

UNIVERZA V LJUBLJANI
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA TEKSTILSTVO

BARVNI SISTEMI

Mojca FRIŠKOVEC
Saša JANČAR
Maša ŽVEGLIČ

Ljubljana, december 2005

KAZALO

SEZNAM SLIK	ii
1 UVOD	1
2 MUNSELLOV BARVNI SISTEM	4
2.1 Zgradba Munsellovega sistema	5
2.1.1 Barvni ton (<i>hue</i>)	6
2.1.2 Svetlost (<i>value</i>)	6
2.1.3 Čistost (<i>kroma</i>)	7
2.2 Munsellovo barvno telo	8
3 NCS BARVNI SISTEM	11
3.1 Zgradba NCS-sistema	11
3.2 Označevanje barv po NCS barvnem sistemu	14
3.2.1 Primer oznake barve s številkami in oznakami barv	14
4 RAL-DESIGN BARVNI SISTEM	16
4.1 Zgradba RAL-design sistema	16
4.1.1 Barvni ton	17
4.1.2 Svetlost	18
4.1.3 Barvna čistost	19
4.2 Označevanje barv po RAL-design barvnem sistemu	19
4.3 Barvni atlas	20
5 ZAKLJUČEK	21
6 LITERATURA	22

SEZNAM SLIK

Slika 1: Ameriški slikar Albert H. Munsell	4
Slika 2: Munsellov barvni krog	4
Slika 3: Primer vzorca 7.5YR 7/12	5
Slika 4: Munsellov barvni krog	6
Slika 5: Primera Munsellove krome oz. čistosti	7
Slika 6: Munsellovo barvno telo	8
Slika 7: Munsellovo barvno telo	8
Slika 8: Munsellov barvni atlas	10
Slika 9: Set osnovnih barv NCS-sistema	11
Slika 10: NCS-barvno telo	12
Slika 11: NCS-barvni krog	13
Slika 12: NCS-barvni trikotnik	12
Slika 13: Enakost in sorodnost barv	13
Slika 14: Vzorci barv so dosegljivi v raznih oblikah	15
Slika 15: Logotip RAL-design barvnega sistema	16
Slika 16: Barvno telo RAL-design sistema	17
Slika 17: Prikaz barvnega tona, svetlosti in pestrosti barve v RAL-design sistemu	18
Slika 18: Barvno telo RAL-design sistema s prikazom svetlostne osi	18
Slika 19: Prerez RAL-design barvnega telesa, pri svetlosti 50	19
Slika 20: RAL-design barvni atlas	20
Slika 21: RAL-design on-line barvni atlas	20

1 UVOD

Barva je pojav, s katerim se raziskovalci in znanstveniki ukvarjajo že več stoletij. Razumevanje nastajanja barve, njene skladnosti in nasprotnosti zahtevajo vključevanje širokega spektra raziskovalcev in zato je znanost o barvah interdisciplinarno raziskovalno področje.

Človek z normalnim vidom razpozna okoli 10 milijonov barv, ki jih z besedami ne more poimenovati oz. opisati. Glede na množico barv in potrebe po barvnem sporazumevanju so skozi stoletja nastajale različne rešitve, ki so času primerno ponujale uporabne možnosti.

Nastajali so poskusi razporejanja, poimenovanja in označevanja barv. Začetek pripisujejo Aristotelu.

► **Aristotel (350 let pred n.š.):**

Lociral je belo nasproti črni; rdeča je locirana med njima

► **Leonardo da Vinci:**

Definira šest prabarv: belo, rumeno, zeleno, modro, rdečo, črno.

► **Albert Henry Munsell (1905):**

Razvrsti barve v tridimenzionalno telo v t.i. barvno drevo.

► **W. Ostwald (1917):**

Razvršča barve v dvojni stožec, ki ga ni možno širiti.

► **CIE Yxy barvni sistem (1931)**

Dvodimenzionalna predstavitev barve; deleži barvnih vrednosti x, y se izračunavajo iz standardnih barvnih vrednosti X, Y, Z. Svetlost Y je identična s standardizirano barvno vrednostjo Y.

► **CIE LAB barvni prostor**

L^* , a^* , b^* - barvni prostor je oblikovan s pravokotno ležečimi osmi. L^* = svetlo-temna os, a^* = rdeče-zelena os, b^* = rumeno-modra os

► **CIE L^*C^*h barvni prostor**

► **Naravni barvni sistem NCS (1978)**

Barve so razvrščene po vizualni zaznavi črne, bele in pestre komponente. Barvno telo je dvojni stožec. Izbor barv sloni na vizualnem oz. zaznavnem kriteriju.

► **RAL - Design System (1993)**

Osnova je CIELAB barvni prostor z L^* , C^* , h koordinatami

Najpogostejša je delitev na barvne sisteme, kot sistematično razporeditev barv in na nesistematične zbirke barv. Za znanost in aplikacijo so pomembni barvni sistemi, ki imajo vgrajeno določeno sistematiko, za komercialne in svetovalne namene pa tudi t.i. zbirke barv.

Barvni sistem - sistematična razporeditev barv

Barvni sistem je zgrajen na teoriji določenega sistema, ki omogoča tridimenzionalno razporeditev barv v barvno telo. Tridimenzionalni barvni prostor predstavlja geometrijski model, v katerem lahko vsako barvo definiramo s tremi koordinatami, ki omogočajo tudi njeno razlikovanje od sosednjih barv. Barva je v sistemu predstavljena natančno, nazorno in mednarodno uporabno. Najpomembnejši sistematični barvni sistemi imajo vsaj nekaj skupnih značilnost:

Prva dimenzija je lastnost barve, po kateri ločimo rdečo barvo od rumene, zeleno od modre itd. To so pestre barve, ki jih ponavadi ujamemo v krog z naravnim zaporedjem barv mavrice in označujemo z različnimi veličinami: pestrost oz. pestri ton, barvni ton, dominantna valovna dolžina, kromatska barva ali velikokrat kar barva. V barvnem prostoru se barvni ton spreminja po krožnici.

Druga dimenzija je lastnost barve, po kateri ločimo svetle in temne barve, in pomeni lestvico nepestrih barv od bele preko sivih do črne. Tudi pestre barve so lahko različno svetle oz. temne. Ta dimenzija je svetlost, ki je lahko definirana na različne načine (lightness, brightness, luminance, value, itd.). Svetlost se spreminja po vertikalni osi.

Tretja dimenzija je lastnost določene pestre barve, po kateri se le-ta loči od nepestre barve iste svetlosti in pomeni koliko čiste barve je prisotno, opišemo pa jo z izrazi kroma, nasičenost, intenzivnost barve ali čistost barve. V barvnem prostoru je predstavljena kot oddaljenost od vertikalne svetlostne osi.

Zbirke barv - nesistematična razporeditev barv

Zbirke barv predstavljajo svobodno nizanje barvnih vzorcev. Zbirka praviloma ni zgrajena na izbranih oz. določenih pravilih razporejanja. Takšne zbirke se uporabljajo le za komunikacijo med zainteresiranimi in imajo za določene zahteve posameznega področja veliko vrednost.

Izdelava takšnih zbirk je časovno, finančno in kakovostno zelo zahtevna, saj ob veliki množici izdelave primerkov ni zagotovila, da je reprodukcija idealna. Vprašanje je tudi staranje vzorcev in s tem sprememba barve. Novejše barve in pigmenti za izdelavo vzorcev so kvalitetnejši in ekološko prijaznejši.

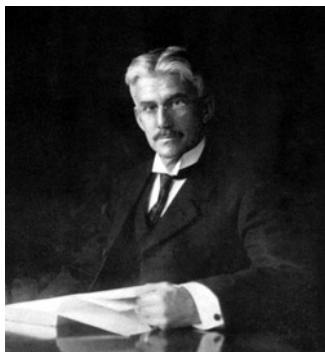
Vsaka zbirka barv, ki lahko obsega tudi več tisoč vzorcev, ni popolna, saj jo sestavlja le majhen delež barv, ki jih človek lahko zazna. Med znane zbirke barvnih vzorcev so vključene barvne karte modnih barv, barvne karte, katalogi proizvajalcev barvil, pigmentov.

Med pomembnejše barvne sisteme z vidika mednarodne uporabe prištevamo:

- ▶ Munsellov sistem, ki se pretežno uporablja v Ameriki in na Japonskem,
- ▶ NCS-barvni sistem, ki se uporablja predvsem na področju umetnosti in oblikovanja,
- ▶ RAL-barvni sistem, ki je osnovan na CIELAB-vrednotenju barv.

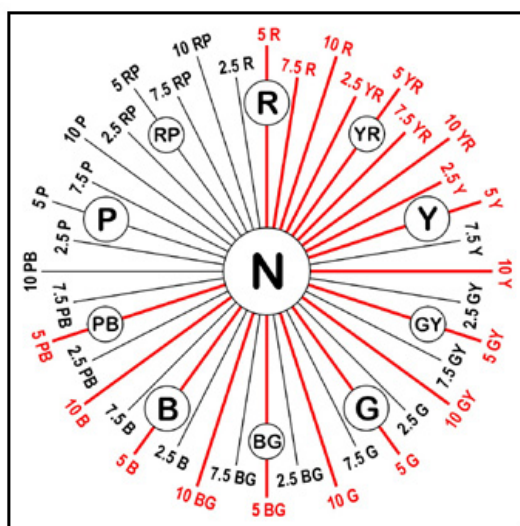
2 MUNSELLOV BARVNI SISTEM

Na začetku 20. stoletja je ameriški slikar Albert H. Munsell razvil barvni sistem, ki je danes v dopolnjeni obliki najbolj razširjen v Ameriki, pojavlja pa se tudi v Evropi. Avtor je zgradil sistem na določenih teoretičnih predpostavkah, ki pa jih zaradi takratnega pomanjkanja ustreznih merilnih napravah ni uresničil v celoti.



Slika 1: Ameriški slikar Albert H. Munsell

Barve so po načelu enakih barvnih razmikov in ob upoštevanju principa o kompentazivnosti (nasproti ležeče barve lahko pomešamo v nepestro barvo) razporejene v desetbarvni krog (slika 2).



Slika 2: Munsellov barvni krog

Razporejene barve so označene z začetnimi črkami angleškega poimenovanja.

R	RP	P	PB	B	BG	G	GY	Y	YR
rdeča	rdeča/ škrlatno	škrlatno rdeča	škrlatno rdeča/ modra	modra	modra/ zelena	zelena	zelena/ rumena	rumena	rumena/ rdeča

Vertikalni odnos med barvami v zgornjih vrstah prikazuje pare kompezacijskih barv. Vmesni barvni toni so označeni s številkami od 1 – 10.

2.1 Zgradba Munsellovega sistema

V Munsellovem sistemu je vsaka barva označena s tremi koordinatami, ki pomenijo:

- ▶ Hue (H) – barvni oziroma pestri ton,
- ▶ Value (V) – Munsellova svetlost,
- ▶ Chroma (C) – kroma, čistost barve.

Zapis splošne oznake je HV/C, to konkretno zapišemo npr.: 7R 5/9 in pomeni rdečo barvo s svetlostjo 5 in nasičenostjo 9. Za natančno opredelitev barve uporabljamo decimalna števila, npr.: 2,8R 4,5/12,4. Na sliki 3 je primer vzorca z oznako 7.5YR 7/12, ki prikazuje rumeno-rdeč ton, kateri se nagiba rumeni barvi s svetlostjo 7 in nasičenost 12.

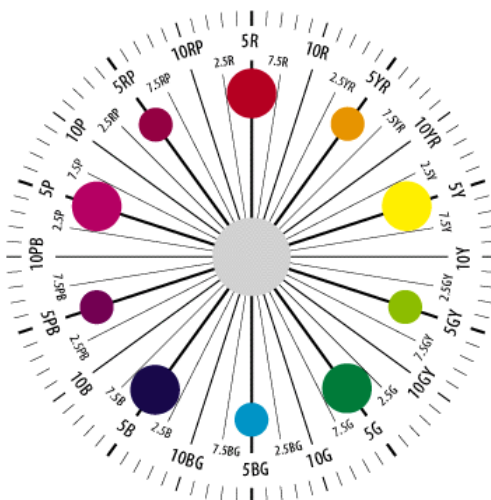


Slika 3: Primer vzorca 7.5YR 7/12

Vsaka od treh koordinat je po načelu enakih razmikov razporejena v lestvico, ki pomeni veličino ali parameter za natančno specifikacijo ali vrednotenje čutne zaznave pri standardnih pogojih opazovanja.

2.1.1 Barvni ton (hue)

Vrednost za barvni ton določa lego barve v skali 100 barv z vizualno enakim razmikom, to pomeni, da je prilagojena čutni zaznavi. Pet glavnih barv (tonov) in pet vmesnih je razporejenih v krogu. Številke pestrih tonov od 1–100 (zunanji krog na sliki 2) so uporabne za katalogiziranje, statistično obdelavo in programiranje. Kombinacija črk in števil podaja natančno opredelitev pestrosti.



