

WIZUALIZACJA INFORMACJI - 2

Percepcja obrazów i koloru



Jerzy Stefanowski

Institute of Computing Sciences,
Poznań University of Technology

Październik, 2015, Poznań

Plan Wykładu

1. Percepcja → definicje
2. Proces rozpoznawanie obrazów
3. Percepcja człowieka i błędy prezentacji
4. Ograniczenia widzenia człowieka
5. Rola koloru
→ “Highlight, Group objects, Encode labels”
6. Palety kolorów
7. Praktyka → reguły doboru kolorów do wykresów

Percepcja i poznanie

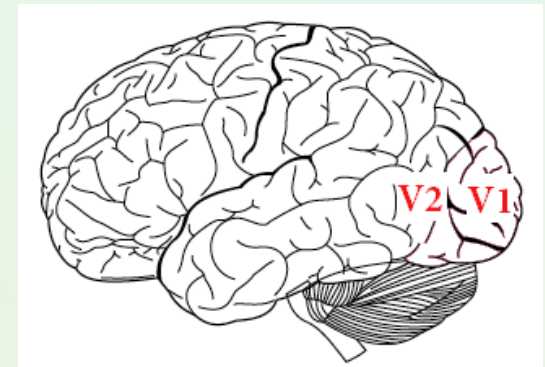
- ❑ Opisują mechanizmy, jakie zachodzą w ludzkim mózgu związane z odbiorem bodźców wizualnych
- ❑ Percepcja
 - W wąskim znaczeniu → odbiór wrażeń zmysłowych
 - Szerzej → rozpoznanie i interpretacja bodźców rejestrowanych przez zmysły
- ❑ **Procesy przetwarzanie informacji w układzie nerwowym** → odbieranie informacji z otoczenia, ich przechowywanie i przekształcanie
 - Także przygotowanie reakcji na nie

Percepcja jako proces poznawczy

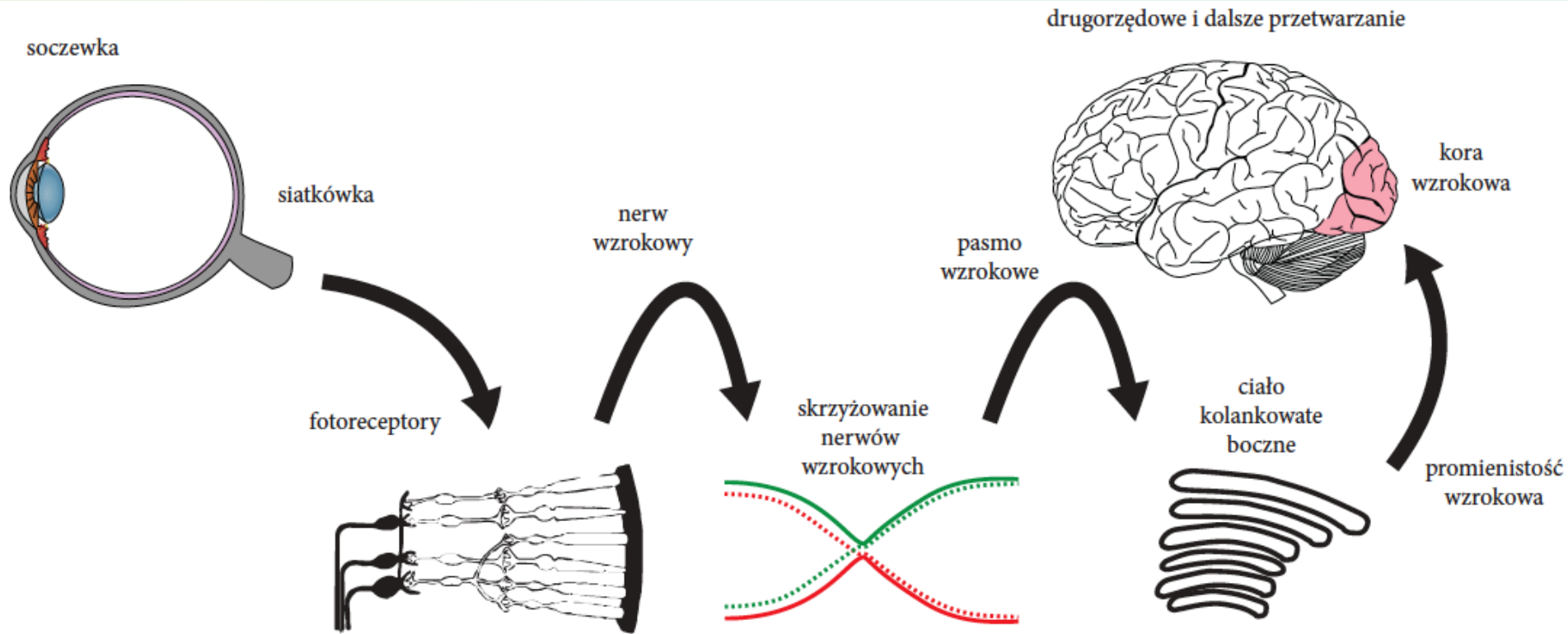
- ❑ **Odbiór wrażeń** - energia fizyczna podlega przełożeniu na aktywność nerwowa komórek kory mózgowej
- ❑ **Percepcja** (w wąskim rozumieniu) - kształtowanie wewnętrznej interpretacji obiektu i powstanie spostrzeżeń bodźców
- ❑ **Identyfikacja i rozpoznanie** - przypisywanie znaczenia spostrzeżeniom

Mózg - interpretacja obrazów

- ❑ Ośrodki wzrokowe odpowiedzialne za interpretacje obrazów - płaty potyliczne kory mózgowej
- ❑ Postrzeganie wrażeń wizualnych - nieświadome i dość szybkie
- ❑ Myślenie - proces poznawczy - czołowa część kory mózgowej
 - Przebiega wolniej i mniej efektywnie niż odbiór wrażeń wzrokowych
 - Podobnie analiza tekstu i tradycyjnych danych

