

TEORIE

VNÍMÁNÍ



Teorie vnímání je součástí psychologické roviny ergonomie. Kognitivní psychologie patří k rozhodujícím prvkům vzdělání všech umělců. Přesto se zatím vyučuje jen na nejprogresivnějších školách. Obor má poměrně bohatou odbornou literaturu, ta však nemusí být pro umělce dostatečně sdílná. Proto je třeba pro ně vytvářet stručnější výběr látky a zpracovávat ji více popularizujícím způsobem. Tak je třeba směřovat tuto encyklopedii v další fázi jejího rozvoje.

JEDNÁNÍ (5)
VNÍMÁNÍ (9)
VNÍMÁNÍ SVĚTLA (15)
EMOCIONÁLNÍ VNÍMÁNÍ BAREV (33)

JEDNÁNÍ

Člověk je přirozeně s ekosystémem, ve kterém existuje, ve stálé **interakci**. (Interakce je předmětem vědy, zejména biologie a ergonomie.) Interakce je **procesem zajišťujícím přežití lidského organismu v daných kvalitách prostředí**. Proces zajišťuje **homeostatický systém**. Interakci nazývá teorie komunikace **jednáním**, psychologie **chováním**.

1. Klíčová slova

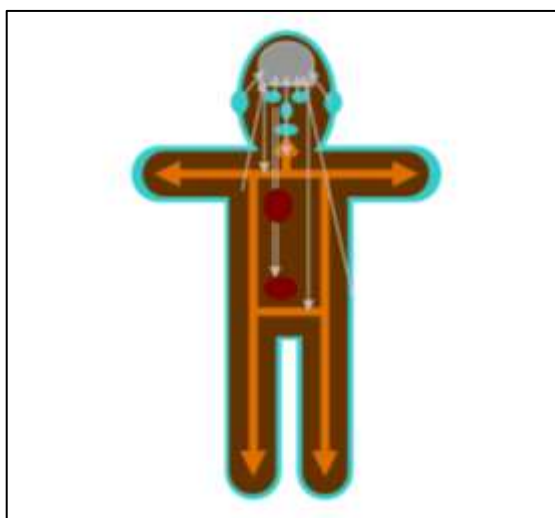
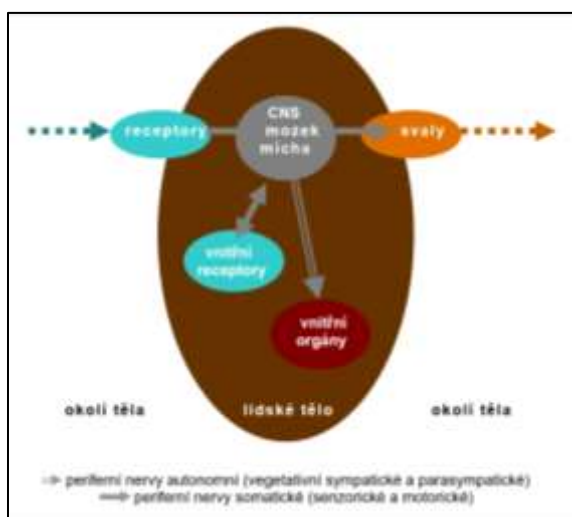
Interakce – homeostatický systém – přežití organismu

Jednání – jednání věcné – jednání obsahové – jednání kombinované

2. Interakce

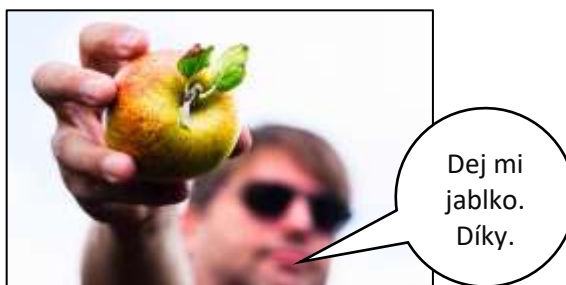
Uvedený systém (tzv. homeostatický systém) zajišťuje **přežití organismu v prostředí** tak, že receptory (senzory) vnímají odchylky vnějších i vnitřních podmínek a po zpracování těchto informací mozkem činnost vnitřních orgánů a svalová činnost působící vně (efektory) zajišťují dorovnávání k optimálnímu stavu.

Názorné schéma o **fungování lidského organismu v prostředí** je prezentováno pro snazší přehlednost nejprve formálně zjednodušeně a pak v prostoru lidské postavy.



Činnost vědomě ovládaných, příčně pruhovalých svalových systémů teorie komunikace nazývá **jednáním (volním jednáním)**, které existuje ve dvou rovinách: věcné a obsahové.

Věcné jednání je zaměřeno k okolí bez vědomí a slouží k různým úpravám prostředí i vlastního organismu. **Obsahové jednání** slouží ke zprostředkování přenosu obsahu vědomí z autora na adresáta (viz kapitola Sdělování). Totéž jednání může mít obě roviny, teorie jej pak nazývá **předváděním**.



Dva typy jednání, jak se dostat k jablku a uspokojit svůj hlad: věcné (utrnutí jablka) a obsahové (požádání o jablko).

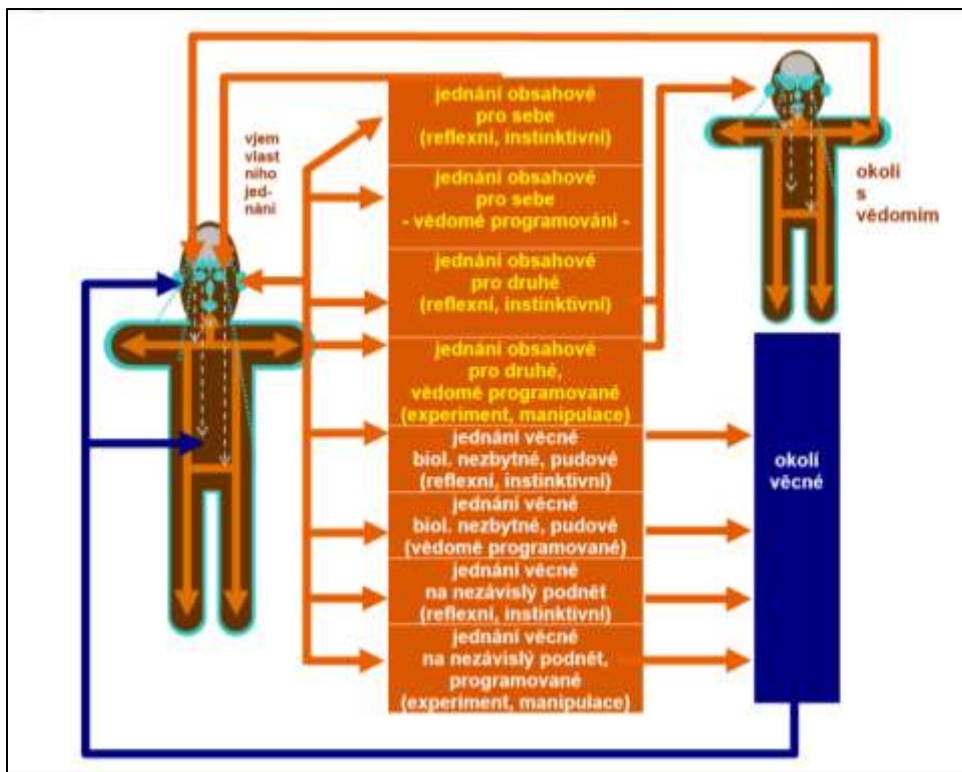


Schéma představuje jeden z možných (nezbytně zjednodušených) pohledů na strukturu lidského jednání. Vychází z teorie komunikace. Psychologie má pro analýzu jednání (v češtině je nazývá většinou slovem „chování“) své podrobné postupy.

Biologicky nezbytné jednání mají všechny živé organismy. Od akutně biologicky nezbytného jednání (okamžitá reakce organismu sloužící k udržení biologické rovnováhy nezbytné pro kvalitní přežití) začíná stupnice přecházející přes dlouhodobě biologicky přínosné jednání až (zejména u člověka) k jednání biologicky nezávislému.

Jednání může být spontánní (reflexní a instinktivní) nebo vědomě programované. Vědomě programované jednání odlišuje člověka od dalších živočichů. Pokud u programovaného jednání známe postup a výsledek, nazýváme jej **manipulací**, pokud postup, výsledek nebo obojí neznáme, **experimentem**. Opakované jednání, které bylo původně experimentem, se stává manipulací. Při častém opakování se vytváří návyk, který mnohdy umožňuje činnost tak **zautomatizovat**, že probíhá bez větší vědomé pozornosti.

U obsahového jednání – sdělování, které může být rovněž spontánní nebo vědomě programované, rozlišujeme jeho zvláštní formu – **jednání obsahové pro sebe**. Ta umožňuje především tvorbu programů, kdy si v představách vytváříme možné scénáře plánovaných věcných i obsahových jednání.

S biologicky nezbytným a dalšími typy jednání na něj navazujícími je užitečné se seznámit, neboť zásadně ovlivňují motivaci jednání člověka. Poměrně známá je hierarchie významnosti potřeb lidského organismu Abrahama Maslowa (nejvýznamnější potřeby dole):

seberealizace, využití vlastního potenciálu
krása, řád, harmonie (estetika)
potřeba objevovat, zkoumat podstatu věcí, získávat dovednosti (kognitivní potřeby)
uznání, pracovní výsledky, vliv i moc (sebedůvěra)
soudržnost, sounáležitost, lásky, cit (sociální potřeby)
bezpečí, stabilita, klid, předvídatelnost
sex, mateřství a otcovství (udržení rodu)
jídlo, pití, teplo, vzduch, spánek (fyziologické potřeby)

Uvedená hierarchie bývá mylně vysvětlována nebo zneužívána z hlediska dlouhodobých motivací. V takovém případě neplatí. Mnozí lidé často nejsou ochotni nebo schopni dát dlouhodobě přednost potřebám v dolní části sloupce před kognitivními, estetickými či seberealizačními, na což může jejich organismus doplácet.

Z hlediska okamžité motivace jsou však ty základnější potřeby, které se mnohy projevují v silné emoční vazbě (instinkty, pudy), velmi těžko opominutelné, málokdo je dokáže silou vůle ignorovat. Neplnění základních potřeb mnohdy vyvolává silnou negativní emoci, která dokáže převzít veškerou pozornost člověka, přičemž soustředění na další jevy je silně omezeno, ne-li zcela vyloučeno.



Instinktivní ráz člověka má své vazby na prostředí: „já“ má vztahy s prostředím a s kosmem, což s největší pravděpodobností vede k tomu, že naše nukleární substance je „zapojena“ do totality vesmíru jak vnějšího, tak intimního. (Carl Gustav Jung: L'uomo e suoi simboli, Roma, 1967, s. 207)

3. Literatura

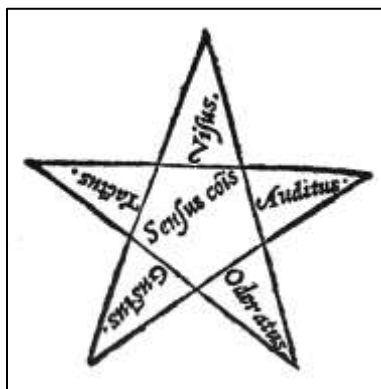
Habáň, Metoděj: Filosofická antropologie, Řím, 1981

Malý, Stanislav (ed.): ABC ergonomie, Professional Publishing, Praha, 2012

Šmok, Ján: Úvod do teorie sdělování, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1972

VNÍMÁNÍ

Informace o světě získáváme prostřednictvím různých smyslových orgánů (receptory), které reagují na fyzikální podněty přicházející z bližšího (tělo člověka) nebo vzdálenějšího okolí centrální nervové soustavy (mimotělní prostředí). Proces směřující od receptorů do vědomí nazýváme **vnímáním**.



Giordano Bruno vytvořil v roce 1582 dřevoryt znázorňující, jak centrální nervová soustava koordinuje vnímání pěti smyslů.

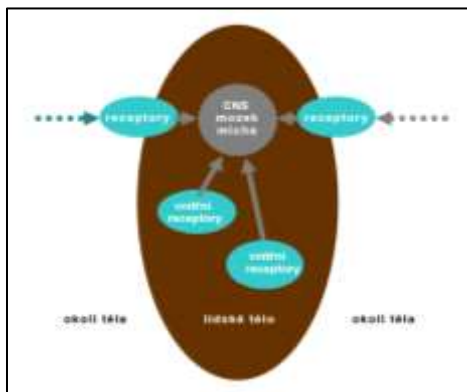
1. Klíčová slova

Objekt – recepční médium – stimulace receptorů – biodigitální vzruch – zpracování informace – obsah vědomí
Předpoklady vnímání – inteligence – paměť – vzdělanost – gramotnost – kapacitní předpoklady smyslového orgánu

2. Analýza procesu vnímání

Objekt v zevním světě nebo těle člověka nějakým způsobem uspořádá **recepční médium**. Když strukturované recepční médium v první fázi vnímání vstoupí do kontaktu s receptory (nervovými buňkami specializovanými na různé druhy podnětů) dojde k tzv. **blízké stimulaci receptorů – čítí**. Naše oči nebo uši ad. přijímají fyzikální energii a přeměňují ji na nervové impulsy. Vzniká biodigitální vzruch, který je dále zpracován. Ke **vnímání** tedy dochází ve chvíli, kdy je v našem vědomí nějakým způsobem zpracovávána informace o podnětu. Jednotlivé počítky poznáváme, spojujeme do celistvých vjemů, které nás informují o **charakteru** a prostorovém i časovém **umístění** prvků vnímané reality a ve vzájemných souvislostech jim dodáváme smysl. Ve **vědomí** se vytváří specifický **obsah** – niterná identifikace objektu. Celý řetěz je užitečné analyzovat spojitě.

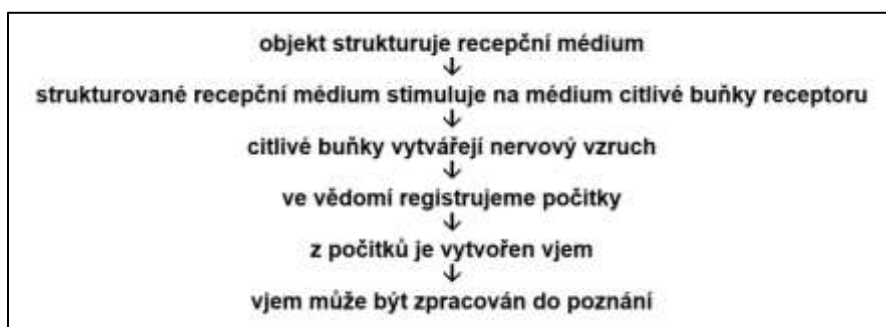
Pokud jde o **objekt** v zevním světě, ten může být původu **přirozeného** nebo **umělého**, vytvořeného člověkem s **účelem věcným, komunikačním nebo obojím**. Objekty vytvořené člověkem s komunikačním účelem (obsahové jednání) jsou předmětem mezilidské komunikace, které se věnuje speciální teorie.



Podívejte se na kontrastní fotografii, z níž se na vás dívá živý tvor:



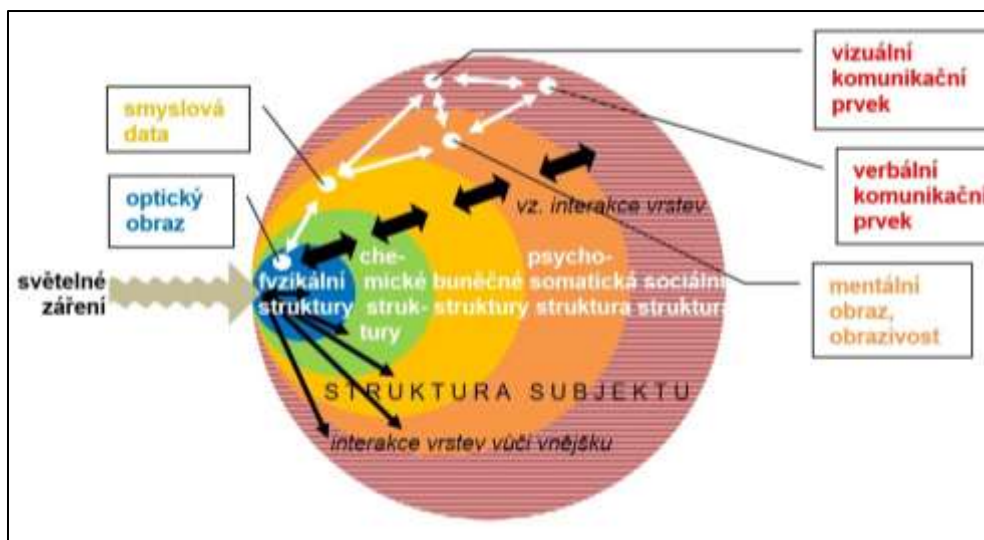
*Při prvním pohledu vnímáte směs skvrn, které nedávají smysl. Všechny aspekty obrázku jsou zrakovými počítky, které ještě nejsou zorganizovány do mentálního vjemu. Jakmile si vnímané skvrny propojíme určitým způsobem, můžeme na obrázku vidět hlavu krávy, která se dívá na nás. Pochopili jsme význam toho, co dosud byly jen počítky. Dokud skvrny nedávaly smysl, vnímali jsme vizuální **strukturu**. Jakmile jsme si je propojili do smysluplné soustavy, vnímáme **figuru**. Pro situaci se hodí rčení: Co člověk neví, to oko nevidí.*



Zrakové vnímání je kognitivní psychologií nejlépe prozkoumanou oblastí. Proto k důslednějšímu (komplexnějšímu) pochopení vnímání poslouží vizualizace struktury **relačně historického modelu vizuálního vnímání** zpracovaná Jaroslavem Vančátem.¹ Vymezení strukturních úrovní jeho modelu vizuálního poznání souvisí s klasickým hierarchickým dělením věd od fyziky, přes chemii, biologii k psychologii a sociální vědě, přičemž hladinu každé strukturní úrovně určuje entita, která může být samostatným objektem: ve fyzikální úrovni atom, na chemické prvek, na biologické buňka, na psychologické psychosomatický jedinec – subjekt, na sociální pak společenství strukturované společným sdělovacím systémem. Každá z těchto úrovní má jisté interakční postavení vůči svému okolí i vůči hierarchicky sousedním strukturám. Zatímco např. sociální struktura strukturuje jednotlivé psychosomatické subjekty do celku prostřednictvím řeči a dalších sdělovacích systémů, je od subjektu zpětně informována prostřednictvím vyjádření emocí ať už v řeči (která je v tomto ohledu emočně odstupňována) nebo mimoslovně. Např. výměna informací (interakce) mezi buněčnými orgány a jejich komplexním strukturním uspořádáním – psychosomatickým subjektem probíhá směrem nahoru jako pociťovaná bolest či pocit uvolnění, směrem dolů jako signály vůle.