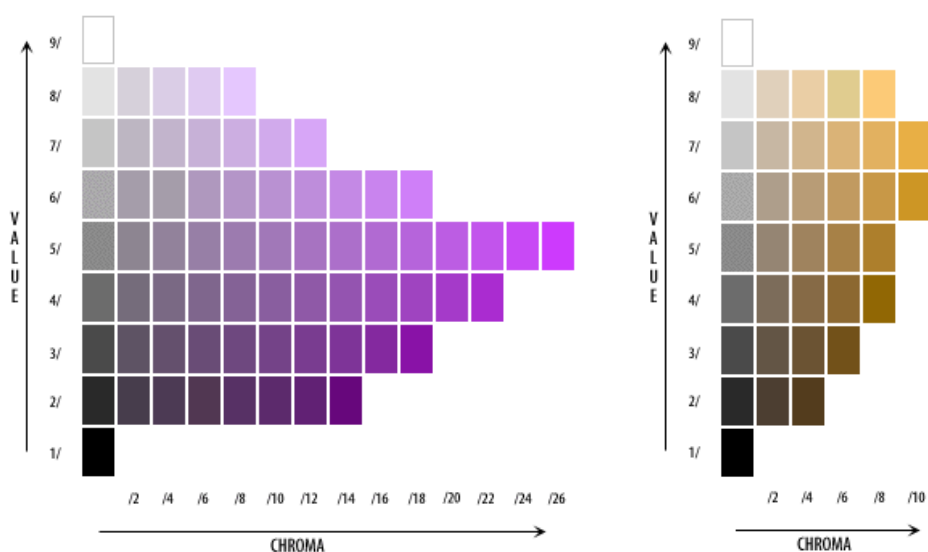
Slika 4: Munsellov barvni krog

2.1.2 Svetlost (value)

Za vrednotenje svetlosti je postavil Munsell zvezo $V_2 = A$ (V = svetlost, A = relativna svetlost), ki jo je opredelil na podlagi izkušenj. Vrednost za Munsellovo svetlost V (value) označuje stopnjo svetlosti določene barve v primerjavi s sivo lestvico, ki obsega vrednost od absolutne črne do absolutne bele. Vrednost 0 pomeni absolutno črno, 10 pa absolutno belo. Vrednost 5 pomeni sivo ali pa vse barve s svetlostjo med črnim in belim. Nepestre barve od črne, sive do bele tvorijo tako imenovano sivo os, katere stopnje so prilagojene čutni zaznavi. Nevtralna barva je označena z NV (nevtralna svetlost). Za črno je oznaka N1, za belo N9, za sivo pa N5.

2.1.3 Čistost (kroma)

Čistost barve pomeni odmik določenega pestrega tona od nevtralnega sive (enako svetle) (slika 4). Pojem »chroma«-C je po Munsellu podan s povezavo med komplementarnimi barvami ($V_1C_1 = V_2C_2$). Na sliki 4 je prikazana primerjava med rdeče/škrlatno rdeči ton (RP) in rumenkasto rumeno/rdeči ton (YR). Rumeno/rdeči ton ima krajšo kromo.

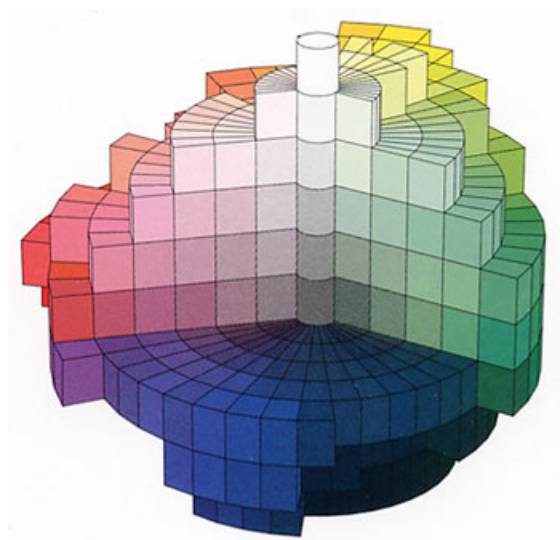


Slika 5: Primera Munsellove krome oz. čistosti

Vrednosti so 0 za nevtralno sivo do 10, 12, 14 ali več. Čistost oziroma kroma roza barve je npr. 4. Za sive barve oznake kroma od 0 do 0.3 običajno ne uporabljamo. V primeru natančne opredelitve zapišemo npr.: NV/(H,C), v tem primeru označimo barvni ton skupaj s kromo. Svetlo sivo z rahlim rumenim odtenkom označimo: N8/(4, 0.2).

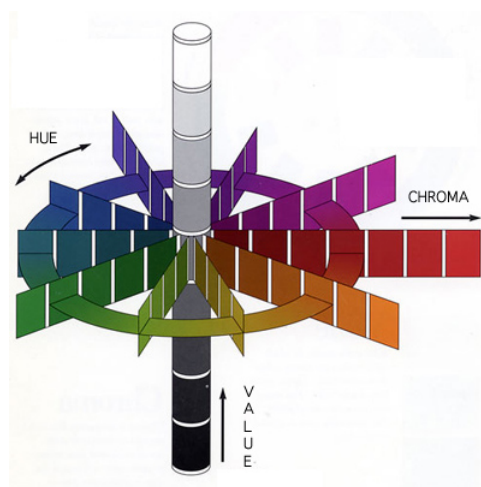
2.2 Munsellovo barvno telo

Munsellove barvne karakteristike: barvni ton, svetlost in kroma in njihovo soodvisnost lahko razberemo iz t.i. barvnega telesa ali barvnega prostora. V enake razmike porazdeljena skala za nevtralne vrednosti predstavlja vertikalno oziroma centralno os, spodaj je črna, zgoraj je bela. Lestvica za barvni ton je porazdeljena v enake vizualno opredeljene razmike okrog centralne osi. Kroma poteka radialno od sive k obrobju barvnega telesa. Ker je maksimalna kroma za posamezni barvni ton različna, je Munsellovo barvno telo nepravilno (slika 6).



Slika 6: Munsellovo barvno telo

Lestvica svetlosti, barvnega tona in krome predstavljajo koncept tridimenzionalnega telesa. V barvnem telesu velja princip, da vse barve z enako svetlostjo ležijo v isti ravnini. Na isti ravnini se od sive osi oddaljujejo barve z naraščajočo čistostjo, enaki razmiki so identični s čutno zaznavo.



Slika 7: Munsellovo barvno telo

Munsellov barvni sistem je bil osnova za izdelavo zbirke barvnih vzorcev v t.i. barvnem atlasu. Prva izdaja Munsellovega barvnega atlasa leta 1915 je doživela več dopolnitev. Rezultat raziskav v National Bureau of Standards in v Munsellovem laboratoriju je Book of Color (1929), ki je postala pomembna za označevanje barv predvsem v Ameriki.

Munsellov sistem so strokovnjaki sicer dobro ocenili, in ker ni izpolnil vseh teoretičnih predvidevanj, so med 2. svetovno vojno barvne vzorce ovrednotili z barvno metriko. Tako je Optical Society of America (O.S.A.) oziroma podkomite za barvna odstopanja Munsellovih barv leta 1943 izdelali karakteristike modificiranega telesa. Izboljšani sistem ni dopolnjen z vzorci, ampak s tabelami in diagrami, ki so prilagojeni predlaganemu razmiku barv. Predlagane vrednosti so definirane s CIE-standardi (opazovalec in CIE-koordinatni sistem).

Munsellove »nove vrednosti«, imenovane »Renotation« sistem, obravnavajo svetlost. Namesto Munsellove zveze $A = V^2$ je določena lestvica, ki sledi iz enačbe 5. stopnje [1]:

$$A = 1,1913 \cdot V - 0,22533 \cdot V^2 + 0,23352 \cdot V^3 + 0,020484 \cdot V^4 + 0,008194 \cdot V^5 \quad [1]$$

Koeficient se od prejšnjih razlikujejo za faktor 0,975, ker beli standard ni več MgO. Formula je zahtevna, zato so različni avtorji dovolj natančne približke [2, 3, 4]:

$$\text{Ladd-Pinney: } V = 22,17 \cdot A^{0,352} - 13,24 \quad A > 2, \quad [2]$$

$$\text{Glasser: } V = 25,29 \cdot A^{1/3} - 18,38 \quad A > 2, \quad [3]$$

$$\text{Vyszecki: } V = 25 \cdot A^{1/3} - 17 \quad A > 1. \quad [4]$$

Hudson-Bridgeman v modifikaciji od Galla [5]:

$$V = \frac{-0,3 + 1,477 \cdot A + 0,2306 \cdot A^2 + 0,00387 \cdot A^3}{1 + 0,6137 \cdot A + 0,038 \cdot A^2 + 0,00019 \cdot A^3} \quad A > 1,5 \text{ ali}$$

$$V = -0,0047 + 0,8886 \cdot A + 0,0336 \cdot A^2 - 0,0547 \cdot A^3. \quad [5]$$

Korigirani sistem se imenuje »Munsell Renotation« (Newhall 1943). Vzorci v atlasu so v neleskeči in leskeči izvedbi. Označeni so s t.i. »Munsellovimi vrednostmi«. Barvni vzorci Munsellovega sistema so reproducirani in se odlikujejo po stalnosti barve in po enakosti vizualno zaznavnih razmikov. Sistem se uporablja kot standard za druge sisteme.

Za pretvorbo barvnega tona in krome iz Munsellovih vrednosti v metrični sistem ni formul, ampak je O.S.A. izdelal obsežne tabele in diagrame. Korelacija med Munsellovim in CIE-sistemom omogoča pretvorbo merjenih vrednosti v Munsellove vrednosti in nasprotno. Pri pretvorbi iz enega v drugi sistem je težava v tem, da je za vsako vrednost svetlosti potreben drugi diagram.



Slika 8: Munsellov barvni atlas



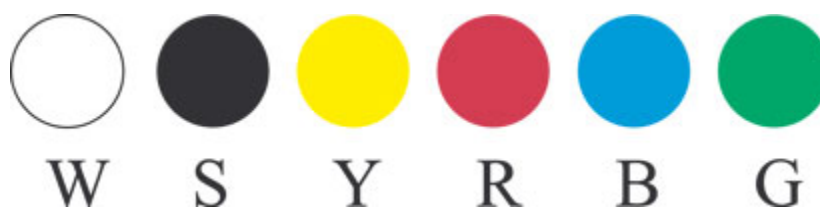
3 NCS BARVNI SISTEM

NCS – Natural Color System je naravni barvni sistem. Sistem temelji na večdesetletnem raziskovalnem delu, ki so ga pod vodstvom Andresa Harda opravili raziskovalci švedskega centra za barve. Teoretične osnove sistema so zgrajene na teoriji zaznave barve, ki sta jo razvila nemški fiziolog Ewald Hering in profesor Tryggve Johansson. Raziskovalne rezultate švedskega centra za barve je švedska komisija za standarde razglasila za švedski standard.

NCS–sistem je zgrajen izključno na vizualni zaznavi barve, ki jo je opredelila množica standardiziranih opazovalcev. Barve sistema so neodvisne od materiala ali površine in proizvodnega procesa, uporabljena barvila pa ekološko prijazna.

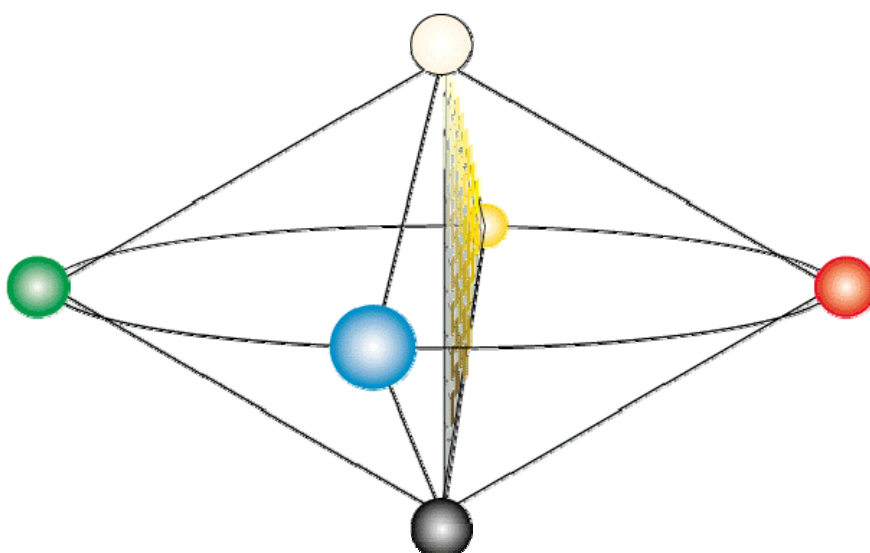
3.1 Zgradba NCS-sistema

Sistem je zgrajen na predpostavki in ugotovitvah, da človek zazna kot čiste barve šest osnovnih barv: rumeno, rdečo, modro, zeleno in nepestro belo in črno barvo.