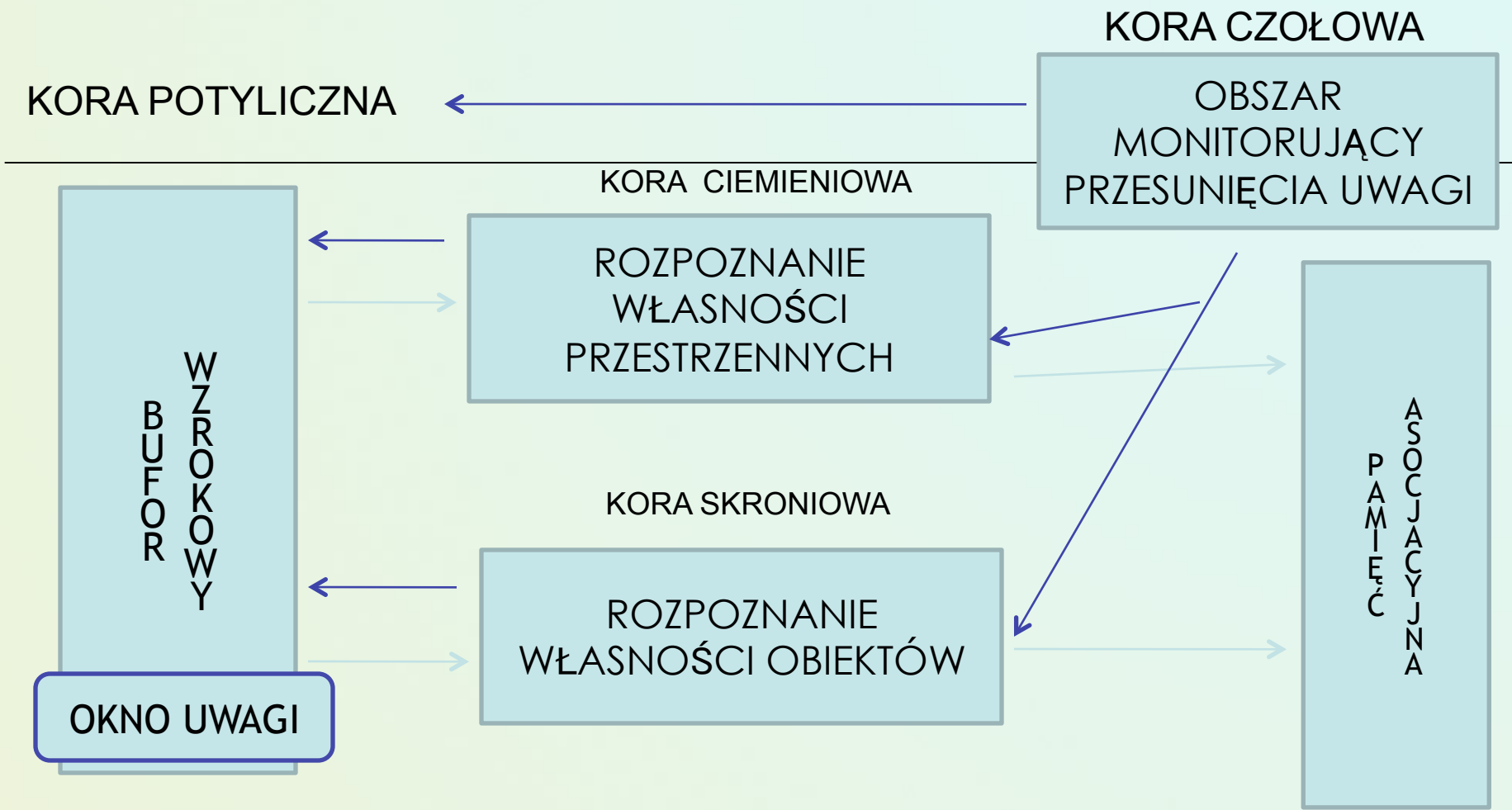


Droga wzrokowa



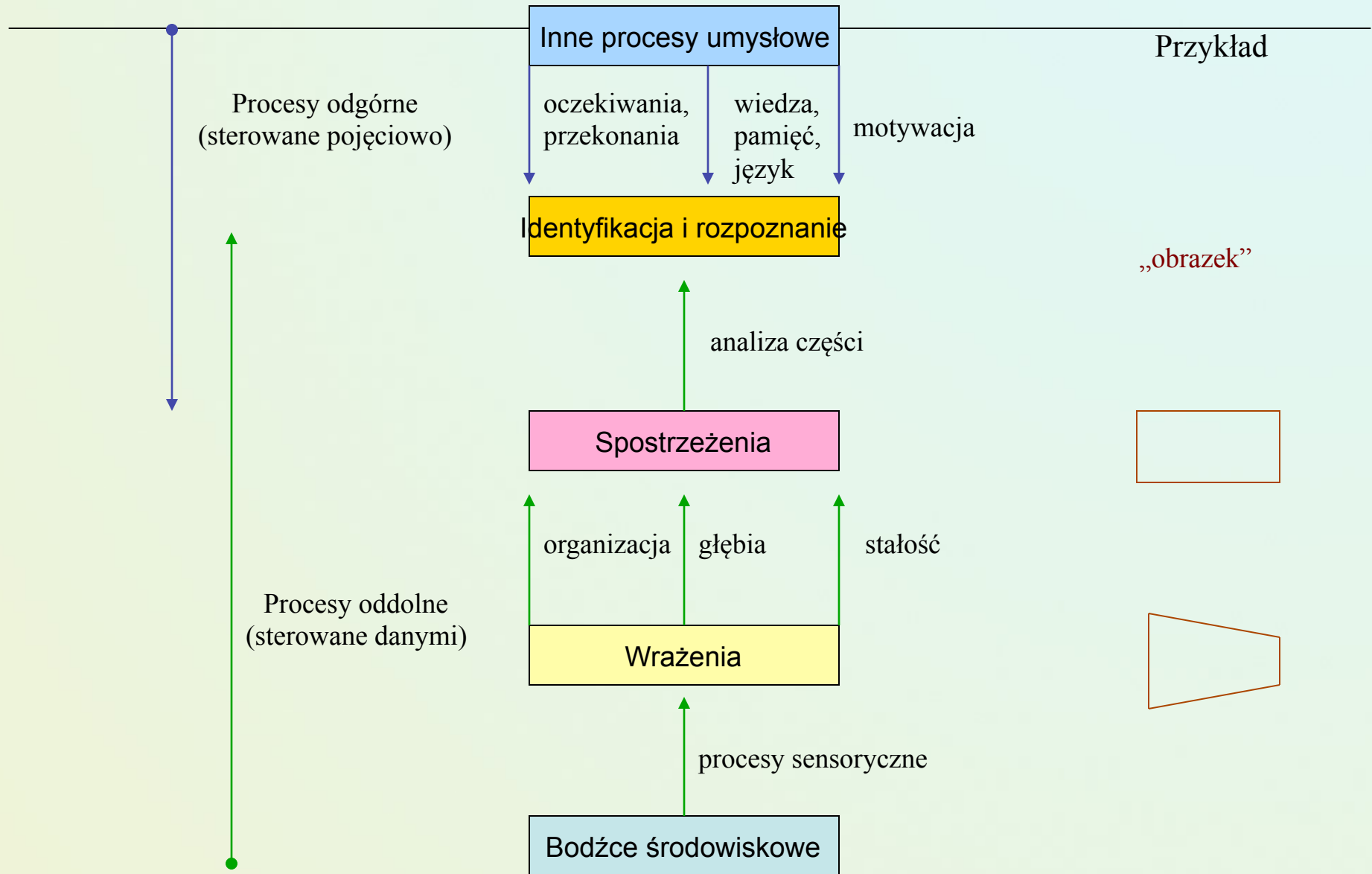
Percepcja i rozpoznawanie obrazu

- ❑ Oko odbiera fale elektromagnetyczne
- ❑ Bodźce wzrokowe
- ❑ Systematyzacja wrażeń pierwotnych
 - Identyfikacja kształtów pierwotnych, pozycji, koloru rozmiaru obiektów
- ❑ Jeśli nie wyróżniono wrażeń - dopasowanie w tzw. pamięci roboczej
 - Np. identyfikacja elementów o tym samym kolorze, kształcie, tekstury,..
 - Uruchomienie procesów dedukcyjnych
- ❑ Tworzenie opisu wizualnego obiektu
- ❑ Kodowanie w pamięci długoterminowej i ostateczne rozpoznanie obiektów



MODEL POWSTAWANIA REPREZENTACJI WZROKOWEJ WEDŁUG KOSSLYNA

Schemat procesu percepcji



Obciążenia percepcji

Stan faktyczny → to co postrzegamy ← oczekiwania

Oczekiwania, przekonania:

- Nasze doświadczenie
- Teraźniejszość: aktualny kontekst
- Cele i ew. motywacje

Obciążenie percepcji - co przedstawia rysunek?





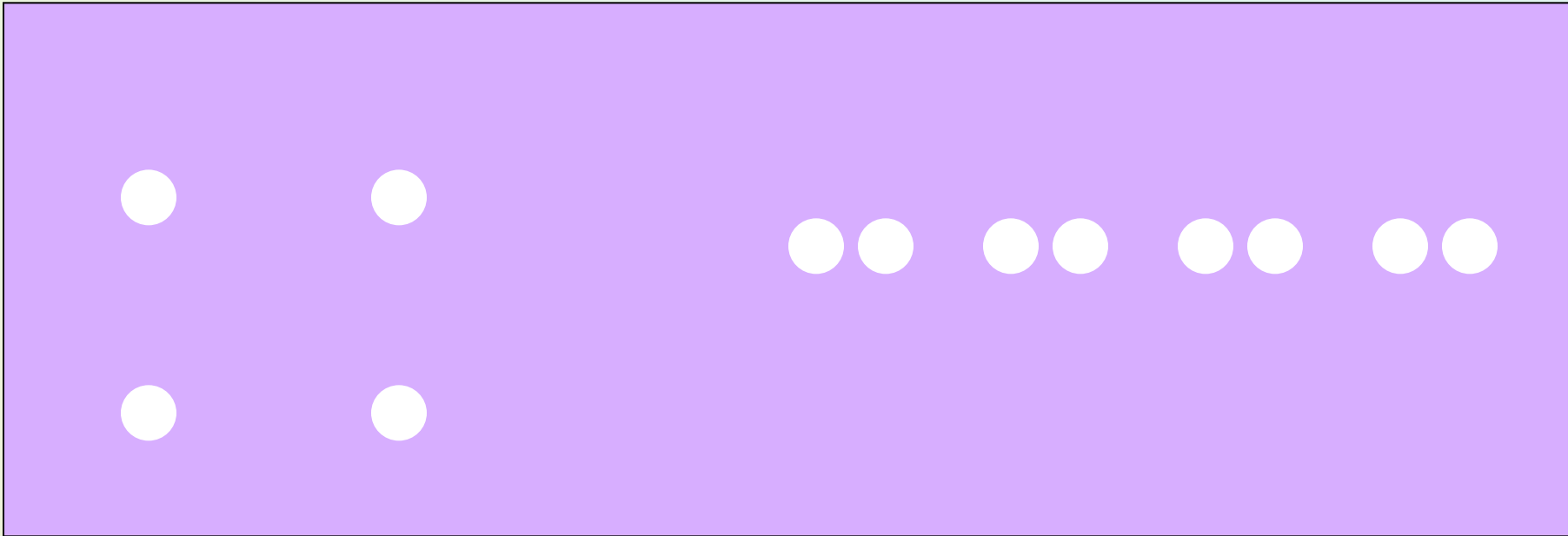
znajdź dziecko

Zasady organizacji percepcyjnej

- ❑ **Bliskość** - obiekty położone blisko siebie postrzegamy jako grupę
- ❑ **Podobieństwo** - obiekty posiadające podobne cechy (lub używające tego samego symbolu graficznego) postrzegamy jako grupę
- ❑ **Ogrodzenia** - obiekty otoczone linią, kształtem postrzegamy jako grupę
- ❑ **Domknięcia** - struktury otwarte postrzegane jako kompletnie zamknięte, jeśli można je logicznie zamknąć
- ❑ **Kontynuacja** - obiekty nie połączone ze sobą, jeśli wydają się być swoją kontynuacją - postrzegamy jako całość
- ❑ **Połączenie** - obiekty połączone - postrzegamy jako grupę
- ❑ Związek z zasadami projektowania “Gestalt”