Vizuální vnímání je složitým **komplexe**m, který se simultánně uskutečňuje ve fyzické, chemické, somatické, psychologické a sociální strukturní úrovni, přičemž tyto strukturní vrstvy lidské existence jsou jak **v interakci s vnějším prostředím**, tak také **vůči sobě navzájem**. Vizuální vnímání je chápáno jako **víceúrovňová interakční struktura**. Zobrazený model nepřijímá tedy světelné záření pouze jako mechanický (fyzikální) účinek vůči subjektu, ale transformuje je současně v každé interakční struktuře na její úrovni ze všech potencií, které jsou v čase a místě interakce k dispozici, jako svébytnou kvalitativní transformaci každé z nich. Fyzikální emise světla může být tedy dále simultánně v rovině psychického působení světlem pronikajícím mraky skrze oblohu v rovině sociální například náboženským symbolem vzkříšení. Uvědomění si té které strukturní úrovně interakce dává interakci ten který strukturní obsah.

¹ Vančát, Jaroslav: Návrh strukturního (relačně historického) modelu vizuálního vnímání (In: Péče o obraznost, sborník sympozia České sekce INSEA, Praha, 2008)



Třebaže se nám z našeho pohledu nazíraný svět jeví při vizuálním vnímání jako obraz, v němž jsme při bezprostředním vnímání ponořeni, či jako obrazivá představa, k níž se můžeme přibližovat nebo se od ní vzdalovat svým uvědoměním podle své vůle, je to vše vytvářeno až z propojení, které dodává vztahnost výsledků buněčné a psychosomatické interakce se znakovým, sociálním strukturním systémem, díky němuž přikládáme konkrétní význam síti našich původních osobních interakcí. Bez tohoto zvýznamňování bychom na tyto smyslové podněty jinak reagovali pouze pudovou, bezděčnou akcí bez uvědomění si jejího obrazového obsahu. **Orgán vizuálního vnímání** (systém zraku) není teleologickým nástrojem, který by měl možnost zjevovat individuu realitu samu o sobě, ale **nástrojem pro zvládnutí jeho interakcí**, který je na jedné straně jejich výsledkem, na druhé straně rozšiřuje jejich možnosti. Vizuální vnímání je nikoli trpným odrazem, ale **aktem aktivity**, která interakčně transformuje jak vnímající strukturu, tak také simultánní interakční aktivity do ní začleněných struktur, z jejichž komplexity si vytváříme představu o tom, co je na druhé straně interakční relace – o tom, co nazýváme „**vnímaným jevem**“, co pak takto chápeme coby **realitu**.

Soudobé teorie, které se zabývají způsoby, jimiž vnímáme předměty a jejich uspořádání, vysvětlují jen některé jevy. Uvědomíme-li si však složitost vnímání, pak je působivé, že rozumíme problematice do té míry, ve které jí rozumíme.

Robert J. Sternberg, psycholog, 1999

4. Schopnosti člověka přijímat, rozlišovat a zpracovávat smyslové vjemy

Schopnosti člověka přijímat, rozlišovat a zpracovávat smyslové vjemy jsou omezené jak kvalitativně (citlivost) tak kvantitativně. Je užitečné porovnat, jaké rozdíly existují při vnímání jednotlivými orgány.

MOŽNOSTI SMYSLOVÝCH ORGÁNŮ		ve stejném časovém rozmezí propustí	k získání stejného počtu informací potřebuje
zrak	☞	100 000 jednotek	1 s
hmat	☞	10 000 jednotek	10 s
sluch	☞	1 000 jednotek	100 s

REAKČNÍ ČASY ČLOVĚKA PŘI VNÍMÁNÍ	REAKCE ZA (MILISEKUNDY)
hmatem	90 – 120
sluchem	120 – 180
zrakem	150 – 220
čichem	310 – 390
teplá	260 – 1600
slané chuti	310
sladké chuti	450
kyselé chuti	540
hořké chuti	1080
vestibulárním ústrojím	400
bolesti	130 – 890



Schéma vazeb mezi smyslovou a pohybovou výkonností (vstupu – receptor a výstupu – efektor) k celkové výkonnostní kapacitě člověka (Glivický, Vladimír: Úvod do ergonomie, Praha, 1975, s. 77)

Podmínkou efektivního a bezchybného jednání je, aby nároky na příjem a zpracování informací nepřevýšily kapacity smyslových orgánů. Při přetížení nastává

- opoždění reakce
- zkreslená nebo chybná reakce
- nepostřehnutí signálu a vynechání reakce

Jak číselně hodnotíme kapacitu smyslových orgánů? **Informační kapacita** je maximálně dosažený výkon, tj. počet informačních jednotek správně přenesených za jednotku času. **Jednotkou množství informací** je jeden **bit** – odpovídá aktivitě výběru mezi dvěma stejně pravděpodobnými možnostmi. Konkrétní informační výkon M Počet bitů správně přenesených za jednotku času vypočítáme podle vzorce:

$$M = \frac{(N - n) \cdot I}{t} \text{ (bit.s}^{-1}\text{)}$$

M – informační výkon (bit.s⁻¹)

N – počet působících podnětů

n – počet ztracených (nepostřehnutých či neodreagovaných) podnětů

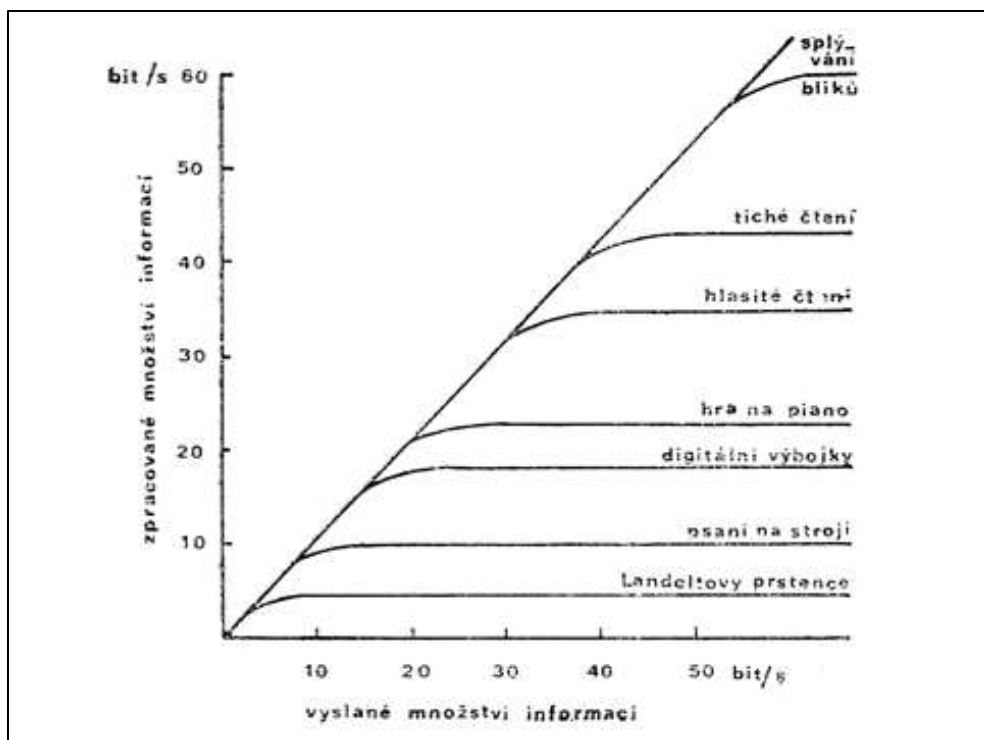
I – informační obsah jednoho podnětu (bit)

t – čas potřebný pro přenos informací (s)

V běžné praktické činnosti člověka se přenosová kapacita smyslových orgánů pohybuje od 2 bit.s⁻¹ (chuť) do 40 bit.s⁻¹ (čtení).

INFORMAČNÍ VÝKON PŘI RŮZNÝCH DRUZÍCH KRÁTKODOBÉ ČINNOSTI	
Jednoduché smyslové podněty	do 3 bit.s ⁻¹
Jednoduchá pracovní činnost	do 3 až 5 bit.s ⁻¹
Kontrolní zrakově náročná činnost	do 6 až 10 bit.s ⁻¹
Psaní na stroji	do 10 až 12 bit.s ⁻¹
Sledování světelných sdělovačů	do 16 až 20 bit.s ⁻¹
Hra na klavír	do 20 až 25 bit.s ⁻¹
Čtení nahlas	do 30 až 35 bit.s ⁻¹
Čtení potichu	do 35 až 40 bit.s ⁻¹

(Tabulka Vladimír Glivický: Ergonomie na pracovištích, Praha 2004)



(Graf Vladimír Glivický: Úvod do ergonomie, Praha 1975)

Pro vizuální komunikaci je podstatné, že zraková činnost patří ke kapacitně nejnáročnějším. Proto má zrakový systém největší informační kapacitu. Je také zajímavé, jak zrakovou činnost ovlivňuje kombinace se sluchovou. Z principů práce s textem vyplývá, že zvuk podporuje kódování a dekódování hláskových znaků, proto je čtení nahlas kapacitně méně náročné než čtení potichu.

3. Předpoklady vnímání

Pro užitečné zpracování informací vstupujících přes smyslové orgány do nervové soustavy (vnímání) musí mít člověk soubor předpokladů. K hlavním patří operační schopnosti různých částí mozku (tzv. **intelligence**), možnost využití **paměti** (schopnost pracovat s pamětí a znalosti obsažené v paměti) a v případě kódovaného sdělení též znalost kódování – **gramotnost**. K základním předpokladům procesu vnímání patří **pozornost**, resp. bdělost. Kvalita těchto předpokladů představuje tedy **faktory** ovlivňující výslednou kvalitu vnímání.

4. Literatura

Fassati, Tomáš: Praktická globální vizuální komunikace, ČVUT, Praha, 2022

Glivický, Vladimír: Úvod do ergonomie, Praha, 1975

Glivický, Vladimír: Ergonomie na pracovištích, Praha, 2004

Sternberg, Robert, J.: Cognitive Psychology, 2016

Šmok, Ján: Úvod do teorie sdělování, SPN, Praha, 1972

Vančát, Jaroslav: Návrh strukturního (relačně historického) modelu vizuálního vnímání (In: Péče o obraznost, sborník symposia České sekce INSEA, Praha, 2008)

VNÍMÁNÍ SVĚTLA

Vnímání světla představuje, podobně jako jiná vnímání, **souvislý proces**, který je třeba analyzovat **integrovane**. Funguje od **fyzické** roviny přes **biologickou** (fyzilogie) až k **psychické**. V tomto hesle jde pouze o vnímání světla samotného, problematiku vnímání dílčích tvarů řeší samostatná hesla.

1. Klíčová slova

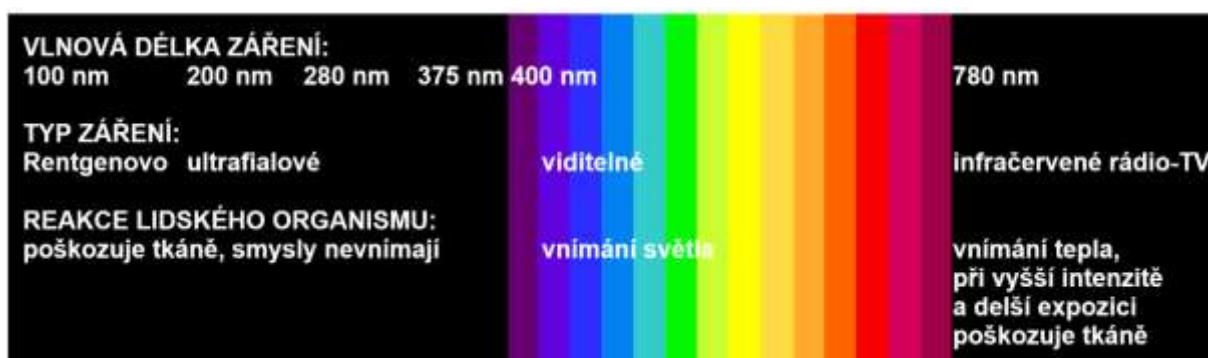
Vnímání světla – fyzické šíření světla – biologická rovina
Svítivost – světelný tok – jas – osvětlení
Barva – chromatičnost – kolorita

2. Proces

2.1. Fyzická rovina

Světlem je nazývána malá část **elektromagnetického záření**, vůči níž si vytvořilo citlivost zrakové ústrojí člověka. Při svém vzniku a šíření se světlo řídí stejnými pravidly, jako veškeré **elektromagnetické záření**, při vyhodnocování jeho jasových kvalit je ale vše vázáno k průběhu spektrální citlivosti zrakového aparátu. **Kvalitu** záření charakterizuje jeho **vlnová délka** (v metrech, resp. nanometrech – m, nm) nebo **kmitočet** (hertz – Hz). **Kvantitu zářivý tok** měřený ve wattech (W). Je-li zářivý tok hodnocen zrakovým orgánem, užíváme fotometrickou veličinu **světelný tok** (jednotky – lm, lumen). Světelný tok vyjadřuje schopnost zářivého toku způsobit zrakový vjem. Vztah světelného a zářivého toku je vyjádřen následovně:

$$1 \text{ lm} = 147 \cdot 10^{-5} \text{ W, z toho vyplývá } 1 \text{ W} = 680 \text{ lm}$$

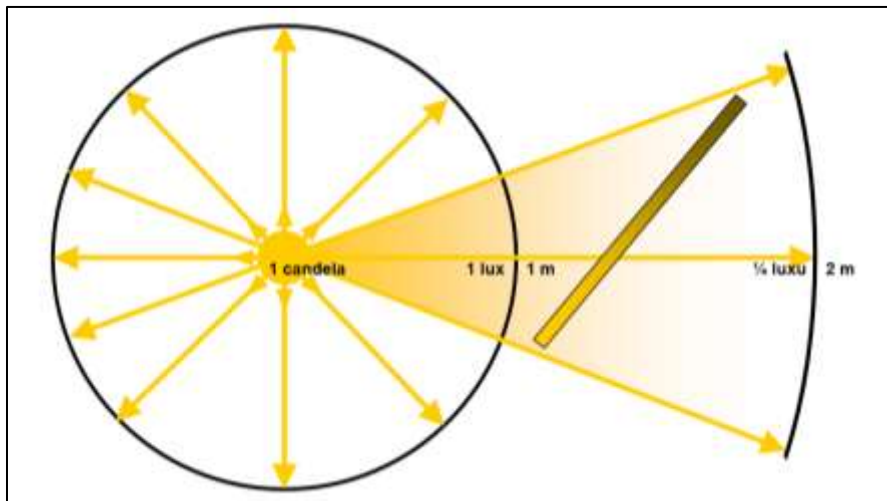


Některé **neviditelné části spektra** je možné **zviditelnit** pro oči tak, že je snímáme pomocí přístrojů s elektronickými citlivými vrstvami a elektronicky převádíme do formy pozorovatelné na obrazovce (infrazářen – tzv. přístroje nočního vidění, RTG ad.). Přímý převod neviditelného záření na viditelné umožňují zvláštní barviva – luminofory. Používají se u ultrafialového záření (zářivky, výbojky), používala se u prvních rentgenových přístrojů. Jsou také součástí luminiscenčních barviv, která za soumraku využívají nejen slabou část viditelného spektra, ale i další neviditelnou část – ultrafialové záření (viz dále).

Světlo se šíří buď přímo vyzařováním ze zdroje, nebo prostřednictvím světelných odrazů od jednotlivých částí hmotné reality.

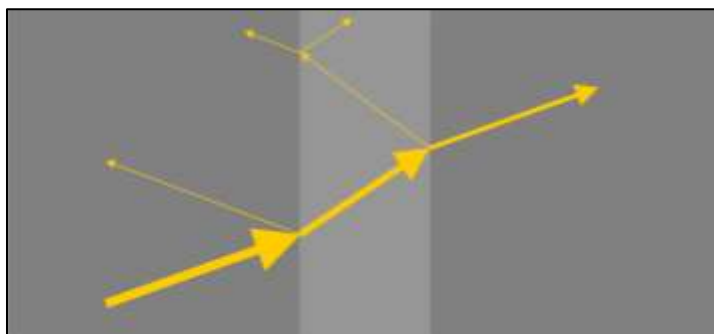
Zdrojem světelného záření podobně jako jiných čistí elektromagnetického záření je kmitající hmota. Ta se rozkmitá různými typy zahřívání. Kmitající hmota může vyzařovat energii do prostoru na všechny strany. Celková hodnota vyzařené světelné energie je nazývána **svítivostí** zdroje. Jednotkou svítivosti je **kandela** (cd). Vztáhne-li vyzařenou energii ke konkrétně velikému prostorovému úhlu (sr – steradiány), do něhož svítí, mluvíme již o **světelném toku**, který se měří v **lumenech** (lm). Budeme-li hodnotit energii dopadající na plochu nějakého tělesa (tedy jakousi hustotu energie), jde o **osvětlení**, které měříme v **luxech** (lx). Konkrétní příklad ujasní vzájemné vztahy veličin: Zdroj svítivosti 1 kandely umístěný v kouli o poloměru 1 metr vysílá otvorem v kouli o ploše 1 m² světelný tok 1 lumen. Na vnitřní ploše koule za takových okolností vytváří osvětlení 1 lux. Nastavíme-li světelnému toku jinou než kolmo kulovitě zakřivenou plochu, osvětlení nebude rovnoměrné (viz např. šikmá linie na

obrázku). Energie se rozptýluje do prostoru geometrickou řadou, proto ve vzdálenosti 2 metry od uvedeného zdroje se vytváří osvětlení již jen $\frac{1}{4}$ luxu. Je-li zdrojem dokonalý bod, šíří se světlo rovnoměrně do celého prostoru, grafickým zobrazením stejné hladiny osvětlení je kulová plocha. Jejím průmětu do plochy říkáme **křivka svítivosti** (tou jsou graficky charakterizovány všechny světelné zdroje). Má-li zdroj do prostoru nepravidelné vyzařování, nešíří se světlo rovnoměrně, grafickým zobrazením stejné hladiny osvětlení je nepravidelně prohýbaná plocha – specifický nekulovitý tvar.

