidské oko je při denním osvětlení nejcitlivější ke světlu ve žlutozeleném pásmu kolem vlnové délky 555 nm. Aby byl v mozku vyvolán vjem stejného jasu barvy, musí být světlo jiných vlnových délek intenzivnější.

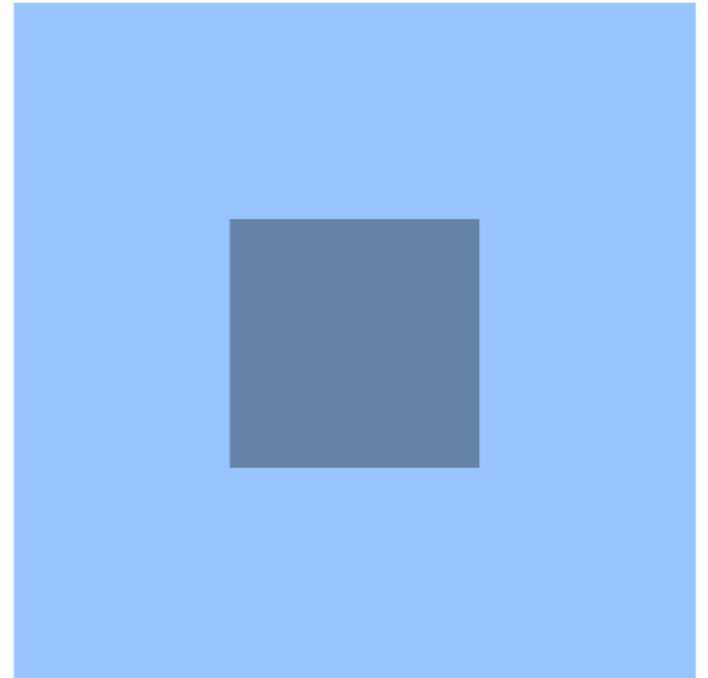
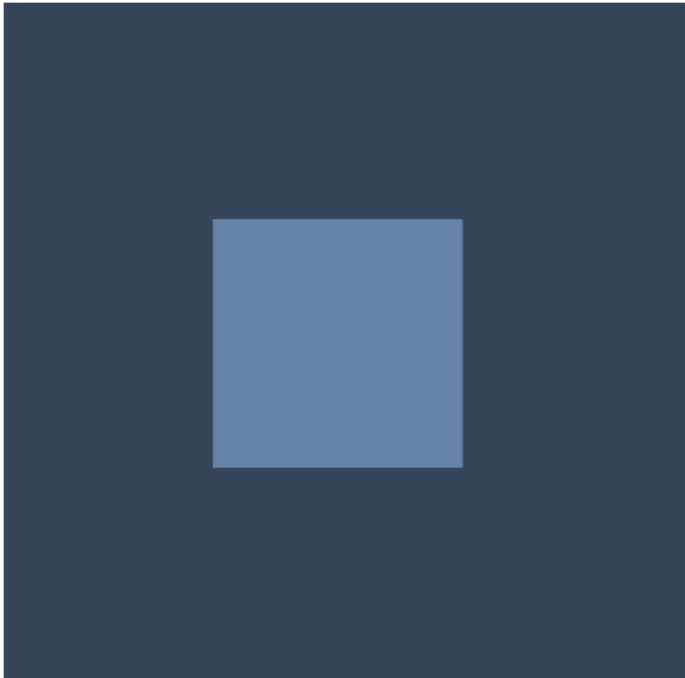
# Simultánní barevný kontrast

**Jas** (*viz následující obrázek*)

Nejvlivnější je zdánlivý **posun v jasu** identického středně světlého čtverečku, obklopeného barvou s menším nebo větším jasnem.

*Jestliže obklopující barva je tmavší, středový čtvereček se bude jevit světlejší; jestliže ho naopak obklopuje barva světlejší, bude středový čtvereček vypadat tmavší.*

# Jas



*Barevný posun v simultánním jasovém kontrastu (čtverečky mají stejný tón a sytost).*

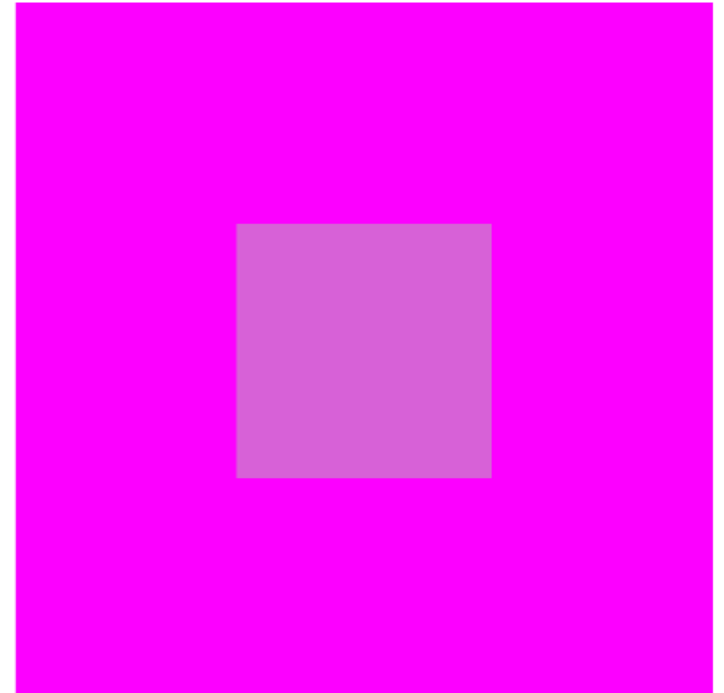
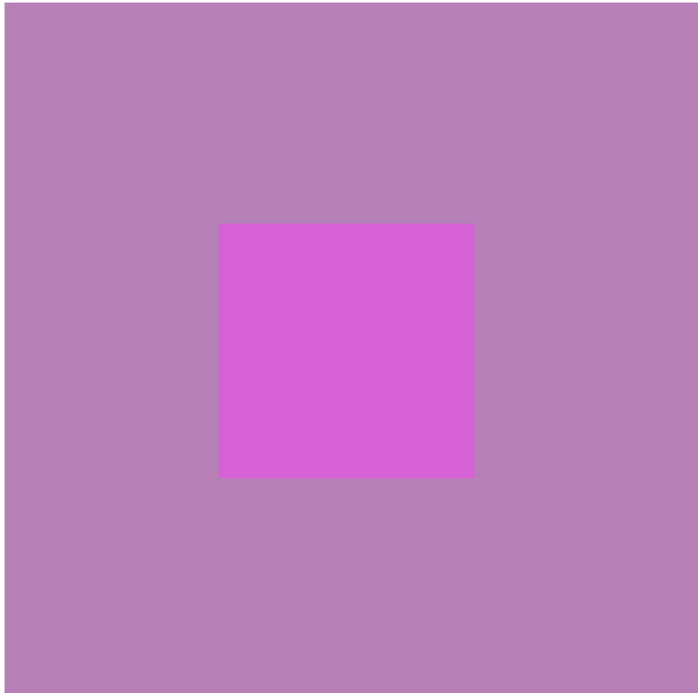
# Simultánní barevný kontrast

**Sytost** (*viz následující snímek*)

Zdánlivá **změna v sytosti** identicky obarveného čtverečku.

*Na následujícím snímku mají středové čtverečky stejnou sytost (55) a obklopující barvy jsou buď mdlé (sytost 30) nebo intenzivní (sytost 100). Všechny středové čtverečky mají kromě toho přesně stejný jas a tón (červenofialový).*

# Sytost



*Barevná změna v simultánním sytostním kontrastu (všechny středové čtverečky mají stejný tón a světlost)*

# Simultánní barevný kontrast

**Tón** (*viz následující snímek*)

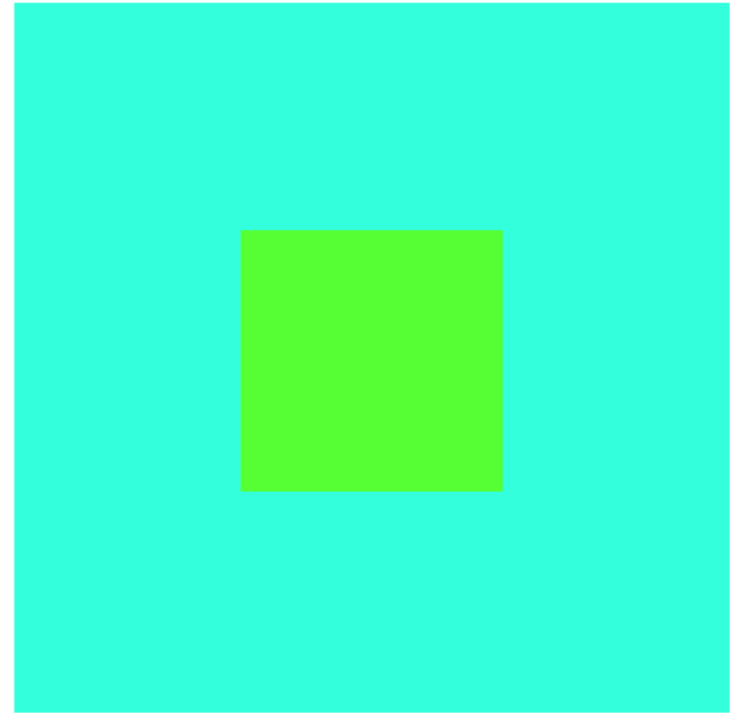
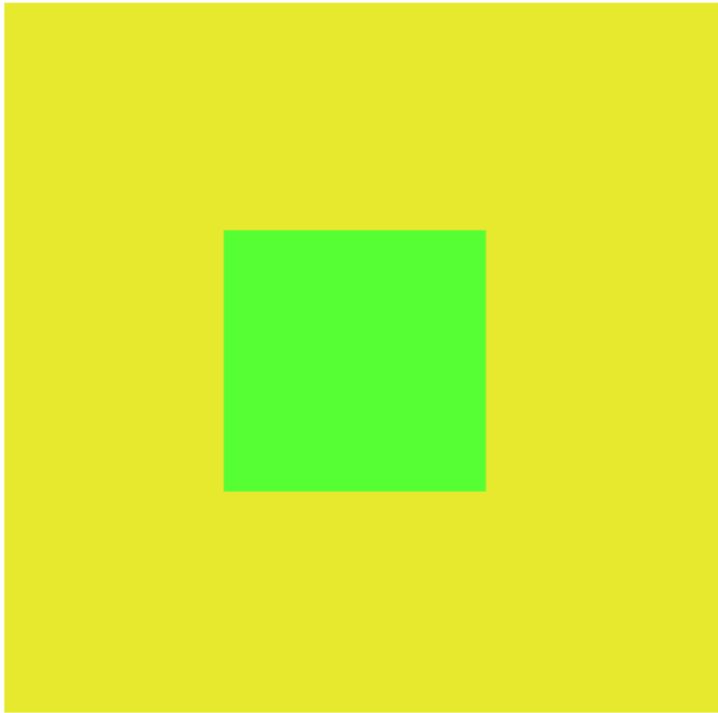
Prostřední čtvereček je obklopen barvami kontrastujícími v tónu, ale identickými v sytosti a jasnosti.