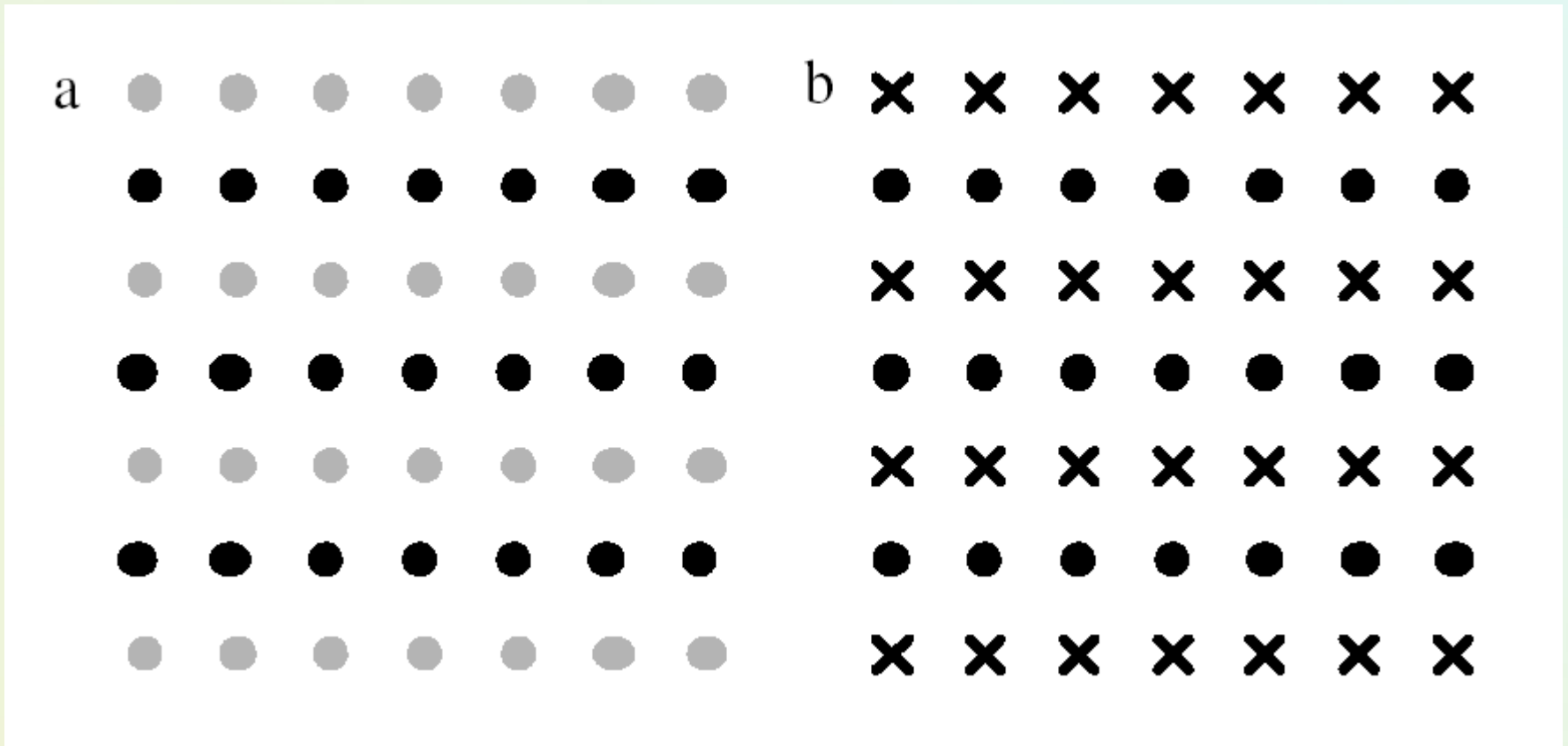
Podstawowy organizacji percepcji

Proximity - Bliskość

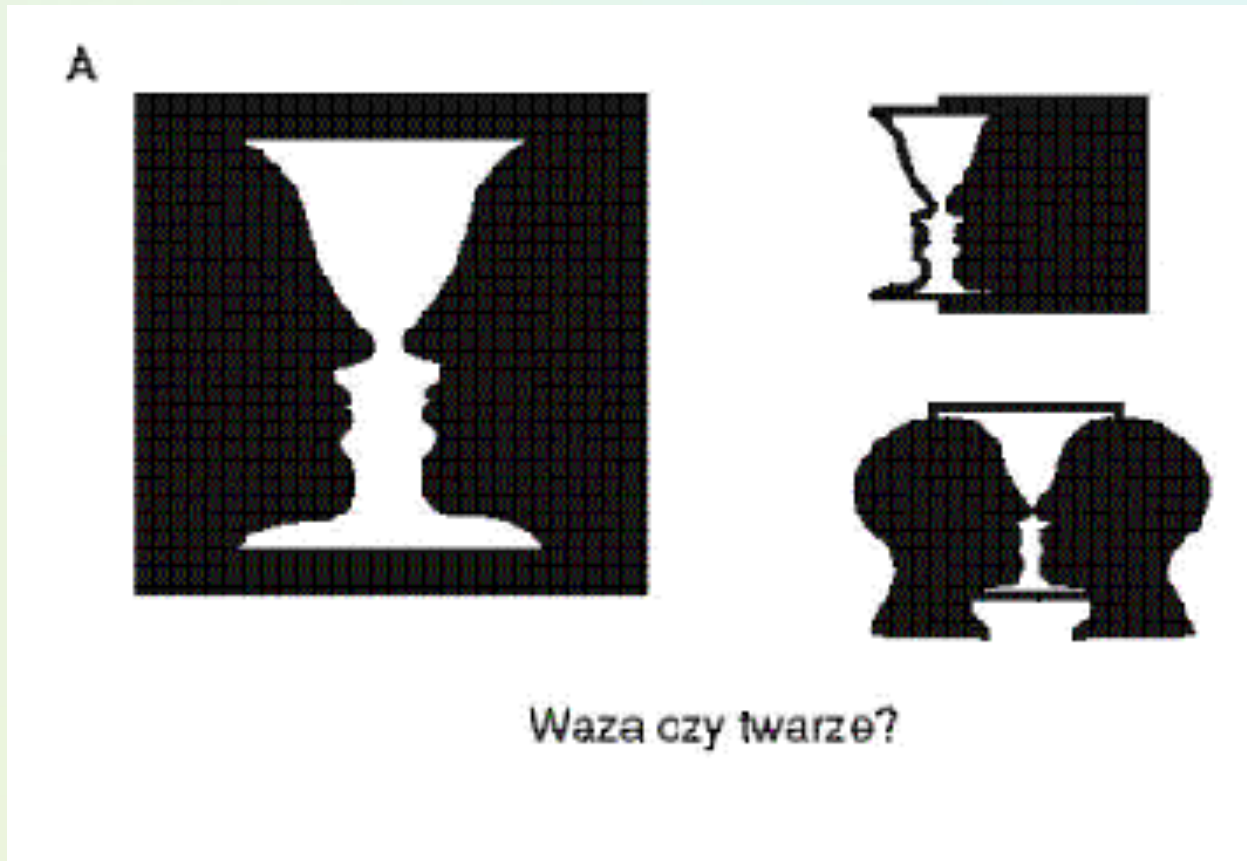


Podstawy organizacji percepcji

Podobieństwo

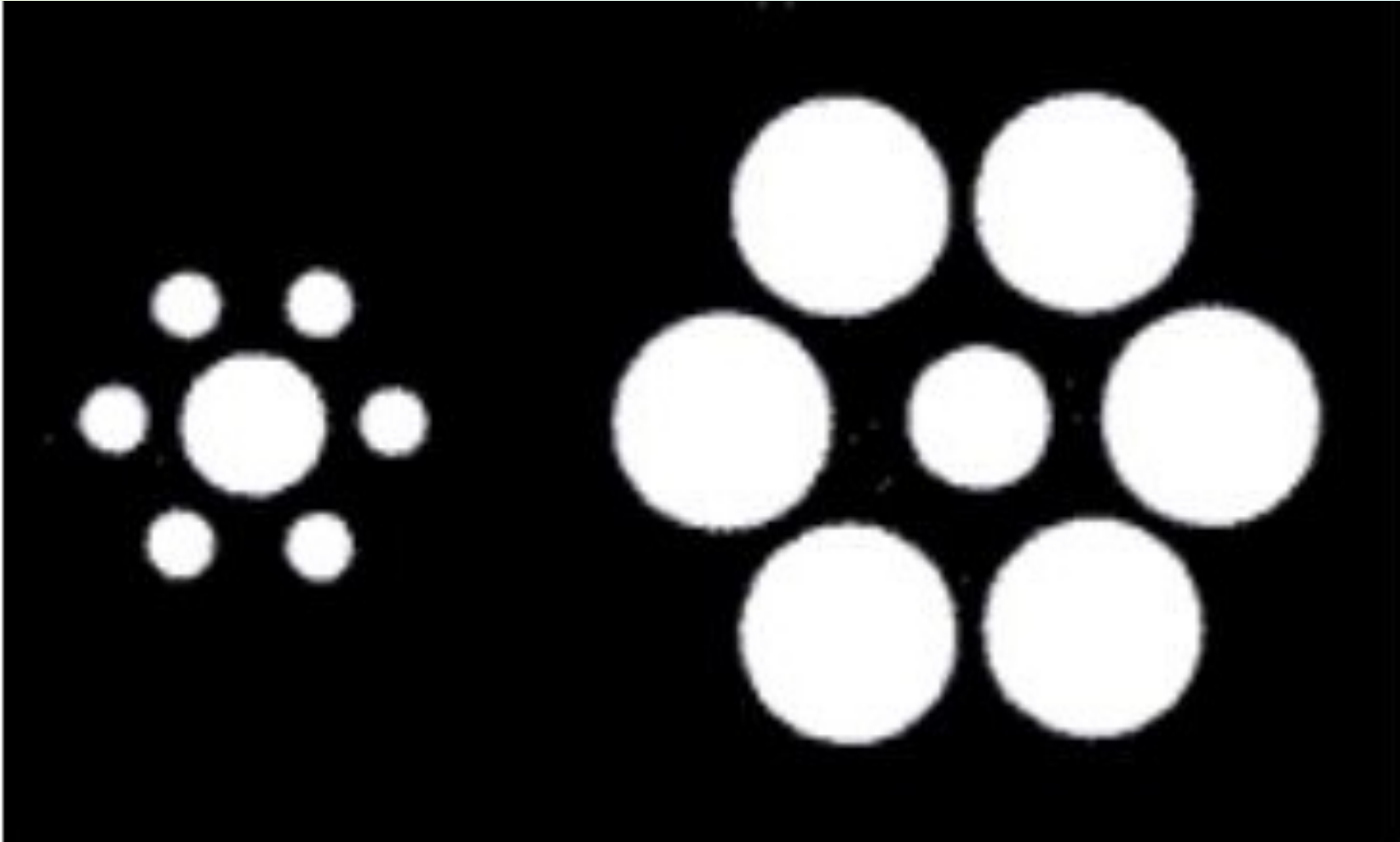


Złudzenia percepcji



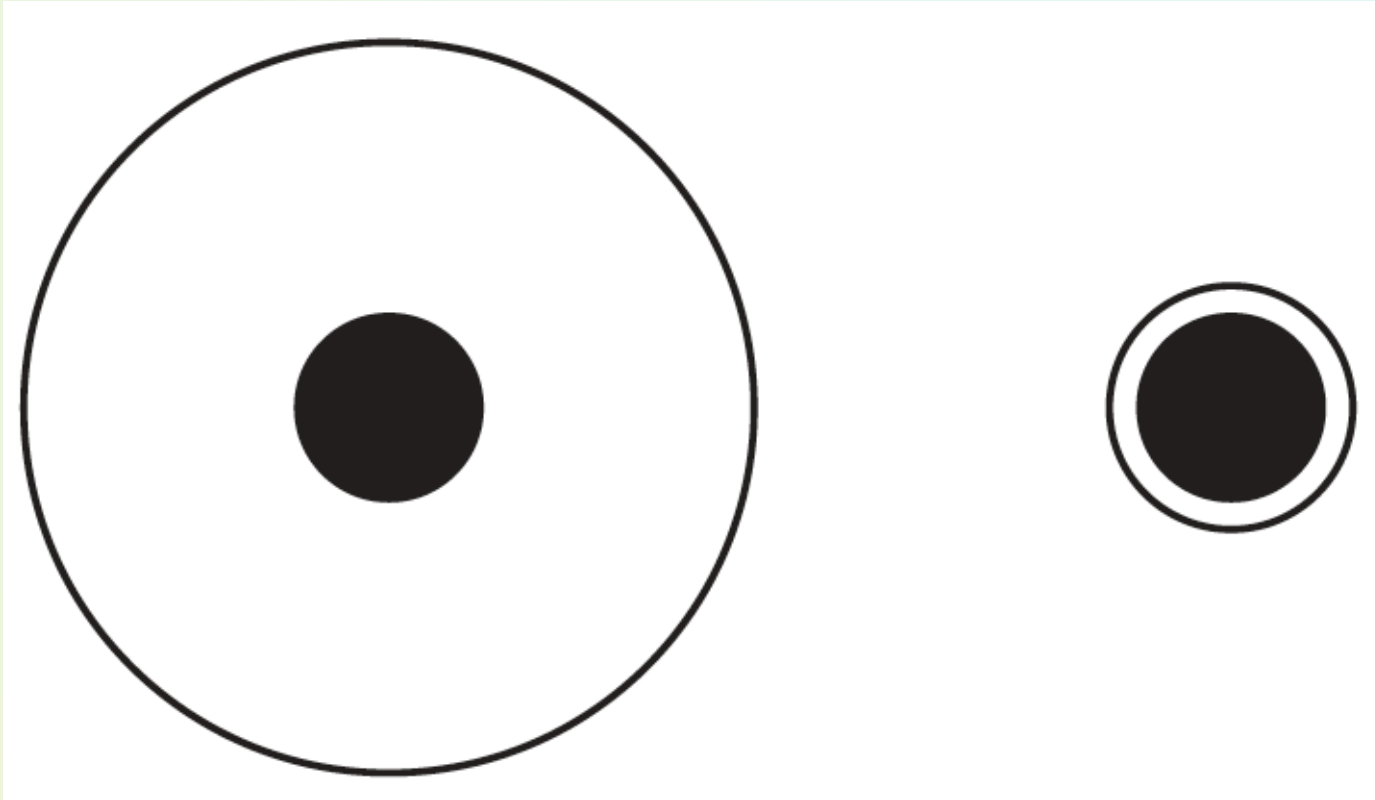
- ❑ Przykłady z badań nad psychologią człowieka