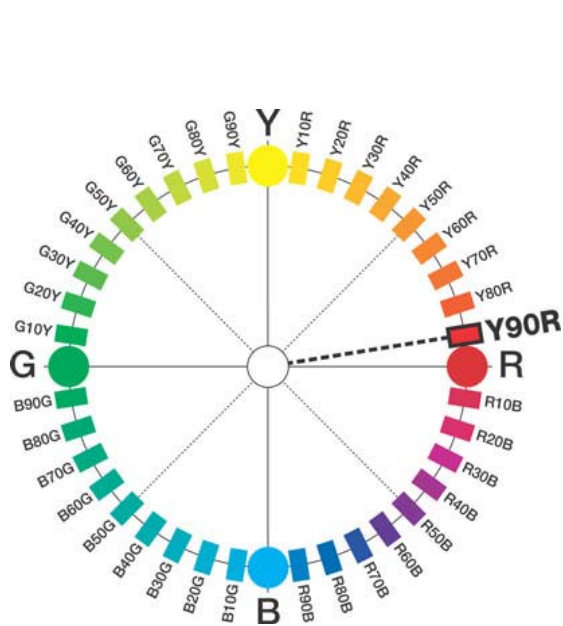
Slika 9: Set osnovnih barv NCS-sistema

Vse druge barve so »sorodne« s pestrimi in nepestrimi barvani in nastajajo z mešanjem dveh, treh ali več osnovnih barv. Na osnovi takšnih predpostavk je množico nastalih barv možno razporediti v NCS-barvno telo-dvojni stožec, kjer so na ekvatorju razmeščene štiri peestre barve in na vertikalni osi telesa nepestre barve od črne do bele (siva skala).

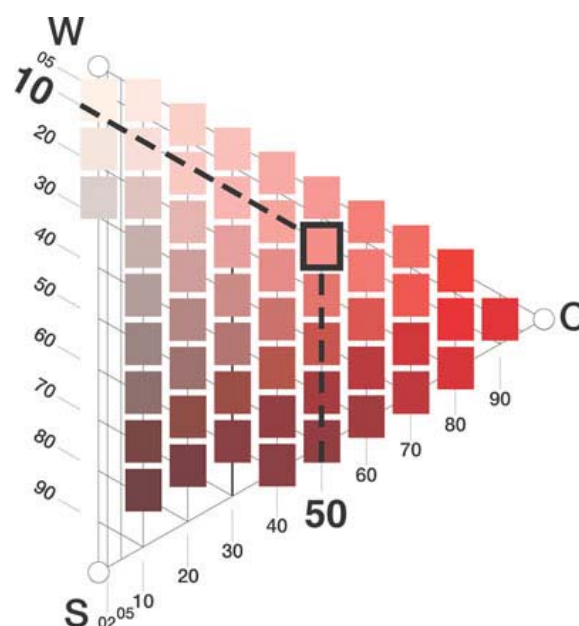


Slika 10: NCS-barvno telo

Za lažje razumevanje je NCS barvno telo razdeljeno v dva dvodimenzionalna modela: NCS-barvni krog (Slika 11) in NCS-barvni trikotnik (slika 12).



Slika 11: NCS-barvni krog



Slika 12: NCS-barvni trikotnik

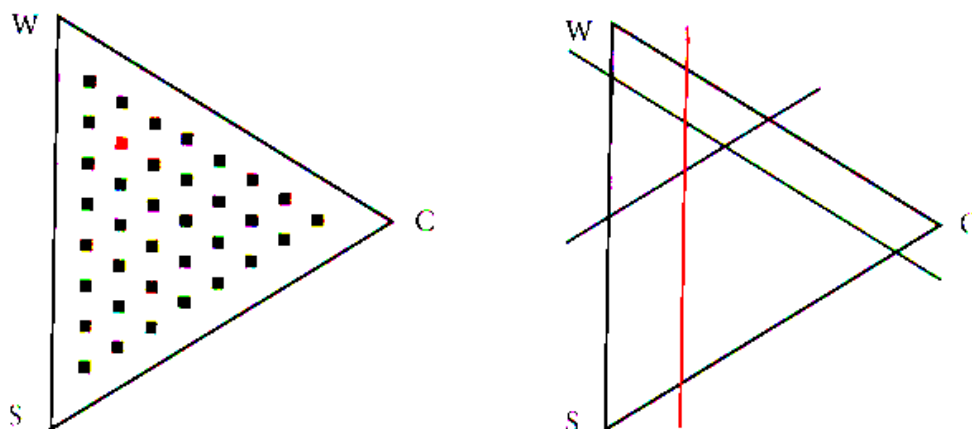
NCS-barvni krog je horizontalen prerez skozi sredino barvnega telesa. Na obodu so z velikimi črkami Y, R, B, G označene osnovne barve: rumena, rdeča, modra in zelena.

Vsak del kroga med dvema pestrima barvama je razdeljen na 10 enakih delov. V prvem delu do Y50R se zmanjšuje dominantnost rumene glede na rdečo barvo, od

Y50R pa dominantnost rdeče narašča glede na rumeno barvo. Tako npr.: barva z oznako Y90R pomeni rumeno barvo z 90% rdeče (slika 11).

Za določanje odtenka določene barve, to je sorodnosti s črno oziroma belo barvo, ali za pestrost barve uporabljamo vertikalni presek NCS-barvnega telesa in dobimo NCS-barvni trikotnik. Osnovnica trikotnika je siva skala od črne (S) do bele (W), vrh trikotnika pa pomeni maksimalno čistost barve (C).

Barve enakega barvnega tona so v istem trikotniku in imajo različen delež črne ali različen delež čiste barve, iz tega pa sledijo različne nianse. Vse barve z enako nianso pa ležijo na isti točki vseh 40 trikotnikov.



Slika 13: Enakost in sorodnost barv

Trikotnik je razdeljen v 10 razdelkov, vzporednih z osnovno stranico trikotnika (W-S) oziroma s stranico (W-C).

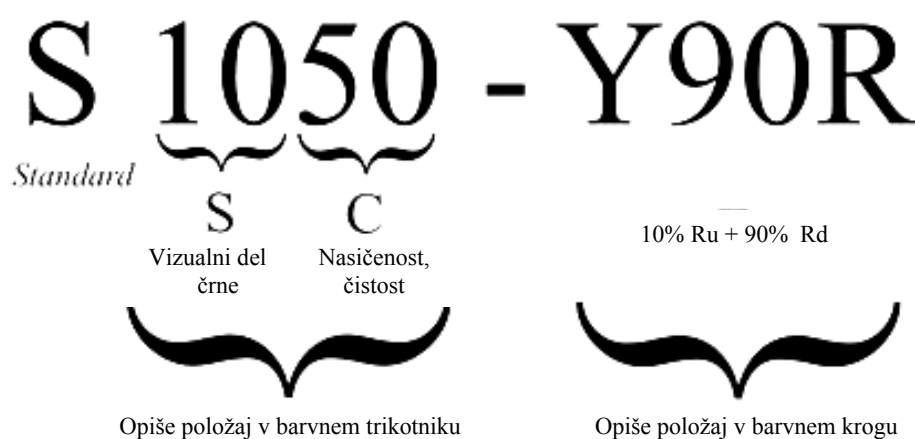
Barve z enakim deležem črne oziroma bele barve ležijo na paralelni črti k stranici (W-C) (slika 13), barve z enakim deležem čiste barve pa na vertikalah, paralelnih s sivo osjo.

Lestvica čistosti pomeni sorodnost s čisto barvo, lestvica deleža črne označuje sorodnost s črno barvo. Sorodnost z belo barvo ni podana, ker se izračuna iz razlike med 100 in deležem črne.

3.2 Označevanje barv po NCS barvnem sistemu

Na osnovi razporeditve barve v NCS-barvnem telesu je barva označena s številkami in oznakami barve, na primer S2030 – Y90R pomeni: druga izdaja, prvi dve števili označujeta vizualni delež črne (S), naslednji dve nasičenost, čistost (Chroma), pomišljaju sledi oznaka barvnega tona: Y-rumena barva, številka 90 pomeni 90% rdeče barve R.

3.2.1 Primer oznake barve s številkami in oznakami barv



Vse oznake bazirajo na vizualni zaznavi barve in so podane v deležih. Na osnovi takšne oznake sledijo hitre opredelitve:

- ▶ kako svetla oziroma temna je barva,
- ▶ kako čista oziroma intenzivna je barva,
- ▶ kakšna je barvni ton barve in katera osnovna barva dominira.

NCS-sistem uporabljajo arhitekti, oblikovalci, grafičarji in drugi. Vzorci barv so dosegljivi v raznih oblikah, kot so: zbirke barv (s 1750 vzorci) – atlas, indeks, album..., specialne zbirke, NCS-»brilliant« (lesketajoči vzorci), specialni produkti (programska oprema, merilni sistem), delovni in dopolnilni material, dodatni pripomočki (merilec svetlosti, tabele, skale leska), primerjalni ključi (NCS-RAL, NCS-angleški standard BS 5252, NCS-Munsell, NCS-Euro Scala (CM 4K), učni material, drugo (NCS-Palette, EDV-programska oprema, postri, modeli, serija diasov).



Slika 14: Vzorci barv so dosegljivi v raznih oblikah

Pomankljivost NCS-sistema:

- ▶ čiste barve (Rd, Ze, Ru, Mo) niso eksaktno definirane,
- ▶ ni popolnoma vizualno enakomeren,
- ▶ preračun v CIExyz vrednosti je možen samo na osnovi tabel.

4 RAL-DESIGN BARVNI SISTEM

RAL-design sistem je leta 1993 predstavil Nemec Ludvig Goll in je proizvod nemškega inštituta za kakovost in označevanje e.V. RAL (Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.). Barvni sistem temelji na zakonitostih CIE-sistema, ki jih je leta 1976 sprejela CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) in predstavlja vizualizacijo CIELAB (CIE L*a*b*) prostora.



Slika 15: Logotip RAL-design barvnega sistema

4.1 Zgradba RAL-design sistema

Razporeditev barv v sistemu je izvedena na podlagi vrednotenja po CIELAB formulah za L*, a* in b*, ki predstavljajo pravokotne koordinate, ter L*, C*, h, ki predstavljajo cilindrične koordinate barvnega sistema.

L* ... opiše svetlost barve

a* ... opiše rdeče zelene lastnosti barve

b* ... opiše rumeno modre lastnosti barve

C*_{ab} ... opiše barvno čistost – kromo

h_{ab} ... opiše kot barvnega tona – pestrost

$$L^* = 116f(Y/Y_0) - 16$$

$$a^* = 500[f(X/X_0) - f(Y/Y_0)]$$

$$b^* = 200[f(Y/Y_0) - f(Z/Z_0)]$$

$$C_{ab}^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$h_{ab} = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$

če je $X/X_0 > 0,008856$, velja: $f(X/X_0) = (X/X_0)^{1/3}$

če je $X/X_0 \leq 0,008856$, velja: $f(X/X_0) = 7,787(X/X_0) + 16/116$

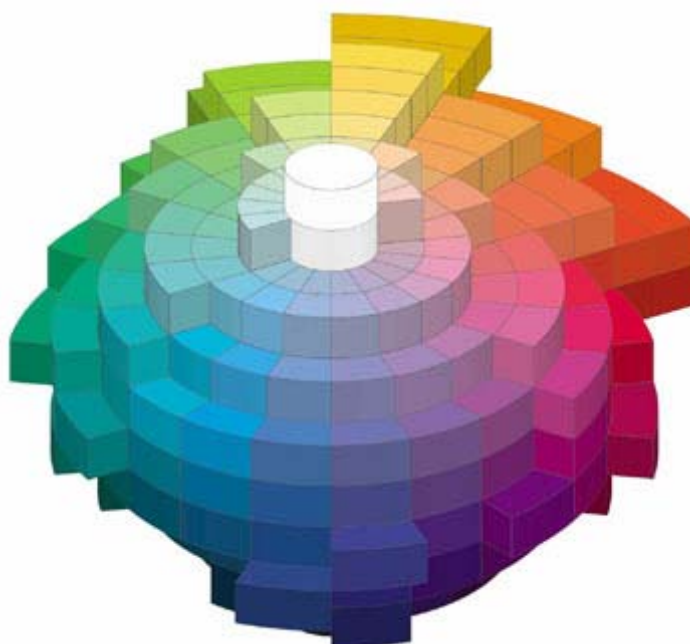
če je $Y/Y_0 > 0,008856$, velja: $f(Y/Y_0) = (Y/Y_0)^{1/3}$