Podle „barevné teorie“ by měl být komplementární **posun v tónu** vidět. V praxi je tónový posun těžce znázornitelný.

**Tón je nejslabší složkou vizuálních kontrastů.**

*Možná jej lze vidět alespoň zčásti na příkladu: menší čtvereček zelené ve větším čtverci žluté a tyrkysové (všechny čtverce mají světlost 90 a chromu/sytost 80).*

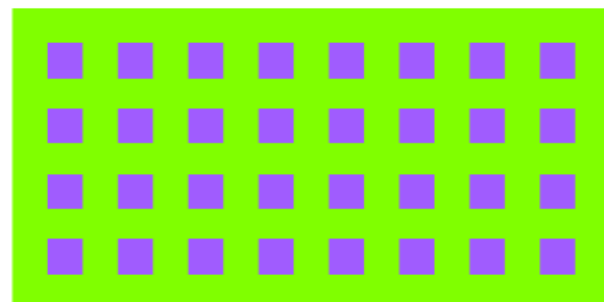
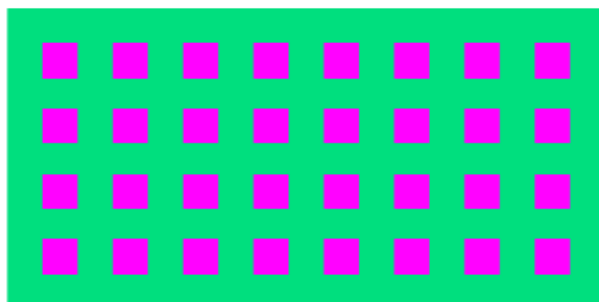
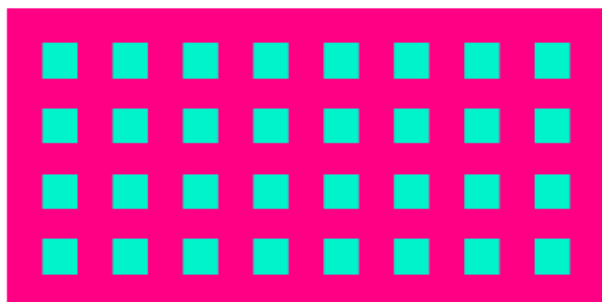
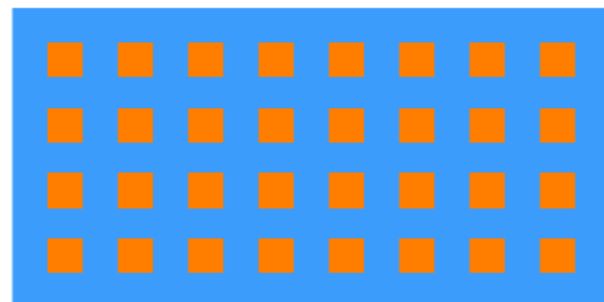
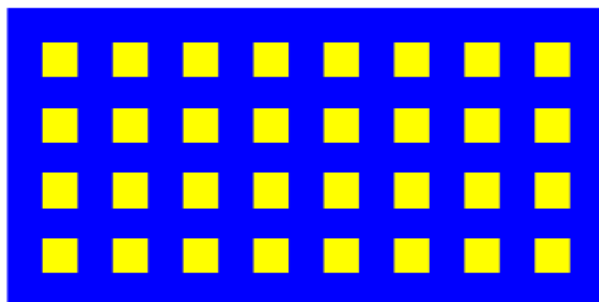
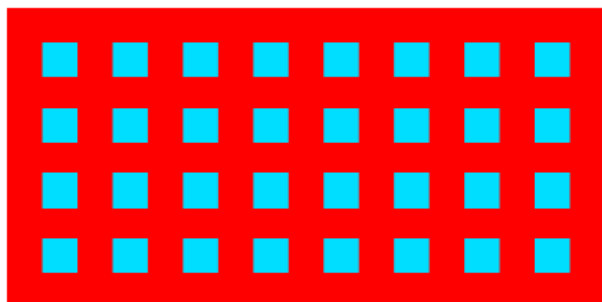
# Tón



*Barevné změny v simultánním tónovém kontrastu (všechny čtverečky mají stejnou sytost a jas). Tónový kontrast bude záviset na vzdálenosti barev, subjektu, podkladovém materiálu a mnoha dalších parametrech.*



Který komplementární barevný kontrast má na  
Vás největší vizuální dopad?



# Vnímání barev

---

# Vnímání barev

- Mozek nikdy „nevidí“ původní trichromatické výstupy. Protože oponentní zpracování čípkových výstupů, poměry čípků a ani jejich vlastní citlivost není u každého jedince naprosto stejná, **liší se lidé v posuzování barev.**
- Nejvíce se to projevuje u následujících příkladů (*viz další snímek*):

# Vnímání barev

- Odlišnost v **rozlišování žluté**: někdo uvidí stejný odstín žluté více do červena, zatímco ostatní ho vidí spíše zelenější.
- Odlišnost v **posuzování modrozelené (tyrkysové) a fialové**: někdo vidí stejný odstín modrozelené jakoby s odstínem do modra, zatímco ostatní ho vidí se sklonem spíše do zelené; podobně může být fialová posuzována jako více do modra a nebo více do červena.
- **Citlivost oka na sytost je nejvyšší u žluté** (žlutá je barva, u které mají změny v sytosti největší dopad na vnímanou barvu).
- Oko je mnohem **citlivější na změny ve světlosti v bílé** než u černé (stejně rozdíly ve světlosti jsou viditelnější u světle šedých odstínů než u odstínů tmavě šedých).

# Vnímání barev

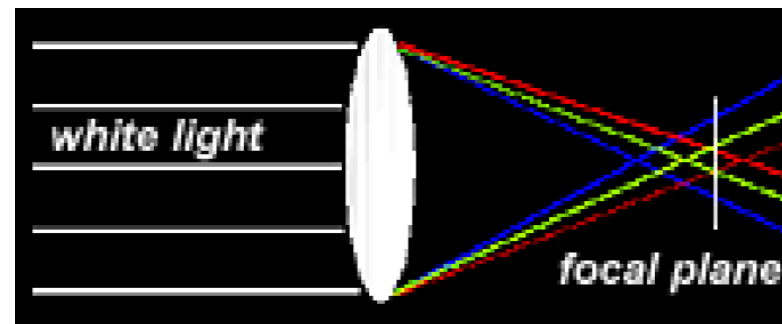
- Během první poloviny 20. století si trichromatická teorie (založená na výstupech ze tří typů čípků) a Heringova teorie oponentního zpracování konkurovaly.
- Ale v polovině století vědci rozpoznali, že k objasnění barvy jsou nezbytné teorie obě. Tak vznikl **dvoustupňový model** barevného vidění. Trichromatický model popisuje, jak spojené výstupy ze tří typů receptorů mohou kódovat jakoukoliv kombinaci světelných vlnových délek. Oponentní zpracovávací model vysvětluje, jak jsou tyto receptorové kódy přeloženy do dvou barevných rozměrů (plus jeden světlostní), které jsou základem povědomí o barevných vjemech.

# Vnímání barev

Člověk upřednostňuje barvy v závislosti na kulturním prostředí, národnosti, náboženství, věku, politické nebo sociální příslušnosti.

Obecně lze říci, že o tom jak vnímáme barvu nerozhoduje barva samotná, ale nejrůznější fyzikální, fyziologické a psychologické aspekty, ale i pohlaví (v chromozomech typu X se totiž nachází genetická výbava pro čípky, které umožňují rozeznávání barev, a protože jich má **žena** více druhů než muž, **rozeznává více barevných odstínů**).

# Vnímání barev



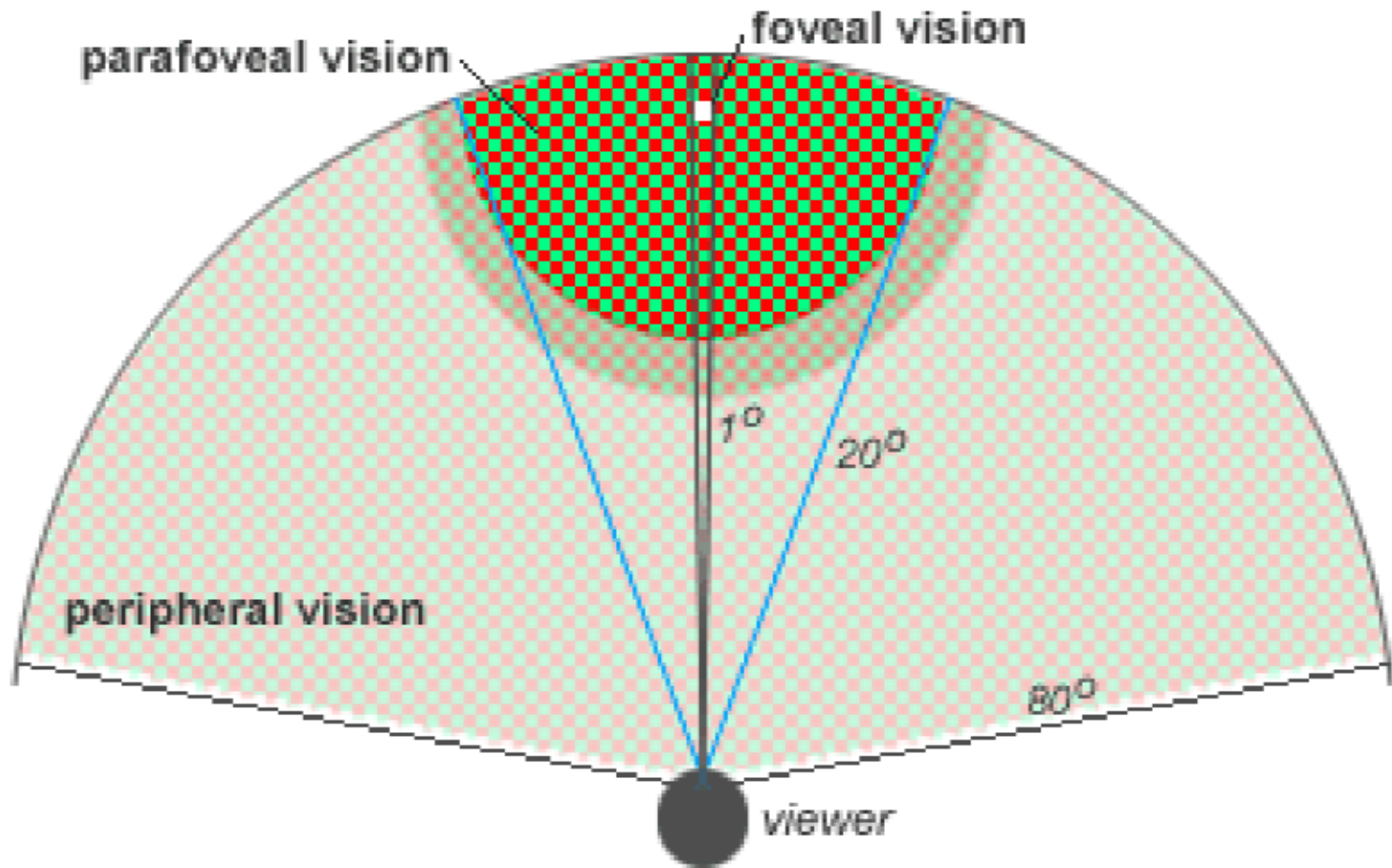
- Oko má optický problém označovaný jako **chromatické zkreslení**.
- U světla procházející čočkou se „modré“ vlnové délky lámou silněji než „červené“, to způsobuje, že „modrý“ obraz se zaostří před „červeným“ obrazem. To způsobuje překrývání, neostré barevné okraje v zaostřeném obraze zvláště okolo okrajů mezi světlem a tmou.
- Vyrobené optické přístroje řeší tento problém komplexními sadami čoček.