Iluzje- trudność oceny wielkości

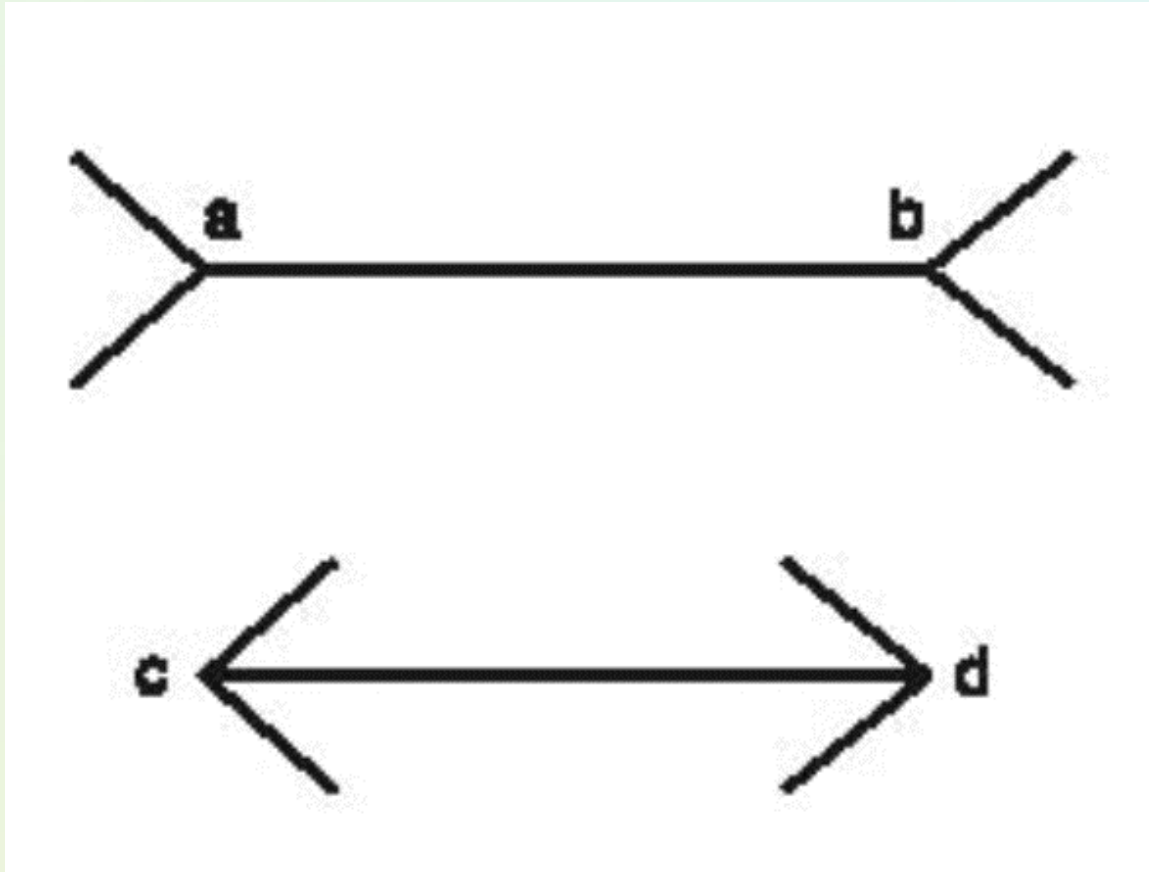


- ❑ Iluzja Tichenera - zależność od otoczenia

Wpływ na budowę wykresów

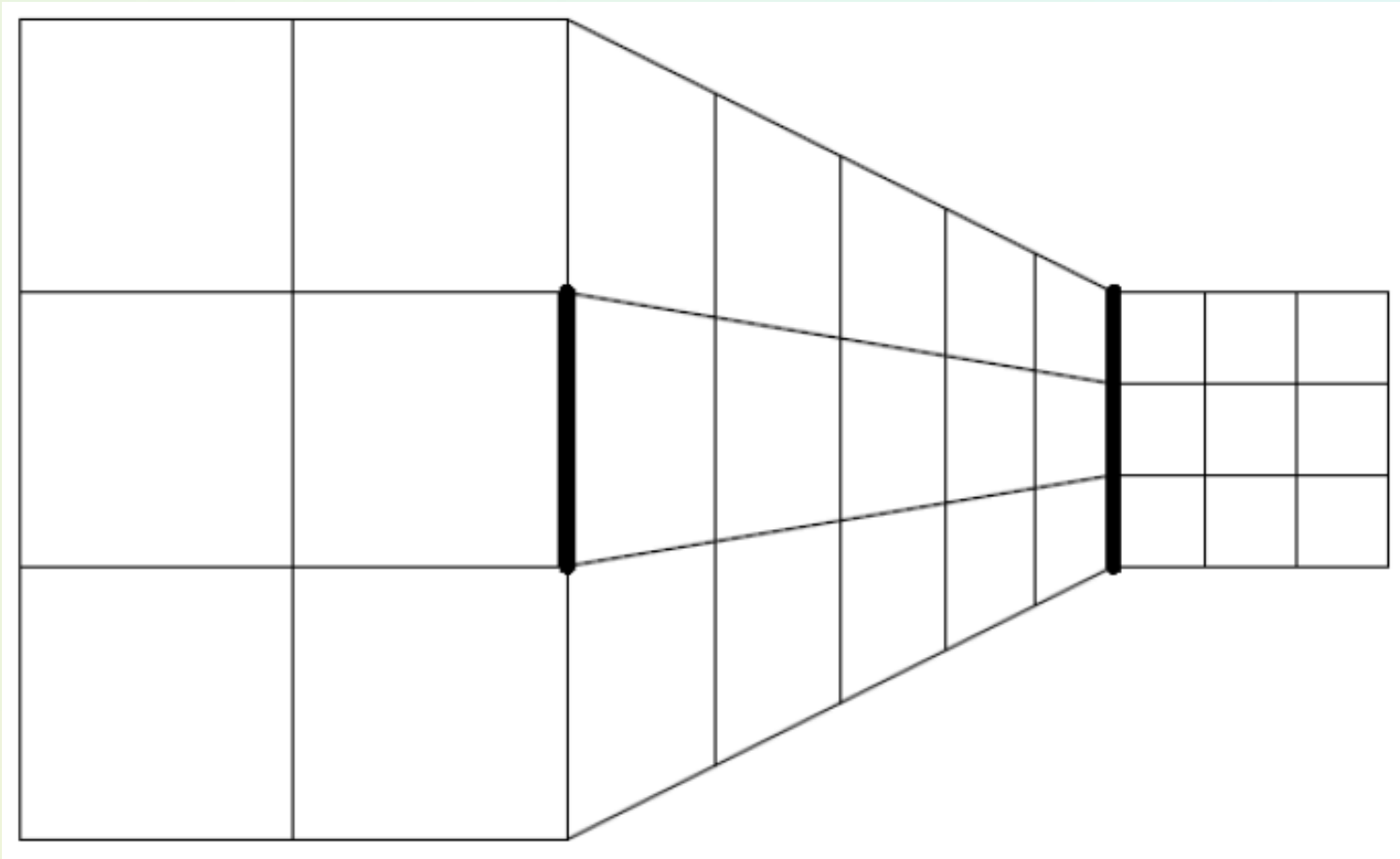


Złudzenie Müllera-Lyera



- Która z linii poziomych jest dłuższa?

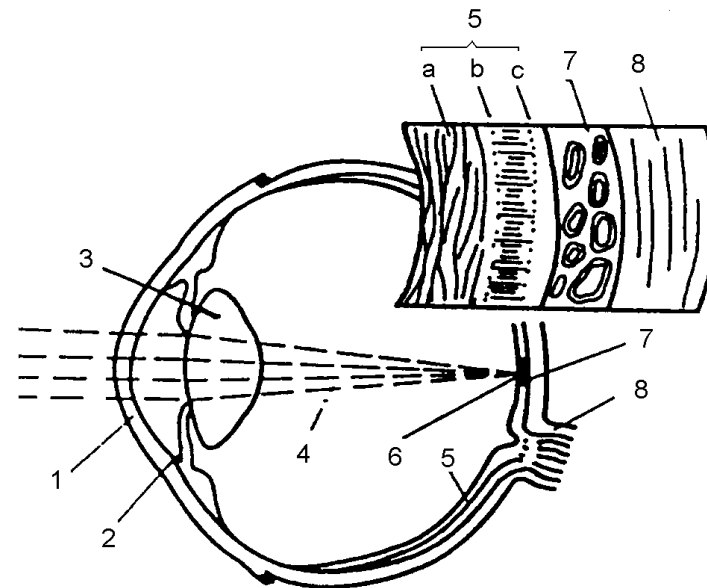
Perspektywa - złudzenie percepcji



- ❑ Odcinki o tej samej długości

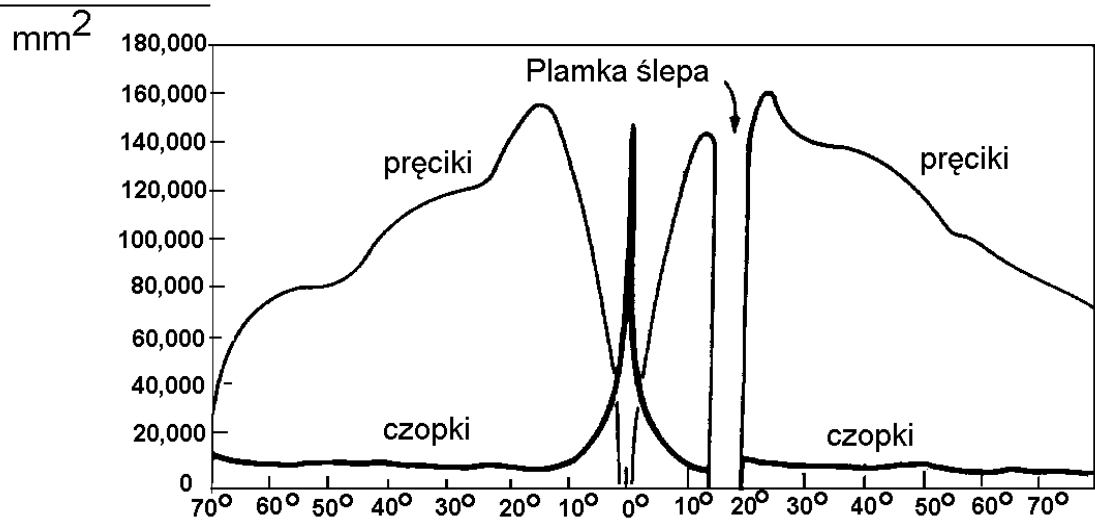
Układ wzroku człowieka - budowa

- 1- rogówka, 2 - tęczówka,
- 3- soczewka, 4 - szklistka,
- 5- siatkówka,
 - a- warstwa włókien nerwowych
 - b- receptory,
 - c- nabłonek barwnikowy,
- 6- plamka żółta,
- 7- naczyniówka,
- 8- twardówka