če je $Y/Y_0 \leq 0,008856$, velja: $f(Y/Y_0) = 7,787(Y/Y_0) + 16/116$

če je $Z/Z_0 > 0,008856$, velja: $f(Z/Z_0) = (Z/Z_0)^{1/3}$
 če je $Z/Z_0 \leq 0,008856$, velja: $f(Z/Z_0) = 7,787(Z/Z_0) + 16/116$

Razvrstitev barv v sistemu je izvedena po kriterijih cilindričnega sistema. C^* in h vrednosti izračunamo s pomočjo a^* in b^* vrednosti CIELAB sistema po zgoraj navedenih formulah. Razvrstitev barv v sistemu je izvedena po treh kriterijih:

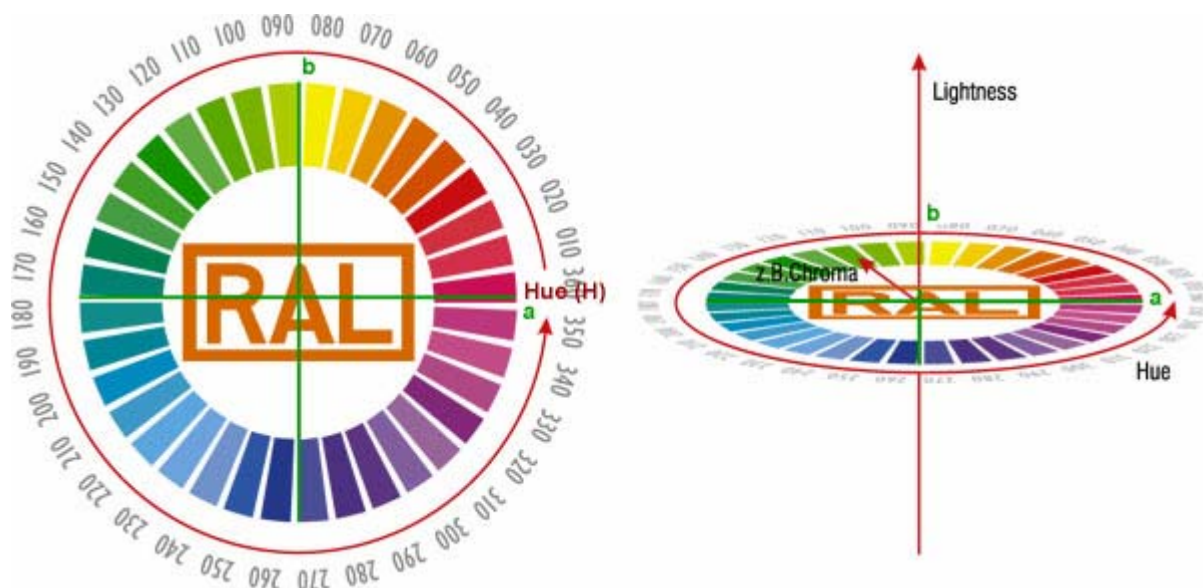
- ▶ barvnem oz pestrem tonu – hew (H),
- ▶ svetlosti – lightness (L),
- ▶ kromi, čistosti – chroma C.



Slika 16: Barvno telo RAL-design sistema

4.1.1 Barvni ton

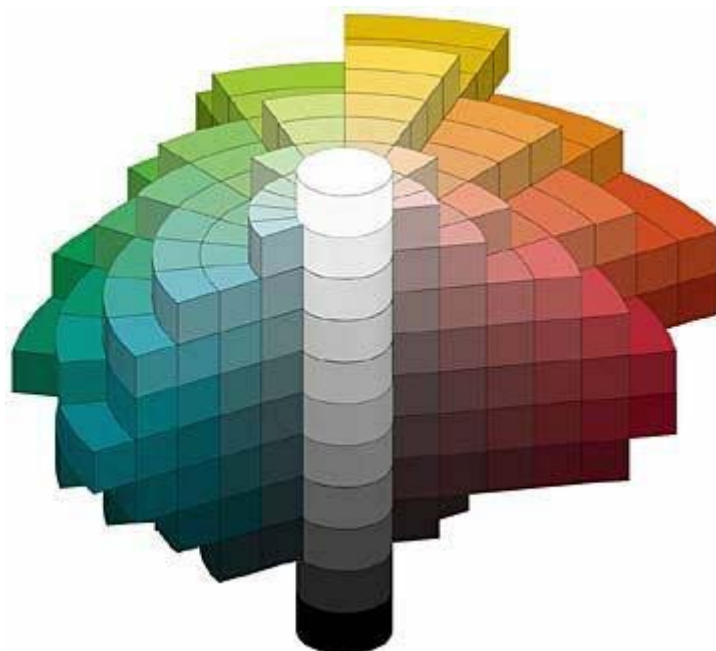
Barvni oz. pestri toni so razporejeni v krogu in si sledijo kot spektralne barve. Oznaka je določena s kotom, ki narašča od pozitivne a^* -osi v nasprotni smeri urinega kazalca od 0-360°. Osnovne barve RAL-design sistema so rdeča ($+a^*$) z oznako 0 oz. 360, rumena ($+b^*$) z oznako 90, zelena ($-a^*$) z oznako 180 in modra ($-b^*$) z oznako 270.



Slika 17: Prikaz barvnega tona, svetlosti in pestrosti barve v RAL-design sistemu

4.1.2 Svetlost

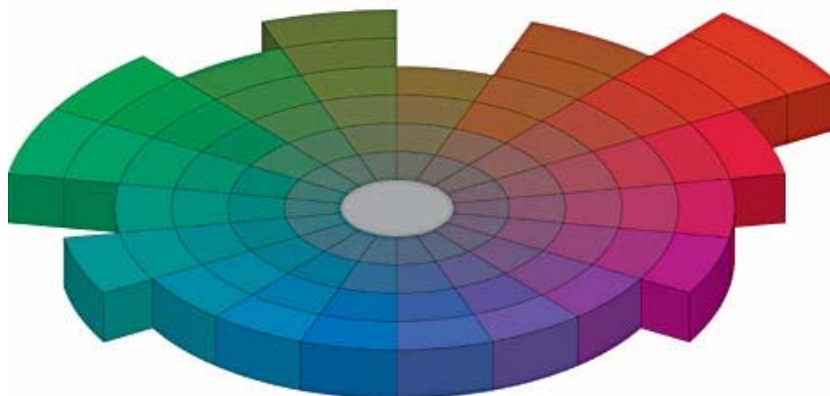
Različne svetlosti so prikazane z nivoji od 0-100 na vertikalni osi, ki leži v središču barvnega telesa. Svetlost 0 pomeni črno barvo, vmesne stopnje so nepestrih sivih barv, največja svetlost je označena s 100 in pomeni belo barvo.



Slika 18: Barvno telo RAL-design sistema s prikazom svetlostne osi

4.1.3 Barvna čistost

Kroma podaja delež čiste barve v določeni barvi primerjalno z njeno sivino in narašča z oddaljenostjo od sive osi. Na osi ima C vrednost 0. Barve različnih pestrosti dosegajo maksimalno vrednost krome pri različnih svetlostih. Razlog za to je dejstvo, da so nekatere barve svetlejše od drugih barv (rumena barva je svetlejša od rdeče in modre).



Slika 19: Prerez RAL-design barvnega telesa, pri svetlosti 50

4.2 Označevanje barv po RAL-design barvnem sistemu

Oznaka v RAL design sistemu je sedemmestna in obsega tri skupine števil ločenih s presledkom. Številčna oznaka pomeni lego v CIE-barvnem prostoru in hkrati v RAL-atlasu.

- ▶ Prvo število je trimestno in definira pestrost (H) s kotom od 0 - 360°.
- ▶ Drugo število je dvomestno in izraža svetlost (L), vrednosti od 0 - 100.
- ▶ Tretje število je dvomestno in podaja oddaljenost od osi svetlosti oz. delež čiste barve (C).

Sedem mestna števila imajo peestre barve. Nepeestre (sive) barve so označene le s štirimi števili, saj ne vsebujejo peestre komponente (2 para števil za L oz. C).

Primer označevanja barv:



170 20 25 temno zelena barva: H=170, L=20, C=25



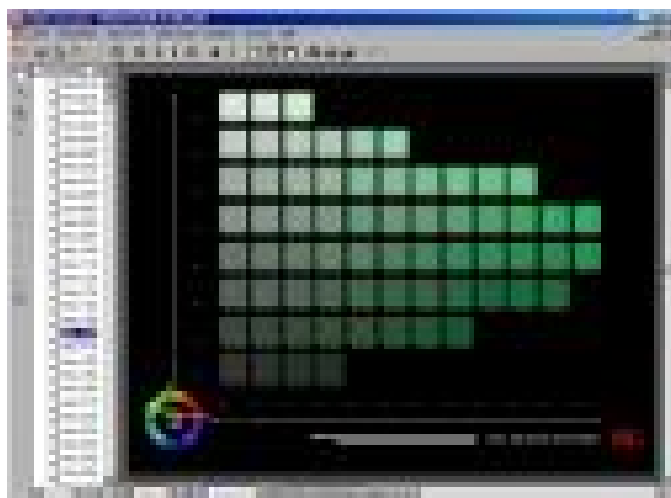
090 85 10 rumena barva: H=090, L=85, C=10

4.3 Barvni atlas

V barvnem atlasu je prikazanih 36 reprezentančnih barv, ki si sledijo od redeče prek oranžne, rumene, rumeno-zelene, zelene, zeleno-modre, modre, vijolične in škrlatne v sklenjenem krogu. Barve se medsebojno razlikujejo po barvnometrično opredeljeni enakih razmikih. Barvne razlike v horizontalni oz. vertikalni smeri znašajo 5 oz. 10 dE. V atlasu so barvni vzorci razporejeni po straneh, ki hkrati označujejo za barve določenega barvnega tona vpliv svetlosti L in čistosti C.



Slika 20: RAL-design barvni atlas



Slika 21: RAL-design on-line barvni atlas

5 ZAKLJUČEK

Na osnovi vsebine obravnavanih sistemov lahko ugotovimo, da ima vsak sistem svoje zakonitosti, svoje značilnosti in je bolj ali manj tudi uporabniško usmerjen. Nekateri sistemi se zadovoljijo z vizualno opredelitvijo enakosti razmikov in prikazom manjšega števila realnih vzorcev, drugi so zgrajeni na znanstveni osnovi in dajejo možnost numeričnega vrednotenja barve, ki je predvsem za tehniko in industrijo izrednega pomena, saj omogoča racionalizacijo proizvodnje in opredelitev zahtevane kakovosti izdelkov.

Za barvne sisteme, ki barve ponazarjajo z realnimi vzorci, je glavni problem priprava vzorcev. Zato je število barv, ki so zbrane v atlasih ali komercialnih ponudbah, glede na množico možnih barv zelo majhno. Delna rešitev tega problema je prisotna že danes. V prihodnosti pa pričakujemo realizacijo problema s pomočjo računalniške tehnike, ki omogoča vizualizacijo izredno velikega števila barv, s tem pa silno poenostavljeno komunikacijo med udeleženci uporabe sistemov.

6 LITERATURA

JELER, S. Barvni sistemi. V *Interdisciplinarnost barve (1.del v znanosti)*. Uredil S. Jeler in M. Kumar, Maribor: DKS, 2001, str. 163-196.

GOLOB, V. Barvni sistemi. V *Barvna metrika*. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2001, str. 40-50.

The Munsell Color System. *D|MA User Homepages* [on-line]. 2003, obnovljeno 2003 [citirano 18.12.2005]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://users.design.ucla.edu/~fwinkler/21/munsell.html>>.