# Zorné pole

- **Foveální vidění** zabírá přibližně 2 % širokou oblast ve středu zorného pole (kruh o průměru 2,5 cm, viděný na délku paže neboli ve vzdálenosti tři čtvrtě metru od očí).
- **Parafoveální vidění** zabírá oblast okolo  $20^\circ$  na všechny strany od osy vidění. Objekt široký 60 cm na délku paže, např. velká kniha držaná v obou rukou. Parafoveální pole zajišťuje souvislost naší zaostřené pozornosti a v mírném detailu rámuje bod, na který se díváme (kniha, kterou čteme, osoba, televizní obrazovka).
- **Periferní vidění** je všechno, co zbylo v zorném poli, které u většiny lidí sahá až  $80^\circ$  na obě strany od středu pozornosti (vidění je omezeno nahoru a dolů, protože naše oči jsou zasazeny značně dozadu za obočí a tvář).



# Zorné pole



# Vnímání barev (závisí mj. na životních a kulturních podmínkách, např.:

- Inuité dokáží rozeznat větší množství odstínů bílé a šedé.
- Obyvatelé pouští rozliší více odstínů okrové a žluté než běžný Středoevropan.
- Bílá barva znamená pro běžného Evropana radost (čistotu, sňatek), zatímco na Dálném Východě symbolizuje smutek a vážnost.
- ...

# Červená barva

Červená je velice kontroverzní barvou, která ne na všechny lidi působí pozitivně.

Obecně lze říci, že červenou barvu je vhodné použít pro zdůraznění některých informací.

**Naopak naprosto nevhodné je červené pozadí.**

# Modrá barva

- Modrá barva symbolizuje především vodu, moře, vodní toky a vodní plochy, led, chlad, klid, jednotu, spokojenost, uspokojení, příkaz, mír, oblohu, ekonomickou krizi, šlechtu, pokornou víru apod.
- Modrá barva působí uklidňujícím dojmem. Při pohledu na modrou barvu dochází k poklesu krevního tlaku, intenzity dýchání a tepu.

# Zelená barva

- Zelená barva souvisí s přírodou, penězi, zábavou, vytrvalostí, pružností, životem, sociálními reformami, odolností, bezpečím, vztahem k Irsku apod.
- Pohled na zelenou barvu působí vysoce uklidňujícím dojmem.
- Zelená barva je vhodná pro kombinaci s jinými barvami, neboť představuje střed mezi teplými a studenými barvami.

# Žlutá barva

- Žlutá barva symbolizuje především Slunce a sluneční záření, ale také optimismus, dobrou náladu, energii, aktivitu a výstrahu
- Efekt (poutavost) žluté barvy je velice silně závislý na okolních barvách a barvě pozadí.

# Černá barva

- Černá barva může symbolizovat smutek, smrt, neštěstí, zvýraznění, negaci apod.
- Stejně jako bílá a šedá působí černá barva neutrálně a v případě barevné stupnice často tyto barvy reprezentují plochy (linie, body) s chybějícími daty.
- Černá barva (zvláště velké plochy) má vysokou poutavost, působí elegantně a profesionálně.

# Vazba barev

- Mnohé barvy mají vžitou regionální reprezentaci, např. **zelená pro Irsko**, nebo **oranžová pro Nizozemsko**.
- Některé barvy jsou přímo vázané na konkrétní symboly (bodové znaky), přičemž vazba symbol - barva má konkrétní, ustálený význam (např. **červený kříž je spojován se zdravotnictvím**, **modrý s veterinárním lékařstvím**, **zelený s lékárenstvím**, **žlutý s hygienickou službou** a **černý s hřbitovy**).



# Barevné modely

---

# Barva

Viditelné (bílé) světlo lze rozložit na tři hlavní široká spektrální pásma, zaujímající vždy přibližně třetinu viditelného barevného spektra a sestávající z:

- barvy modré (B) o vlnových délkách 380 - 490 nm s průměrem 435,8 nm,
- zelené (G) o vlnových délkách 495 - 565 nm s průměrem 546,1 nm a
- červené (R) o vlnových délkách 640 - 750 nm s průměrem 700,0 nm.

**Tyto tři barvy nazýváme základní (primární).** Mezi sebou se mísí, a to buď:

- aditivně nebo
- subtraktivně.

# Barevné modely

(množina základních barev a pravidel jejich míchání)

- RGB model (např. barevná obrazovka monitoru, ...)
- CMY(K) model (např. tiskárna, LCD panel, ofsetový tisk aj.)
- HSV model (orientovaný na uživatele)
- ...

(mezi všemi systémy existují převodní algoritmy)

# Aditivní míchání barev

- **Aditivní barevné míchání** popisuje, jak oko interpretuje vlnové délky světla.
- Popisuje **vnímavostní strukturu barevného vidění** a je základem pro identifikaci **vizuálních komplementárních barev** a umístěním barev ve **vizuálním barevném kruhu**.
- Je založeno přímo na světlech **trichromatické teorie** barevného vidění. Barva je světlem, které obsahuje více některých vlnových délek než jiných, stimulujících nerovnoměrně tři typy **barevných smyslových čípků**.

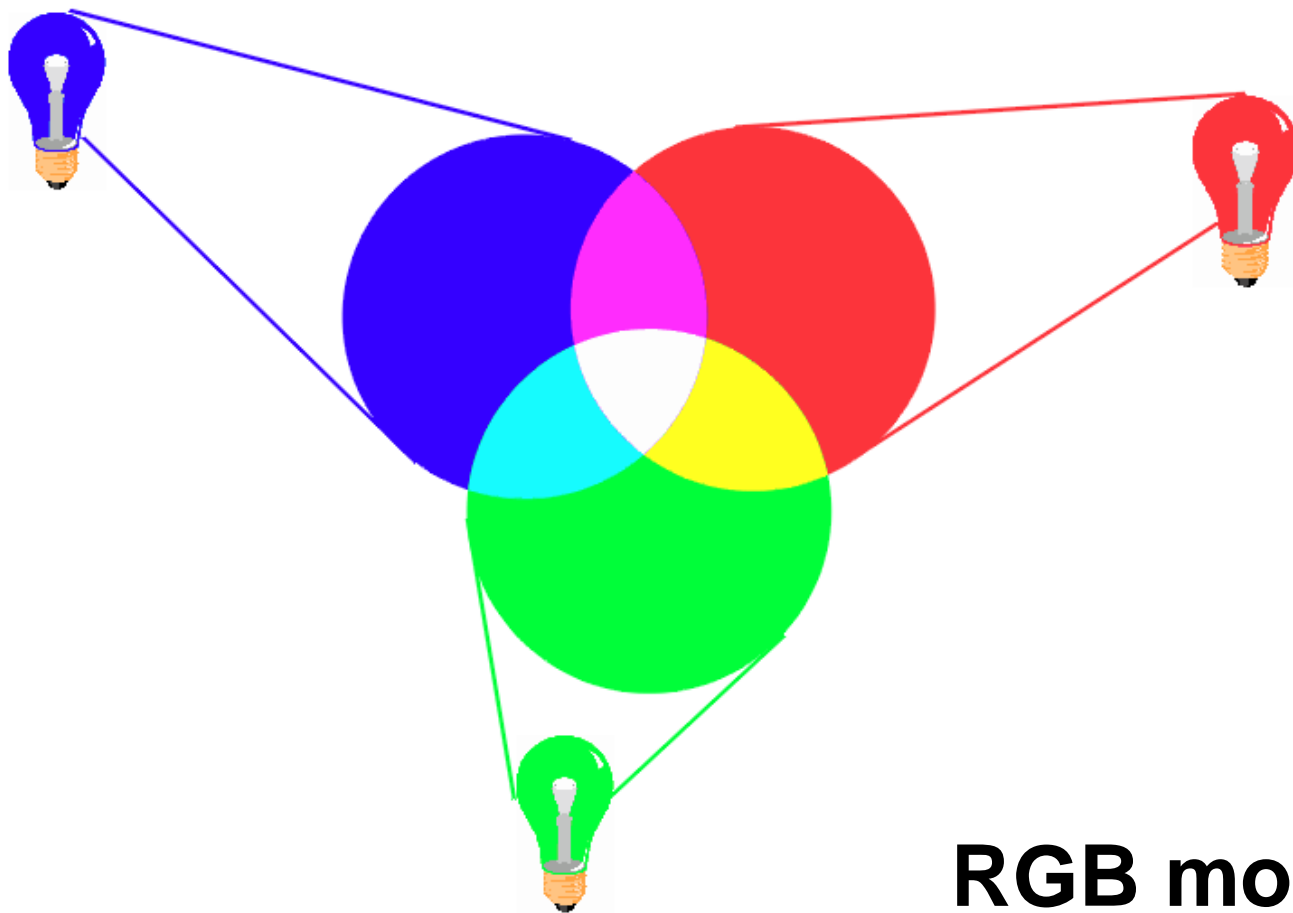
# Aditivní míchání barev

Vědecký barevný diagram spojené čípkové odezvy a vnímané barvy užívá **trichromatického míchacího trojúhelníku**, (James Clerk Maxwell).

Tento trojúhelník definuje každou **izolovanou barvu** jako zvláštní kombinaci R (red, červená), G (green, zelená) a B výstupů (blue, modrá).