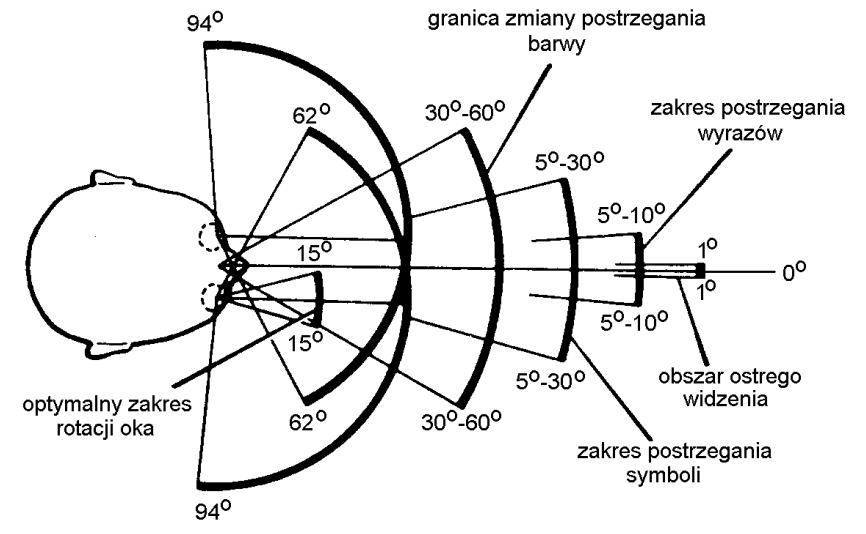
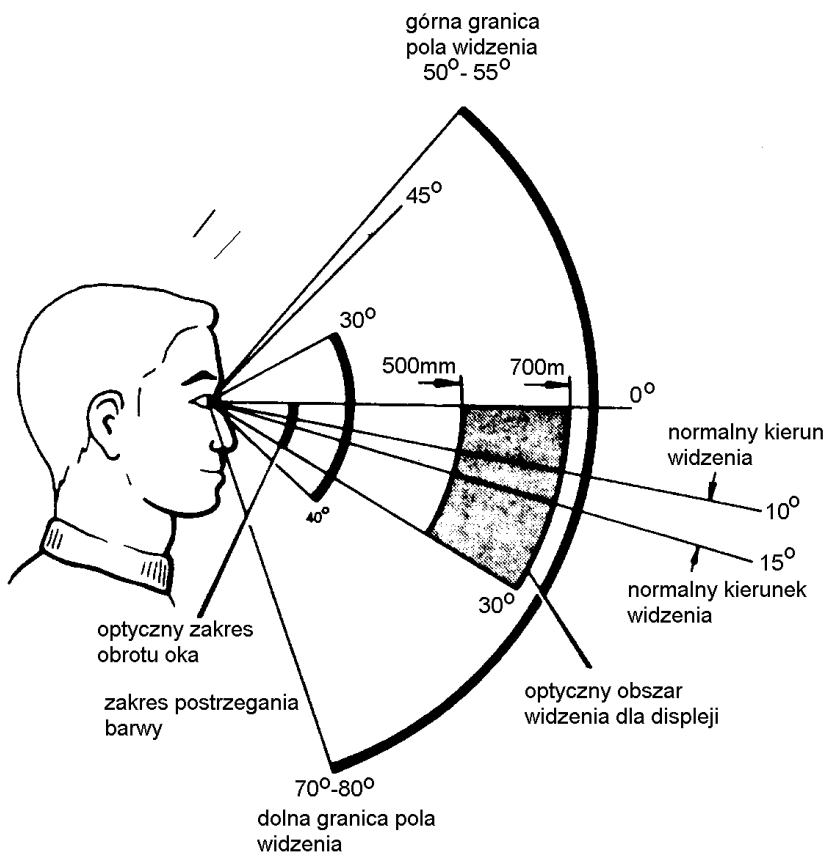
Właściwości siatkówki

Liczba receptorów

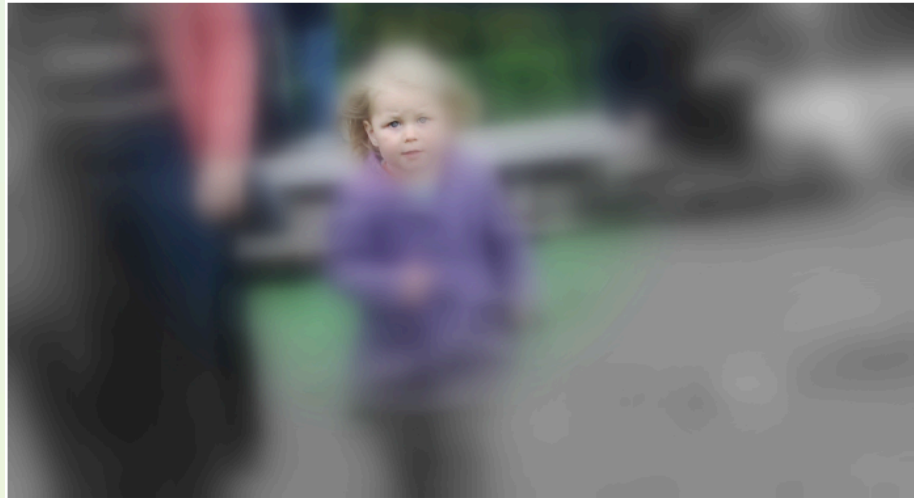


Układ wzroku człowieka

Zakres kątowy pola widzenia człowieka



Co i gdzie najlepiej widzimy

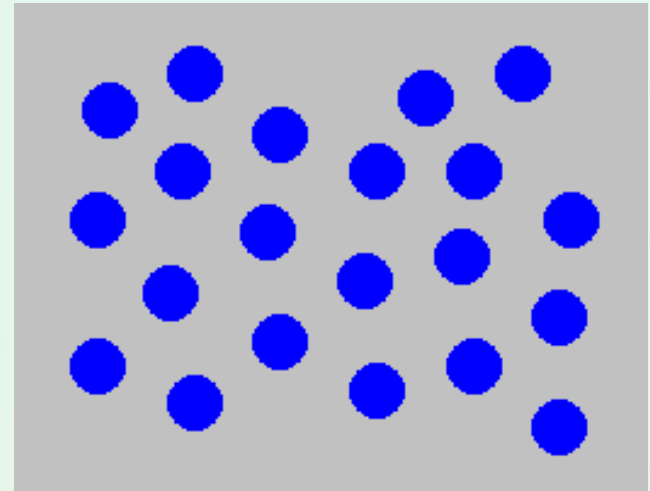
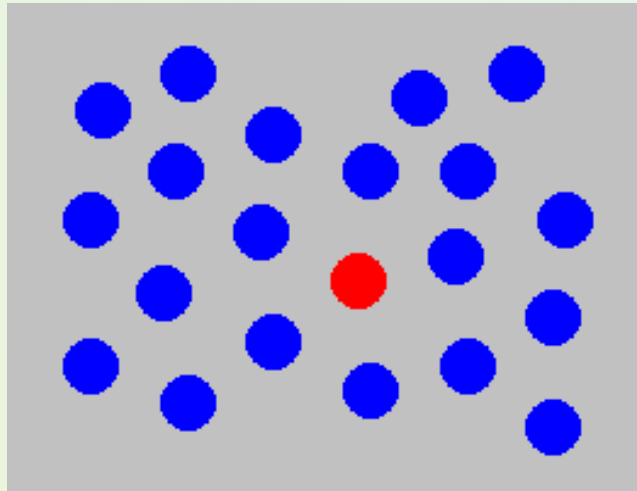


- ❑ Sumulacja spojrzenia na zdjęcie za P.Biecek

Wykorzystanie wiedzy o percepcji

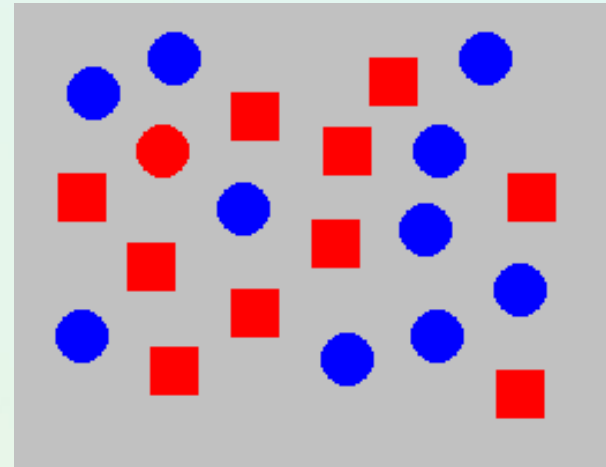
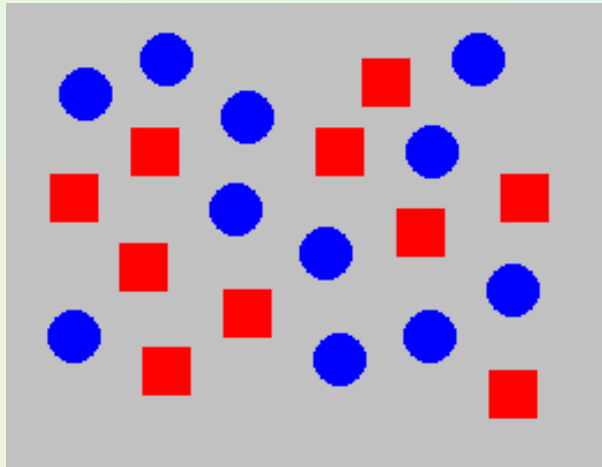
- ❑ Niektóre obiekty graficzne nie wymagają intensywnego procesu przetwarzania:
 - Mogą być szybko dostrzeżone
 - Łatwo zidentyfikowane
 - Nie prowadzą do złudzeń i błędów interpretacyjnych
- ❑ Projektanci powinni
 - Poznać niebezpieczeństwa i zagrożenia
 - Poznać własności podstawowych obiektów
 - Dobierać formy graficznej prezentacji danych w zależności od wielu czynników
 - Także z uwagi na ocenę percepcji odbiorcy

Przykład właściwego użycia koloru



Viewer can rapidly and accurately determine whether the target (red circle) is present or absent. Difference detected in color.