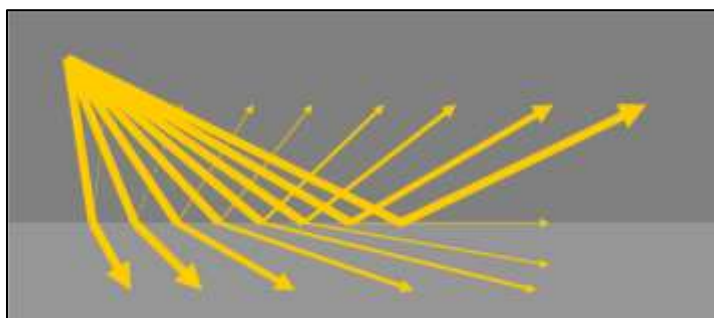


Světlo měříme různými typy přístrojů. Spektrální složení **kolorimetry**, jas (převážně bodovými) **jasměry**, dopadající světlo – osvětlení – **luxmetry**. Některé veličiny se dají zjistit (vypočítat) pomocí jiných, když započteme faktory prostoru a odrazivosti.

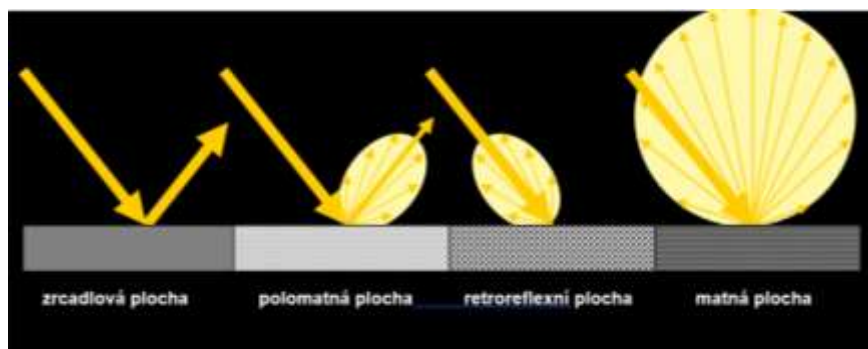
Světelné záření se v průhledném prostředí stejnorodé hustoty šíří přímočaře. Přechází-li záření do průhledného prostředí jiné hustoty pod jiným úhlem než 90° , jeho směr se odchýlí, dojde k **lom**u. Při překonávání rozhraní dvou prostředí se také podle konkrétních kvalit a úhlu paprsku světla vůči rovině přechodu část (nebo celé) záření **odrazí**.



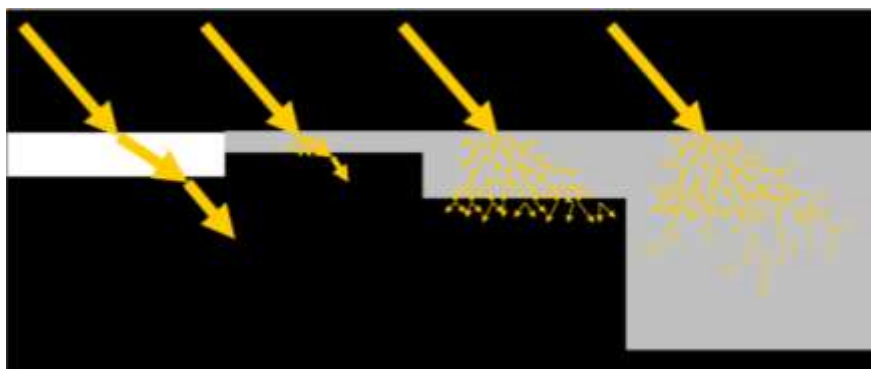
Se vzrůstajícím **úhlem dopadu** světelného paprsku na rozhraní stoupá množství odraženého světla a klesá množství světla procházejícího do jiného prostředí. Při dosažení tzv. **mezního úhlu** dopadu se již odráží všechno světlo.



Dopadá-li světlo na lesklou (zrcadlovou) plochu, odráží se v symetricky stejném úhlu, dopadá-li na pololesklou (polomatnou) plochu, část se ho odráží směrově, část se rozptýlí, dopadá-li světlo na matnou plochu, celé se rovnoměrně rozptýlí. Zvláštní technologie tvorby povrchu (např. perličková) zajistí zpětný odraz světla do směru, odkud přichází (tzv. zpětný odraz **retroreflexní** plochy).



Stejným principem se řídí průchod světelných paprsků průhlednými (čistá voda, vzduch, průhledné kapaliny, sklo atd.) a průsvitnými (matné sklo, zakalená voda, mlha, kouř, papír atd.) prostředími. Je dobré znát specifika průsvitných prostředí. V minimálně silné vrstvě je průsvitné v podstatě jakékoliv prostředí. Naopak běžně užívané průsvitné materiály přestanou být průsvitné při vytvoření velké vrstvy. Je to tím, že světlo se v matném prostředí rozptyluje, čím ztrácí původní směr paprsku na intenzitě, až hmota nakonec všechno záření pohltí. Z tohoto principu vyplývá, že naopak při velmi malé síle vrstvy jsou matné materiály nejen **průsvitné**, ale také **průhledné** (i v mlze rozeznáváme předměty v malé vzdálenosti). V praxi to umožňuje například užití ochranných matných fólií pro informační prvky tehdy, když jsou na předlohu fólie přímo přiloženy v přímém kontaktu. Při vzdálení matné fólie od předlohy průsvitnost zmizí. Užitek matných fólií spočívá např. v odstranění nežádoucích lesků.

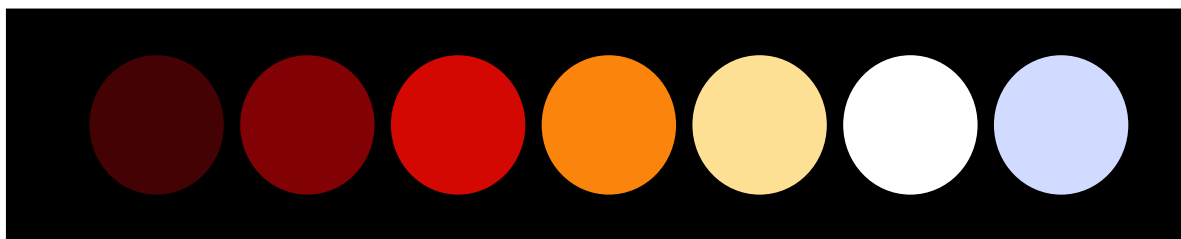


Souhrnem je tedy možné říci, že světelný tok dopadající na světelně činnou látku se dělí na tři části: první se odráží, druhá prostoupí, třetí se pohltí a přemění na teplo (látko se zahřeje). Světelné technické vlastnosti látek jsou proto charakterizovány činitelem odrazu (ρ), činitelem prostupu (τ) a činitelem pohltivosti (α), jejich součet se logicky rovná jedné: $\rho + \tau + \alpha = 1$

Dopadá-li světlo na **kulovou plochu** nebo prochází-li do průhledného prostředí odlišné hustoty odděleného **kulovou plochou**, je možné jeho paprsky soustřeďovat nebo rozptylovat pravidelným způsobem, který umožňuje zahuštění nebo zředění světelného toku. Na tomto principu jsou vytvořeny některé prvky (zrcadla a čočky) optických soustav.



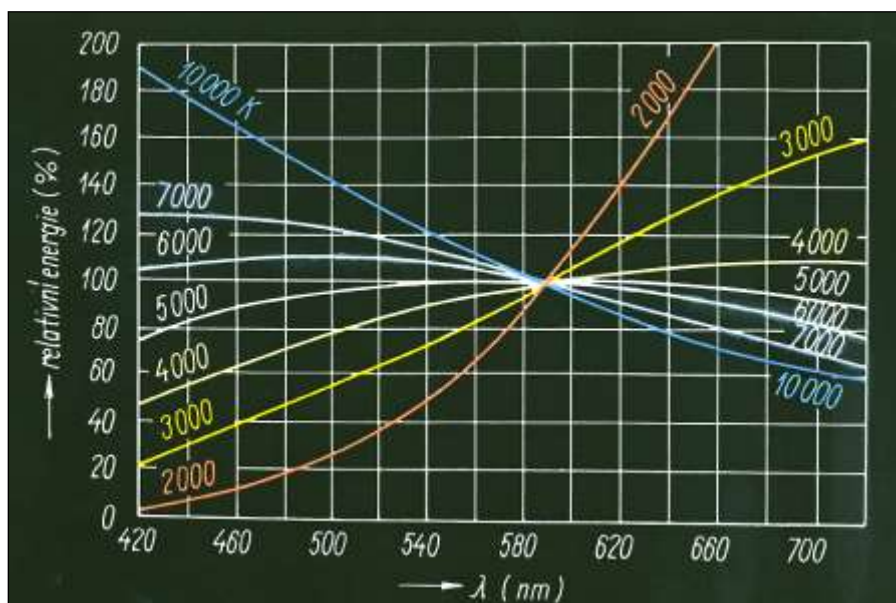
2.1.1. Spektrální charakter světelného záření



← nižší teplota chromatičnosti – vyšší teplota chromatičnosti →

Světelné záření je produkováno výjimečně jen v jediné vlnové délce, převážně pak v celém pásmu vlnových délek, většinou také společně s dalšími neviditelnými částmi spektra. Typickým (standardizujícím) zdrojem světelného záření je tzv. **zahřáté pevné těleso**, u něhož se při stoupající teplotě zvyšuje velikost celkové vyzářené energie, energie světelné a v rámci viditelného spektra pak podíl kratších vlnových délek, tedy modré složky. Subjektivní vjem barevnosti se mění od tmavě červené přes neutrálně bílou ke světle modré. Spektrální složení světla, které vydávají takové zdroje, tzv. **teplota chromatičnosti** se popisuje v jednotkách zvaných Kelvin (K), které jsou přímo vázány k **absolutní teplotě** ($^{\circ}\text{K}$) vyzařujícího srovnávacího platinového tělesa. Při nižší teplotě chromatičnosti je vyzařováno větší množství tepelného záření, světlo je červenější, říkáme mu teplejší. Při vyšší teplotě chromatičnosti je vyzařováno méně červeného záření, světlo je modřejší, tedy „studenější“.

Uvedená pravidla platí pro tzv. **teplotní (světelné) zdroje**, kdy světlo vzniká žhavením pevné látky (žárovka). Dále existují **výbojové zdroje** (světlo vzniká výbojem v plynu – vysokotlaká výbojka), **luminiscenční zdroje** (světlo vzniká přeměnou z jiného záření – nízkotlaká výbojka – zářivka, úsporka) a **kvantové generátory** (lasery).



Na grafu vidíme křivky vyznačující množství vyzářené energie pro jednotlivé vlnové délky (od 420-760 nm) u různě teplých/studených světél (viz zabarvení křivky). Z grafu vyplývá, že např. **teplé světlo** o 2000 K vyzařuje také velké množství neviditelné tepelné energie (infrazáření) zatímco žádné ultrafialové záření. **Studené světlo** 10000 K má kromě viditelné složky, velké množství ultrafialového záření a rovněž menší množství neviditelného infrazáření. **Neutrální bílé světlo** (5000 K) má všechny části viditelného spektra poměrně vyrovnané.

Vedle světla odlišných zdrojů, které obsahují jednotlivé spektrální barvy různé intenzity, existují také zdroje s **neúplným (nespojitém) spektrem**, kde některé vlnové délky či jejich skupiny (pásma) zcela chybí nebo se jejich hodnota ve viditelné části spektra nemění pozvolna, ale skokem. Osvětlujeme-li takovým zdrojem barevnou realitu, mohou být předměty některých barev vnímány černě nebo se značně sníženým jasem. Této problematice se věnuje především další text vztahující se ke zraku.



Světlo nespojitého spektra



Světlo monochromatického zdroje (např. sodíková výbojka)

Podobný problém nastává, když osvětlujeme realitu s **úzkopásmovým** zdrojem nebo dokonce **monochromatickým (jednobarevným)** světlem. Pak jsou vidět jen ty barvy, které jsou ve světle zdroje obsaženy.

Veličina teplota chromatičnosti se vztahuje k běžným – pevným zářičům (tak jako standard – platinové těleso), které vyzařují spojité spektrum. Pro zářiče nevyzařující spojité spektrum (výbojky ad.) se musí užívat srovnávací hodnota nazývaná **náhradní teplota chromatičnosti**, která bere v úvahu podíl teplých a studených částí viditelného spektra, přičemž ji užíváme s vědomím, že některé barevné předměty osvětlené nespojitým spektrem budou vykazovat jiný jas nebo i barvu než při osvětlení sluncem, žárovkou či svíčkou. Proto například vnímáme barvu másla nebo zeleniny pod úsporkou jinak než pod žárovkou. Náhradní teplota chromatičnosti je aktuální pro všechny zdroje výbojkové typu. Každý světelný zdroj proto může být charakterizován také tzv. **indexem podání barev** (R_a) v rozsahu hodnot 0–100. $R_a = 100$ představuje zcela věrné podání barev (např. teplotní zdroje), $R_a = 90-99$ velmi dobré podání barev, $R_a = 70-89$ dobré podání barev, $R_a = 40-69$ uspokojivé podání, $R_a = 1-39$ neuspokojivé podání, $R_a = 0$ znamená, že nelze rozlišovat barvy (př. nízkotlaká sodíková výbojka).

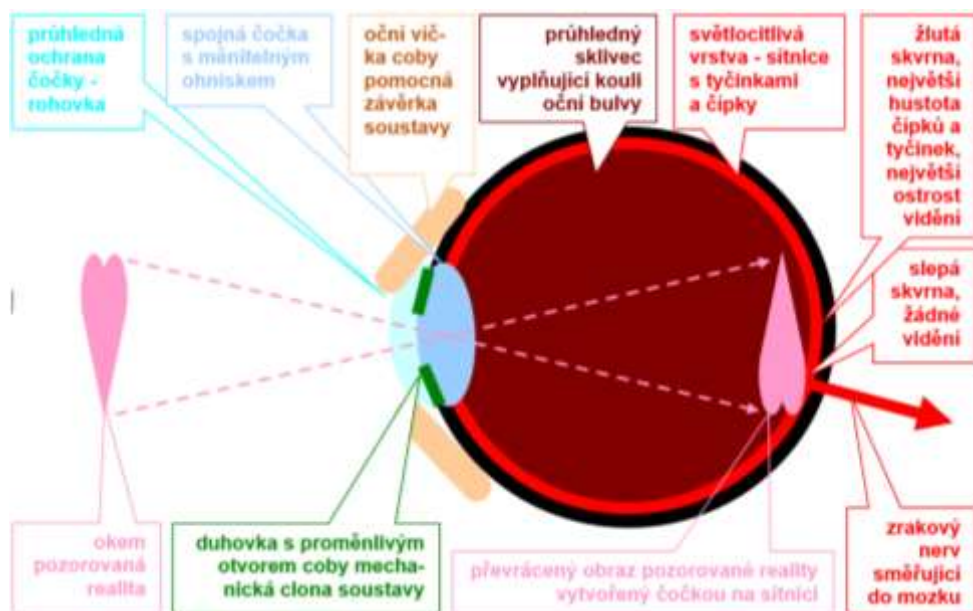
2.2. Biologická rovina

Fyziologie zraku je důležitá pro pochopení vztahu mezi fyzickou a biologickou rovinou procesu vnímání. Vidění funguje tak, že přes **čočku** je promítán obraz vizuální reality na **sítnici**, která je složena ze světlocitlivých buněk. Tam dochází k převodu elektromagnetického záření na signál elektrochemické povahy. Samotné oko má několik důležitých vlastností: **Zakřivení** (optická mohutnost) čočky je měnitelné pomocí zvláštních svalů. Umožňuje zaostření od nekonečna do přibližně 30-ti centimetrů. Rozsah tohoto zaostřování může být omezen jednak deformací čočky, jednak jejím tuhnutím, které je způsobeno stárnutím organismu, dočasně také svalovou únavou. Deformace se koriguje brýlemi s jedním ohniskem, nepružnost brýlemi se dvěma či více ohnisky (víceohniskové/multifokální čočky).



Duhovka přiléhající k čočce funguje jako clona, upravuje množství světla dopadající na sítnici. Zároveň ovšem, jako ve všech optických soustavách, mění hloubku ostrosti. **Hloubka ostrosti** je rozmezí vzdáleností od oka, ve kterých je promítán obraz zaostřen. Má také vliv na vidění při různých zrakových vadách. Při nižší pružnosti čočky nebo její menší tvarové deformaci vidíme ostrý obraz i bez brýlí a to tehdy, je-li realita silně osvětlena, duhovka stažena a hloubka ostrosti oka tím zvýšena. **Oční víčka** fungují podobně jako závěrka fotografického aparátu. Oko potřebuje během bdělosti přerušování vjemu především z důvodu zvlhčení povrchu rohovky tělní tekutinou a pak také při ochraně oka před světelnými a mechanickými vlivy. Víčko slouží např. jako ochrana jemných očních tkání před vnějšími vlivy, jejichž extrémní podoby je mohou trvale poškodit. Například příliš silné světlo, k němuž řadíme i laserové paprsky, mohou trvale znehodnotit (vyřadit z funkčnosti, oslepit) část sítnice,

na níž dopadnou. Nepodmíněný reflex do jisté míry chrání oko tak, že světlo silné intenzity působí bolest a okamžitě oční víčko uzavírá. Musíme však vzít na vědomí, že při mrknutí přestáváme na zlomek sekundy vnímat realitu a krátkodobý vizuální podnět nám tak může uniknout. „Závěrka“ očního víčka se na delší čas zavírá tehdy, když nechceme být rušeni vizuálním vjemem. Je to zejména při odpočinku, ale také v některých mimořádných životních situacích.



2.2.1. Citlivost zraku

Zraková soustava jako celek složený z očí, nervových drah a center zpracování v mozku má dvojí typ citlivosti. Jednak na celkové množství světelné energie (**kvantita**), které vyhodnocujeme jako stupeň jasu, jednak na spektrální charakter záření (**kvalita**), který vyhodnocujeme jako barvu. U barvy pak dokáže člověk dále rozlišovat její sytost, tedy spektrální čistotu, což je množství příměsí jiné vlnové délky k základní vlnové délce, která energeticky dominuje.

Protože je citlivým orgánem plocha sítnice složená ze sítě prvků, dokážeme také rozlišovat **umístění prvku v ploše** zorného pole.

Existence dvou odlišně umístěných očí se dvěma sítnicemi člověku umožňuje porovnáním obrazů reality viděné ze dvou různých míst uvědomit si umístění prvků nejen v ploše, ale také v **trojrozměrném prostoru**.