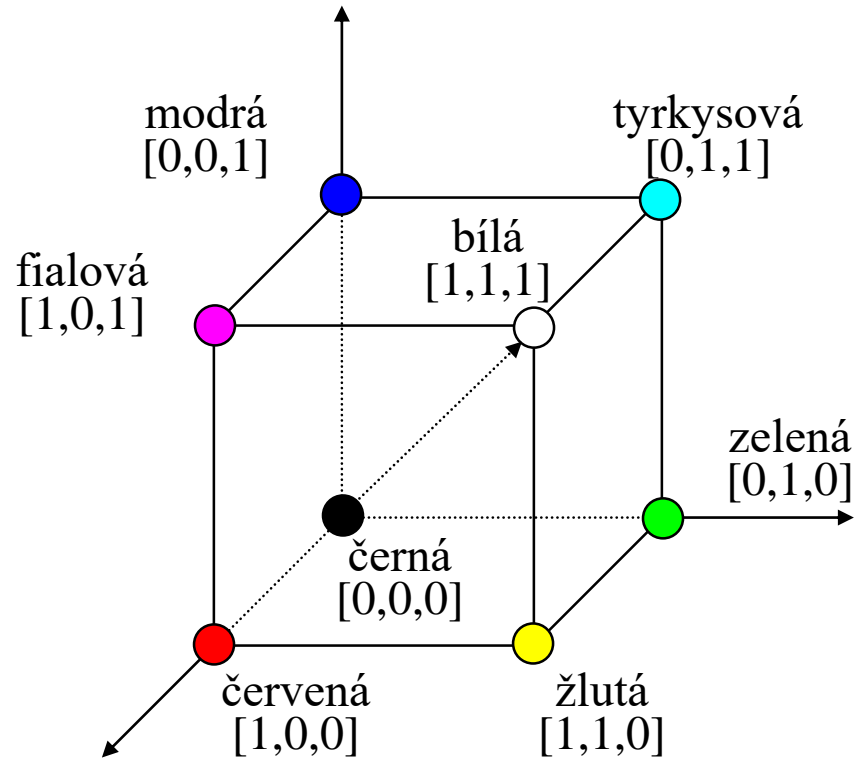
Všechny moderní **barevné vzhledové modely** jsou založeny na jednoduchém systému tří lineárních souřadnic, které reprezentují barvu a světelnou intenzitu (zářivost).

**Aditivní barevné míchání (s filtrovanými světly) RGB „primární“  
barvy vytvoří CMY „primární“ barvy**



**RGB model**

# RGB model



# Barvy

Skládáním dvou **základních (primárních) barev** vzniká barva **doplňková**, a to podle následujícího schématu (viz předcházející snímky):

- červená + zelená = žlutá,
- červená + modrá = purpurová,
- modrá + zelená = azurová (modrozelená).



# Barvy

Pojem **doplňková barva** lze chápat tak, že se jedná o takové dvě barvy, které při aditivním smíchání vytvoří barvu bílou, jako např. barvy v následujícím schématu (a v následujících snímcích):

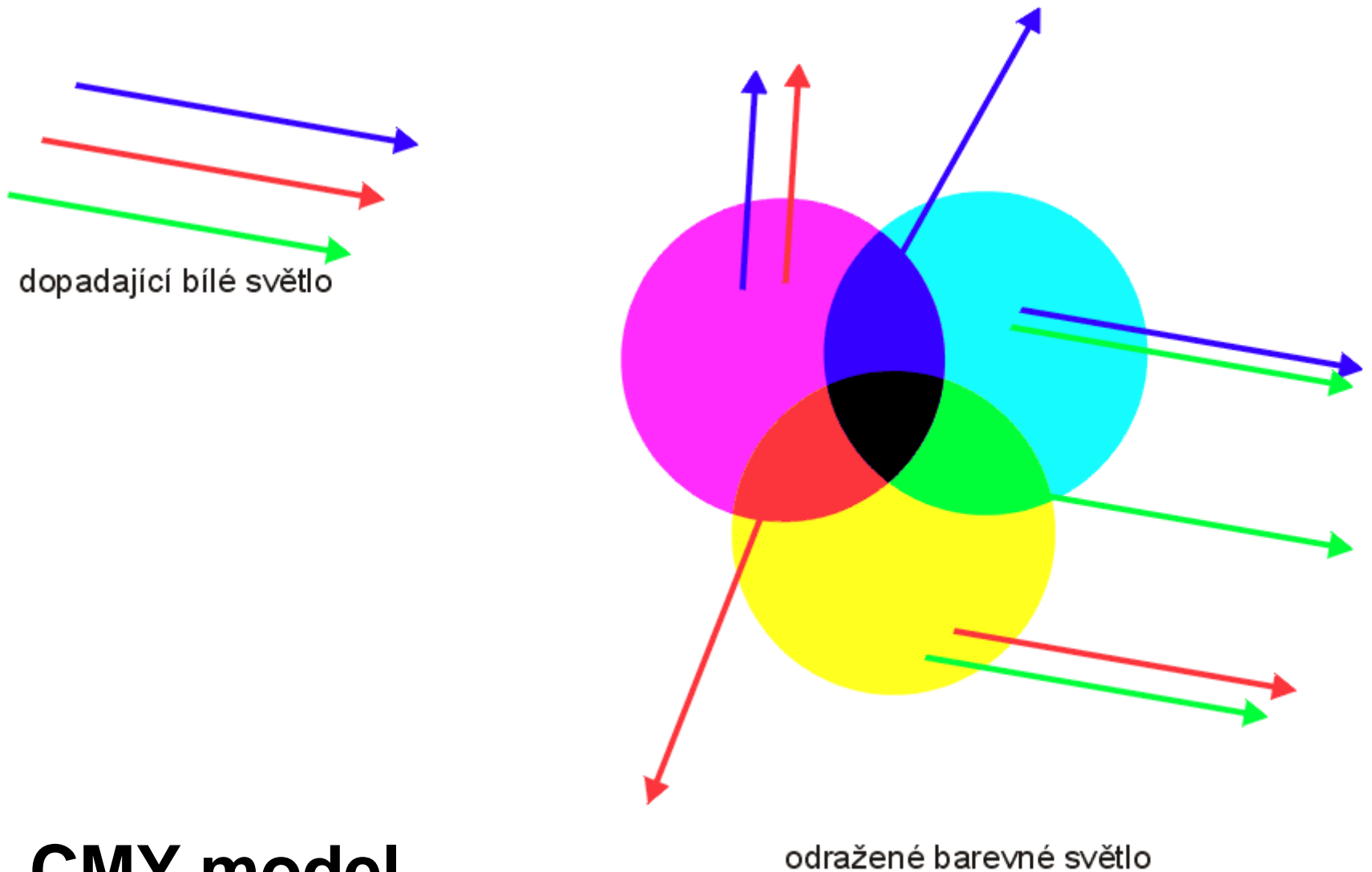
- modrá + **žlutá** = bílá
- zelená + **purpurová** = bílá
- červená + **azurová** = bílá

# Subtraktivní míchání barev

- ... je výsledkem míchání odraženého (propuštěného) světla od světlo absorbujících substancí.
- ... **není založeno na žádné souvislé řadě fyzikálních důkazů** - tj. není založeno na žádných chemických nebo optických krystalografických principech (na rozdíl od aditivního barevného míchání, které je založeno na kombinovaných odezvách tří receptorových čípků pro specifické vlnové délky světla).
- Přestože lze přesně popsat barvu dvou látek, nelze použít tyto informace k předpovědi přesné barvy, která vznikne jejich mícháním.

*Klíčová odlišnost subtraktivního a aditivního míchání barev je vždy v tom, zda jsou světelné vlnové délky **vyloučeny zabarvenými látkami** (světelné míchání nastane ve fyzickém světě), nebo jsou schopny **odděleně dosáhnout receptorových čípků** (světelné míchání nastane v oku).*

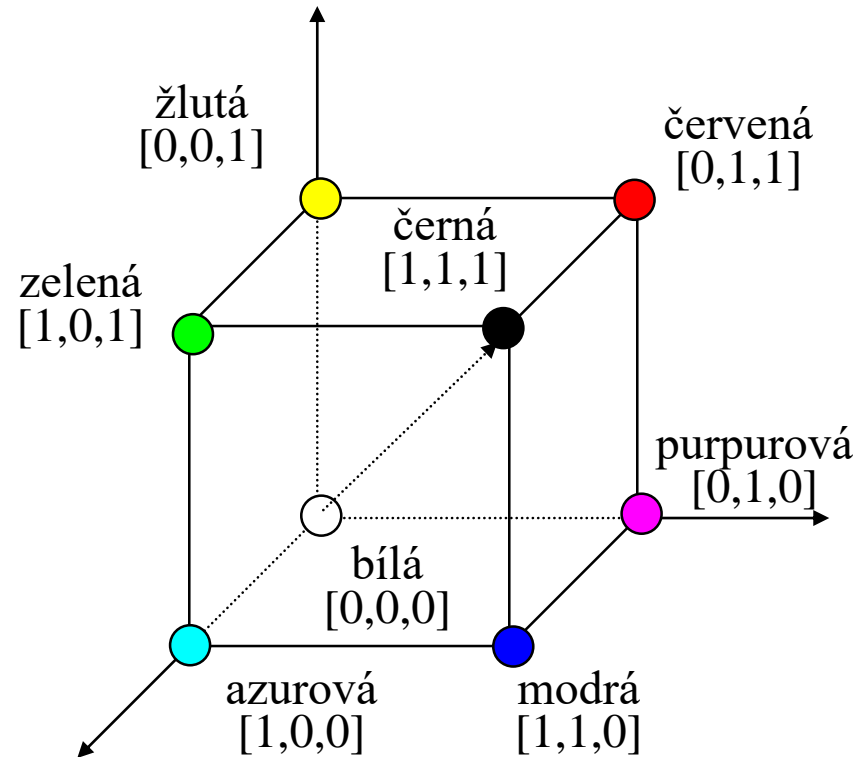
# Subtraktivní míchání barev



**CMY model**

# (CMYK) CMY model

- Azurová (C, cyan), pupurová (M, magenta), žlutá (Y, yellow).
- Při tisku nebývá černá barva kvalitní, proto se přidává černá barva – blac(K) samostatně.
- Musí existovat vnější zdroj světla.



# Subtraktivní míchání barev

Chování subtraktivního barevného míchání je závislé na jedinečných fyzikálních vlastnostech pigmentových barev nebo inkoustů (průhlednost, hustota aj.), různých příměsí (rozpouštědla, ředidla aj.) a média (podložky).

Např. hladký, vysoce lesklý bílý papír může užitím moderních inkoustů ukázat zhruba 24 000 barevných směsí. Stejně inkousty, natištěné na obyčejný novinový papír, vytvoří rozsah asi 2 000 barev.

# Subtraktivní míchání barev

Látková neurčitost znamená, že **subtraktivní nebo míchací barevný kruh nikdy nemůže být přesně definován**: skutečné míchací vztahy mezi pigmenty nebo pigmentovými barvami jsou příliš proměnlivé.

Také to znamená, že jakákoliv barviva nebo pigmenty umístěné v barevném kruhu **nemůžou přesně předpovídat** výsledné namíchané barvy - například proto, že některé pigmentové barvy mohou být neprůhledné, zatímco ostatní průhledné.