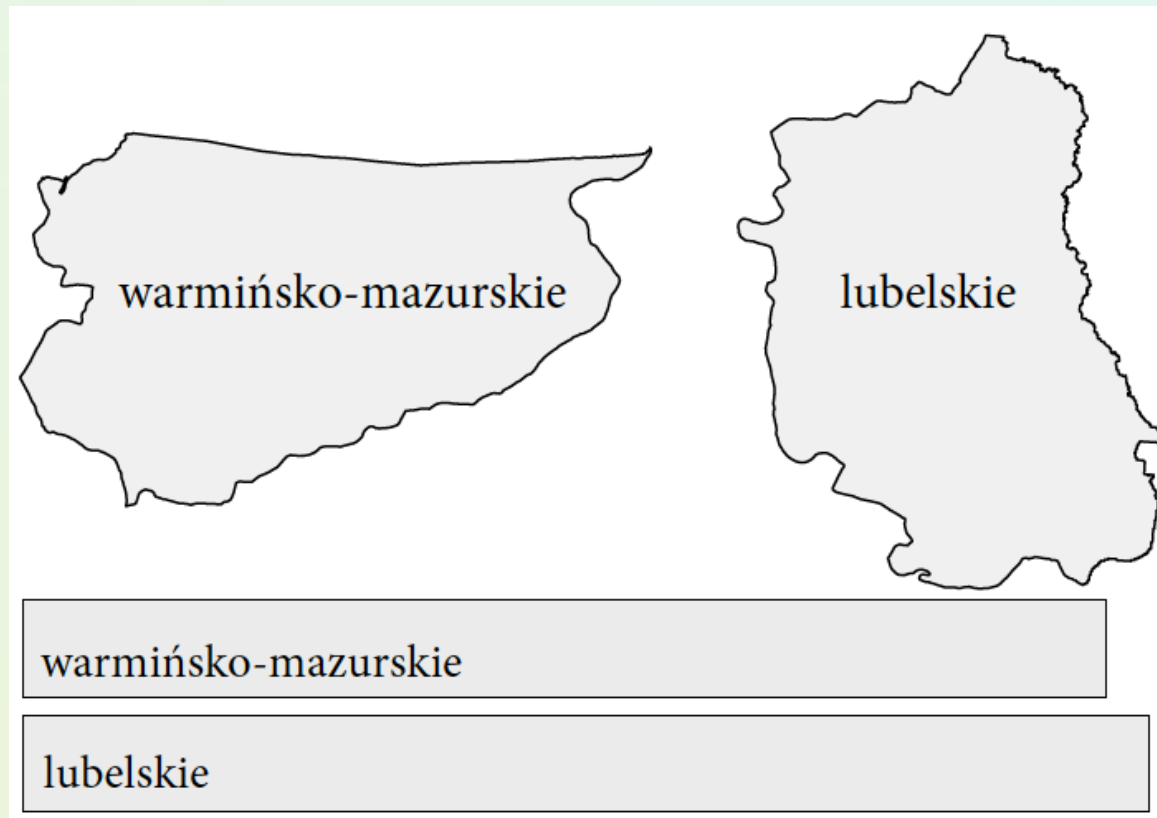
Trudności: połączenie zbyt wielu własności obiektów



Viewer *cannot* rapidly and accurately determine whether the target (red circle) is present or absent when target has two or more features, each of which are present in the distractors. Viewer must search sequentially.

Przykłady błędów percepcji

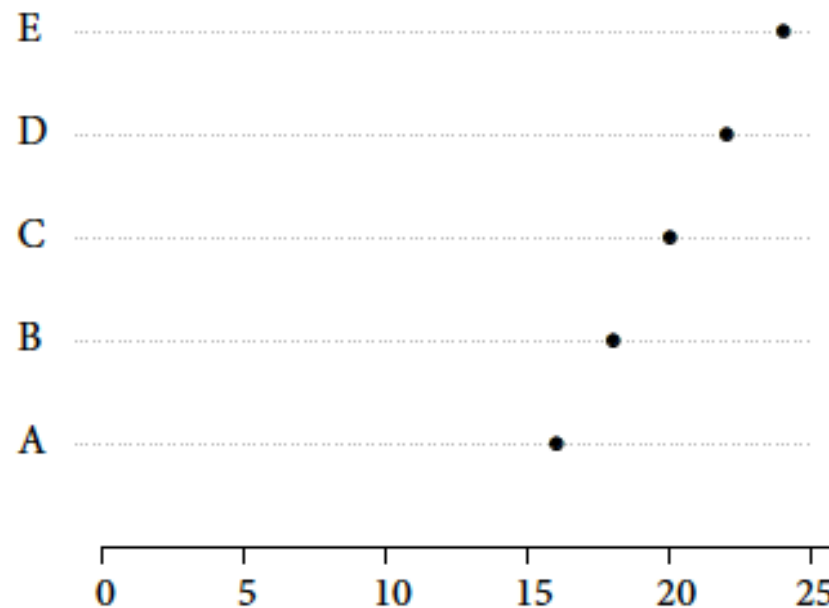
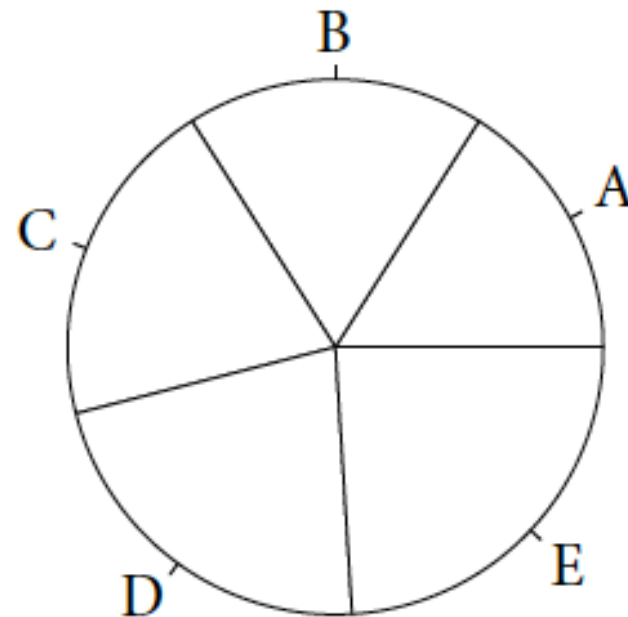
- ❑ Ilustracje Przemysław Biecek - eseje o sztuce prezentowania danych
- ❑ Które województwo jest większe i o ile?



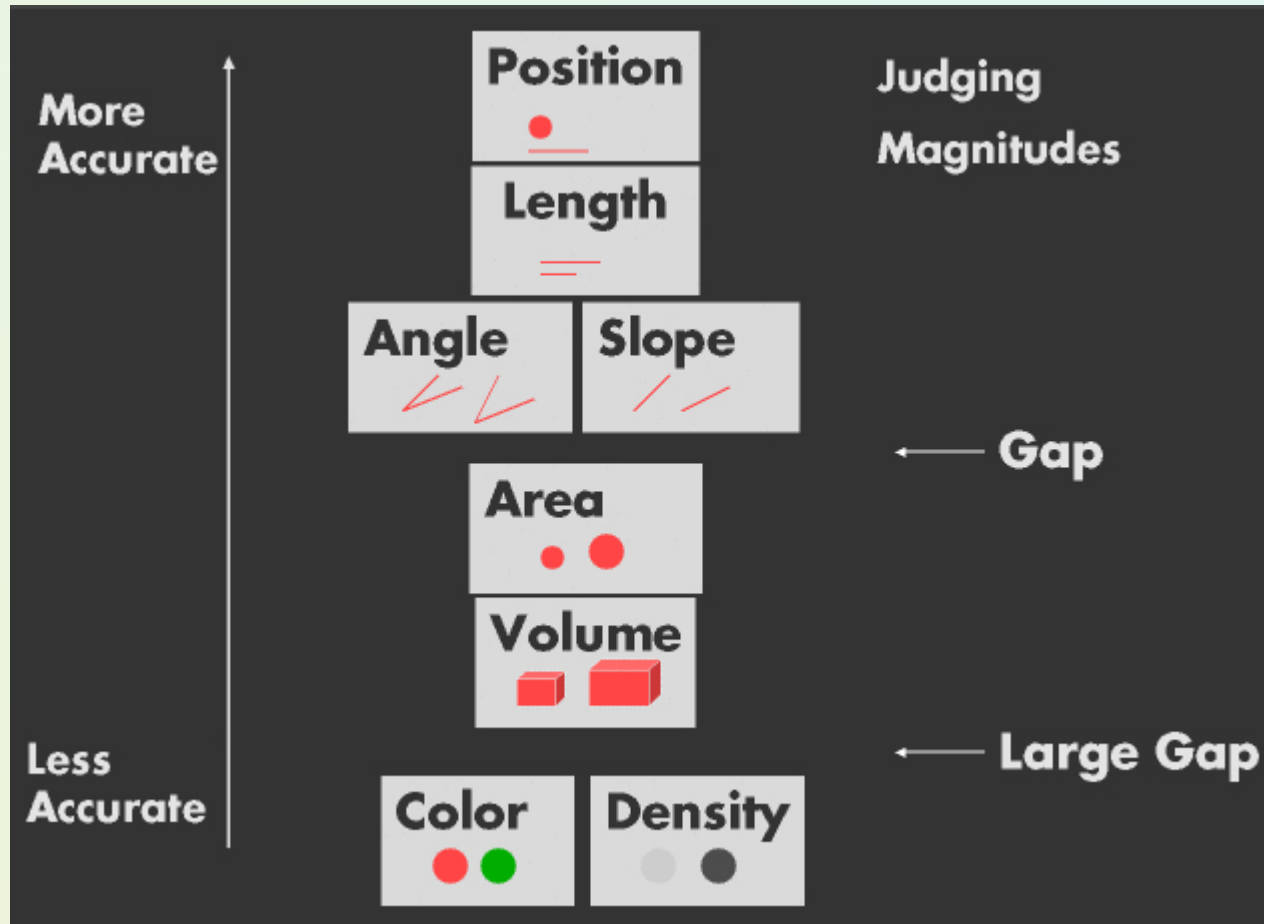
- ❑ Warmińsko-mazurskie 24 173 km²
- ❑ Lubelskie 25 133 km²