The RAL DESIGN System. *DTP studio homepage* [on-line]. [citirano 18.12.2005]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.dtpstudio.de/raldigital30/english/ral-designsystem_e.htm>

The RAL DESIGN System. RAL farben [on-line]. 2005 [citirano 18. 12 2005]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.ral.de/farben/en/farbvorlagen/index.html?content1.shtml>>

The NCS System. NCS Natural Color System [on-line]. 2004, obnovljeno 2005 [citirano 17.12.2005]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.ncscolour.com/webbizz/mainPage/main.asp>>

Univerza v Ljubljani
NTF - oddelek za tekstilstvo
Grafična tehnologija

BARVNI SISTEMI

Mojca FRIŠKOVEC
Saša JANČAR
Maša ŽVEGLIČ

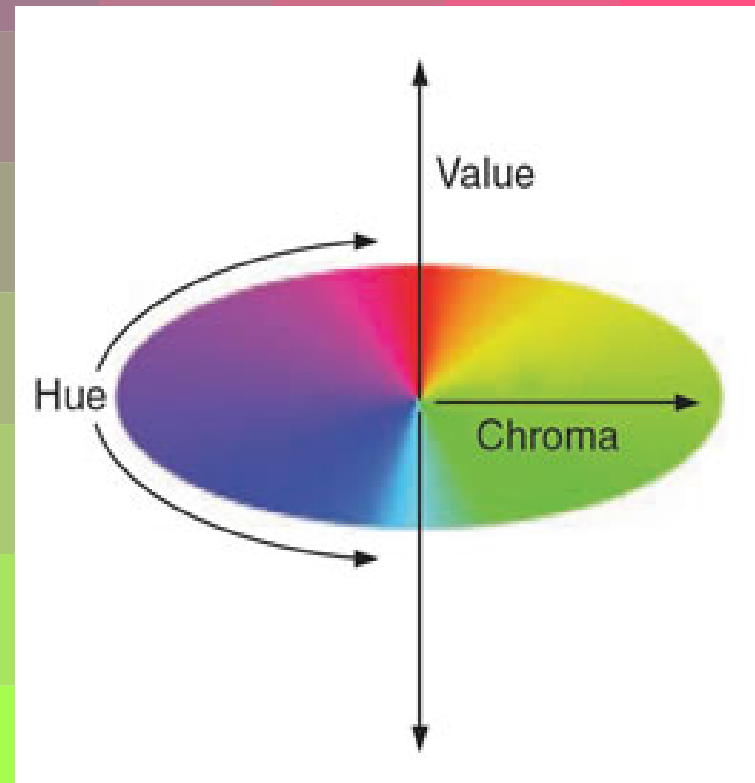
Ljubljana, december 2005

UVOD

- Človek razpozna okoli 10 milijonov barv
- Težave pri razpoznavanju in sporazumevanju
- Skozi stoletja različne rešitve
- Razporejanje barv:
 - Barvni sistemi
 - Zbirke barv

Barvni sistem - sistematična razporeditev barv

- Tridimenzionalna razporeditev barv → barvno telo
- Barvo definirajo tri koordinate
- Barvni sistemi imajo skupne značilnosti:
 - Barvni ton – krožnica
 - Svetlost – vertikalna os
 - Nasičenost – oddaljenost od vertikalne osi



Zbirke barv - nesistematična razporeditev barv

- Svobodno nizanje barvnih vzorcev
- Komunikacija
- Pomanjkljivost: reprodukcija, staranje
- Nepolnost (le del vzorcev)

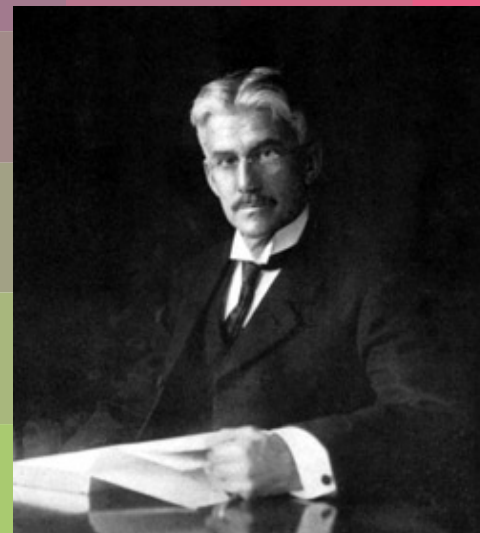


Pomembnejši barvni sistemi

- Munsellov sistem
- NCS-barvni sistem
- RAL-barvni sistem

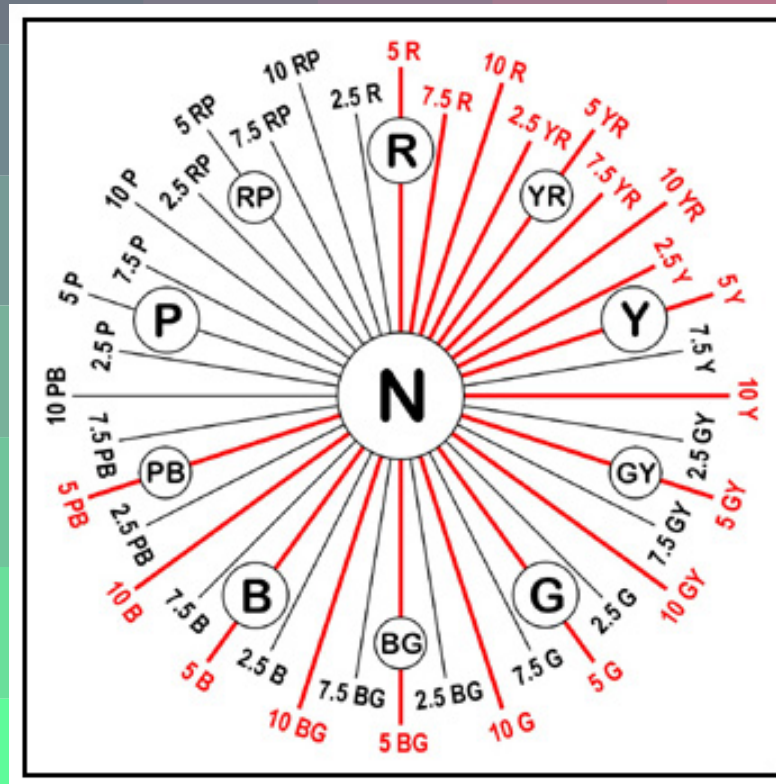
Munsellov sistem

- Razvil ga je ameriški slikar Albert H. Munsell na začetku 20. stoletja
- Danes v dopolnjeni obliki najbolj razširjen v Ameriki



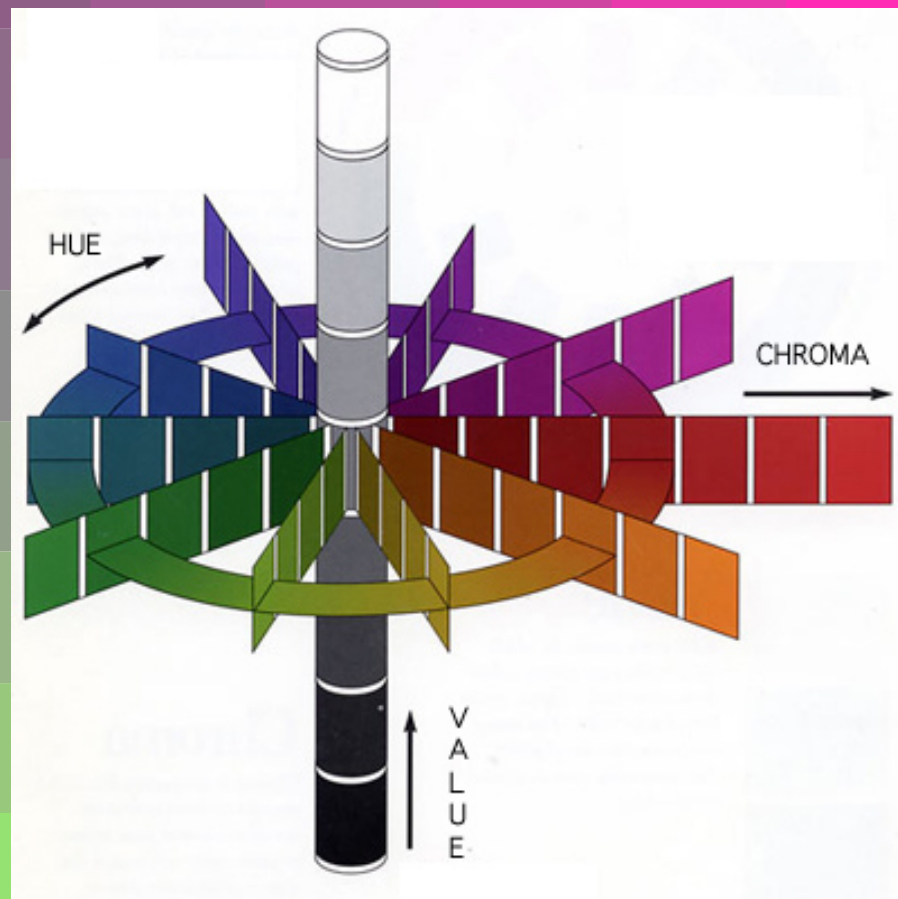
Munsellov barvni krog

- Barve razporejene v 10-barvnem krogu
 - po načelu enakih barvnih razmikov
 - po principu komplementarnosti



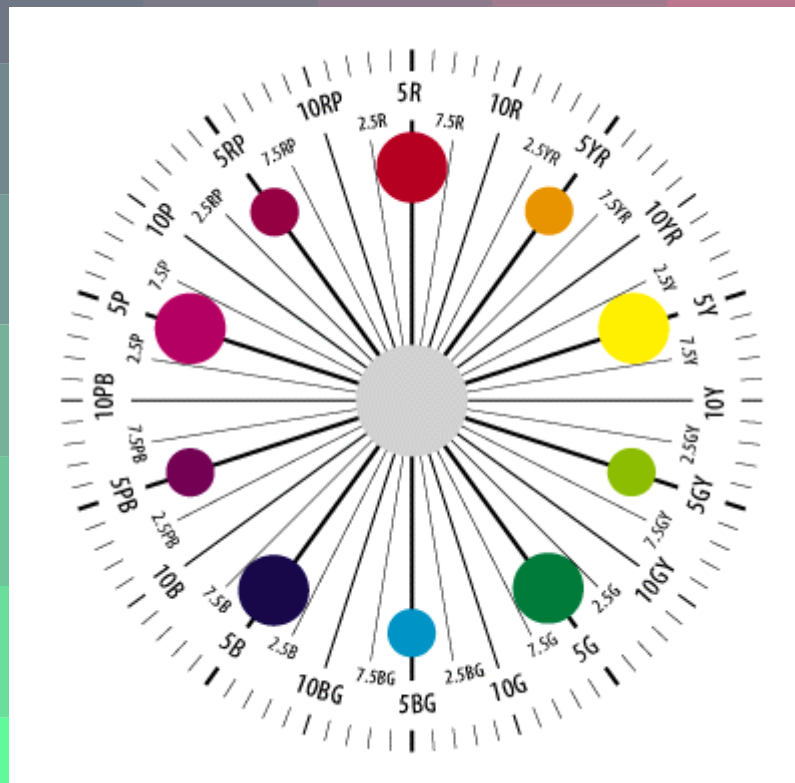
Zgradba Munsellovega sistema

- Hue (H) – barvni oz. pestri ton
- Value (V) – svetlost
- Chroma (C) – kroma, čistost barve



Barvni ton (hue)

- 100 barv z vizualno enakim razmikom
- 5 glavnih + 5 vmesnih barvnih tonov razporejenih v krogu

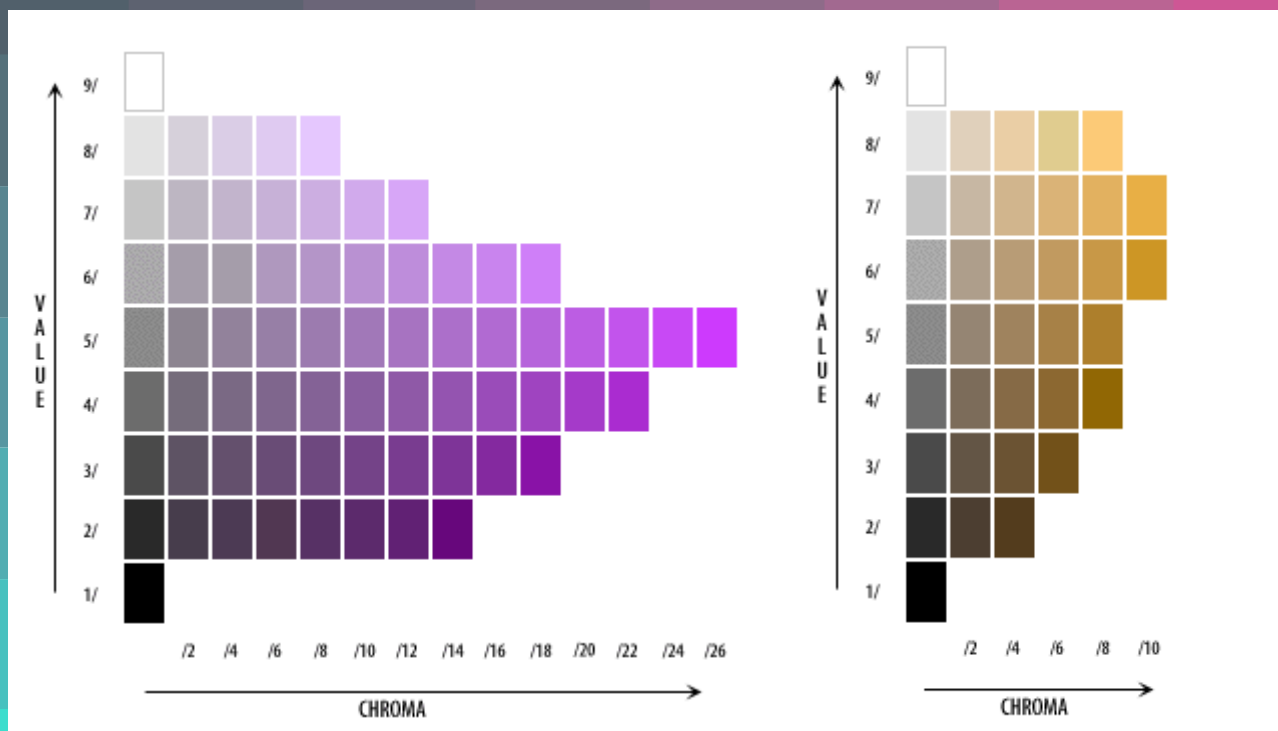


Svetlost (value)