# Srovnání RGB a CMY

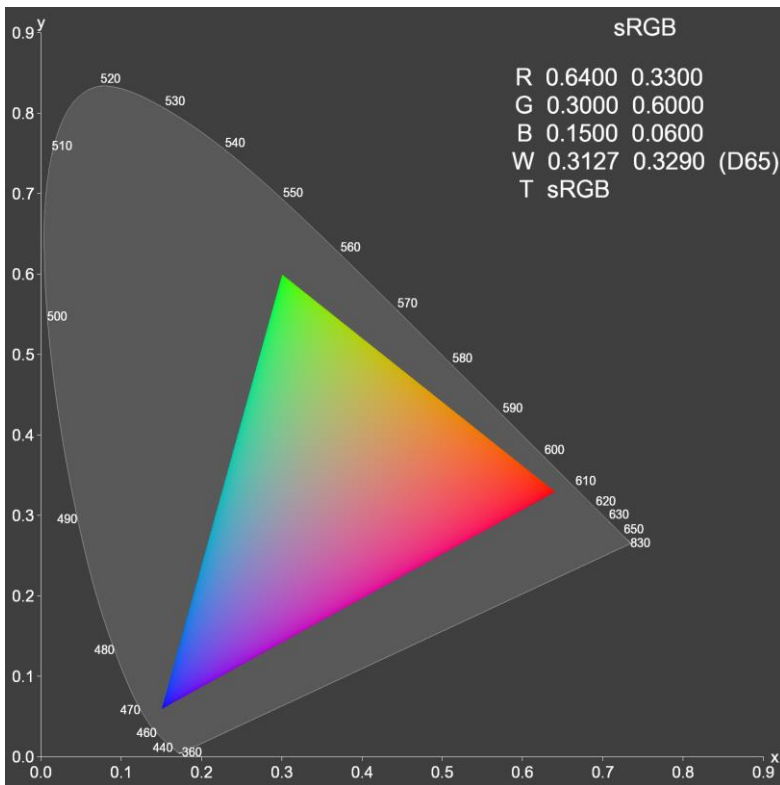
- Rozsah barev, které můžeme reprodukovat pomocí RGB a CMY barevných modelů je mnohem menší, než rozsah barev, které můžeme přímo vidět.
- Existuje mnoho RGB barev, které nemohou být vytvořeny použitím CMY(K) a stejně tak jsou některé CMY barvy, které nemohou být zobrazeny pomocí RGB.

# Gamut

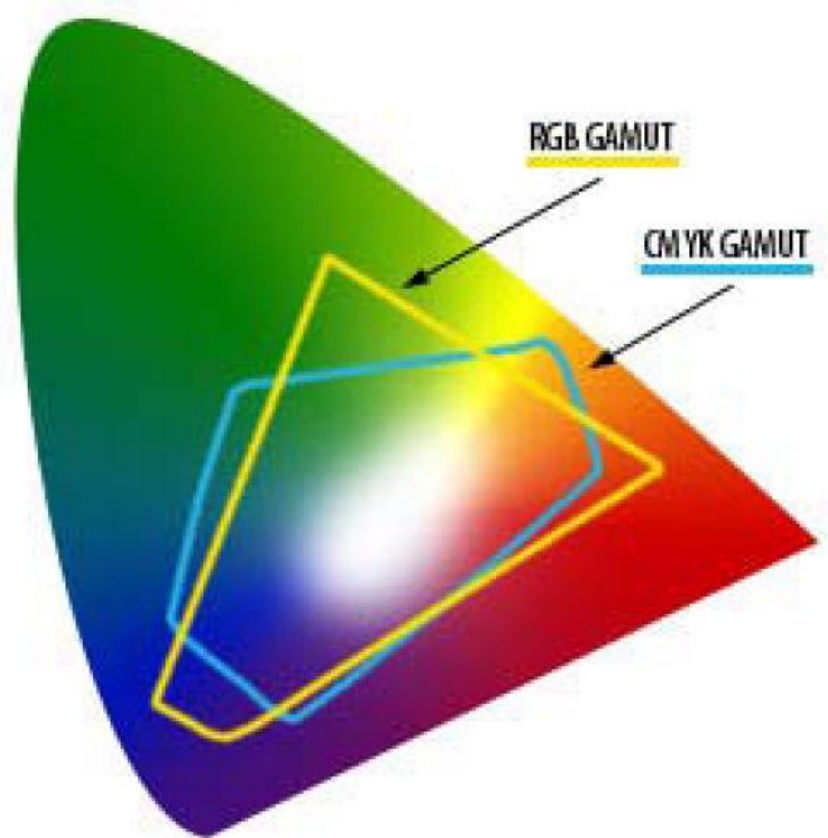
- **Gamut** je dosažitelná oblast barev v určitém barevném prostoru. Barvy mimo tuto oblast lze v daném barevném prostoru zobrazit jen přibližně. K jejich přibližnému zobrazení se používají různé zobrazovací záměny.
- **Gamut** popisuje, jaké barvy je dané zařízení schopné zobrazit, případně zaznamenat.
- *(viz též snímky „Diagram chromacity“ - dále)*



# Gamut



Typický CRT gamut RGB



Srovnání gamutu RGB a CMYK

# RGB nebo CMY gamut?

- Každé RGB zařízení (obrazovka monitoru, barevná tiskárna, skener atd.) má své vlastní jedinečné gamuty.
- Ačkoli tiskařský průmysl navrhl standardy pro produkci barev (např. SWOP - specifikace pro web-ofsetovou publikaci), rozdílnosti v tisku, inkoustech a papírech, stejně jako rozdíly ve vnějších podmínkách uvnitř každé existující tiskárny (budovy), ovlivňují gamut výsledného CMY(K) výstupu.
- Tyto rozdíly v gamutu mohou způsobit problémy v barevné produkci počítačově vytvářené grafiky a proměnlivost barev je skrytým problémem počítačově vytvořených barevných výstupů.

# CIE diagram chromacity (chromatičnosti)

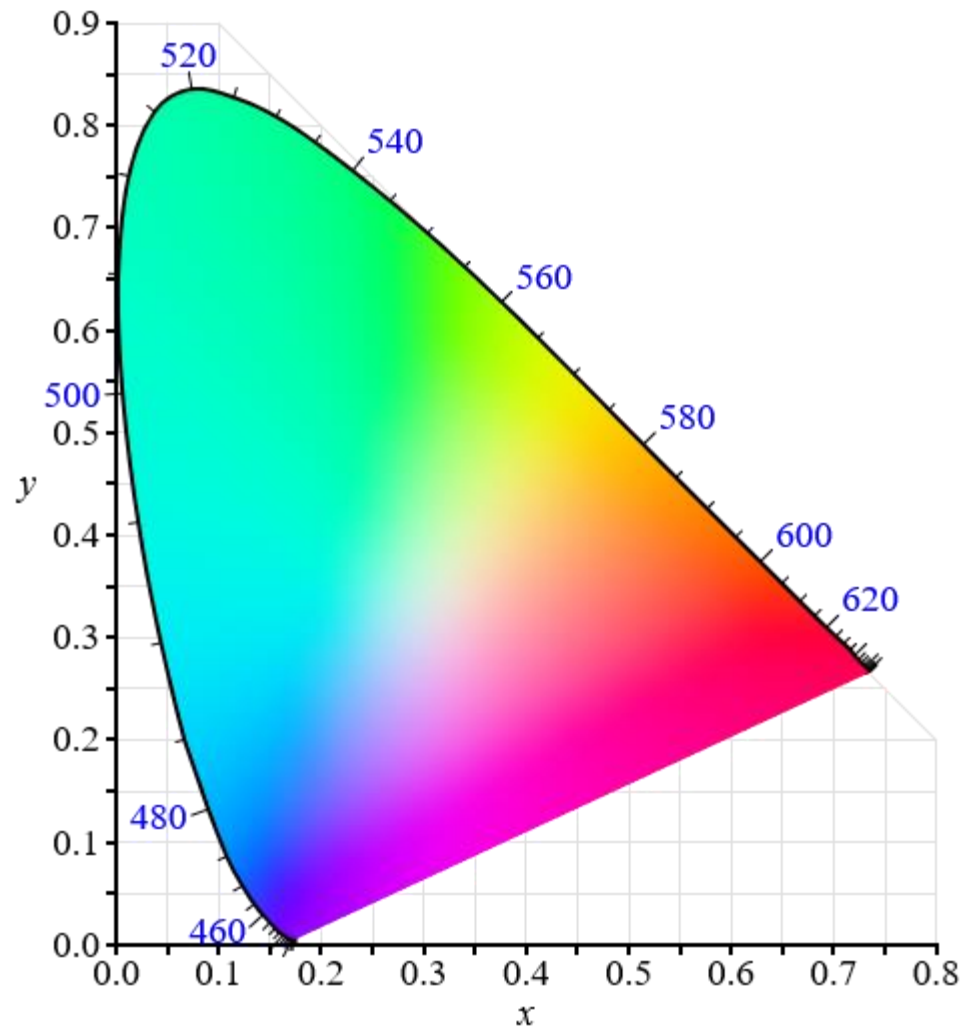
Diagram chromatičnosti je v souřadnicích  $x$ ,  $y$  nepravidelná plocha ohraničená shora křivkou, jejíž body odpovídají jednotlivým barvám monochromatického světla neboli fotonům určitých vlnových délek.

Zdola plochu uzavírá spojnice krajních bodů (červené a fialové) odpovídající purpurové barvě. Body uvnitř plochy odpovídají barevným odstínům vzniklým smísením fotonů různých vlnových délek. Směrem do středu plochy postupně přecházejí všechny odstíny až do bílé barvy, která odpovídá spojitému spektru záření „černého tělesa“ při teplotě  $T = 5800$  K neboli dennímu světlu (teplotě povrchu Slunce).

Souřadnice  $x$ ,  $y$  jsou bezrozměrná čísla a obyčejně se nazývají barevné souřadnice.