Porównaj inne wykresy

“Pie story” →

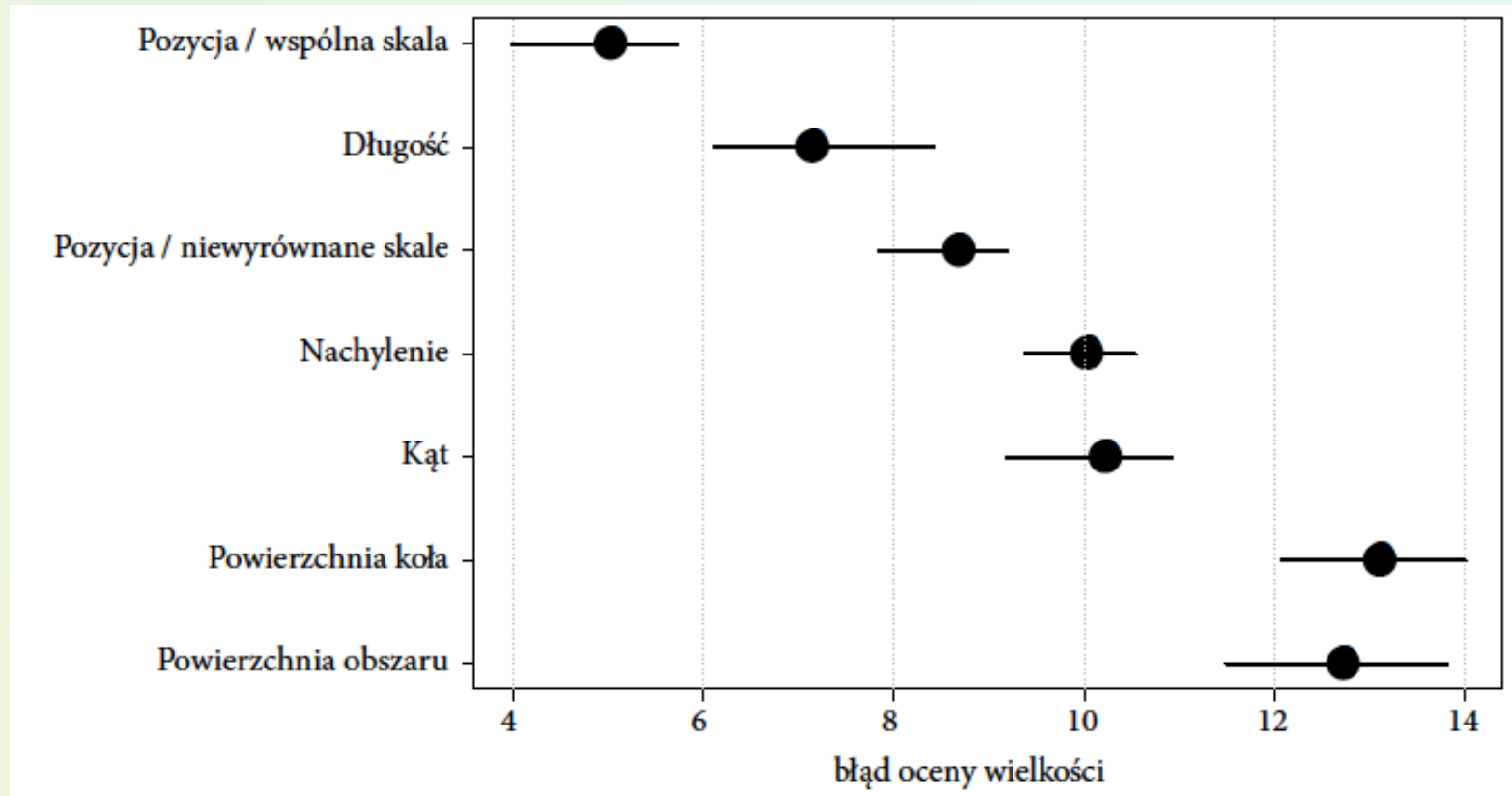


Accuracy Ranking of Quantitative Perceptual Tasks
Estimated; only pairwise comparisons have been validated
(Mackinlay 88 from Cleveland & McGill)



Badanie nad percepcją podstawowych elementów

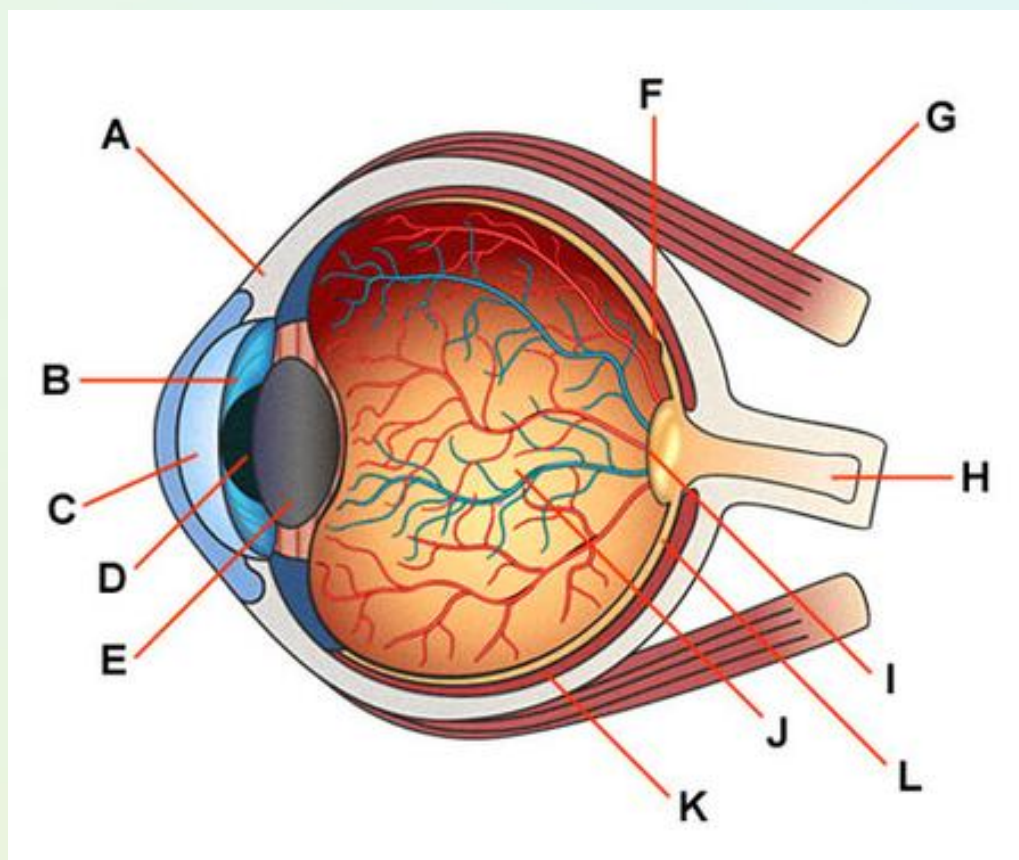
- ❑ Jacques Bertin oraz William Cleveland
- ❑ Średni względny błąd percepcji wielkości prezentowanych za pomocą różnych charakterystyk



Najprostsze rady

- ❑ Przedstawiaj tylko to co istotne
 - Im więcej elementów na wykresie, tym trudniejsza percepcja
 - Ostrożnie z “upiększaniem”
 - Upraszczaj
- ❑ Używaj charakterystyk, które umysł odbiera najprecyzyjniej
 - Dobieraj obiekty graficzne do celów
 - Staraj się wykorzystywać obiekty naturalnie i szybko rozpoznawalne
- ❑ Krytycznie weryfikuj to, co widać na wykresie
 - Odbiorca może myśleć inaczej niż twórca
 - Spójrz na swoje dzieło z innej perspektywy

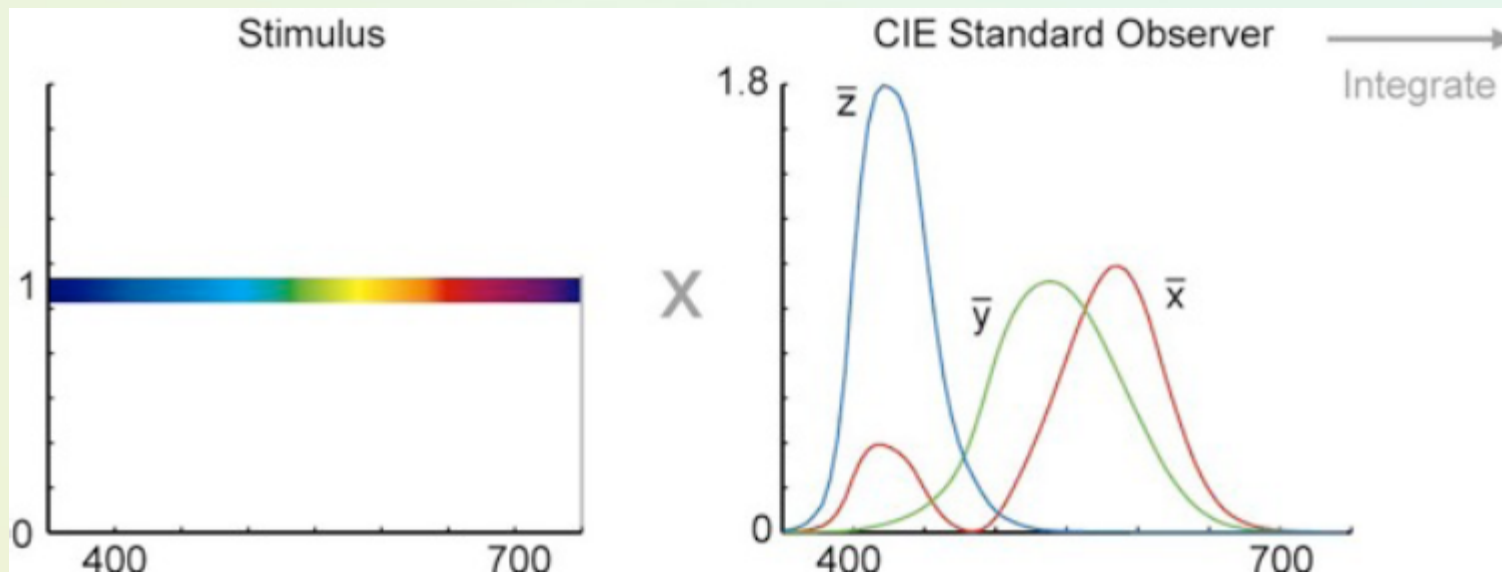
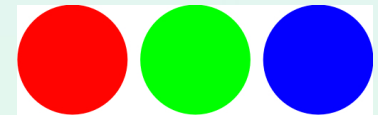
Budowa oka



A - rogówka, B - tęczówka, C - komora przednia, D - źrenica, E - soczewka, F - plamka żółta, G - mięsień gałki ocznej, H - nerw wzrokowy, I - plamka ślepa, J - ciało szkliste, K - naczyniówka, L – siatkówka.

O widzeniu i stosowaniu kolorów

- ❑ Fotoreceptory siatkówki oka (czopki i pręciki) → reagują na różne długości fal
- ❑ Są one czułe na różne długości fal światła → krótkie, średnie i długie
- ❑ Odpowiadają one ze widzenie różnych barw → czerwona, zielona i niebieski
 - Całe spektrum światła wpadającego do oka zostaje zamienione na trójwymiarowe spektrum
- ❑ Ludzki mózg łączy te sygnały i tworzy wrażenie barwy

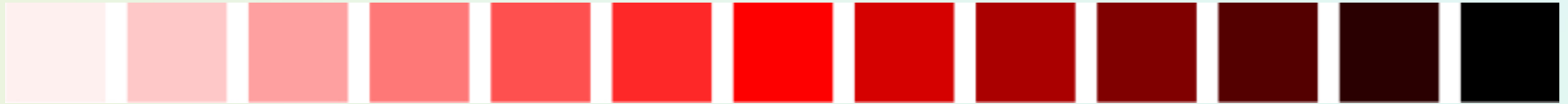


Atrybuty kolorów do wizualizacji

- ❑ Wizualizacja kolorów opiera się na trzech parametrach odbieranych przez człowieka jako odrębne jakości: barwie, jasności i nasyceniu.
- ❑ **Barwa** (ang. Hue) - kojarzymy z nazwą koloru
 - wynik mieszania kilku znajdujących się w widmie barw podstawowych
- ❑ **Nasycenie** (ang. Saturation) - wyrażające czystość koloru.
 - Jeśli natężenie światła ma duże nasycenie, to barwy są intensywne i „żywe”
 - Wrażenie nasycenia jest intuicyjnie czytelne w odniesieniu do kolorów o tej samej barwie i jasności
- ❑ **Jasność** (ang. Brightness) - wskazuje na ogólną „zawartość” światła w porównaniu do jego maksymalnej zawartości
 - Wysoki stopień jasności - kolor bardzo jasny, blady; niski stopień - kolor ciemnieje
 - Pomiar → luminacja