- Označuje stopnjo svetlosti določene barve v primerjavi s sivo lestvico
 - 0 absolutno črno
 - 10 absolutno belo
 - 5 sivo

Čistost (kroma)

- pomeni odmik določenega pestrega tona od nevtralnno sive



Primer krome RP in YR tona

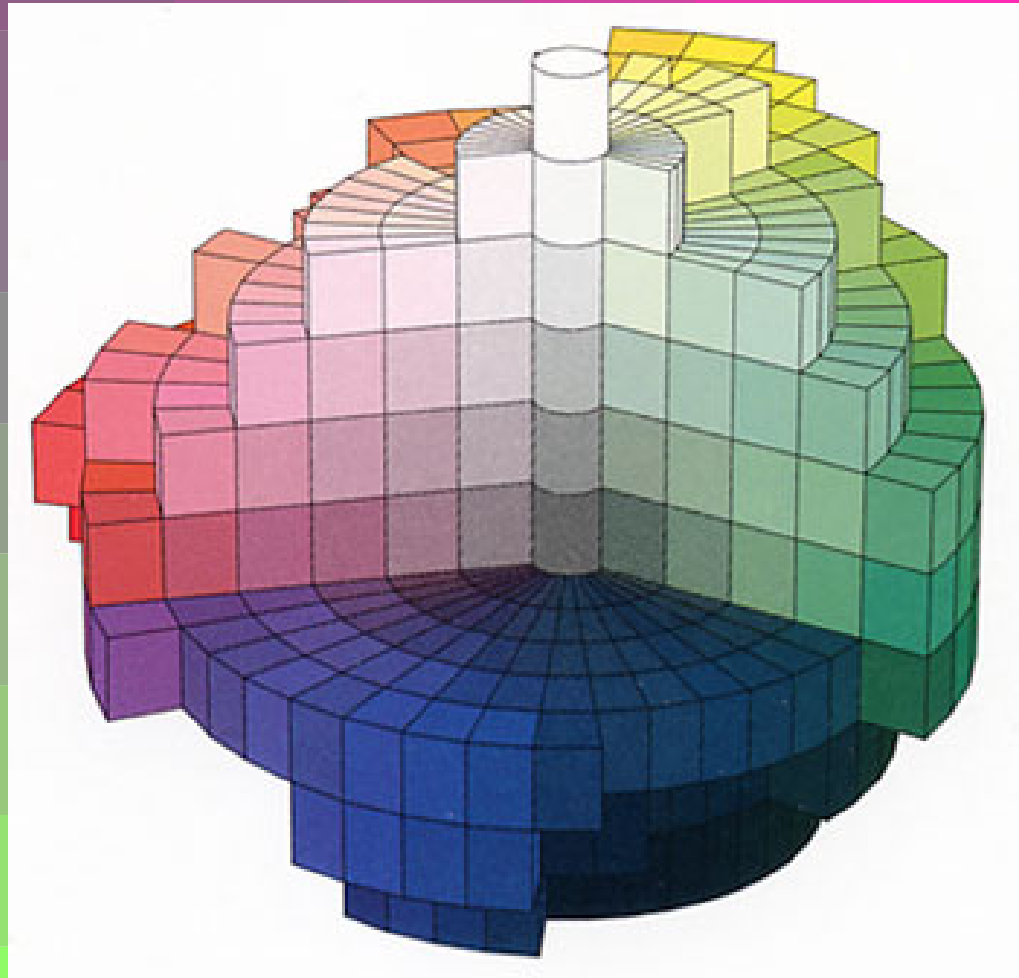
Zapis oznake

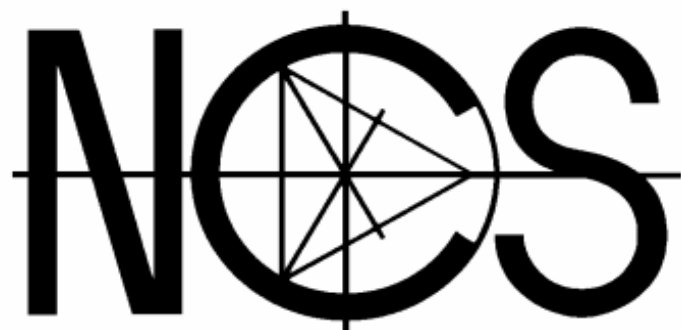
- Splošna oznaka je HV/C
- Primer vzorca 7.5YR 7/12:



Munsellovo barvno telo

- Barvne karakteristike (H , V, C in njihovo soodvisnost) razberemo iz barvnega telesa oz. prostora
- Maksimalna kroma za posamezni barvni ton različna → barvno telo nepravilno





Natural Color System®

- NCS – Natural Color System
- Pomembne osebnosti za NCS-sistem
Andres Hard
nemški fiziolog Hering
profesor Johansson
- Zgrajen je izključno na vizualni zaznavi barve
- Barve sistema so neodvisne od materiala ali površine in proizvodnega procesa

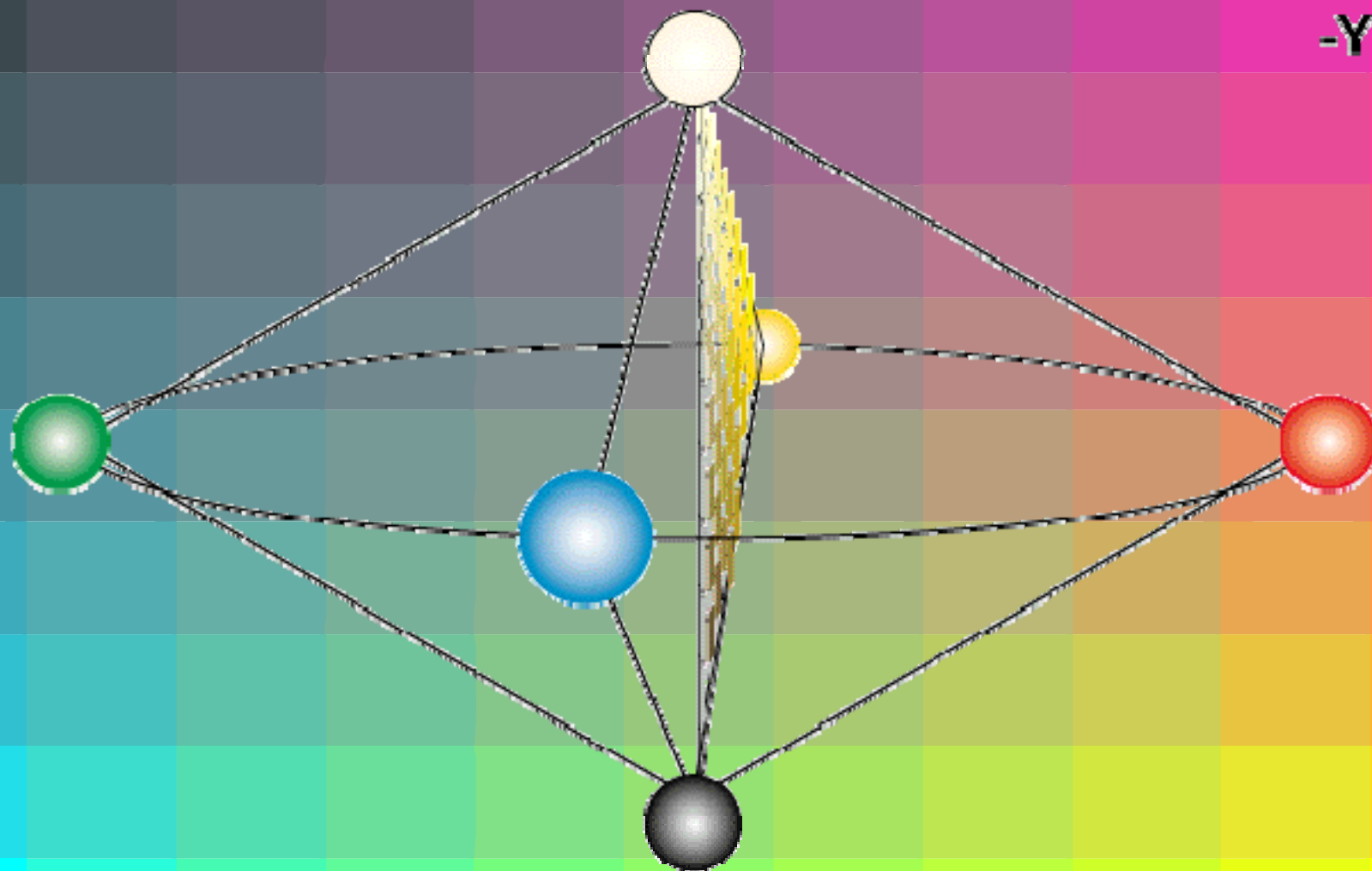
Zgradba NCS-sistema

- Človek zazna kot čiste barve samo šest osnovnih barv: rumeno, rdečo, modro, zeleno in nepestro belo in črno barvo



- Barve nastajajo z mešanjem dveh ali več osnovnih barv
- NCS-barvno telo-dvojni stožec
ekvator - štiri pestre barve
vertikalna os - siva skala

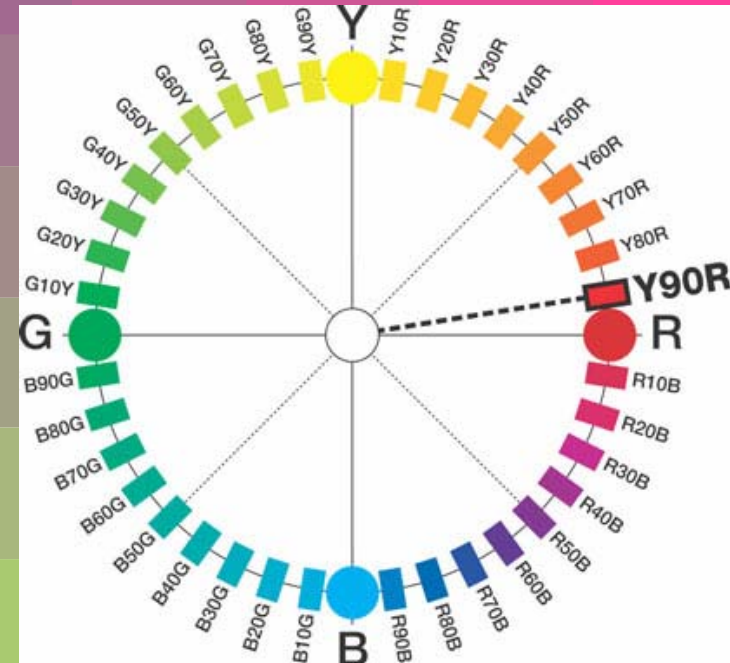
NCS-barvno telo



Dva dvodimenzionalna modela

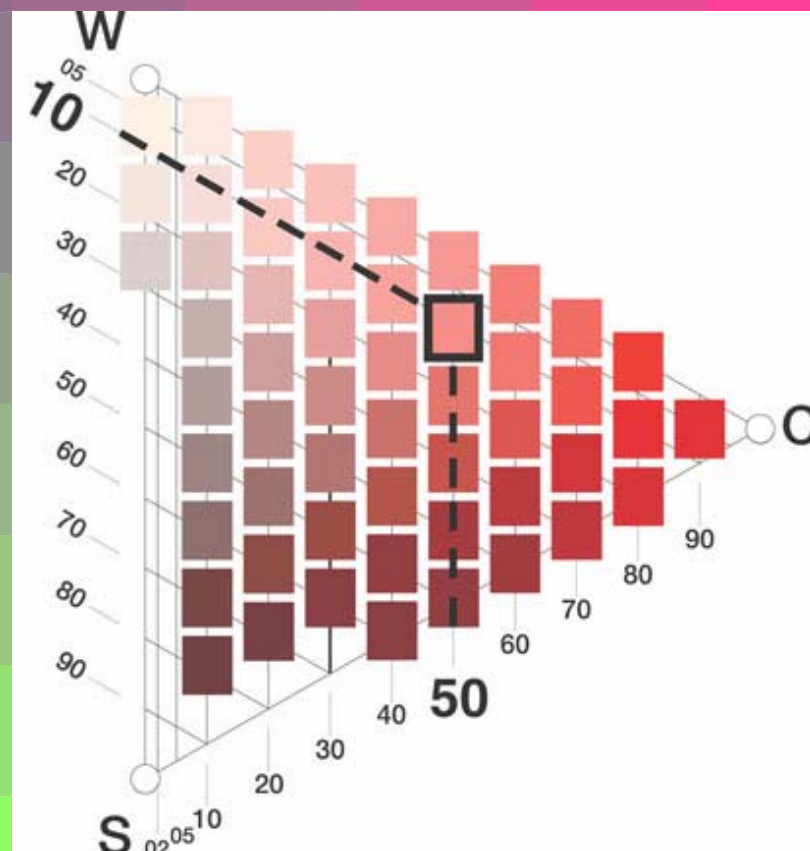
- Horizontalen prerez skozi sredino
- Y, R, B, G označene osnovne barve
- Razdeljen na 10 enakih delov
- 1. del - zmanjšuje dominantnost rumene glede na rdečo barvo
- 2. del - dominantnost rdeče narašča glede na rumeno barvo