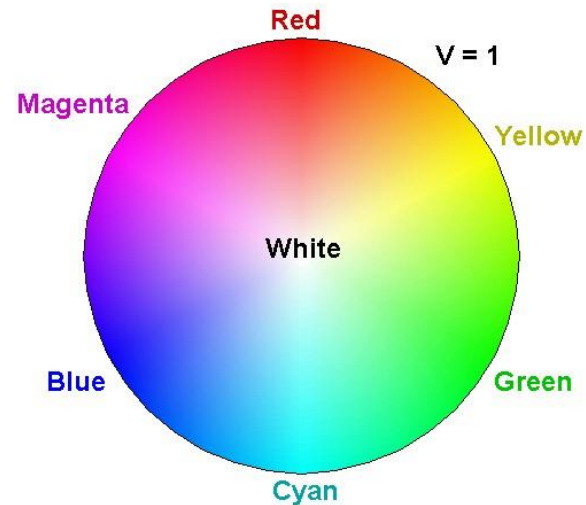
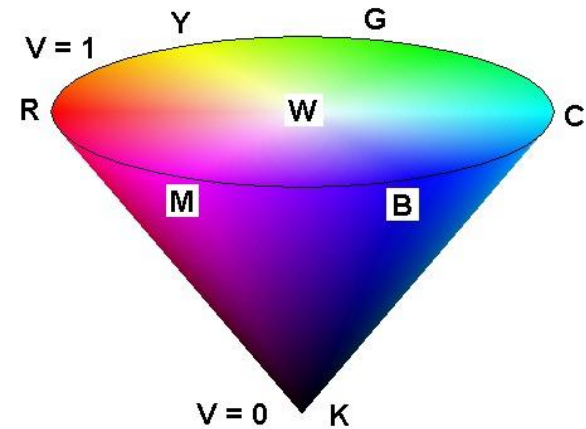
*CIE (Mezinárodní komise pro osvětlení, Commission internationale de l'éclairage)*

# Diagram chromacity

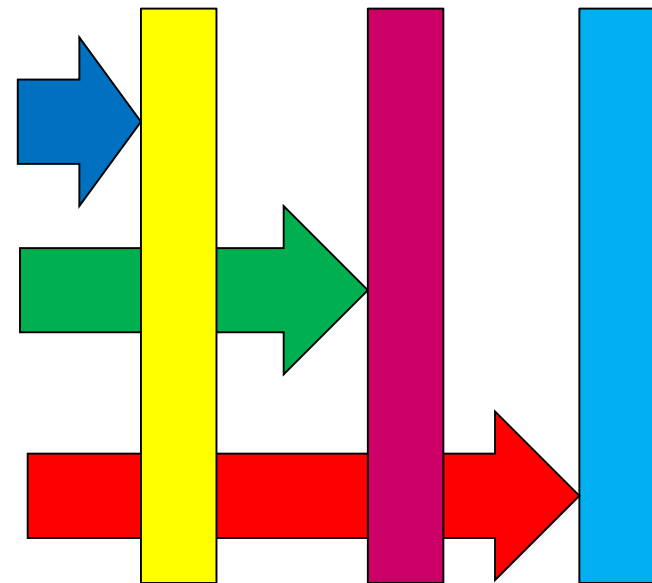
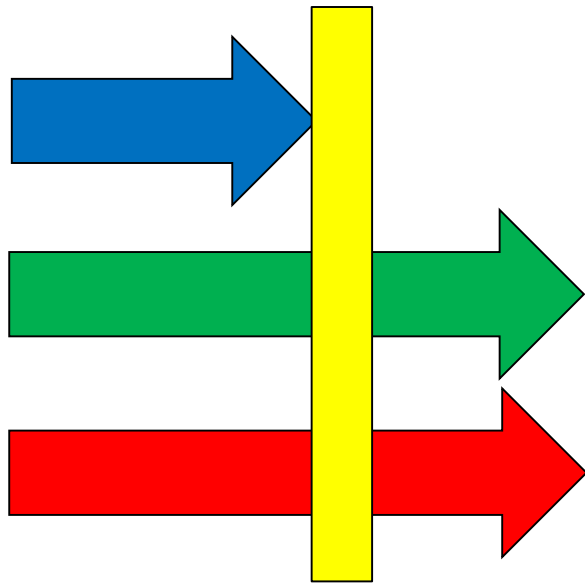


# HSV model

- Barevný tón (H, hue), sytost (S, saturation), jasová hodnota (V, value)
- Barevný tón určuje převládající barvu ( $0^\circ$  až  $360^\circ$ ).
- Sytost **0** (bílá) až **1** (spektrální barva)
- Jas (množství bílého světla) v rozsahu **0** (černá) až **1** (spektrální barva).

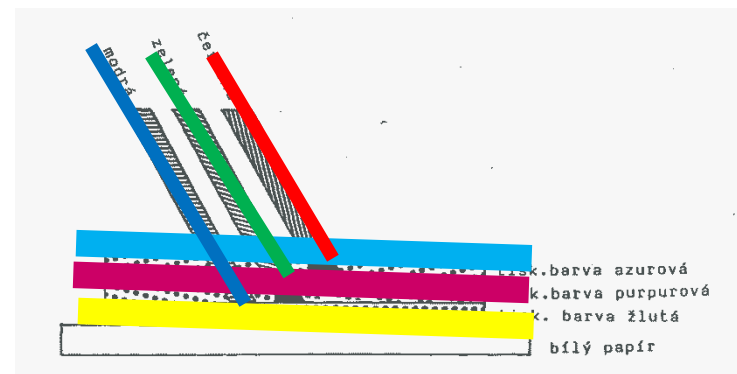
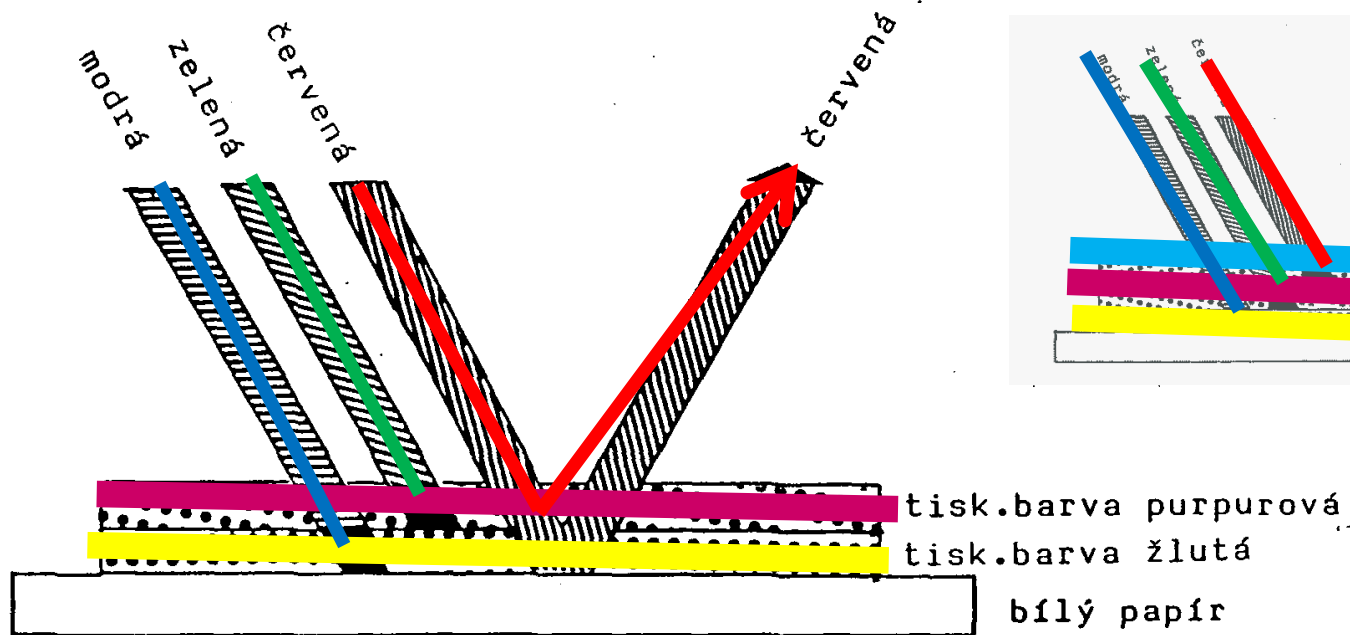
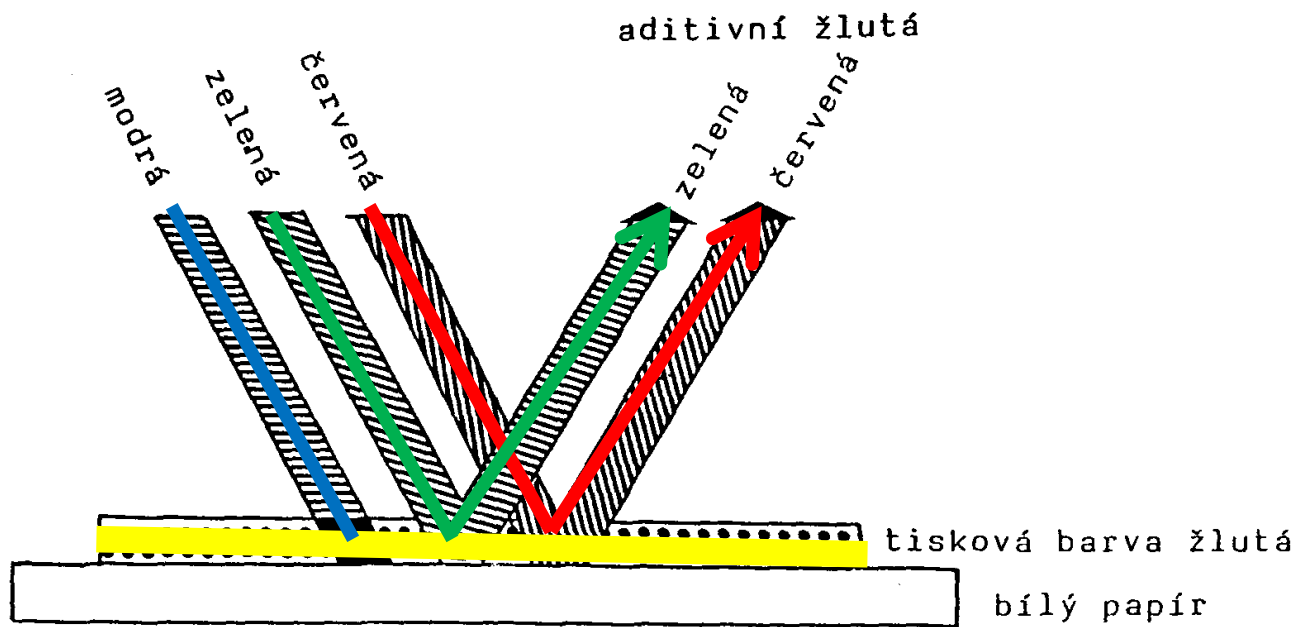