Jelikož světlocitlivé buňky sítnice reagují průběžně v toku času, dokážeme vnímat také **časové změny** uvedených vlastností prvků, tedy změny jasu, barevnosti a její sytosti i změny umístění v ploše či prostoru (pohyb).

Možnost rozlišení vlastností všech jednotlivých prvků nám umožňuje uvědomit si vzájemné **rozdíly** jejich vlastností – tedy kontrast jejich jasu, barvy i její sytosti.

Citlivé buňky v sítnici reagují na část elektromagnetického záření přibližně mezi 360 a 700 nanometry, jiné záření nevidíme očima, ale mohou na ně okamžitě nebo dlouhodobě reagovat další části těla a vyhodnocovat je jako teplo. Všechny záření přístupné části těla mohou reagovat dočasnou změnou (př. zbarvením) nebo degeneračním procesem tkání.

Jak už bylo řečeno, na množství energie reaguje zrakový systém počítkem výšky jasu. Je nastaven tak, aby dobře zvládal velké jasové rozdíly mezi šerosvitem nočního měsíce a zasněženou plání rozzářenou poledním sluncem. Na velké rozdíly osvětlení desítek tisíc luxů reagujeme počítkem podobné změny, jako při malých rozdílech desítek luxů.

Například při snížení osvětlení:

z 82 000 luxů na 41 000 luxů

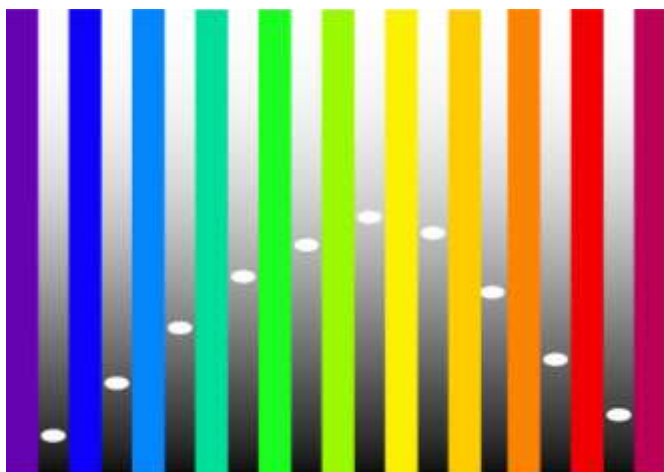
budeme vnímat stejný rozdíl jako při snížení:

ze 160 luxů na 80 luxů.

Citlivost oka má logaritmickou charakteristiku, což vidíme na následujícím grafu.



Pro každou barvu má zrakový aparát jinou celkovou energetickou citlivost, to znamená, že pro docílení vjemu barvy stejného jasu jsou u odlišných částí spektra potřebné jiné energetické dávky záření. Nejcitlivější je člověk na střední část viditelného spektra, které má žlutozelenou barvu.



Odezvy zrakového aparátu můžeme měřit pomocí srovnávacích metod subjektivního charakteru. Pro měření křivky spektrální citlivosti citlivých vrstev, tedy i sítnice, se užívá například tento testovací obrazec, kde porovnáváme subjektivně vnímaný jas různých částí spektra s jasnou šedou stupnicí. Označíme místa stejného jasu sousedících pásů. Jejich spojením vznikne křivka charakterizující průběh citlivosti v rámci rozsahu viditelného záření. Přístrojová měření nám umožňují sledovat práh citlivosti, případně úplnou necitlivost pro různé vlnové délky záření.



Barevné citlivosti oka, kde dominuje žlutozelená, je pak nutné přizpůsobit citlivost snímacích fotografických prvků. U elektrofotografické techniky se dnes používají převážně snímací čipy s tzv. Bayerovou maskou,

která třídí světlo dopadající na jednotlivé buňky do tří pásem s dominujícími červenými, zelenými a modrými tóny. Ve filtrovací masce se pak používá dvakrát více zelenocitlivých prvků než prvků modro- a červenocitlivých. Proto se systém namísto zkratkou RGB označuje zkratkou RGBG.

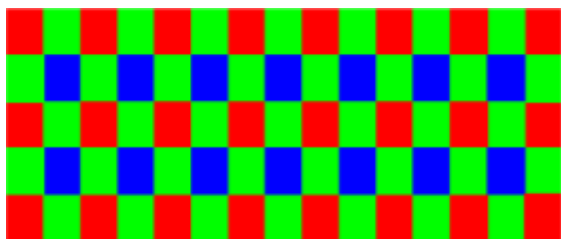
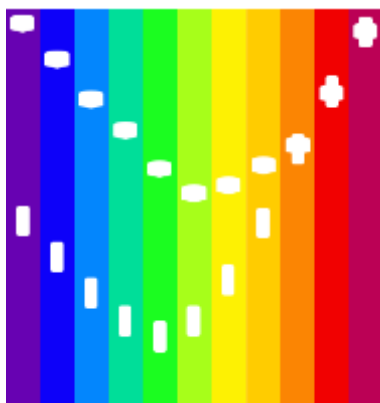
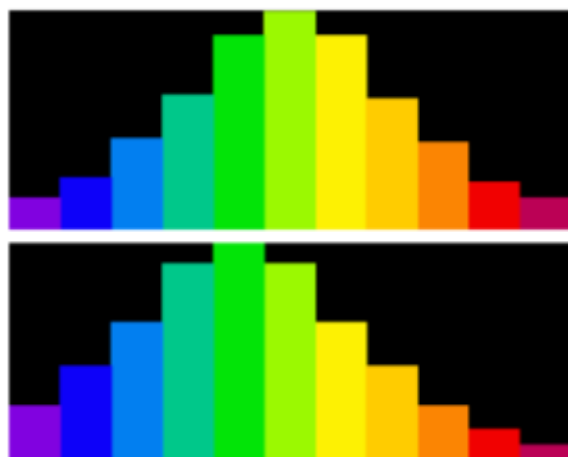


Schéma Bayerovy masky CCD nebo CMOS snímacích čipů.

Absolutní práh citlivosti pro intenzitu světla různých vlnových délek je odlišný pro čípky a tyčinky. Čípky jsou méně citlivé. Protože v centru sítnice převažují a na jejích krajích nikoli, je okrajová část sítnice citlivější. Z hlediska rozsahu viditelného spektra jsou čípky i tyčinky nejcitlivější na žlutozelený střed spektra, směrem k jeho krajům citlivost klesá, postupně až k nule.



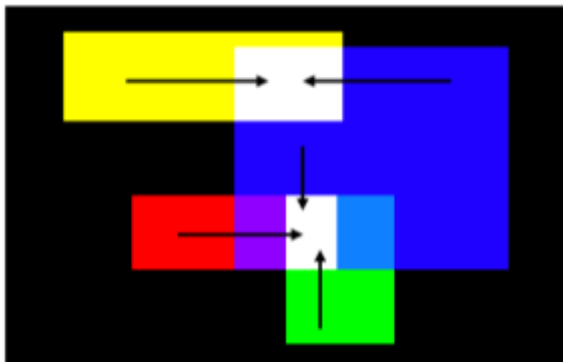
Srovnání absolutních prahů citlivosti vůči jednotlivým částem spektra tyčinek (dole) a čípků (nahore).



Srovnání spektrální citlivosti čípků a tyčinek

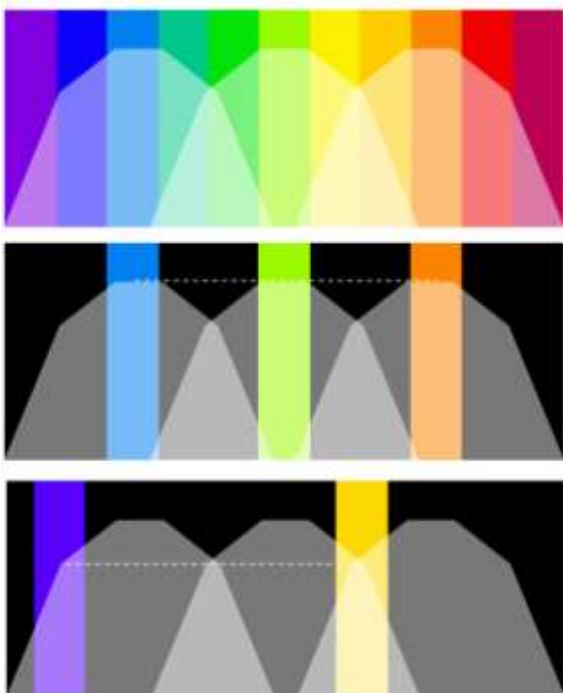
Zjednodušený pohled na odezvu světlocitlivých buněk sítnice říká, že čípky jsou na rozdíl od tyčinek citlivé nejen na jas, ale i na barvu. Musíme si ale uvědomit, že všechny buňky sítnice citlivé na světlo dokážou reagovat pouze na **velikost energie** na ně dopadající. Jestliže si však mezi sebou rozdělí práci, může nám mozek vytvořit vědomí stovek barevných odstínů a pracovat s poměrně velkým rozsahem citlivosti od nočního šera po vysoké jasy zasněžených slunečných plání na horách.

Buňky se schopností vnímání velkého rozsahu jasů – **tyčinky** – jsou citlivé na celé viditelné pásmo elektromagnetického záření, buňky s menším rozsahem vnímání jasů – **čípky** – jsou citlivé podle typu jen na jednu třetinu pásma viditelného spektra. Třetina čípků je citlivá pro oblast, kde převažuje vjem modré barvy, třetina pro zelenou a sousední délky, třetina pro záření vyvolávající vjem červených odstínů. Barvu si mozek vypočítá stejně jako třívrstvý barevný film nebo tříbarevné snímací čipy porovnáním síly signálu čidel jednotlivých částí spektra.



Nahoře vzniká vjem bílé součtem dvou doplňkových barev – žluté a modré, dole součtem tří základních barev – modré, červené a zelené.

Vjem bílého světla se dosahuje buď rovnoměrným zastoupením (ve vztahu k citlivosti zraku) všech částí viditelného spektra, nebo volbou 2, 3 i více výseků spektra, které svým součtem signálů ze tří odlišných typů čípků vytvoří v našem vědomí neutrální vjem. (Zjednodušená schématická vizualizace.)



Dráždí-li viditelné světlo čípky **vyváženě** celkové barevné citlivosti zrakového aparátu, vnímáme barevně **neutrálně**, tedy bílou, nebo šedou. Jakmile je některá část viditelného spektra oslabena, nebo dokonce zcela chybí, získává náš vjem barevný charakter. K oslabení některé části spektra vedoucímu k následnému zbarvení vjemu, dochází buď přímo ve světelném zdroji, nebo při cestě paprsku světla z něj. Druhá z možností – barevné filtrování – může proběhnout buď při průchodu průsvitným prostředím, nebo při odrazu od plochy na rozhraní dvou prostředí.

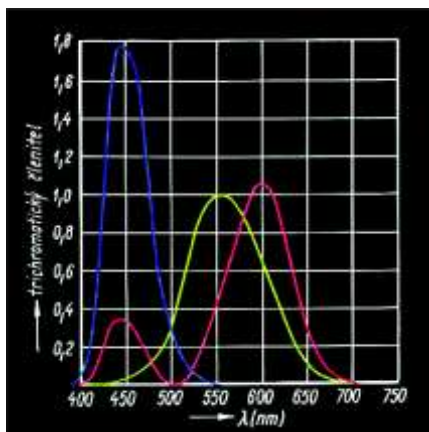
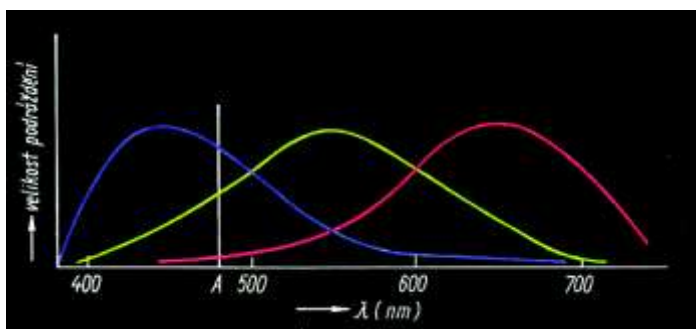


Praktický příklad na obrázku: Při osvětlení prostředí neutrálním bílým světlem, za které můžeme považovat například polední slunce, vzniká barevný vjem tehdy, když se z neutrálního záření světelného zdroje (slunce) část odstraní (odfiltruje) buď žlutým sklem, nebo při odrazu od žluté desky.

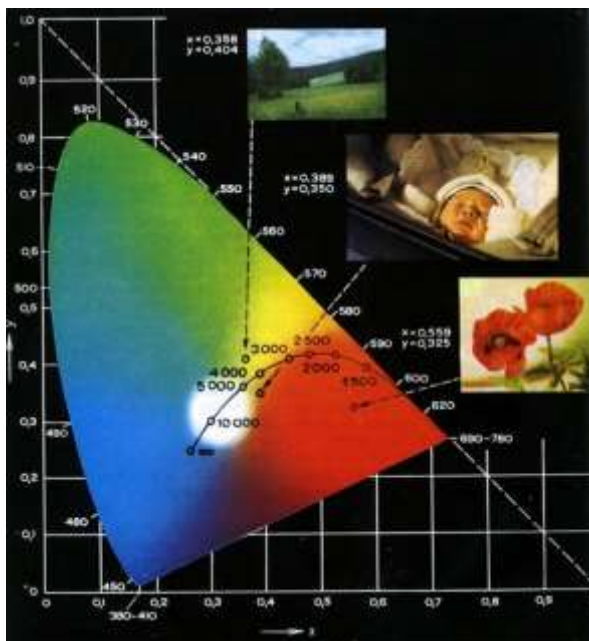
Jednu z barevných odchylek představuje teplota chromatičnosti odpovídající tepelnému „nažhavení“ světelného zdroje, jak bylo uvedeno v předchozí kapitole. Teplotu chromatičnosti mohou upravovat ale také různé filtry, ať již průchozí nebo odrazné. Typickým přirozeným filtrem snižujícím teplotu chromatičnosti je zemská atmosféra. Při prodloužení dráhy slunečních paprsků procházejících atmosférou, kdy je slunce nízko nad obzorem, se rozptylem i průchodem vodními prvky ovzduší pohlcuje více modrého záření a světlo je teplejší. Při rychlých změnách nebo současném vnímání dvou zdrojů odlišné teploty chromatičnosti oko rozdílly vnímá. Při pomalých změnách (např. při klesání slunce k obzoru do mlžného oparu) zrakové ústrojí změnu vyrovnává, světlo proto vnímáme stále neutrálně bílé. To je speciální vlastnost zrakové soustavy, která bude vyložena později.

Pro sčítání barevných podnětů by bylo možné vytvořit další názorná schémata včetně energetických grafů, pro vizuální praxi jsou však poučnější praktické pokusy s barevnými světly nebo filtry.

Vnímání barev popisují dva doplňující se vědecké diskurzy – **teorie oponentního procesu** a **trichromatická teorie**. Druhá je reprezentována známým grafem – tzv. **kolorimetrickým trojúhelníkem**. Jeho konstrukce staví na skutečnosti, že každý tón viditelného spektra nějakým způsobem dráždí všechny odlišně citlivé vrstvy sítnice (tzv. modrocitlivou, zelenocitlivou a červenocitlivou), například pro barvu v bodě A má dráždění nejvyšší odezvu u modrocitlivé, menší u zelenocitlivé, nejmenší u červenocitlivé.



Projdeme-li celou viditelnou stupnicí záření, dospějeme k hodnotám, které zachycují křivky na grafu.



Křivky výše uvedeného grafu jsou základem konstrukce trojrozměrné vizualizace tzv. kolorimetrického prostoru. K plnému vystižení vjemu barvy je třeba jej charakterizovat třemi čísly, proto je k jeho plnému znázornění třeba použít trojrozměrného prostorového zobrazení – **kolorimetrického prostoru XYZ**. Orientace kolorimetrického prostoru je určena třemi vzájemně kolmými osami, na které se vynášejí hodnoty trichromatických složek X, Y, Z, (resp. X_{10} , Y_{10} , Z_{10}).

Prostorové zobrazení je velmi nepraktické; proto se pro geometrické znázornění používá zpravidla rovinný řez kolorimetrickým prostorem – **kolorimetrický trojúhelník** (diagram chromatičnosti CIE 1931) **XY**. V něm je chromatičnost vyjádřena dvěma souřadnicemi, které dostačují k popisu barevných vlastností izolovaného světla (jeho jas je popř. možno uvést jako číselný údaj přiřazený příslušnému bodu barvy). K vyjádření kolority popisující barevné vlastnosti předmětů (obecně druhotných světelných zdrojů) je třeba třetího údaje pro vyjádření relativní intenzity odraženého nebo prošlého záření. Zpravidla se uvádí činitel jasu, odrazu nebo prostupu; tento fyzikální údaj odpovídá psychosenzorickému pojmu **světlost**.

Kolorimetrická měrná soustava. K vyjádření chromatičnosti a kolority jako číselné charakteristiky barvy světla a předmětů se používá trichromatické soustavy. V kolorimetrické trichromatické soustavě v podstatě lze adičním mísením tří vhodně zvolených měrných barevných podnětů („základních světél“) soustavy vzbudit vjem kterékoli barvy. Kolorimetrická množství těchto měrných podnětů jsou přitom měřítkem, jímž lze charakterizovat danou barvu; ta se vystihuje buď množstvím tříbarevných podnětů – **trichromatickými složkami**, nebo jejich poměrem – **trichromatickými souřadnicemi**.

V mezinárodní kolorimetrické soustavě CIE (XYZ) jsou měrné barevné podněty (měrná světla) soustavy ireálné, fyzikálně nerealizovatelné. Důvodem takovéto volby měrných podnětů je, že v tom případě jsou všechny trichromatické složky (a tím i trichromatické souřadnice) všech reálných barev kladné.

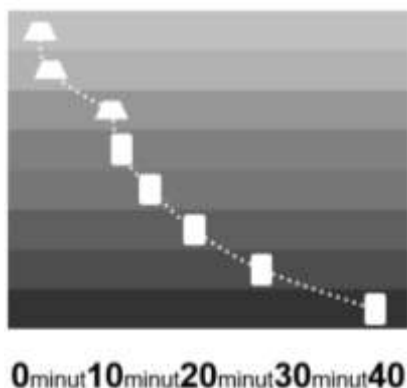
Trichromatická soustava CIE 1931 (XY) je definována hodnotami trichromatických členitelů CIE $x(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$, což jsou poměrná kolorimetrická množství měrných barevných podnětů X, Y, Z, popisující jednotlivé monochromatické složky izoenergetického spektra.