NCS-barvni krog



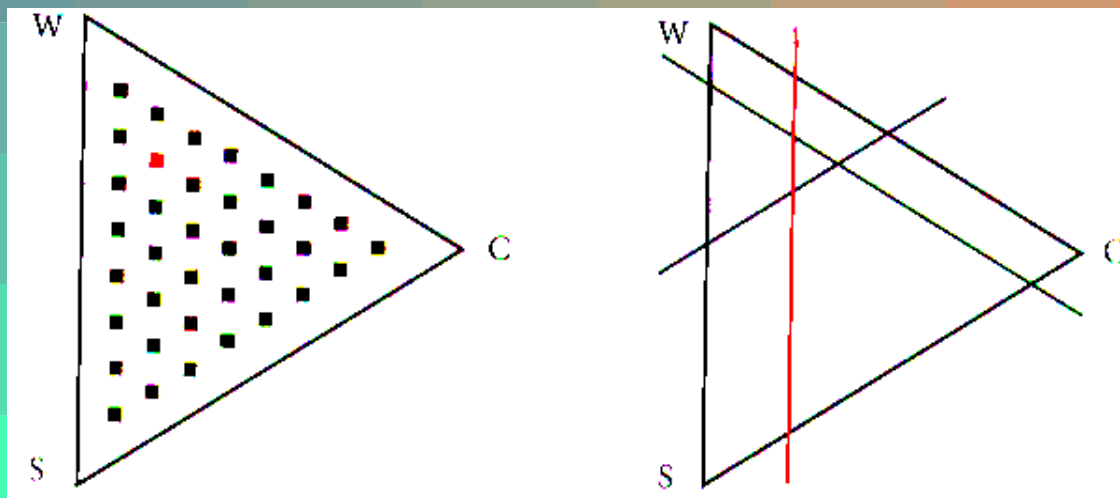
- Sorodnosti s črno oz. belo barvo
- Za pestrost barve
- Vertikalni presek NCS-barvnega telesa
- Osnovnica trikotnika:
 - siva skala od črne (S) do bele (W)
 - vrh trikotnika maksimalno čistost barve (C)

NCS-barvni trikotnik

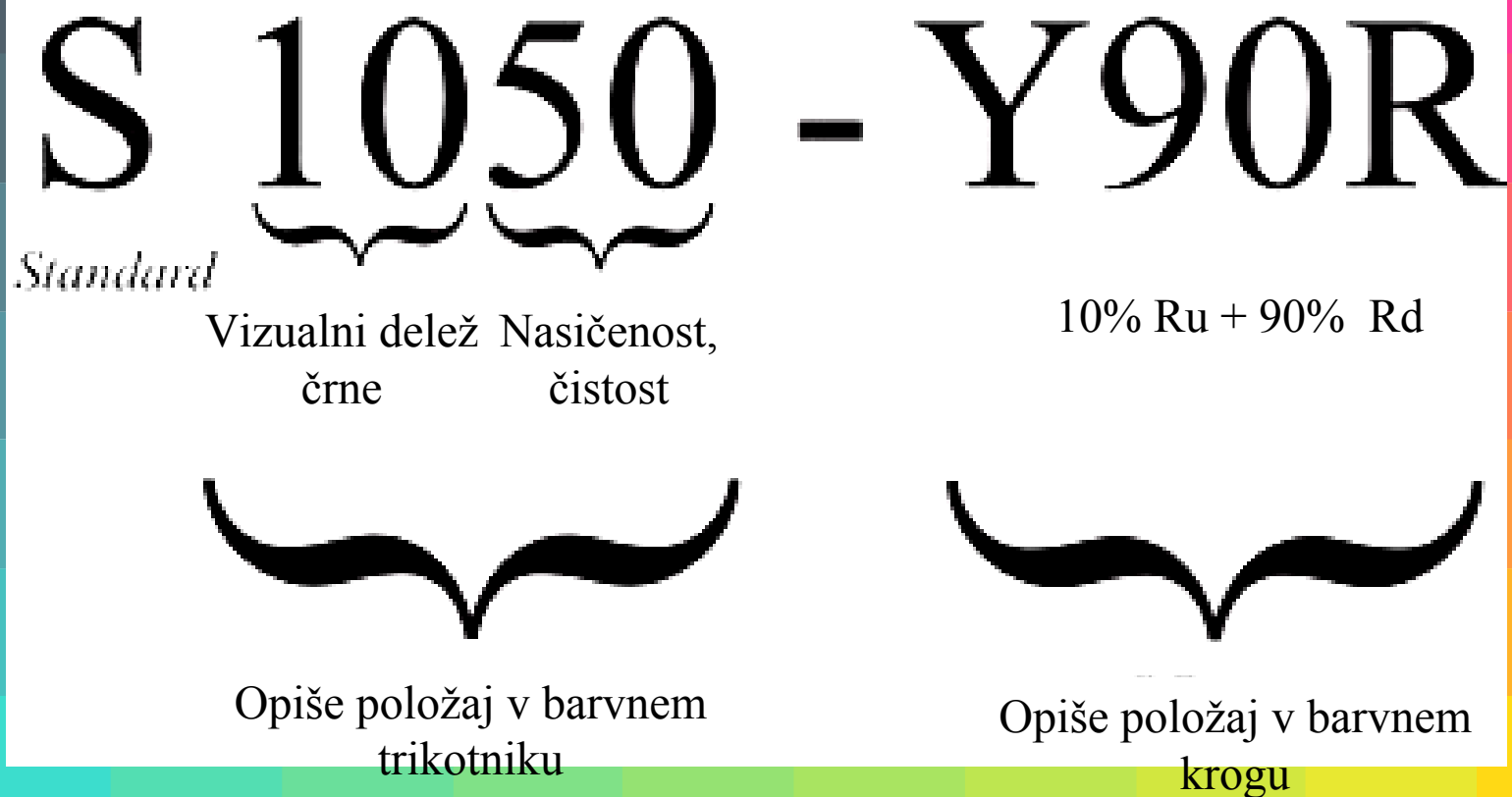


Nianse

- Barve z enako nianso ležijo na isti točki vseh 40 trikotnikov
- Razdeljen v 10 razdelkov
- Barve z enakim deležem črne oziroma bele barve ležijo na paralelni črti k stranici (W-C)
- Barve z enakim deležem čiste barve pa na vertikalah, paralelnih s sivo osjo
- Lestvica čistosti pomeni sorodnost s čisto barvo



Označevanje barv po NCS barvnem sistemu



- Z oznako barve opredelimo:
 - kako svetla oziroma temna je barva,
 - kako čista oziroma intenzivna je barva,
 - kakšna je barvni ton barve in katera osnovna barva dominira.
- NCS-sistem uporabljajo: arhitekti, oblikovalci, grafičarji...
- Vzorci barv so dosegljivi v raznih oblikah



- Pomankljivost NCS-sistema:
 - čiste barve (Rd, Ze, Ru, Mo) niso eksaktno definirane
 - ni popolnoma vizualno enakomeren
 - preračun v CIExyz vrednosti je možen samo na osnovi tabel

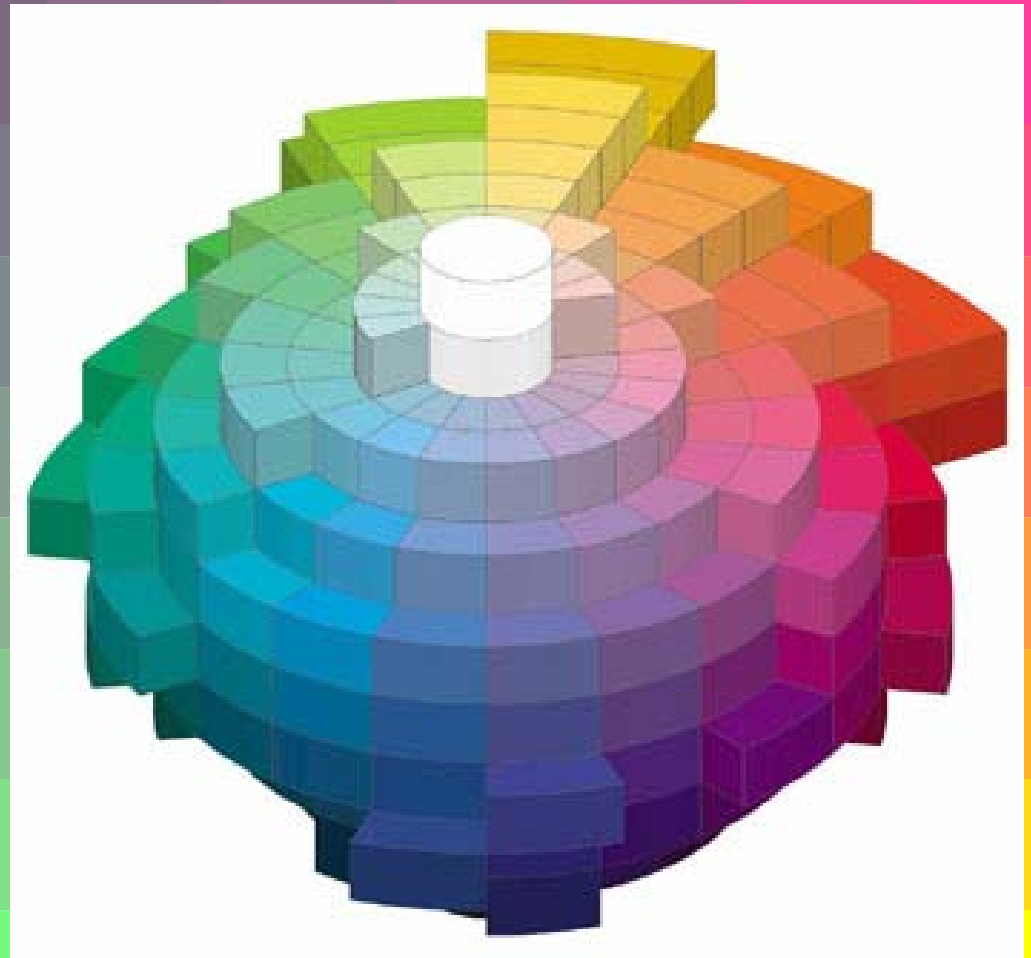




- 1993, RAL (Nemški inštitut za kakovost in označevanje)
- Temelji na zakonitostih CIELAB sistema iz leta 1976
- CIELAB: $L^*, a^*, b^* \rightarrow L^*, C_{ab}^*, h_{ab}$
 - L^* ... opiše svetlost barve
 - a^* ... opiše rdeče zelene lastnosti barve
 - b^* ... opiše rumeno modre lastnosti barve
 - C_{ab}^* ... opiše barvno čistost – kromo
 - h_{ab} ... opiše kot barvnega tona – pestrost