# Subtraktivní míchání barev



# Barva v typografii

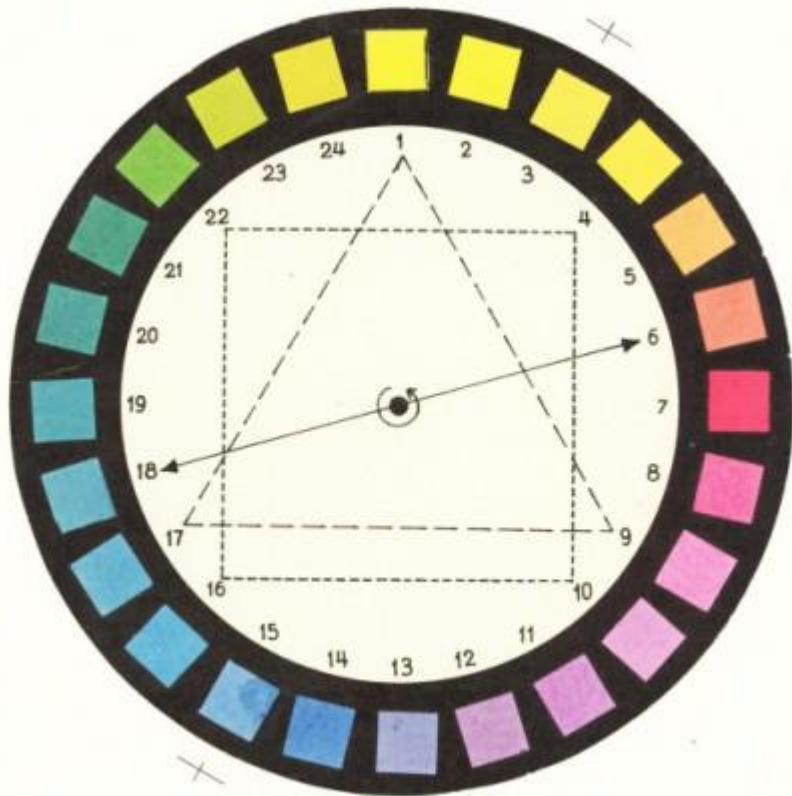
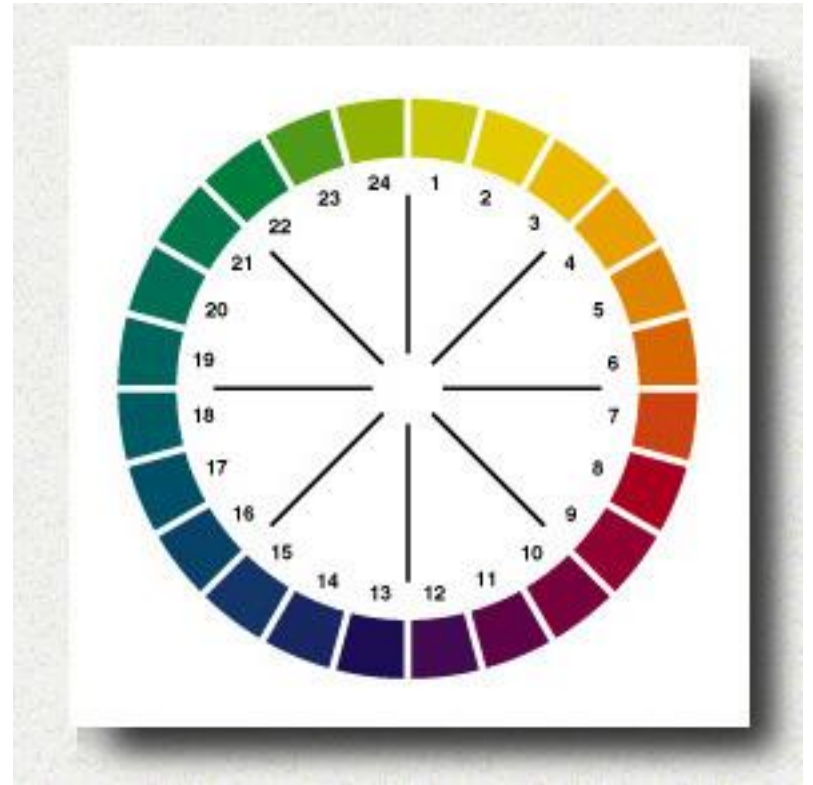
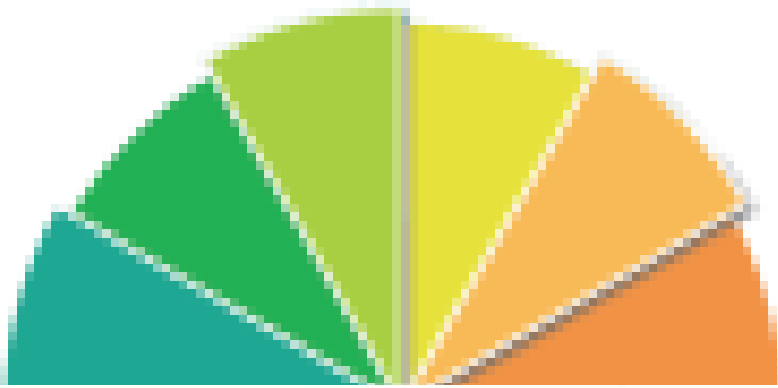
- CMYK, CMY.
- Zvolením tónů všech plošných areálů a jejich zakreslením do pomocné kopie vznikala **předloha pro litografii plošných barev, tzv. litomaketa**, podle níž vyhotovoval kartolitograf kopírovací masky.





# Ostwaldův barevný kruh

- Základní barvy jsou žlutá, červená, modrá a zelená. Barevný kruh pak vzniká tak, že se k těmto čtyřem základním barvám přidružují čtyři barvy doplňkové a mezi každou barvou základní a doplňkovou je vložen ještě půltón. Tím má Ostwaldův kruh celkem 24 barev.
- Jednotlivé odstíny jsou umístěny na mezikruží v určité sytosti a pokud možno ve spektrální čistotě. Pokud si představíme odstíny vně kruhu, vznikající smícháním čisté barvy s bílou, jedná se o barvy světlé (pastely).
- Jestliže si ve středu mezikruží představíme barvu černou, pak na spojnicích mezi barvou na mezikruží a černou vznikají barvy lomené (kalné).



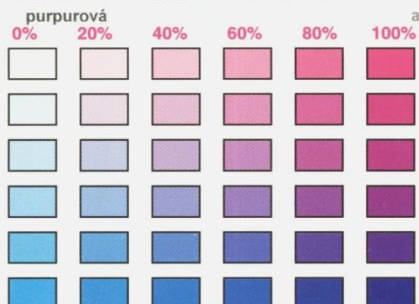


# COREL DRAW!

## PROCESNÍ BARVY CMYK

Všechny možné kombinace barev odstupňované po 20%:  
Sloupce=Purpurová, Řádky=Azurová, Skupiny=Žlutá

### žlutá=0%



### žlutá=20%



### žlutá=40%



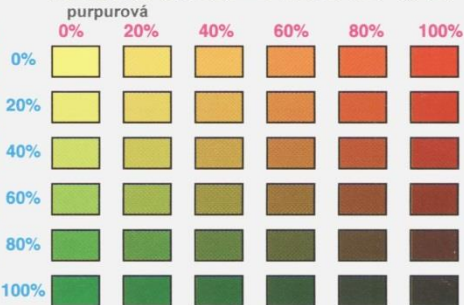
### žlutá=60%



### žlutá=80%






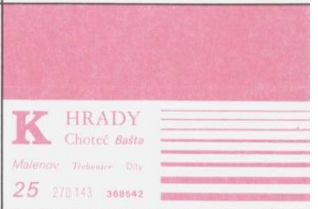

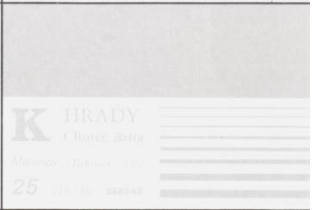

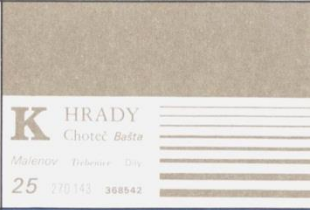

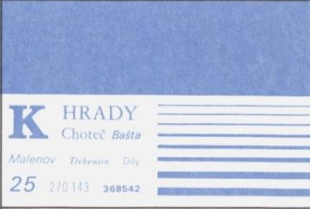


### žlutá=100%



### název barvy

maroon	128 0 0
red	255 0 0
orange	255 165 0
yellow	255 255 0
olive	128 128 0
purple	128 0 128
fuchsia	255 0 255
white	255 255 255
lime	0 255 0
green	0 128 0
navy	0 0 128
blue	0 0 255
aqua	0 255 255
teal	0 128 128
black	0 0 0
silver	192 192 192
gray	128 128 128

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Wikipedie:Tabulka\\_barev](http://cs.wikipedia.org/wiki/Wikipedie:Tabulka_barev)

	7	Světlomodrá	PANTONE 2985 U	a) ZM - 10 vody ZM - 25 vody ZM - 50 vody SM - 50 vody TB - 50 vody MZSJ - 50 vody MTP - 50 vody SMK - 200 vody b) ZM - 100 výplň vodních ploch	ZM - 50 polohopis SM - 50 polohopis TB - 50 polohopis MZSJ - 50 polohopis MTP - 50 polohopis	PANTONE 4515 U	Hnědošedá	19	
	8	Modrá	PANTONE 3005 U	SM - 50 výplň silnic SMK - 200 výplň silnic	ZVM - 50 odborný obsah	PANTONE 205 U	Purpurová	20	
	9	Tmavomodrá	PANTONE 293 U	ZM - 100 vody ZM - 200 vody MK - 200 vody	ZVM - 50 polohopis	PANTONE Warm Gray 3 U	Stříbrošedá	21	
	10	Světlozelená	PANTONE 587 U	ZM - 50 lesy SM - 50 lesy TB - 50 lesy MZSJ - 50 lesy MTP - 50 lesy ZVM - 50 lesy SMK - 200 lesy	ZVM - 50 popis	PANTONE 451 U	Žlutošedá	22	
	11	Zelená	PANTONE 372 U	ZM - 10 lesy ZM - 25 lesy ZM - 100 lesy ZM - 200 lesy MK - 200 lesy	ZVM - 50 vody	PANTONE 542 U	Šedomodrá	23	
	12	Tmavozelená	PANTONE 368 U	ZVM - 50 odborný obsah	ZVM - 50 výškopis	PANTONE 4675 U	Světlohnědá	24	

# Barva v kartografii

Rozeznáváme dva základní druhy vizualizovaných jevů (a tedy i typy barevných stupnic), a to:

- kvalitativní
- kvantitativní (sekvenční či divergentní).

V obou případech existuje zvláštní varianta, kdy se posuzují pouze dvě hodnoty (resp. dvě skupiny hodnot), a to je (stupnice) binární.

# Barva v kartografii

Základní pravidlo určuje, že:

- **kvantita** jevu je reprezentována sytostí a jasem barvy a
- **kvalita** jevu pomocí tónu barvy.



# Kvalitativní stupnice

Volba barevných tónů pro kvalitativní stupnice se provádí:

- podle souvislosti barvy a vyjadřovaného jevu (např. vodstvo – modrá, lesní porosty – zelená apod.),
- podle barevného kontrastu (barvy volíme z různých částí spektra, aby se od sebe daly jednotlivé skupiny dat rozlišit.