2.2.1.1. Autoregulace zrakového systému

Charakter jednotlivých částí oka by mohl narušovat naše vidění, zvláštní mechanismy zrakové soustavy však jeho nedostatky ruší tím, že informaci přicházející ze sítnice **doplňují**. Prázdné místo v centrální ploše sítnice např. nevímáme jako černou díru, nedostatek buněk citlivých na zelenou část spektra v okrajových částech sítnice nezpůsobuje, že bychom vnímali zelenou barvu jen uprostřed zelené louky. Efekt uvedených mechanismů je dvojitý. Na jedné straně užitečně vyrovnávají nedostatky zrakového ústrojí, které by nás neinformovalo reálně o stavu skutečnosti, na druhé straně jsou ale schopny v některých případech skutečnost škodlivě zkreslit.

Zrakový aparát je v rámci svých mezí připraven například **dorovnávat** jasové a barevné odlišnosti do běžného **průměru**, aby nám umožnil pomocí barevné a jasové různosti co nejvíce rozlišovat detaily prostředí. Vjem jasu upravuje otevíráním a přivíráním duhovky, stejně jako zvyšováním či snižováním citlivosti při

vyhodnocování signálu v mozku, kde také reguluje odlišnou barevnost. K vyrovnání ale nedochází okamžitě, proto při rychlé změně světelného charakteru prostředí je oko oslněno a není schopno vnímat dostatečně přesně tvary ani barvy. Na to musíme pamatovat při předvídání neobvyklých situací provázejících vizuální komunikaci.



Snižování absolutního prahu citlivosti ve tmě v závislosti na čase. Křivka má dvě části. Horní průběh je zprostředkován čípkami, dolní tyčinkami. Tyčinky potřebují delší dobu na adaptaci, ale jsou citlivější ke slabšímu světlu. Proces adaptace se odehrává z největší míry v sítnici, z menší míry v mozku.

Jestliže se světelný podnět nemění, přizpůsobujeme se mu. Například v průběhu adaptace na tmu se nám zdá, jako by světlo přibývalo a naopak, při sledování silně osvětlených předmětů vjem slábne. Extrémně si můžeme tento efekt vyzkoušet tak, že se budeme upřeně dívat na jeden bod. Viditelný svět během několika vteřin bledne až téměř úplně zmizí. Je to následek **procesu adaptace**. Za normálních okolností k tomu nedochází proto, že oko stále vykonává drobné (sakadické) pohyby. Na uvedeném principu jsou založeny mnohé zkušební obrazce, vytvářející různé druhy paobrazů.

Skutečnost, že zrakový systém přestává reagovat na podnět (přestává podávat zprávu), který se nemění, ukazuje, že je **určen ke vnímání změny**, což je **podstatou všech senzorických systémů**.

Oko nedokáže dorovnat extrémní jas nebo barvu, pokud se vyskytují v zorném poli současně se svým opakem. Tehdy vzniká efekt **současného kontrastu**, který má průběžný vliv na vnímání kvality barev i schopnost rozlišení. Vyskytuje-li se např. v zorném poli podstatně silnější zdroj záření, zrakový aparát sníží svou citlivost a není schopen optimálně vnímat drobné detaily malých jasů.

2.2.1.2. Barva – chromatičnost – kolorita

Podrobnější studium konstrukce kolorimetrického trojúhelníku vycházejícího z kombinace citlivosti tří typů světlocitlivých buněk sítnice vede k pochopení **barevných tónů** jako **subjektivního fenoménu našeho vědomí**.

Pojem „barva“ patří do oblasti **psychosenzorické**. Prvotním významem pojmu **barva** je ta **vlastnost zrakového počítka**, kterou se odlišují dvě bezstrukturní části zorného pole stejného tvaru a rozměru. Bezstrukturní částí je zbytek vjemu po odečtení dojmu prostorového rozložení, rozměrů a časové proměnnosti od zrakového počítka. Zpravidla je tato odlišnost dána spektrálním složením světelného podnětu (záření) vstupujícího do oka. Rozdíl mezi uvedenými dvěma částmi zorného pole je tedy zpravidla dán rozdílem ve spektrálním složení záření. Výjimkou jsou metamerní barvy, které i při rozdílném spektrálním složení vzbuzují stejný počitek barvy. Tato vlastnost – zbytek počítka (vjemu) – se obvykle vyjadřuje slovy červený, zelený, modrý, žlutý, apod.

V obecném vyjadřování se pojem **barva** přenáší i na **vlastnost světla** (světelného podnětu) a **předmětů**; hovoří se o barvě světla nebo o barvě předmětu, popř. o barevném světle – o barevném předmětu. Pojem **barevný** se často nesprávně omezuje jen na pestré barvy; správně je však nutno také **bílou, šedou, černou** (tedy barvy nepestré) pojímat jako barvy.

V oblasti **kolorimetrie** (měření barev) se používají pojmy ze tří oblastí, které je nutno dobře rozlišovat, a zároveň si dobře uvědomovat jejich vzájemný vztah. Jde o pojmy z **oblasti fyzikální** (**barevný podnět**, resp. jemu nadřazený pojem **světelný podnět** a jeho **spektrální složení**), **psychofyzikální** (**chromatičnost, kolorita**) a **psychosenzorické** (vlastní pojem **barva**).²

² ČSN 01 1718 Měření barev

Fyzikálně je počitek barvy určen spektrálním složením barevného podnětu – spektrálním složením záření vysílaného světelným zdrojem, prošlého tělesem nebo odraženého od povrchu. Spektrální složení barevného podnětu je objektivně zjištěnou a měřitelnou fyzikální realitou, bez zřetele ke zrakovému orgánu.

Vyhodnocování záření (barevného podnětu) zrakovým orgánem (jeho chromatickými analyzátory) spadá do oblasti pojmů psychofyzikálních, které vystihují schopnost barevného světla, resp. barevných předmětů vzbuzovat barevné počitky a vyjadřují ji v určité číselné soustavě. Při jejich stanovování se vyhodnocuje fyzikální realita (barevný podnět o určitém spektrálním složení) podle vlastností zrakového orgánu (jeho citlivosti k barvám).

Chromaticita, vyjadřující barevné vlastnosti světla (prvotních zářičů), je určena spektrálním složením záření vysílaného zdrojem (tedy zdrojem vysílaným barevným podnětem); udává se zpravidla v trichromatických souřadnicích.

Kolorita, vyjadřující barevné vlastnosti předmětů (druhotných zářičů), je určena **spektrálním složením záření** zdroje předmět osvětlujícího a **spektrální odrazností** nebo **propustností** předmětu ozářeného, která má za následek změnu spektrálního složení záření předmětem prošlého nebo jím odraženého, i změnu intenzity záření; kolorita je tedy určena barevným podnětem vycházejícím od předmětu; udává se zpravidla trichromatickými souřadnicemi (chromaticitostí) a poměrným množstvím odraženého nebo prošlého světla.

V oblasti psychosenzorické (vjemové) se používá pojmu barva k vyjadřování vlastností vjemu. Skutečně vnímaná barva – **barevný vjem** – závisí na **vlastnostech zrakového orgánu pozorovatele** i na **stavu jeho recepčních orgánů** (jasová a chromatická adaptace, únava zraku) a na **podmínkách pozorování** (jas v zorném poli, jasový i barevný kontrast), jakož i na **psychickém stavu pozorovatele** a na jeho **psychologii**.

Stejným vlivům podléhá i vnímání rozdílů barevných vjemů, které je daleko složitější. Proto při vystižování rozdílů barevných vjemů je nutno omezit se na lépe zvládnutelnou psychofyzikální stránku a porovnávat pouze vlastnosti barevných podnětů v metrické soustavě.

Vzhledem k této mnohoznačnosti se doporučuje používat pojmu **barva** pouze v jeho primárním významu, tj. pro vlastnost zrakového počitku. K vyjadřování vlastnosti světla a předmětů se doporučuje používat především psychofyzikálních korelátů a psychosenzorických pojmů; pro psychosenzorický pojem barvy předmětu je to **kolorita**. K označování vlastností světla nebo předmětu v psychosenzorickém smyslu se doporučuje nepoužívat prostého výrazu barva, ale vždy širšího označení **barva světla** nebo **barva předmětu**. Jde-li pouze o fyzikální stránku barvy, doporučuje se zásadně pojem **barevný podnět**.

2.2.3. Zorné pole

Zorné pole je oblast, kterou můžeme vidět, aniž pohneme okem. Asymetrická **zorná (monokulární) pole** jednotlivých očí se vzájemně doplňují v symetrickém **binokulárním zorném poli**. Při projektování komunikačních prvků pracujeme s různými výřezy **binokulárního zorného pole**, ale také se zvětšeným **polem pohledovým** (vzniká při pohybu – otáčení očí) a zvětšeným **polem obhledovým** (vzniká při otáčení hlavy). Z hlediska praktických potřeb hodnotíme různé výřezy pole ve vodorovném rozsahu:

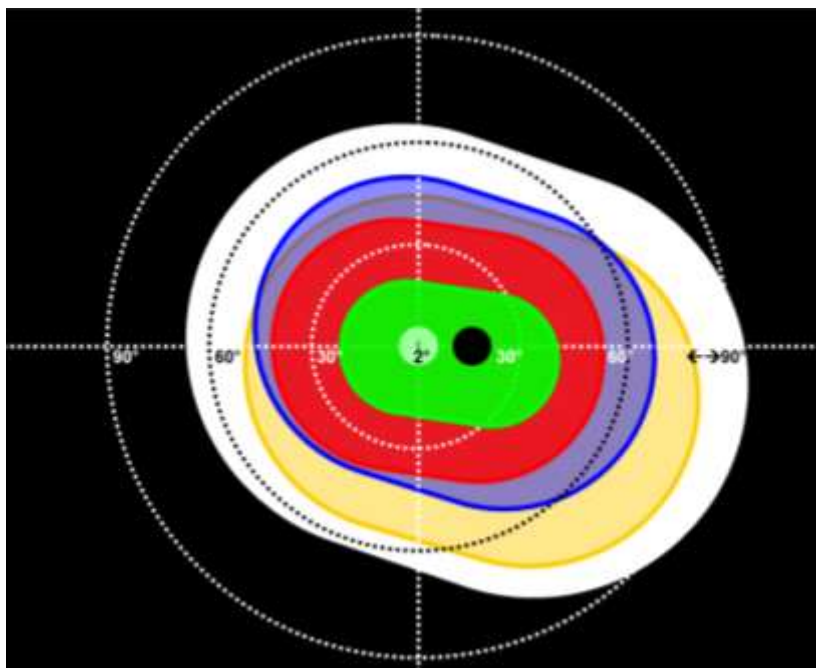
20° jako optimální

60° jako normální

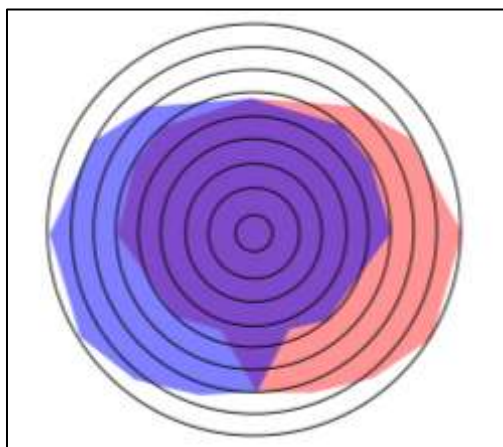
120° jako funkční

220° dosažených otočením hlavy bez otáčení trupu jako maximální

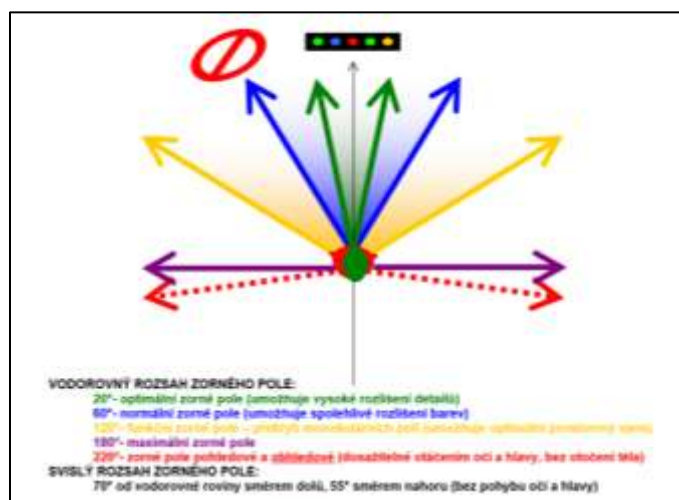
Ostře vidíme jen předměty v samotném středu zorného pole o ploše asi 1 – 2° (**žlutá skvrna**). Nachází se v ní 150 000 světlocitlivých čípků. V tomto centru je zdravé oko schopno rozeznat nejmenší detail o velikosti 5'. Nedaleko centra se rovněž nachází **slepá skvrna** (značena černě). V jejím místě nevidíme nic. Barevně vnímáme předměty jen v oblastech přibližně vymezených následujícím schématem. Naznačuje, že nejmenší plochu spolehlivého tonálního rozlišení má zelená, největší žlutá. Z toho plyne poučení pro současné vnímání více barevných signálů v různých, i okrajových částech zorného pole. Dvojice šipek v okrajové části zorného pole naznačuje, že zrakový systém je zde citlivější na rozlišení časových změn (pohyb nebo blikání) než ve svém středu. Znamená to mj., že v okrajích zorného pole rozlišujeme lépe časové změny, což ověří jednoduchý pokus pohledu na kmitající zářivku, kterou máme nejprve ve středu pole a poté na jeho okraji. Ve středu svítí plynule, na kraji pole bliká frekvencí střídavého proudu 50 cyklů za sekundu.



Monokulární zorné pole pravého oka. (Vnímání barev podle Chundela, L.: Ergonomie, Praha, 2001, s. 54.)



Monokulární zorné pole levého a pravého oka se překrývají ve střední ploše. Kružnice vymezují úhly po 10°.



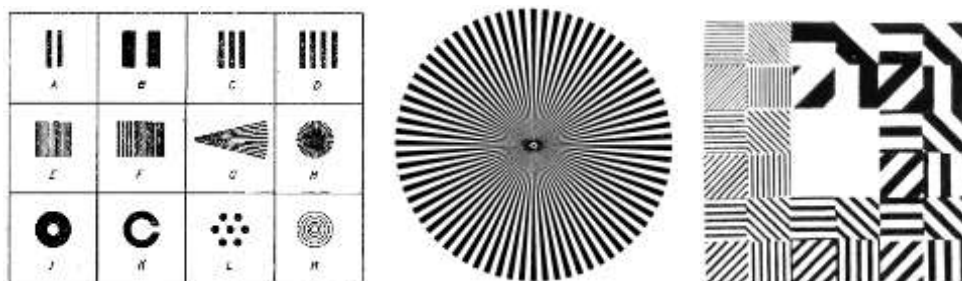
Při projektování vizuální komunikace pracuje s několika typy zorných polí, přičemž se bere v úvahu nutnost rychlé identifikace zrakových vjemů, možnost otáčení hlavy, schopnost rozlišit barevné odstíny ad. faktory.

Barevné sdělovače s rizikovými funkcemi by měly být umístěny v rámci optimálního zorného pole. Na okraji normálního zorného pole pak jen plošně větší komunikační prvky nebo sdělovače nevyžadující barevné rozlišení.

2.2.4. Rozlišovací schopnost zraku

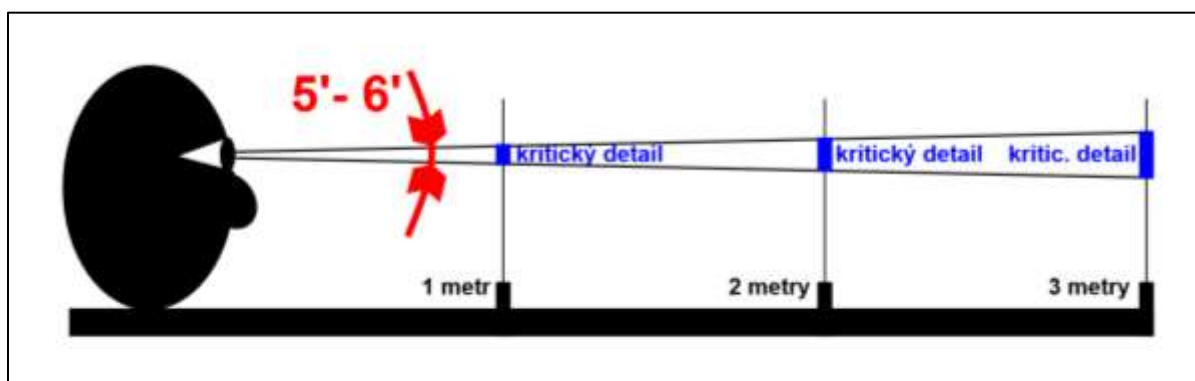
Schopnost **rozlišení detailů** ovlivňují všechny části zrakové soustavy – **optická** i **nervová**. V optické části je kvalita rozlišení dána možností maximálního zaostření obrazu vizuální reality promítaného čočkou na citlivou vrstvu sítnice, dále tzv. hloubkou ostroty promítaného obrazu a pak rozptylem světla v průhledných tkáních oka způsobeném zejména jejich degradací. V nervové části je dána počtem světločivných prvků v daném místě sítnice a kvalitou zpracování poměru jasů sousedících ploch, zejména při zesilování slabého signálu. I v lidské zrakové soustavě se vyskytuje problém známý z elektroniky – vizuální šum.

Podobnost problematiky zrakové soustavy s technickými fotochemickými i fotoelektrickými systémy vede k hodnocení kvality rozlišení pomocí tzv. **funkce přenosu kontrastu**. Bez užití této funkce se rozlišovací schopnost hodnotila **počtem čar na milimetr**, který při zobrazení danou soustavou bylo ještě možné okem subjektivně rozlišit. K testování pak slouží známé obrazce s různou hustotou čárových rastrů, které se podle potřeby měření umísťují do jednotlivých částí měřeného pole soustavy (do středu, ke krajům apod.).