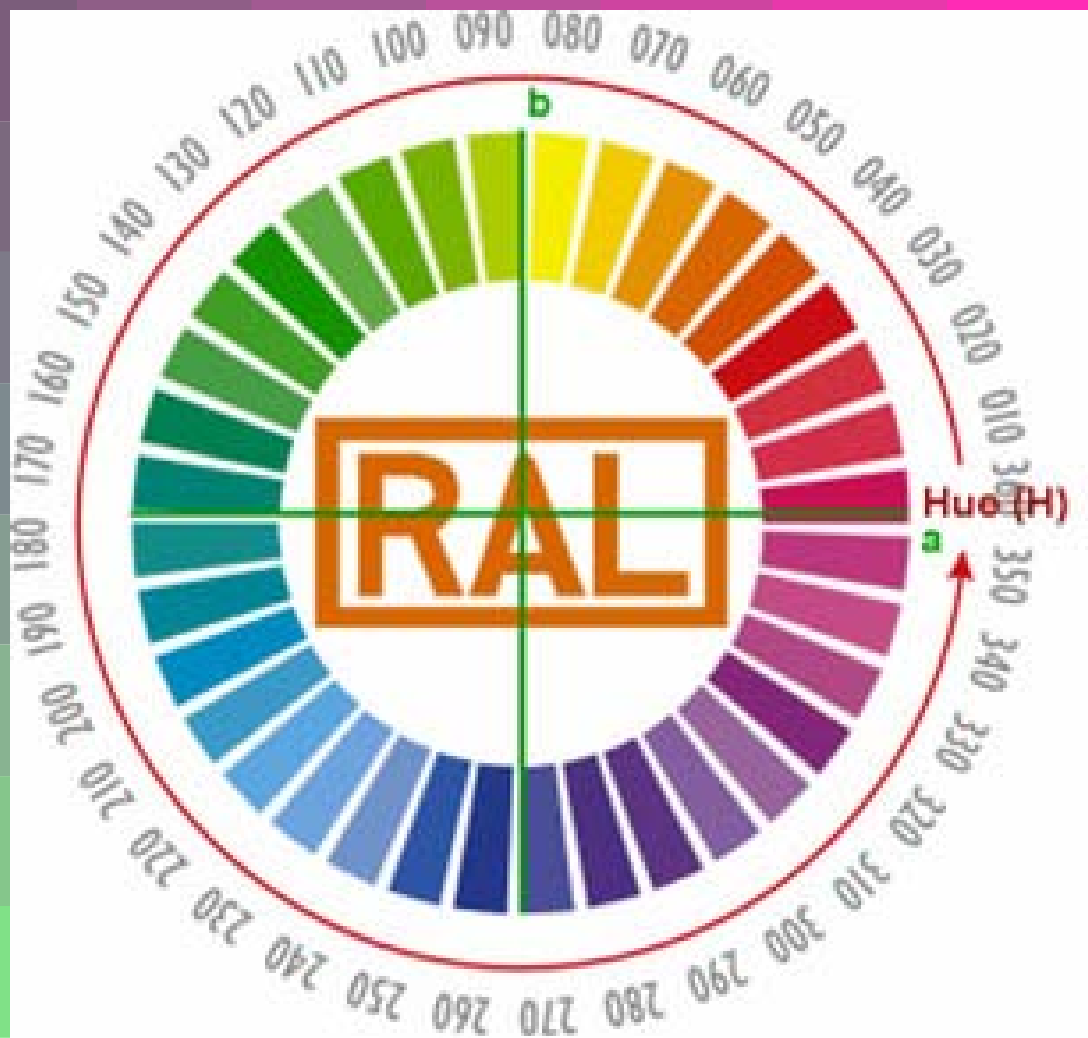
Razvrstitev barv

- **Hue H**
barvnem oz pestrem tonu
- **Lightness L**
svetlosti
- **Chroma C**
kromi, čistosti



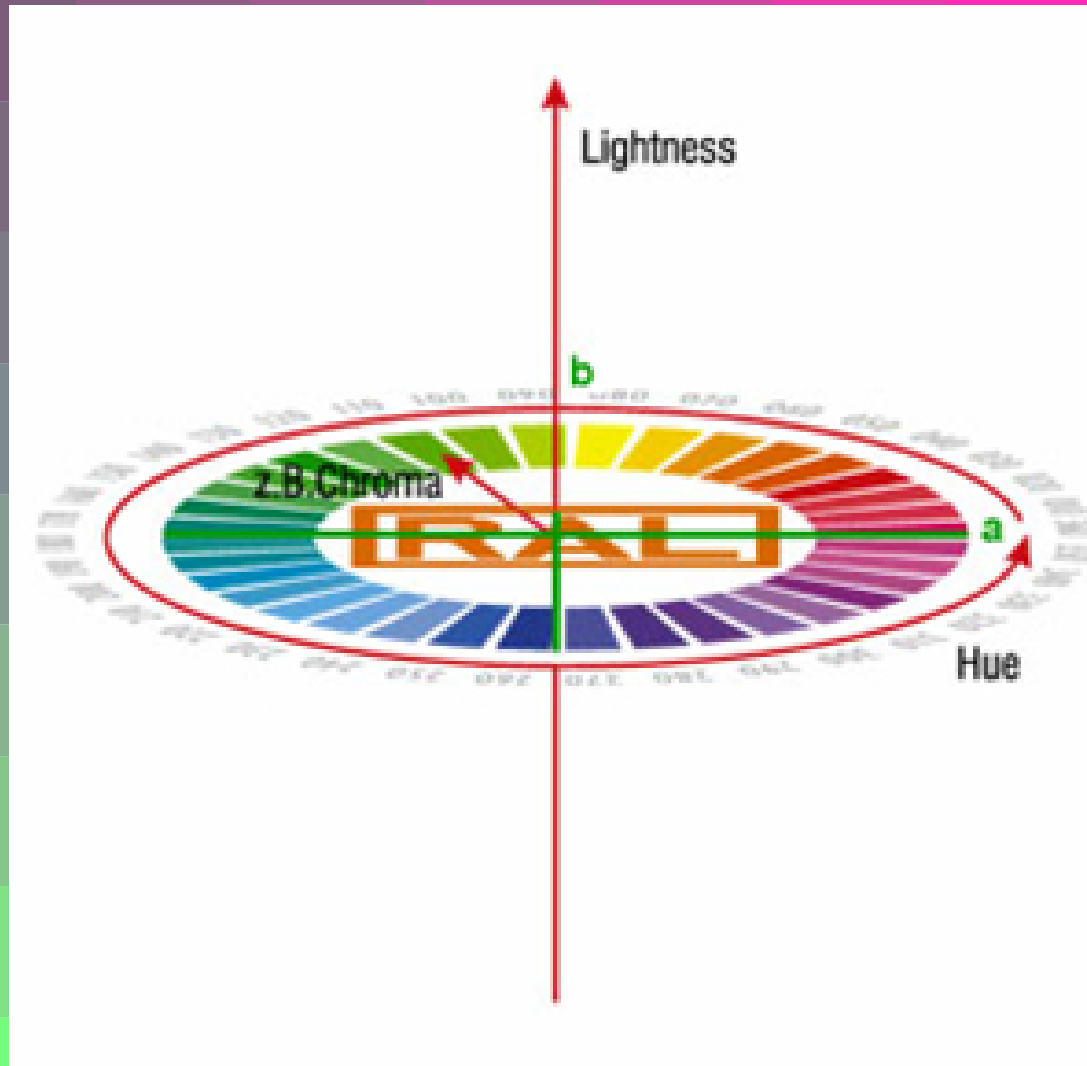
Barvni ton H

- Barvni = pestri toni razporejeni v krogu
- Oznaka določena s kotom
- Osnovne:
 - +a* ... rdeča (0 oz 360°)
 - +b* ... rumena (90°)
 - a* ... zelena (180°)
 - b* ... modra (270°)

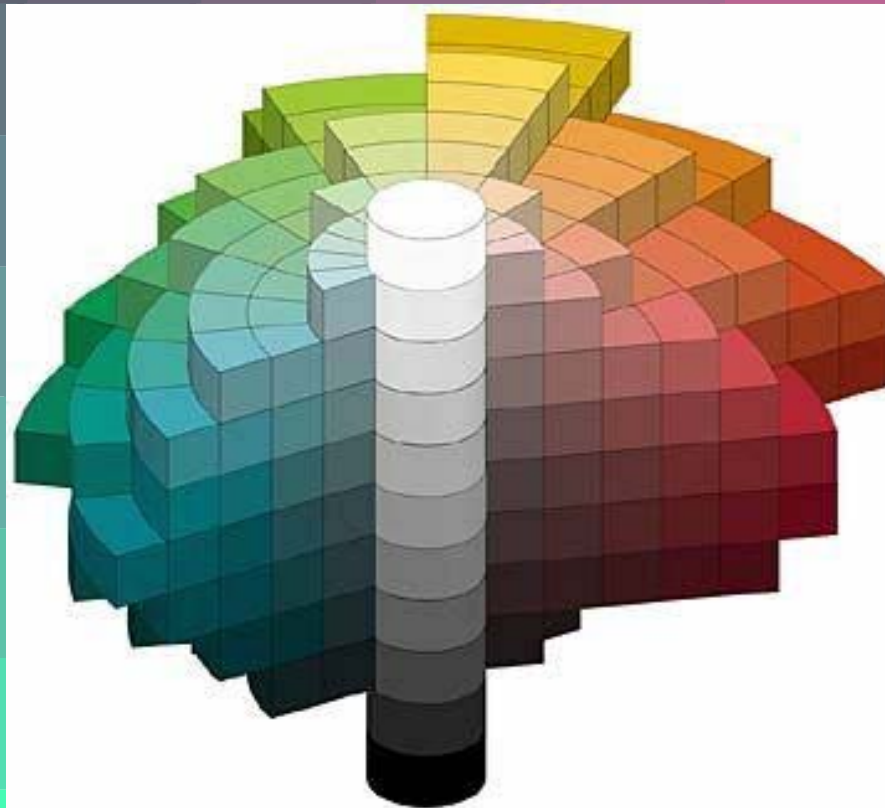


Svetlost L, kroma C

- Svetlostna vertikalna os
- Vrednosti 0-100
0 ... črna barva
100 ... bela barva
- Kroma podaja delež čiste komponente, narašča z oddaljevanjem od vertikalne osi



Barve različnih pestrosti dosegajo maksimalno vrednost krome pri različnih svetlostih. Razlog za to je dejstvo, da so nekatere barve svetlejše od drugih barv (rumena barva je svetlejša od rdeče in modre).



Označevanje barv

- 7-mestno število: tri skupine števil, ločene s presledkom
 - ▶ lego v CIE-barvnem prostoru
 - ▶ lega v RAL-atlasu

030 40 60



trimestno
pestrost H
0-360°



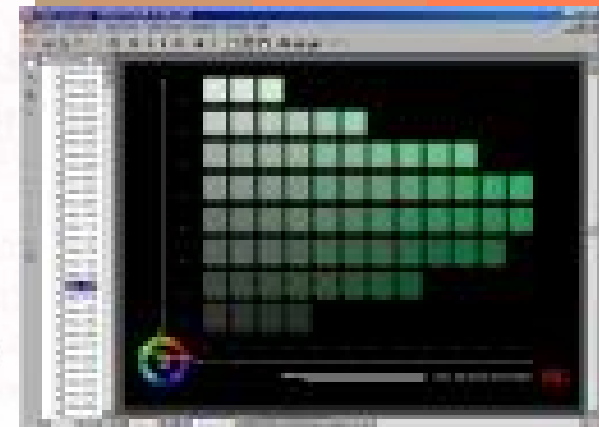
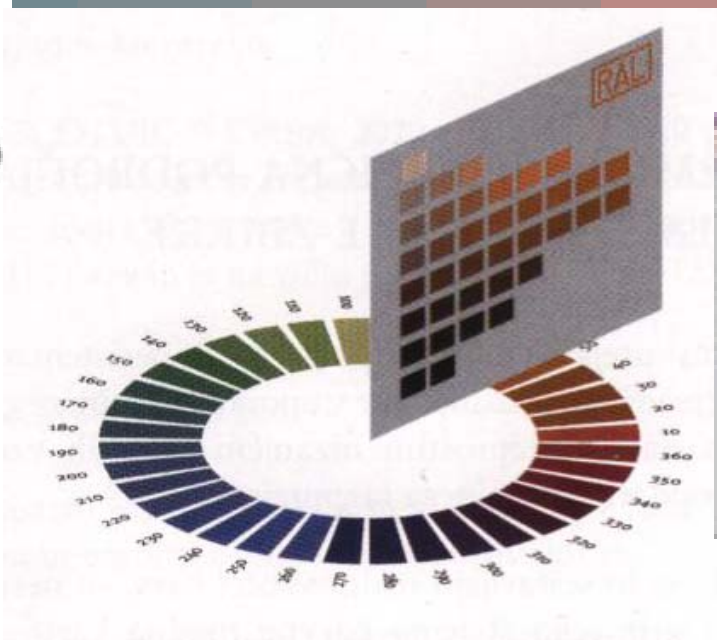
dvomestno
svetlost L
0-100



dvomestno
kroma C

Barvni atlas

- 36 reprezentančnih vzorcev
- Barvni vzorci razporejeni po straneh
- Barvni ton: vpliv svetlosti in čistosti



ZAKLJUČEK

- Vsak sistem ima svoje zakonitosti
- Glavni problem atlasov in barvnih zbirk = malo število barv
- Pričakuje se realizacija računalniške tehnike
- V prihodnosti se nagibajo k poenotenju sistemov → lažja komunikacija