**Podobné jevy mají znázorňovat podobné barevné tóny!**

# Kvantitativní stupnice

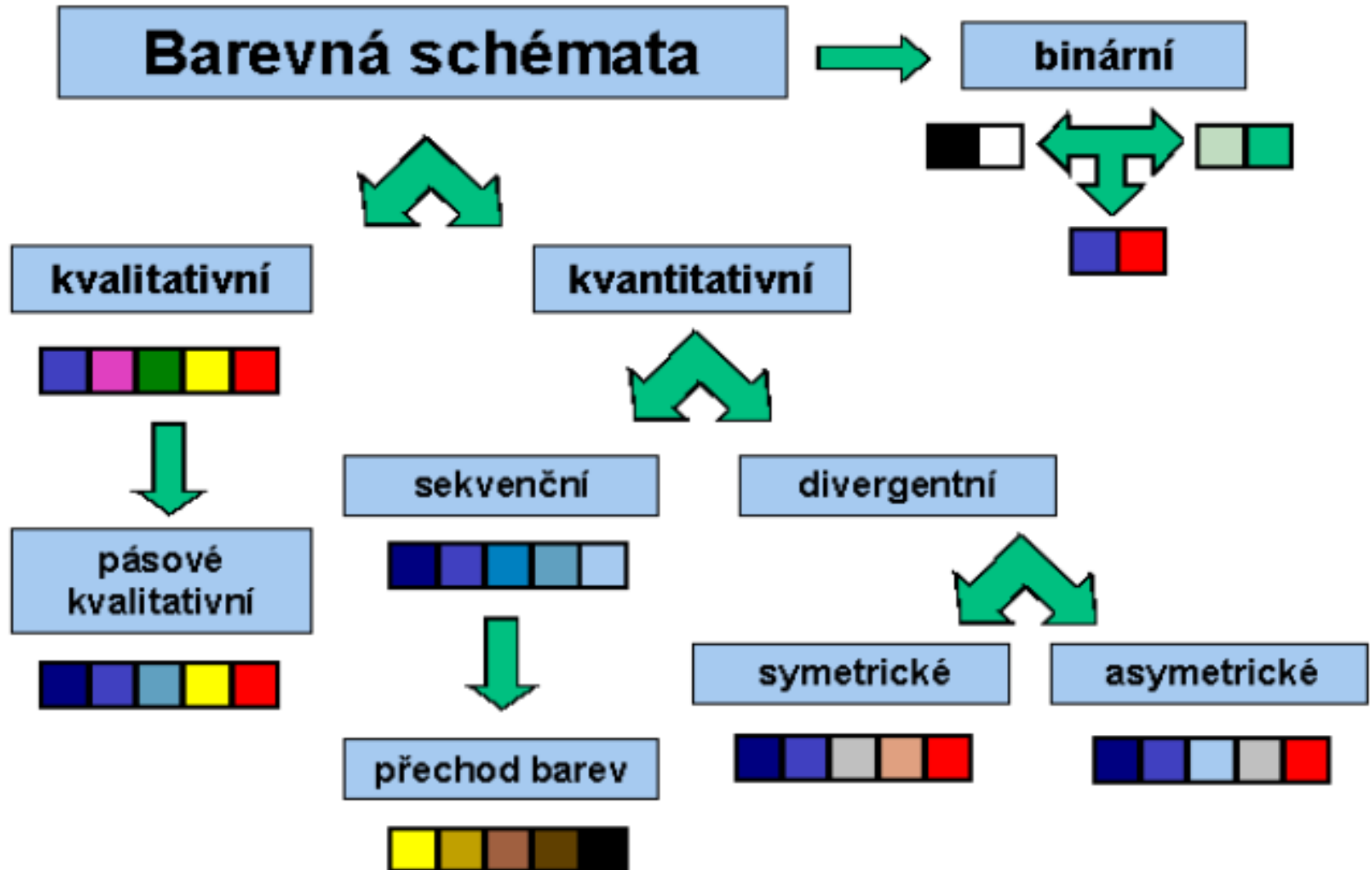
- **Sekvenční**, neboli **konvergentní** jevy (stupnice) jsou takové jejichž hodnoty se pohybují od počátečního bodu pouze jedním směrem – např. hypsomerie.
- Jevy (stupnice) **divergentní** (obecně hovoříme o tzv. polárních neboli dvoukoncových, jevech, stupnicích, datech) jsou takové, jejichž hodnoty rostou na obě strany.



# Kvantitativní stupnice

- Kvantitativní stupnice realizujeme pomocí různých odstínů jedné barvy (jednoho barevného tónu).
- Čím je hodnota jevu vyšší, tím musí být barva sytější a naopak (pořadí světlosti musí odpovídat posloupnosti dat).
- Změna sytosti pro jednotlivé kategorie musí být výrazná.

# Barevná schémata - přehled



# Nevhodné barevné kombinace

žluté písmo - bílé pozadí

purpurové písmo - černé pozadí

modré písmo – černé pozadí

Stroboskopický efekt - způsobuje zhoršenou čitelnost barevné kombinace červená - modrá

# Barvy v kartografii

- Také v kartografii podléhají barvy nejrůznějším módním trendům (kromě standardizovaných barevných stupnic). V současnosti se používají především jasné, nepřiliš syté barvy.
- Ne každému vyhovuje námi zvolená charakteristika barvy, tzn., že nesmíme přeceňovat představivost a asociační schopnosti uživatele nebo čtenáře mapy.

# Chyby při používání barev

## **Chyby můžeme rozdělovat na:**






- neúmyslné (způsobené především neznalostí),
- úmyslné (někdy souvisí s propagandou, ideologií, reklamou zboží...).

## **Důvody chyb:**

- snadná dostupnost software pro vytváření tematických map,
- komerční grafici upřednostňují estetické hledisko před srozumitelností mapy,
- uživatelé preferují barevné mapy na úkor srozumitelnosti a správnosti.

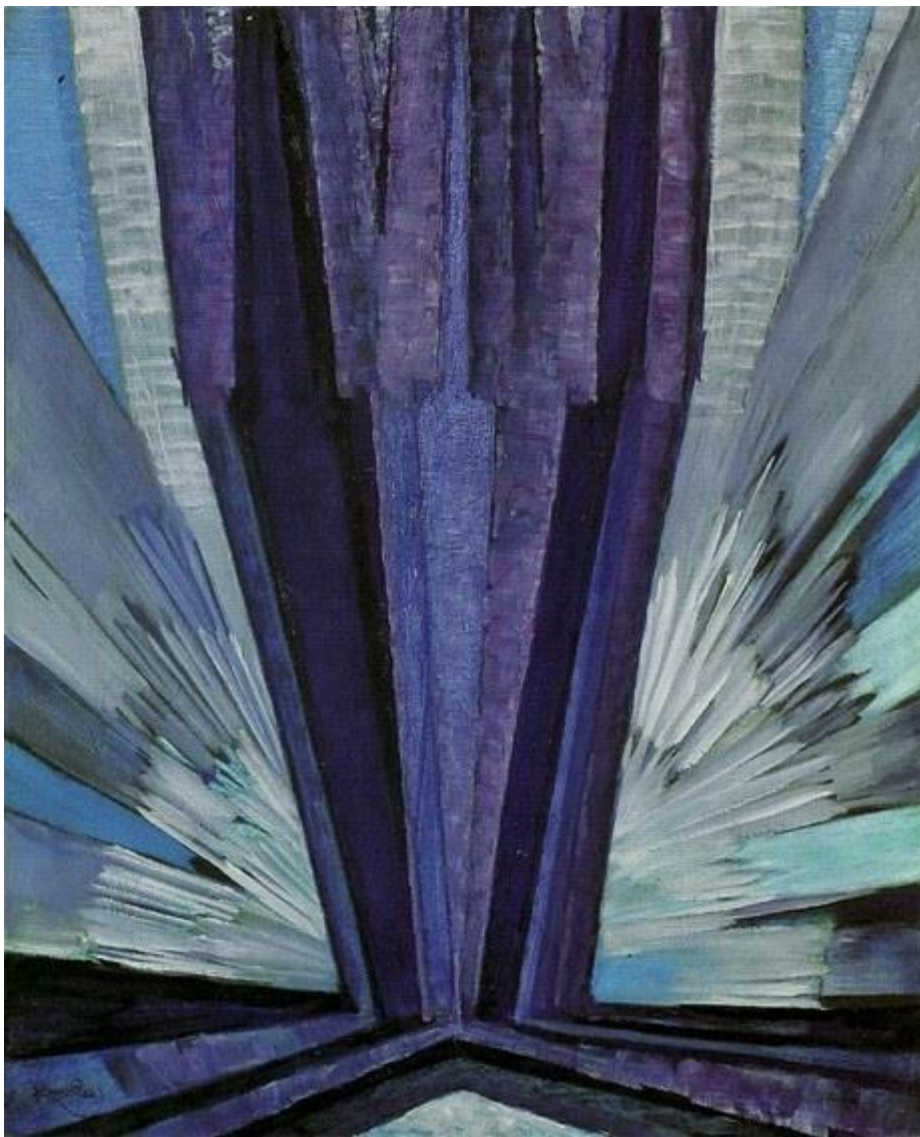
# Používané tvary a barvy znaků

(ČSN ISO 3864, ČSN ISO 3864 – 1 a nařízení vlády č.11/2001 sbírky, ISO 7010:2011)

Symbol	Význam nebo účel	Bezpečnostní barva	Kontrastní textová barva	Podíl barvy na ploše znaku
	<b>znaky zákazu, signalizace nebezpečí</b>	barva okraje	bílá	35%
	<b>prostředky požární ochrany</b>	podkladová barva	bílá	50%
	<b>znaky příkazu</b>	podkladová barva	bílá	50%
	<b>znaky výstrahy, riziko nebezpečí</b>	podkladová barva	černá	50%
	<b>informační znaky bezpečí</b>	podkladová barva	bílá	50%

# Poruchy v barevném vnímání

- Cca 10 % lidské populace trpí nějakou formou poruchy barvocitu (barevného vidění, daltonismu) – zhruba 95 % jsou muži
- Nejčastější poruchy barvocitu, např. *protanopie* (necitlivost na červenou, cca 1 % mužů), *monochromatismus* (úplná barvoslepost, cca 0,005% populace).



# František Kupka „Tvar modré“

1913, olej na plátně. 73 x 60 cm

Nejdraže prodaný obraz v ČR od roku 1990: František Kupka „Tvar modré“ za 55 750 000 korun

([http://www.lidovky.cz/kupkuv-tvar-modre-ziskal-kupec-za-55-75-milionu-fnt-/ln\\_kultura.asp?c=A120418\\_195236\\_ln\\_kultura\\_sm](http://www.lidovky.cz/kupkuv-tvar-modre-ziskal-kupec-za-55-75-milionu-fnt-/ln_kultura.asp?c=A120418_195236_ln_kultura_sm))



# Vybrané zdroje

- ČSN ISO 3864 (018010) „*Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky*“, 1995, 60 s.
- ISO 7010 „*Safety Signs*“ 2011
- ČSN ISO 3864-1 „*Grafické značky - Bezpečnostní barvy*“
- Dannhoferová Jana: *Velká kniha barev. Kompletní průvodce pro grafiky, fotografy a designéry*. 1. vydání, Albatros Media a.s., Computer Press, Brno 2012, 352 s., ISBN 978-80-251-3785-7
- Dojčar,Z.: *Barva*. Studijní opora k předmětu YN1 Nauka o barvě a světle, Odbor průmyslového designu, Ústav konstruování, Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně, Brno 2003
- Čerba,O.: *Barvy na mapách*. Západočeská univerzita, 2005