Testovací obrazce s různými hodnotami (množství čar na milimetr)

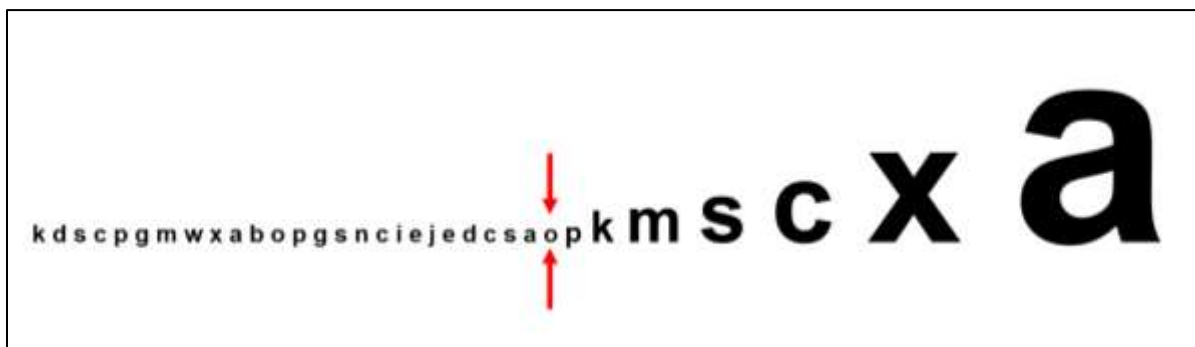
Pokud je ale lidská zraková soustava přímo objektem této zjednodušené formy měření, není možné uvádět hodnotu rozlišení v počtech čar na milimetr, ale v hodnotě **minimálního úhlu**, který obsáhne nejmenší rozlišitelný detail reality. Říká se mu **kritický detail** a jeho velikost dosahuje u člověka hodnoty průměrně 5 – 6 prostorově-úhlových minut. Musíme si také uvědomit, že maximální hodnota rozlišení oka zdravého dospělého člověka platí pouze pro kontrastní detaily při dostatečném osvětlení. Je platná pro střed zorného pole, neboť ten je promítán na sítnici do místa tzv. žluté skvrny, která obsahuje vyšší hustotu nervových zakončení než ostatní části.



Lepšího rozlišení je zrakový systém schopen dosáhnout také za podmínky dostatečně dlouhé expozice, tedy doby pozorování. Pozorujeme-li nepohyblivé prvky, mluvíme o měření **zrakové ostroty statické**, pozorujeme-li pohyblivé prvky o **zrakové ostroty dynamické**. Při pohybu prvků do rychlosti 20° za sekundu se dynamická

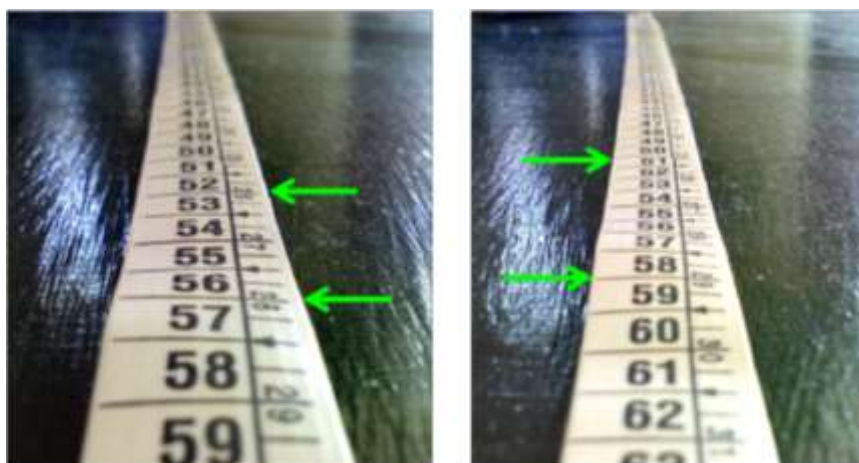
ostrost neliší od statické. Při vyšší rychlosti dochází ke zřetelnému poklesu. Rozlišení pro vodorovné pohyby je o něco horší než pohyby svislé.³

Rozlišovací schopnost oka v rámci zorného pole přirozeně od středu ke krajům klesá. Při běžném vnímání to nevadí, protože středem zorného pole pohybujeme postupně na všechna místa, která potřebujeme „přečíst“ podrobněji. Jsou však situace, kdy musíme vnímat najednou více detailů zorného pole, například skupinu sdělovačů nějakého stroje. Potom je nezbytné, aby sdělovače vzdálené od středu pracovaly s většími prvky. Jde o podobný problém jako při rozlišování barev mimo střed zorného pole. Následující obrázek ukazuje potřebu zvětšení prvků vzdalujících se od středu pozorování.



Na ostrost každé optické soustavy má vliv také její zaclonění. Je-li vyšší hladina osvětlení, oko reaguje stažením duhovky (světelné clony), vidění má vyšší hloubku ostrosti, v rovině sítnice je proto ostřejší a může tak dorovnat i malou dioptrickou vadu, nebo alespoň snížit námahu při akomodaci. Co je to **hloubka ostrosti**? U umělých optických soustav znamená, že při zaostření obrazu není ostrá jen jedna rovina např. v místě matnice nebo citlivé vrstvy, ale i další roviny před a za ve směru optické osy. Na velikost hloubky ostrosti mají vliv neměnné vlastnosti objektivu, např. ohnisková vzdálenost ad. řešení soustavy čoček a pak vlastnosti měnitelné, tedy velikost zaclonění. Se zacloněním hloubka ostrosti vždy stoupá. Hloubka ostrosti je ale relativní tím, jak charakterizujeme její hranice. V zásadě od střední roviny zaostření k hranicím hloubky ostrosti dochází vždy k určitému rozmazání obrazu, důležité je, jak neostrý obraz jsme ještě ochotni hodnotit jako přijatelný.

Uvedený princip je třeba aplikovat na zrakovou soustavu pozorně. Při soustředění na konkrétní detail reality dojde vždy k překrytí středu zorného pole s tímto detailem. Střed (žlutá skvrna) umožňuje nejvyšší rozlišení. Hloubka ostrosti může sloužit především k tomu, že vidíme ostře současně více míst v různých prostorových rovinách. To je však využitelné jen v situacích podobných pohledu přes hledí pušky na mušku na konci hlavně. Jinak hloubka ostrosti slouží lidské zrakové soustavě především k vyrovnání optických vad oka. Zkusmo si můžeme hloubku ostrosti svého oka vyzkoušet při různých hladinách osvětlení pohledem z blízka na krejčovský metr vedoucí od špičky nosu do hloubky prostoru.



Je známo, že na hranicích rozlišení nedochází ke splnutí černobílého čárového rastru v jednodílnou černou plochu, ale v plochu šedou. Když tedy okem zdálky sledujeme jemné černobílé struktury, vidíme namísto

³ Janoušek, J., Hoskovec J., Štikar J.: Psychologický výkladový atlas, Praha, 1993, s. 9

nich šedou plochu. Ke snížení sytosti černých čar směrem k šedé přitom nedorazí najednou, ale postupně a může mít různý průběh. Protože už jen snižování kontrastu v různých vztazích prvků vizuálního pole vede k podstatnému snižování čitelnosti, je nezbytné k hodnocení používat komplexnější metodu než jen měření počtu prvků (čar na milimetr apod.). Týká se to nejen analogových systémů (oční bulva), kde snižování kontrastu může být zásadní a váže se také problematice různých typů šumu, ale i systémů digitálních. U nich jsme zvyklí pro hodnocení rozlišení užívat měření počtu prvků v jednotkové nebo celé ploše (dpi apod.). Taková charakteristika je v důsledku užitečná jen pro fázi, kdy jsou digitální data ve virtuální elektronické, zraku nepřístupné podobě. Jakmile hodnotíme celou soustavu, nebo alespoň její větší část, do níž jsou už zahrnuty např. snímací objektivy a světlocitlivé vrstvy, monitory, tiskárny a lidské oko apod. začíná rozlišení ovlivňovat kvalita kontrastu a my musíme nezbytně použít komplexní metodiku **funkce přenosu kontrastu**.

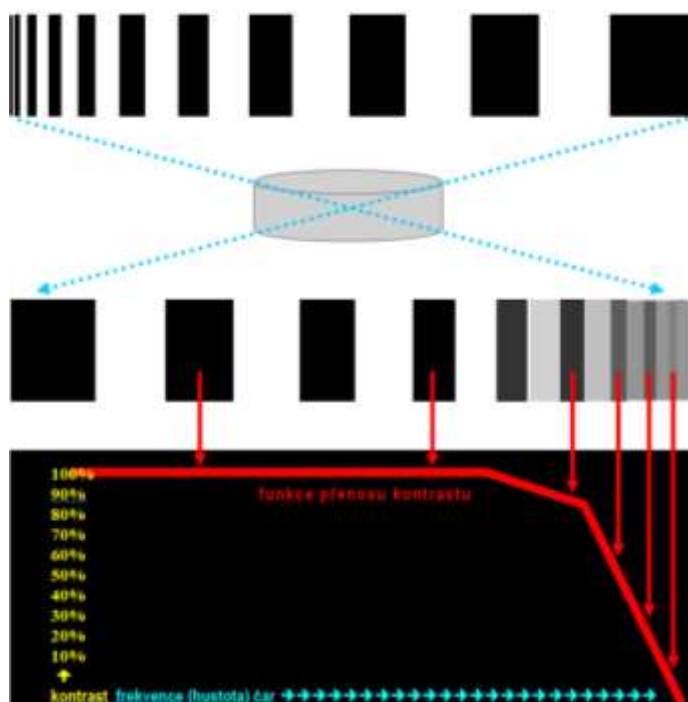


Schéma názorně ukazuje, že soustava zmenšujících se čárových prvků je zobrazena optikou tak, že prvky až do určitého zmenšení jsou zobrazovány v nezměněném kontrastu, při dalším zmenšování jejich kontrast začíná klesat, klesá postupně až k nulové hodnotě. To znamená, že prvky jsou při nulové hodnotě kontrastu zobrazeny stejně šedě, jako mezery mezi nimi, nejsou tudíž už vnímatelné. Spodní graf představuje číselné vyhodnocení situace na horním obrázku.

2.2.5. Pulzující světlo

Reakce světločivých buněk sítnice na světlo a jejich navrácení do nevybuzeného stavu má svou rychlost, kterou lze vymezit přibližně délkou 1/13 sekundy. Pokud je rychlost střídání vizuálních podnětů větší, nevnímáme mezi nimi mezeru, splývají nám. Podobně funguje sluch, kde je hranice rozlišitelnosti jednotlivých prvků podobná – 16 za sekundu. V běžném prostředí, ve kterém se před tisíci lety vyvíjel lidský organismus, nebylo potřebné rychlejší světelné změny rozeznat s výjimkou okrajových částí sítnice, které sloužily jako „bezpečnostní hlídka“ pro zjištění pohybů nekontrolovaných přímo středem zorného pole, tedy prostoru, na který nemáme zaměřeno soustředění, avšak je pro život člověka v nebezpečné přírodě důležitý. Okrajové části sítnice jsou schopné přerušovaně vnímat frekvenci i kolem 50 cyklů za sekundu, což si můžeme ověřit, máme-li zářivky v elektrické síti s 50 Hz, nebo neharmonizované starší displeje a vnímáme-li je na kraji zorného pole.



Důležitá na mechanismu vnímání rychlých změn je skutečnost, že vnímatelný podnět a jeho odeznění mohou být nepoměrně různě dlouhé. Na to, aby naše zraková soustava podnět zachytila stačí méně jak setina vteřiny, návrat sítnice do stavu, kdy bude moci vnímat další podnět trvá přibližně 1/13 vteřiny. Říkáme tomu **zraková setrvačnost**. Je způsobena rychlostí vratného (cyklického) fotochemického procesu v sítnici. Delší odezva sítnice mj. umožňuje, abychom **krátký podnět mohli lépe vnímat**, což bylo užitečné nejen v paleolitické přírodě, ale podobné jevy se vyskytují i v soudobých technologiích. To je možné zejména tehdy, když před daným krátkým podnětem a po něm nepůsobí na sítnici zcela jiné silné podněty, které způsobí, že v první úrovni paměti nena-
lezneme dostatečný prostor.

3. Literatura

ČSN 01 1718 Měření barev

Fassati, Tomáš: Praktická globální vizuální komunikace, ČVUT, Praha, 2022

Chundela, Lubor: Ergonomie, Praha, 2001,

Janoušek, J., Hoskovec J., Štikar J.: Psychologický výkladový atlas, Praha, 1993

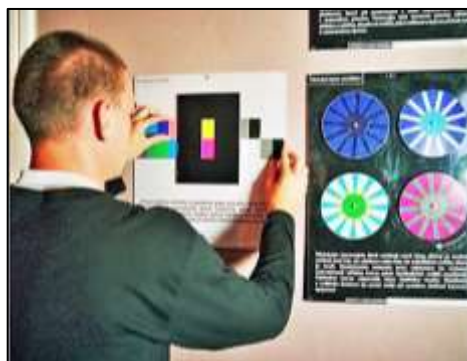
Šíkl, Radovan: Zrakové vnímání, Grada, Praha, 2018

Štikar, Jiří: Obrazová komunikace, Praha, 1992

EMOCIONÁLNÍ VNÍMÁNÍ BAREV

Problematika působení barev je součástí kognitivní psychologie. Zaměřuje se ke studiu vlivu barev na prožívání a návazně celý organismus člověka, a proto její aplikace souvisí také s oborem ergonomie. Poznatky psychologie barev jsou využívány například v praktické vizuální komunikaci, volném umění, reklamě (marketinku) nebo při designérském či architektonickém navrhování. Působení barev na člověka je proces tak provázaný, že není účelné oblasti fyziologie, psychologie a sociologie barev formálně oddělovat.

Problematika práce s barvami je součástí komplexu teorií o barvách – fyzikální, chemické (barviva), fyziologické, estetické a komunikační – které se vzájemně doplňují a částečně prolínají. Propojeně je vyučují jen kvalitní školy, které k tomu nezbytně využívají laboratoří barvy. V historii byla např. větší pozornost výuce o barvách v některých obdobích věnována na německé škole architektury a designu Bauhaus, na přelomu 20. a 21. století pedagogicky vynikala polská Akademie výtvarných umění v Krakově.



Výukové laboratoře barev Akademie umění Krakow a muzea designu v Benešově slouží k prezentaci výzkumu psychologie barev studentům i veřejnosti.

1. Klíčová slova

Barva – Psychologické disciplíny – Vizuální komunikace – Kognitivní psychologie – Ergonomie

Barvy teplé a studené – teplota chromatičnosti světla – prostorové působení barev – obecný barevný kód – signální barvy – barva v marketinku – jas barvy – barvy syté a lomené – vztah barvy a tvaru – okrajové barvy spektra – barevné kombinace – vztah barvy, materiálu a předmětu

2. Výzkum

Výzkum oboru se zabývá zejména^[2]

- významovými asociacemi vyvolanými zbarvením vizuálního podnětu
- estetickým prožitkem spojeným s působením konkrétních barev
- změnami emočního stavu při určité barevnosti podnětové kompozice^[3]
- upřednostňováním některých barev nebo jejich kombinací pro konkrétní účel^[4]

Působení barev na člověka **nelze zkoumat nezávisle na souvislostech, v nichž působí**. K nejdůležitějším souvislostem patří

- spojení barvy s reálným předmětem
- velikost vnímané plochy v rámci zorného pole
- současné působení dalších barev v zorném poli
- umístění barevné plochy ve vztahu k lidskému tělu (nad-vedle-pod)^[5]
- vztah ke společenským konvencím o užití a interpretaci barvy^[6]

Soubor principů, o které se opírá komplexní psychologický výzkum barev:^[7]

- Barva může mít specifický význam.

- Význam barev je založen buď na naučeném významu, nebo biologicky vrozeném významu.
- Vnímání barvy způsobuje vyhodnocení automaticky vnímající osobou.
- Proces hodnocení si vynucuje chování motivované barvou.
- Barva obvykle uplatňuje svůj vliv automaticky.
- Význam a účinek barev souvisí také s kontextem.

Významové asociace vyvolané zbarvením vizuálního podnětu souvisejí s funkčností praktické vizuální komunikace. Jejich značně komplexní zmapování v rámci historie a jednotlivých kultur světa se podařilo v 60. letech 20. století týmu amerického designéra a ergonomu Henry Dreyfusse.^[6] V rámci globalizace se daří unifikovat některé barevné kódy (obecný barevný kód, doplňkové barevné kódy), které mají předpoklad transkulturního fungování, např. v dopravě, bezpečnostních ad. informacích.

2.1 Vědecký a umělecký výzkum barev

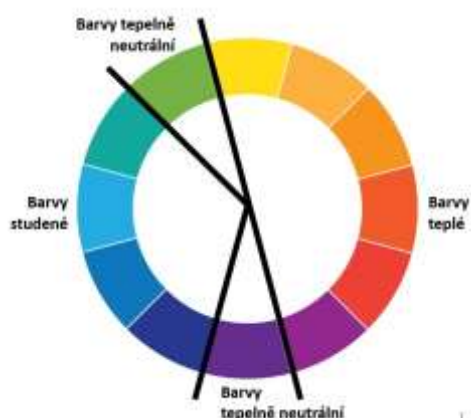
Základním dílem zabývajícím se vztahem vědeckého a uměleckého výzkumu barev je kniha „Nauka o barvách“ (1810) básníka J. W. Goetha, ve kterém vytváří vlastní estetickou teorii barev, kterou klade do protikladu k výzkumu vědce Isaaca Newtona. Goethova teorie je oblíbená mezi historiky umění, ale věda její závěry nepotvrdila.^[8] Lépe dopadl umělecký výzkum Johannea Ittena^[9] na německé škole designu a architektury Bauhaus, který byl podnětem pro další vědecký výzkum, z něhož byl vyvozen obecný barevně-tvarový komunikační kód. Pro reálný užitek uměleckého výzkumu je nezbytná tedy jeho spolupráce s výzkumem vědeckým.

Přednost vědeckého výzkumu spočívá v neustálém ověřování výsledků, jejichž platnost tak může být zpochybněna. Příklad nalezneme ve výzkumu preference barev. Ačkoliv lze nalézt určité vzorce preferencí barev mezi různými lidmi, rozdíly na základě pohlaví, rasy či kulturního prostředí jsou značné.^{[10][11][12][13]} Z důvodu nízké validity proto současná psychologie nepoužívá osobnostní typologie založené na barvách, v psychodiagnostice se preference barev nepoužívají a dosud rozšířený Lüscherův barvový test je odbornou komunitou považovaný za zdiskreditovaný.^[14] Vědecký výzkum však pro některé sociální skupiny není rozhodující. V esoterice, alternativní medicíně a lidovém přesvědčení jsou proto specifické vlastnosti na základě barvových preferencí stále lidem běžně přisuzovány.

Základní vědecké poznatky o vnímání barev tvoří **trichromatická teorie** a **teorie oponentního procesu**.

3. Případové studie

3.1 Barvy teplé a studené



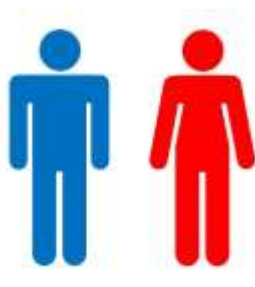
Barvy teplé, neutrální a studené

Rozlišení barev ve spektru na teplé a studené se opírá o jejich člověkem dlouhodobě vnímaný a zažitý vztah k realitě. Teplé barvy mají jevy fyzicky teplé (oheň, krev, slunce), různé studené tóny mají vodní plochy, ve kterých se odráží modrá obloha (voda v přírodě je převážně chladnější než povrch lidského těla). Samotné zrakové vnímání uvedených jevů již navozuje v člověku teplotní pocit. U plynulého barevného spektra je však vhodné, aby skupina teplých barev přímo nehraničila se skupinou studených. Proto ponecháváme tónům propojujícím skupiny označení „neutrální“ (zelená, fialová).^{[15][16]}

V sekundární významové konvenci k protikladu teplý – studený je pak při užití barevné symboliky zvykem vázat další významy, např. emočně teplé jednání – racionálně chladné jednání (racionalita – emotivita) a návazně pak třeba odlišení lidského rodu (muži – ženy), jak ilustrují obrázky.



*Komunikační užití dvojice barev na ovladači pro informaci o reálné teplotě
Komunikační užití dvojice studené a teplé barvy pro podporu funkce sdělovače*



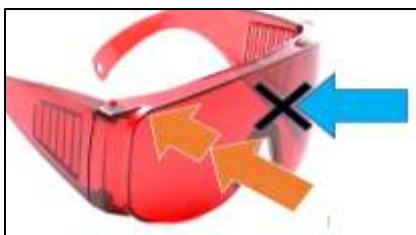
*Symbolické užití dvojice barev pro rozlišení chladné racionální a teplé emoční hemisféry mozku
Návazné symbolické užití dvojice barev pro podporu odlišení rodu (muž – racionální, žena – emotivní)
Další návazné symbolické užití lomené formy barevné dvojice pro barevné rodové odlišení oděvu batolat*

3.2 Působení teploty chromatičnosti světla

Jev teploty chromatičnosti bílého světla souvisí s dominancí jeho teplé nebo studené spektrální složky, nebo s jejich vyvážením do neutrální bílé. Lidský organismus na tuto kvalitu spojenou také s intenzitou celkové hladiny osvětlení reaguje na základě dlouhodobého návyku na 24-tihodinový cyklus slunečního svitu regulací produkce hormonu melatonin, kterým reguluje bdělost nebo naopak předpoklad ke spánku. Civilizace tím, že vnáší do večerního času intenzivní umělé osvětlení obsahující často studenou část spektra a do nočního času světelný smog, narušuje přirozený (cirkadiánní) rytmus organismu a komplikuje tím usínání i kvalitu samotného spánku. Nápravná řešení spočívají ve snížení hladiny osvětlení před spánkem, regulaci teploty chromatičnosti směrem k teplé a odstínění nočního světelného smogu.^[17] Na samotnou změnu teploty chromatičnosti bílého světla zrakový aparát reaguje adaptací, takže člověk stále vnímá neutrální bílou. Teplou nebo studenou bílou rozeznáme jen při větší náhlé změně, nebo při současném vnímání prostorů či zdrojů se světlem odlišné teploty chromatičnosti.



Vodní pára v atmosféře filtruje část slunečního spektra.

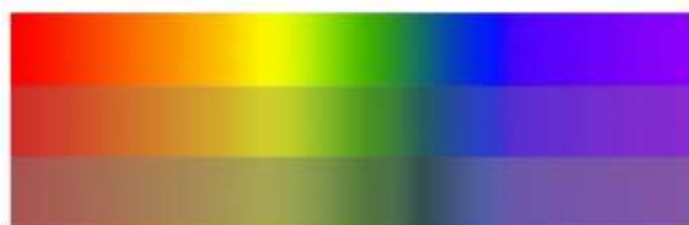


Brýle k večernímu filtrování modré části spektra mají zakrývat celé zorné pole.

3.3 Působení jasu barvy

Jednotlivé barvy vnímáme vzhledem k odlišné citlivosti zraku jako více nebo méně jasné. Vyšší citlivost ve střední části spektra je dána větším množstvím zelenocitlivých prvků sítnice. Nejjasněji se nám jeví žlutý a žlutozelený střed spektra. Světlé tóny díky síle vjemu na nás působí aktivněji, tmavé méně aktivně (tedy pasivně). S tím logicky souvisí pocit lehkosti při vnímání světlých tónů, a naopak tíhy při vnímání tmavých. ^{[15][16]}

3.4 Působení barev sytých a lomených



Barvy syté a lomené

Syté barvy na člověka působí aktivněji, lomené spíše pasivně. V rámci lidské ontogeneze tak může docházet k preferenci vzrušujících sytých tónů u dětí nebo k preferenci méně vzrušujících u starších lidí. Dospělí volí podle aktuální potřeby vzrušení nebo uklidnění. Důležité jsou individuální vnímavost a osobní vývoj, zda u dospělého došlo ke kultivaci vnímání barev. Potom může vést k silnému specifickému prožitku i jemný vjem lomené barvy. Rozhodně není chybou dětem předkládat za účelem postupné kultivace vnímání také předměty lomené barvy. ^{[15][16]}



Neorganizovaná pestrost komplikuje vnímání celkového tvaru i funkcí jeho částí.

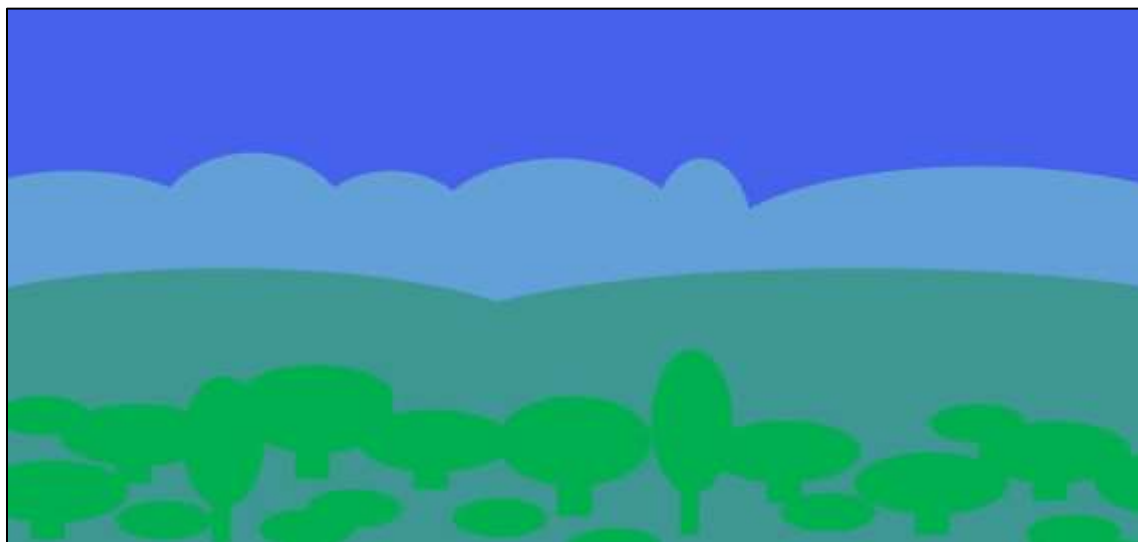
Upravená barevnost výstražnou žlutou podtrhává rizikovost kol a nárazníku při pohybu lokomotivy, nebezpečí červeného žhavého kotle, špinu černých sazí komína a zelené bezpečí strojvůdcovy kabiny.



Návrhy hraček lomených tónů od studentů UMPRUM podporují včasnou kultivaci vnímání u dětí. Kultivovaný dospělý volí pestré nebo lomené barvy podle potřeby situace.

3.5 Prostorové působení barev

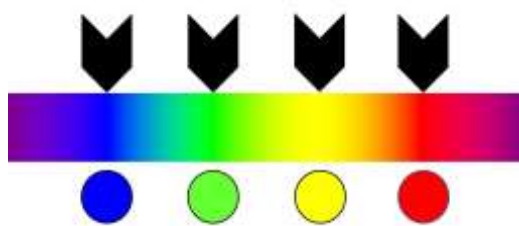
Dlouholetá zkušenost člověka s vnímáním prostoru krajiny podmínila naše vyhodnocení naše vyhodnocení postavení prvků prostoru pomocí barev. Klasická krajina obsahovala převážně zelené plochy rostlinné vegetace. Ty vzdálenější se však díky obsahu vody v atmosféře jeví modřejší, tedy chladněji než ty bližší. Základ informace o hloubce prostoru samozřejmě tvoří dvoukanálový stereoskopický vjem dvojice očí, který barevná informace jen podporuje. Jsou však okolnosti, kdy stereoskopická informace není k dispozici, např. při pohledu na vzdálenější předměty, kdy jsou obrazy z jednotlivých očí téměř totožné. Potom nabývá barevná informace na důležitosti, podobně jako na uměle vytvořených plošných obrazech. ^[15]



Barevná perspektiva je způsobena filtrací části bílého světla vodními parami v atmosféře.

3.6 Signální tóny

Pro praktickou vizuální komunikaci moderní civilizace bylo třeba vybrat z barevného spektra skupinu tónů, kterým by konvence přisoudila význam v rámci obecného komunikačního kódu. Aby byla umožněna spolehlivá identifikace barev i v problematických vizuálních podmínkách, byly z celého spektra vybrány pouze čtyři barvy, které nazýváme signálními, neboť slouží jako základ vizuálních informací.



Čtyři signální tóny vyžadují spolehlivou odlišnost i při pozorování ve ztížených podmínkách.

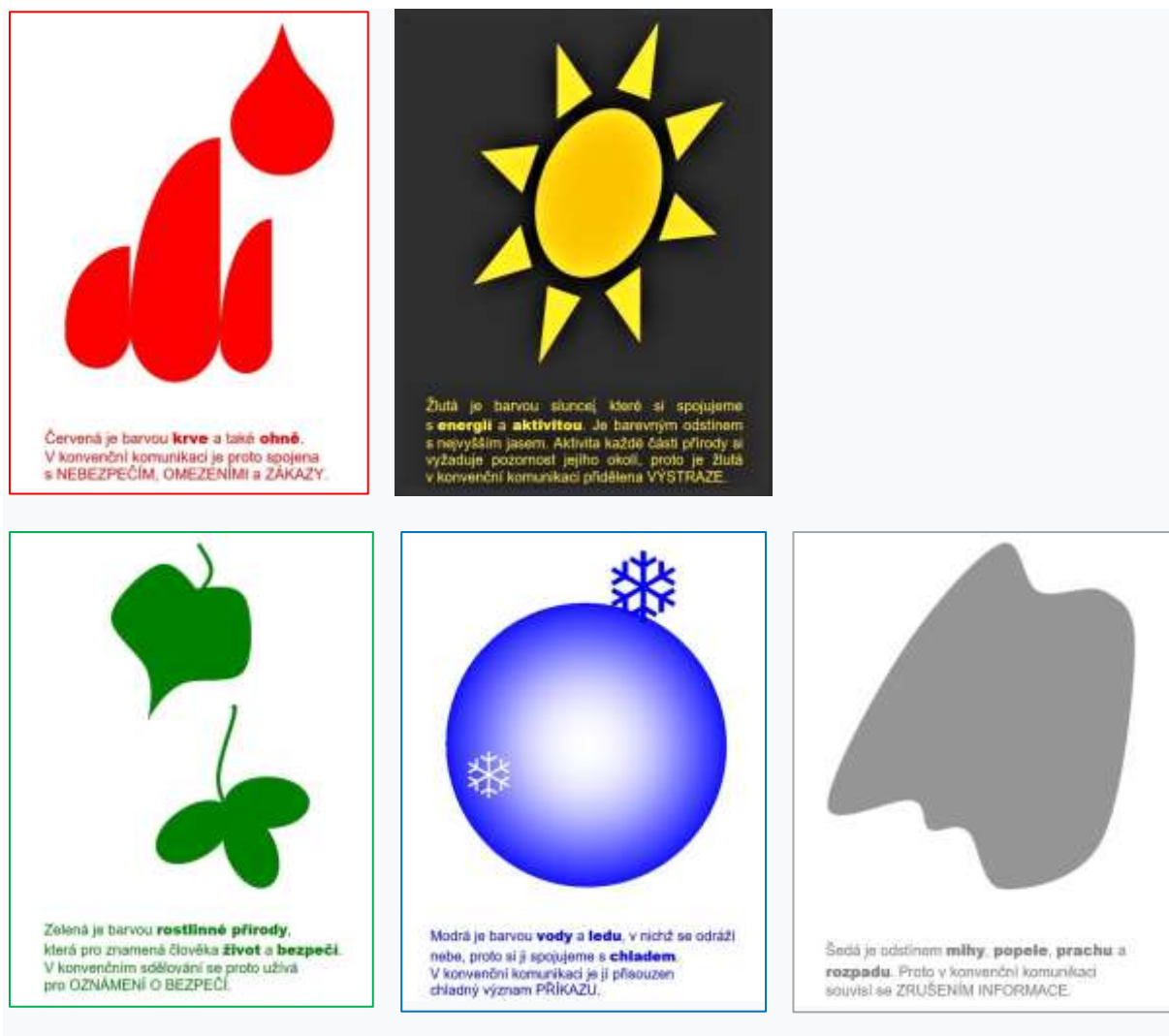
TERCIÁRNÍ → OBSAH (KONVENCE)	zákaz	výstraha	volno	příkaz	prostor pro informaci	zrušení informace	informace
SEKUNDÁR → OBSAH (KONVENCE)	nebezpečí	aktivita riziko nebezpečí	bezpečí	odměřenost zvýšená pozornost	(obecně)	(neurčito)	(konkretně)
PRIMÁRNÍ → OBSAH (MATERIÁLNÍ ASOCIACE)	krev oheň	slunce	rostlinná zelen	chladná voda led	světlo vzduch	prach mlha dým	tma hmota

Schéma návaznosti významových asociací signálních barev od primárních k terciárním



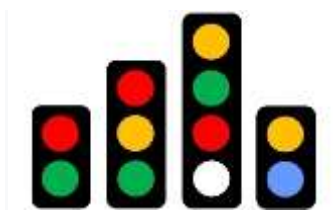
Zbarvení symbolů sdělovačů signálními tóny. Žlutá a oranžová mají totožnou funkci.

Význam jim byl přisouzen podle nejcharakterističtějších dlouhodobých vazeb k realitě, jaké se podobají u všech kultur světa (barva ohně a krve, slunce, vodní hladiny, rostlinné přírody – viz také úvodní ilustrace).^[18] Signální barvy se používají buď samostatně (některé sdělovače a ovladače, dopravní semaforey), jako informačně-emoční podpora při spojení s textem nebo obrazovou symbolikou (nápis, piktogramy), nebo v rámci komplexních systémů (schémata, klávesnice apod.).^{[19][20]}



Jak působí červená, žlutá, zelená, modrá a šedá?

3.6.1 Příklady praktického užití signálních barev



Železniční semaforey (3. a 4. v pořadí) mohou díky profesionalitě vnímatelů pracovat se složitějšími systémy kódování než semaforey silniční určené laikům.



Ovladače, sdělovače a značky používající červený signální tón



Užití signální červené pro záchranou brzdu ve významu: nebezpečí, stop.

Užití výstražné žluté pro změny a dočasná řešení.

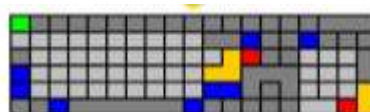
Signální barvy mutují význam symbolů užitých v tabulkách.



Užití výstražné žluté posiluje tonálním kontrastem černá.

Výstražná žlutá zvýrazňuje madlo, signální červená značí důležité prvky.

Červený a zelený ovladač zámku brzdy pojízdné postele.



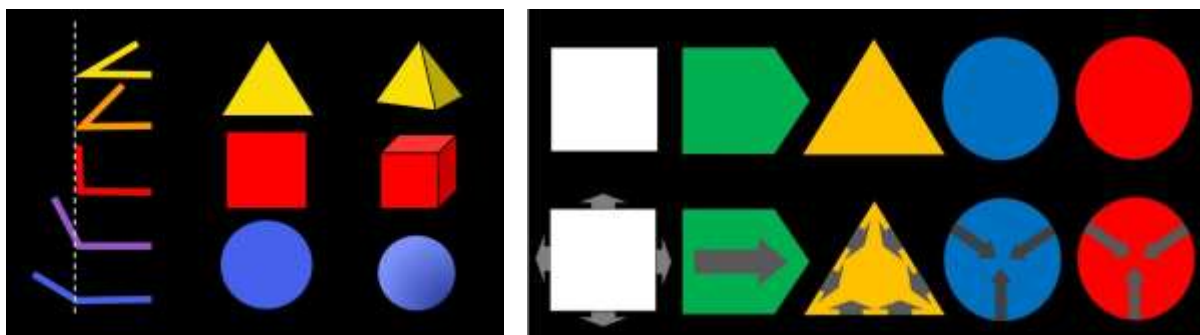
Užití signálních barev pro zvýraznění vybraných kláves funkcí a zpřehlednění skladby klávesnice vede ke rychlejšímu a spolehlivějšímu zaučení obsluhy.



Signální barvy zvýrazňují funkce prvků interiéru hromadné dopravy.

3.7 Efekt spojení barvy s tvarem

Effekt spojení barevných odstínů s různými tvary zkoumal při výuce na škole designu a architektury Bauhaus se svými studenty Johannes Itten. Dospěli k závěru, že působení aktivních barev nejlépe podporuje jejich spojení s tvary ostrých úhlů, pasívnímu charakteru barev pak nejlépe odpovídají tvary s tupými úhly nebo tvary kruhové. Na jejich umělecký výzkum navázali další, např. designér Henry Dreyfuss a pak vědci konstituující podobu barevně-tvarového kódu praktické globální vizuální komunikace. Ti ještě zkoumali vztah obvodových linií obrazců ke středu obrazce, kde je umístěn informační prvek. Barevně-tvarový kód se používá jako informačně-emoční podpora při spojení s obrazovou symbolikou, určuje barvu a tvary tabulek, do kterých se vkládají vizuální informační prvky – figury, znaky a symboly (dopravní značení, bezpečnostní značení, běžné informační značení). Může být využit i při tvarování sdělovačů a ovladačů techniky. Informačně může tvar nouzově suplovat z různých příčin nečitelnou barvu (nízká hladina osvětlení, mlha, vyblednutí barviva, barvoslepost ad.) tabulky, sdělovače nebo ovladače.^{[16][19][20]}

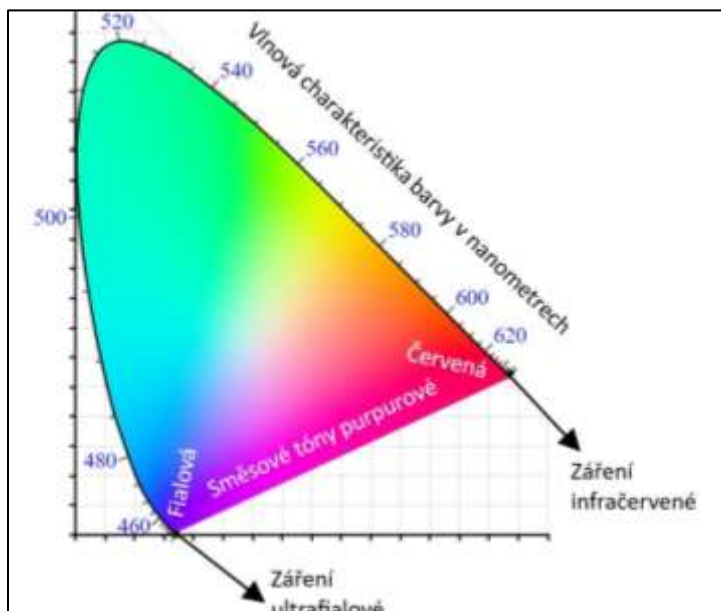


Výzkum na Bauhausu vedl k synergickému přiřazení barev ke tvarům daných úhlů. Barevně-tvarový kód

3.8 Okrajové barvy spektra

Okrajové části spektra od červené směrem k infračervené a od fialové k ultrafialové jsou charakteristické silným úbytkem jasu, protože citlivost sítnice zde končí. Končí viditelný svět, za kterým pokračuje neviditelná realita, která se postupně logicky ztrácí ve tmě. Není divu, že k tónům tmavě fialové a tmavého purpuru si člověk

vypěstoval specifickou vnímavost, z níž vyvodil, že těmito tóny symbolizuje (tajemné) duchovní kvality, tedy to, co jej alespoň smyslově přesahuje. Svěbytný pocit mohou vyvolat i barevné odstíny smíšené z tmavě fialové a purpurové, tedy umělé odstíny, které jak dokládá kolorimetrický diagram CIE ve světelném spektru neexistují. Pro uvedené odstíny je vyšší jas nepřírozenou vlastností, pokud jej uměle vyvoláme, rychle se dostaneme k povrchnímu kýči cukrárenské světle fialové.^[19]



3.9 Vyváženosť barevné kombinace

Psychický efekt barevných kombinací je komplikovanou problematikou, v níž bývá uspokojivě řešena většinou jen otázka vyvážení jednotlivých složek. Jde např. o vyvažování velikosti barevných ploch různých jasů, nebo různých sytostí či barevné teploty. Výraznou roli přitom hraje vizuální skladebný princip kontrastu. Některé z kombinací také stavějí na schopnosti jednotlivých složek vytvořit svým součtem neutrální bílou. V problematice hraje roli jak objektivní měření všech tří barevných kvalit (jas, spektrální charakter, sytost), tak subjektivní posuzování harmoničnosti vjemu. Hledání vyvážení je užitečné při navrhování grafické úpravy, designu, odívání a interiérů, exteriérů architektury nebo komplexů staveb včleněných do prostředí.^{[16][15]}

3.10 Spojený efekt barvy, materiálu a předmětu

Pokud je třeba působení barev zvažovat vždy v daných souvislostech, tak k základním patří spojení barvy s materiálem, případně celkovým tvarem výrobku, případně přírodního útvaru. Jde o širokou problematiku, z níž je možné zvýraznit některé typy jevů.

Například barevné řešení povrchu některých plastů nahrazujících přírodní materiály. Při nedokonalém vztahu barvy a povrchu, které přímo prozrazují náhražku, dochází k pocitu opovržení z laciného řešení. Při vizuálně dokonalém provedení může dojít k negativnímu efektu prozrazení při hmatovém kontaktu, třeba ještě doplněním zjištěním netypické váhy předmětu.

Kuchyňská technika byla dlouhodobě vyráběna v bílé barvě, která posilovala pocit čistoty a zdravotní nezávadnosti zpracování potravin. Přenosné motorové nářadí stejně jako velké stavební stroje představující riziko úrazu jsou výhodně navrhovány v oranžové, výstražně působící barvě. Hasičská technika i pomůcky jsou kvůli významu a fungování požární prevence vyráběny v červeném „ohnovém odstínu“ konvenčně příslušícím požárníkům. Vojenskou techniku zasluhující opatrnost a respekt identifikujeme podle nevýrazné šedozelené, často ještě promyšleně strukturované pro účely ukrytí v terénu.

Barevnost spojená se strukturou přírodních povrchů může nabízet např. u ovoce a zeleniny řadu emočně propojených informací o výživných kvalitách a chuti.

Velmi jemné rozdíly barevnosti spojené s povrchem lidské pokožky zejména na tváři vypovídají také s patřičným emočním nábojem o emočním či zdravotním stavu pozorovaného člověka.^[19]



Spojení emoční mimiky tváře s její tonalitou. Barevně velmi jemné rozdíly pokožky tváře ovšem slovy klasifikujeme značně hrubě (zezelenal, byl celý fialový atd.). Podobně silné odstíny se proto užívají pro výraznost také u emotikonů. (Programátoři nejsou příliš vzdělaní, tak píší namísto „vložit emotikon“ – „vložit emotikonu“.) Emoční reakci tonality tváře zkrsluje etnický daná i aktuální tonální kvalita pokožky.

3.11 Marketink

Podle průzkumů rozhodují o volbě nákupu potravin především senzorké vlastnosti. V prodejně nemůžeme až na výjimky ochutnávkových akcí využívat chuťovou kontrolu, čichová kontrola není mnohdy reálná nebo smysluplná, hmatovou můžeme uplatnit jen omezeně (zelenina, pečivo či ovoce v rukavicích...), rozhodující roli proto může hrát vizuální kontrola, kde je velký prostor marketinku pro vytváření klamavých informací s podporou emocí. Barva hraje roli na obalech zakrývajících reálný vzhled potravin a nahrazující jej různými způsoby intenzifikovaným zobrazením. To zde, často s atributy kýče, hraje roli spouštěče podmíněných reflexů. V případě, že vzhled není nebo nemůže být zakrýván a nahrazován, je možné jeho přitažlivost posílit vhodným osvětlením, včetně barevného (viz ilustrace).^[21]



Podpora barevnosti studeným a teplým osvětlením



Žluté sjednocení značení slev.

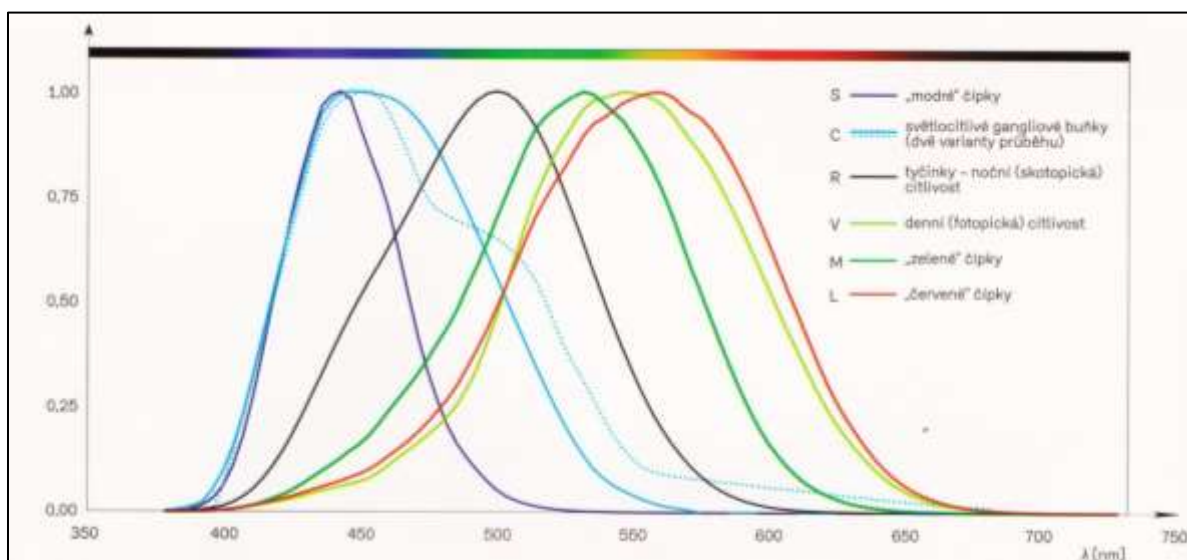
Tržní subjekty těžko mohou sloužit kultivaci vnímání barev. Dominanci na trhu lze dosáhnout především podbízkou křiklavostí nebo nasládlostí kýče.



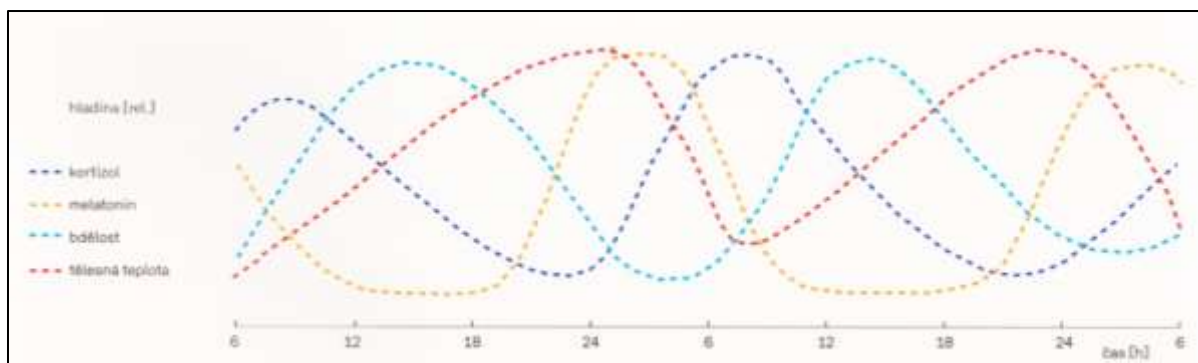
Barevná změť obalů je v důsledku nepřehledná.

3.12. Spektrální účinky světla na hormonální soustavu

Účinky světla prostřednictvím hormonální soustavy ovlivňují průběh denních cyklů vitality člověka. V sítnici se nacházejí **světlocitlivé gangliové buňky**, které neslouží k vytváření vizuálního obrazu, ale podle složení a síly záření pomáhají vyhodnocovat denní dobu a podporují lidský organismus k optimální reakci na ni. Pokud nechceme škodlivě narušit přirozený chod našich biologických hodin, musíme u umělých světelných zdrojů dbát nejen na vhodnou intenzitu, ale i spektrální složení.



*Relativní citlivost gangliových buněk mezi ostatními světlocitlivými buňkami.
(Fuksa, Antonín: Světlo a biologické hodiny, In: Světlo č. 6, 2010)*



Časový průběh hormonálních podnětů a reakcí organismu během dvou navazujících dní

4. Reference

1. ↑ VANČÁT, Jaroslav. *Péče o obraznost (sborník INSEA)*. 1. vyd. Praha: Česká sekce INSEA, 2008. Kapitola Návrh strukturního (relačně historického) modelu vizuálního vnímání.
2. ↑ ŠIKL, Radovan. *Zrakové vnímání*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012. 312 s. S. 80.
3. ↑ Valdez, P., Mehrabian, A. Effects of color on emotions. *Journal of Experimental Psychology* 123(4), 394-409. doi: 10.1037/0096-3445.123.4.394.
4. ↑ Whitfield, T. W. A., & Wiltshire, T. J. (1990). Color psychology: A critical review. *Genetic, Social & General Psychology Monographs*, 116(4), 387,
5. ↑ Neufert. *ArchitectsData*. [s.l.]: John Wiley and Sons, 2019. S. 33.
6. ↑ Skočit nahoru k:^{a b} FASSATI, Tomáš. *Praktická globální vizuální komunikace II. Systémy komunikace, jejich tvorba a testování*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2020. Kapitola Kultury světa a barevná symbolika, s. 166-187.
7. ↑ WHITFIELD, T. W.; WILTSHIRE, T. J. *Psychologie barev: kritická recenze*. 1. vyd. [s.l.]: [s.n.], 1990. S. 385–411.
8. ↑ Duhová anabáze: Cesta barev do fyziky a psychiky. *Časopis Vesmír* [online]. [cit. 2023-06-13]. Dostupné online.
9. ↑ ITTEN, Johannes; BIRREN, Faber; ITTEN, Johannes. *The elements of color: a treatise on the color system of Johannes Itten, based on his book The art of color*. New York [: van Nostrand Reinhold Company 96 s. (A Basic color library). ISBN 978-0-442-24038-7.
10. ↑ GAINES, Rosslyn; POWELL, Gloria J. Children's Color Perception in Relation to Habitat and Skin Color. *Child Development*. Zář 1981, roč. 52, čís. 3, s. 914–920. Dostupné online.
11. ↑ BORNSTEIN, Marc H. C. The Influence of Visual Perception on Culture. *American Anthropologist*. Prosinec 1975, roč. 77, čís. 4, s. 774–798. Dostupné online.
12. ↑ Silver, N.C., McCulley W.L., Chambliss, L.N., Charles, C.M., Smith, A.A., Waddell, W.M., Winfield, E.B. (1988) Sex and Racial Differences in Color and Number Preferences. *Perceptual and Motor Skills* 66, 295-299. doi: 10.2466/pms.1988.66.1.295.
13. ↑ Choungourian, A. (1968). Color Preferences and Cultural Variation. *Perceptual and Motor Skills* 26(3c), 1203-1206. <http://www.amsciepub.com/doi/pdf/10.2466/pms.1968.26.3c.1203>.
14. ↑ NORCROSS, John C.; KOOCHER, Gerald P.; GAROFALO, Ariele. Discredited psychological treatments and tests: A Delphi poll. *Professional Psychology: Research and Practice*. Říjen 2006, roč. 37, čís. 5, s. 515–522. Dostupné online. ISSN 0735-7028. DOI 10.1037/0735-7028.37.5.515.
15. ↑ ^{a b c d e} ŠMOK, Ján. *Teorie skladby kinematografického obrazu*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1972. Kapitola kapitola 10. Tónální skladba.
16. ↑ ^{a b c d e} ITTEN, Johannes. *Umění barvy*. 1. vyd. Praha: AMU, 2021. S. 35-41.
17. ↑ LUCKA. *Co je cirkadiánní rytmus a jak funguje?* [online]. 2020-12-15 [cit. 2023-06-15]. Dostupné online.
18. ↑ PETERSON, Rune. *Cognition*. 1. vyd. Wien: International Institute for Information Design, 2013. 350 s. ISBN 978-91-85334-30-8. S. 100.
19. ↑ ^{a b c d} FASSATI, Tomáš. *Praktická globální vizuální komunikace II. díl / Sdělování: barvy a tvary*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2019.
20. ↑ ^{a b} ČSN ISO 3864 *Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky*.
21. ↑ VANIŠOVÁ, Hana. *Vliv marketingu na zákazníka při výběru potravin (diplomová práce)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2019.

5. Literatura

Vzhledem k rozsáhlému přehledu světové literatury v anglické verzi wikipedie uvádíme doplňkově přehled publikací v češtině:

- BARAN, Ludvík. *Barva v umění, kultuře a společnosti*. 1. vyd. Praha: FAMU, 1978. 315 s.
- BROŽEK, Jaroslav: Úvod do výtvarné teorie barvy, Univerzita JEP, Ústí nad Labem, 2009
- DANNHOFFEROVÁ, Jana: Velká kniha barev, Computer Press, Brno, 2012
- DYLEVSKÝ, Ivan: Biomedicínská ergonomie, Grada, Praha, 2022, s. 113, 122
- FASSATI, Tomáš: Praktická globální vizuální komunikace I. Světlo, zrak, vnímání. ČVUT, Praha, 2019, 252 s.
- FASSATI, Tomáš: Praktická globální vizuální komunikace II. Barvy a tvary. ČVUT, Praha, 2019, 355 s.
- FASSATI, Tomáš: Praktická globální vizuální komunikace II. Systémy komunikace, jejich tvorba a testování. ČVUT, Praha, 2020, 407 s.
- GOETHE, Johann W.: Smyslově-morální účín barev, Fabula, 2004
- HANUŠ, Karel: Barva v architektuře, její zákonitosti a kompozice, SPN, Praha, 1957
- HANUŠ, Karel: O barvě, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1976, 92 s.
- ITTEN, Johannes. *Umění barvy*. 1. vyd. Praha: AMU, 2021.
- JIRÍK, Vlastimil: Barva a světlo ve výtvarném umění
- KAMELSKÝ, Jan: Nauka o barvách a jejich harmonii, Praha, 1924
- PLESKOTOVÁ, Petra: Svět barev, Albatros, Praha, 1987
- PROSKAUER, Heinrich O. *Ke studiu Goethovi Nauky o barvách*. 1. vyd. Praha: Malvern, 2022. 175 s.
- Psychologie reklamy*, Grada, 2001
- SKALA, Václav: Světlo, barvy a barevné systémy v počítačové grafice, Academia, Praha, 1993
- SOUSEDÍK, Bořek. *Skladba fotografického obrazu*. 1. vyd. Ostrava: MKS, 1989.
- ŠMOK, Ján: Skladba kinematografického obrazu, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1972
- ŠTIKAR, Jiří; Hoskovec, Jiří; Stríženec, Michal: Inženýrská psychologie. Státní pedagog. nakladatelství, 1982, 254 s.
- ŠTIKAR, Jiří: Obrazová komunikace. Praha, Karolinum 1991
- ŠIKL, Radovan: Zrakové vnímání. Grada, Praha, 2012, 312 s.
- VEVERKOVÁ, Lada: Psychologie barev, In: Československá psychologie 1., Praha, 2002

6. Články české wikipedie s navazujícím obsahem: Obecný barevný kód. Praktická vizuální komunikace.