Przykłady atrybutów kolorów

- ❑ Próbki kolorów o tej samej barwie czerwonej i różnej jasności



- ❑ Próbki kolorów o tej samej barwie i jasności, ale o różnym nasyceniu



Stosowanie koloru w prezentacji danych

Typowe funkcje użycia koloru

- ❑ Codzienne życie → funkcja sygnalizacyjna (ostrzeganie, jak i informowanie)
- ❑ Wizualizacja informacji → wspomagają proces percepcji i rozpoznania obrazów
 - Ułatwiają odróżnienie jednych obiektów od innych (różna barwa i kontrast)
 - Nadanie specjalnego znaczenia przekazowi (kodowanie pewnych wartości)

Za Stephan Few:

- To highlight particular data
 - To group items
 - To encode quantitative values
- ❑ Inspiracje psychologiczne → nominalne kodowanie informacji

Postrzeganie koloru w otoczeniu

- Percepcja zależy od otoczenia i kontekstu
- Rozważmy pojedynczy szary kwadrat



- Umieść go na tle - ze zmiennym gradientem szarości



Postrzeganie koloru w otoczeniu

Reguły Stephan' a Few

1. If you want different objects of the same color in a table or graph to look the same, make sure that the background – the color that surrounds them – is consistent.
 2. If you want objects in a table or graph to be easily seen, use a background color that contrasts sufficiently with the object.
- ☐ Konsekwencja reg 1. → unikaj tła z użyciem tzw. gradientu zmian koloru podstawowego albo innych form zmian

Stosowanie koloru tła i kontrast

Stephan Few → użycie tzw. „heatmap” do automatycznego kolorowania wyników w tabeli Excel’ a

Typowa interpretacja → wysokie zyski (zielony), przeciętne lub niskie (żółty), duże straty (czerwony)

	Laptops	Desktop PCs	Harddisks	Flash Memory	Screens	Keyboards	Printers	Scanners	PDAs	Projectors	Cameras
California	-2,216	4,497	884	3,252	8,564	3,418	6,582	-3,891	2,333	1,356	5,450
Colorado	3,410	0	2,338	2,678	1,567	367	1,361	3,249	828	1,272	-141
Connecticut	0	0	4	0	2,998	1,219	673	0	0	610	989
Florida	0	0	583	765	2,305	940	1,737	2,727	0	1,344	497
Illinois	0	0	9,384	3,405	4,362	2,331	4,495	3,464	1,366	0	1,569
Iowa	377	0	412	6,577	210	4,487	872	189	5,622	0	3,466
Louisiana	0	2	1,455	1,501	1,138	0	920	1,349	0	0	991
Massachusetts	0	0	-297	0	12,483	707	0	0	0	492	367
Missouri	0	0	1,224	-169	986	367	1,011	1,125	-210	-45	-685
Nevada	0	875	374	884	-45	11,934	410	210	4,497	-10,978	4,355
New Hampshire	1,009	0	-166	0	897	376	0	0	0	882	-43
New Mexico	0	-208	-161	377	902	0	369	-683	0	0	202
New York	0	0	-17,034	0	8,564	3,254	0	0	3,405	2,326	7,589
Ohio	820	0	2,671	495	827	2,305	355	-134	2,724	0	705
Oklahoma	0	2,722	492	495	1,274	0	2,305	700	-15,034	0	571
Oregon	-139	357	818	708	395	487	2,671	834	2,310	2,727	1,269
Texas	0	1,356	3,415	808	5,452	0	2,336	1,567	0	0	829
Utah	1,130	1,006	1,501	1,009	678	-156	1,222	979	367	-208	904
Washington	0	768	488	2,998	1,661	1,452	1,418	564	918	-5	1,141
Wisconsin	497	0	1,418	1,450	576	916	767	1,740	2	0	1,337

Stosuj kolor, gdy naprawdę potrzebny

Reguły Stephan' a Few

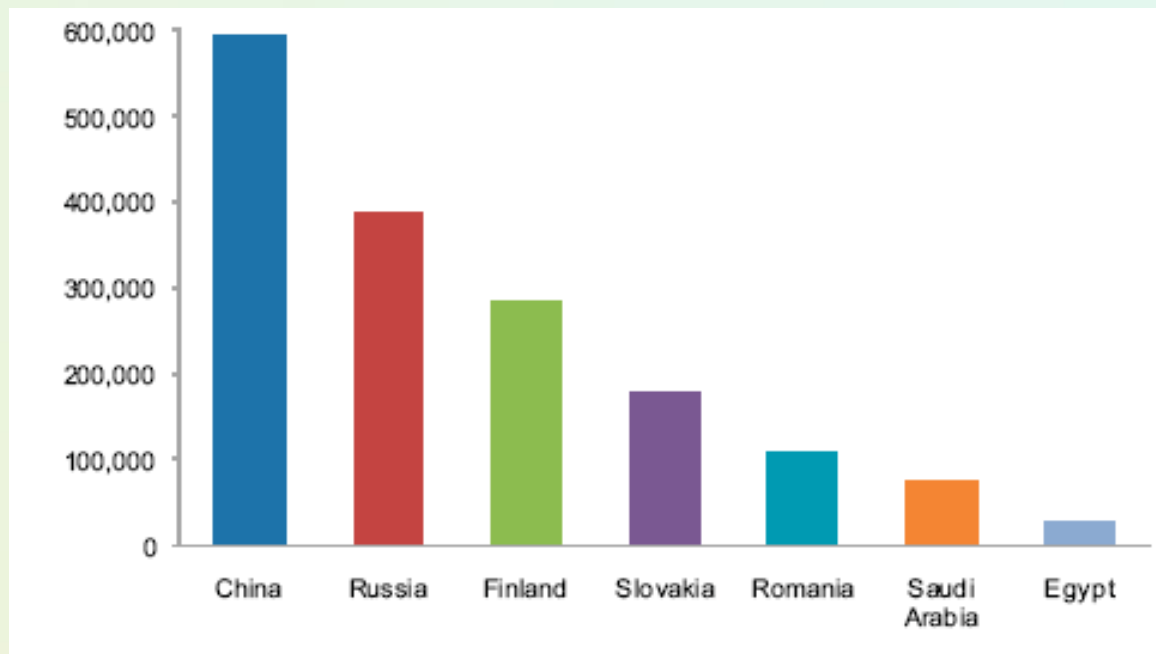
3. Use color only when needed to serve a particular communication goal.
4. Use different colors only when they correspond to differences of meaning in the data.

- ❑ Uważaj na automatyczne narzędzia → proponują zbyt dużo elementów kolorystycznych i dekoracyjnych
 - PowerPoint nadmiernie proponuje elementy szarości, np. automatyczne tło wykresów
- ❑ Maureen Stone: „Use Color Meaningfully **and with Restraint**”

Przykład nadmiarowego użycia kolorów w wykresach

Za Stephan Few

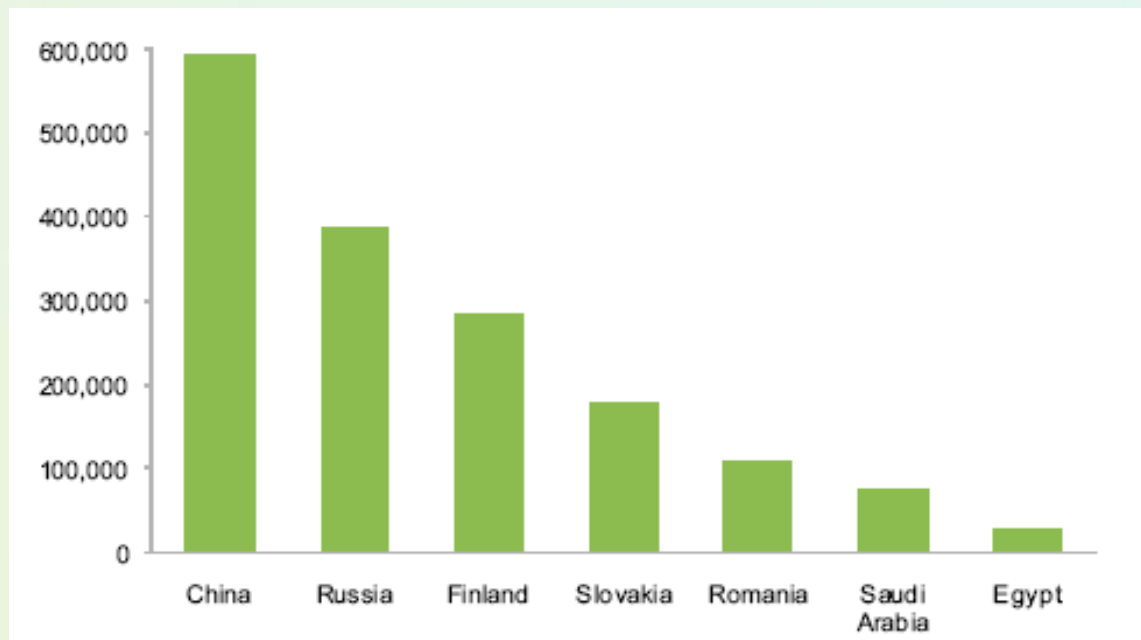
- ❑ Standardowe narzędzia → przypisują różne kolory słupkom
 - Wielkości sprzedaży pewnego przedsiębiorstwa w różnych krajach
- ❑ Odbiorca przypisuje znaczenia wybranym kolorom



Przykład z monochromatycznym kolorem

Za Stephan Few

- ❑ Monochromatyczny kolor → skupia uwagę na właściwej treści



- ❑ Whenever you're tempted to add color to a data display, ask yourself these questions: "What purpose will this color serve?" and "Will it serve this purpose effectively?"

Teoria kolorów

- ❑ Badania Newtona (1704) → dowolny kolor można uzyskać mieszając w różnych proporcjach zaledwie kilka tzw. kolorów pierwotnych
- ❑ Koło Newtona → przedstawia geometryczną zależność między kolorami pierwotnymi i ich pochodnymi
 - kolory czerwony, żółty i niebieski



Tworzenie palet kolorów

- ❑ Istnieją alternatywne modele kolorów
- ❑ Koło Newtona i inne → wykorzystywane do tworzenia palet kolorów stosowanych w wizualizacji
 - Psychologia → nie wybieraj zbyt wielu opcji



Analogous



Complimentary



Triad

Analogiczne:

Jednorodne, harmoniczne kolory
(zimne lub ciepłe)

Komplementarne:

Mocna paleta, silnie kontrastująca

Komplementarne rozdzielone (3)

Kolor kontrastowy zastąpiony
sąsiadami - mniejsze napięcie

Triada:

Kolory w równych odstępach
potrafią przyciągać uwagę

Można manipulować odcieniami

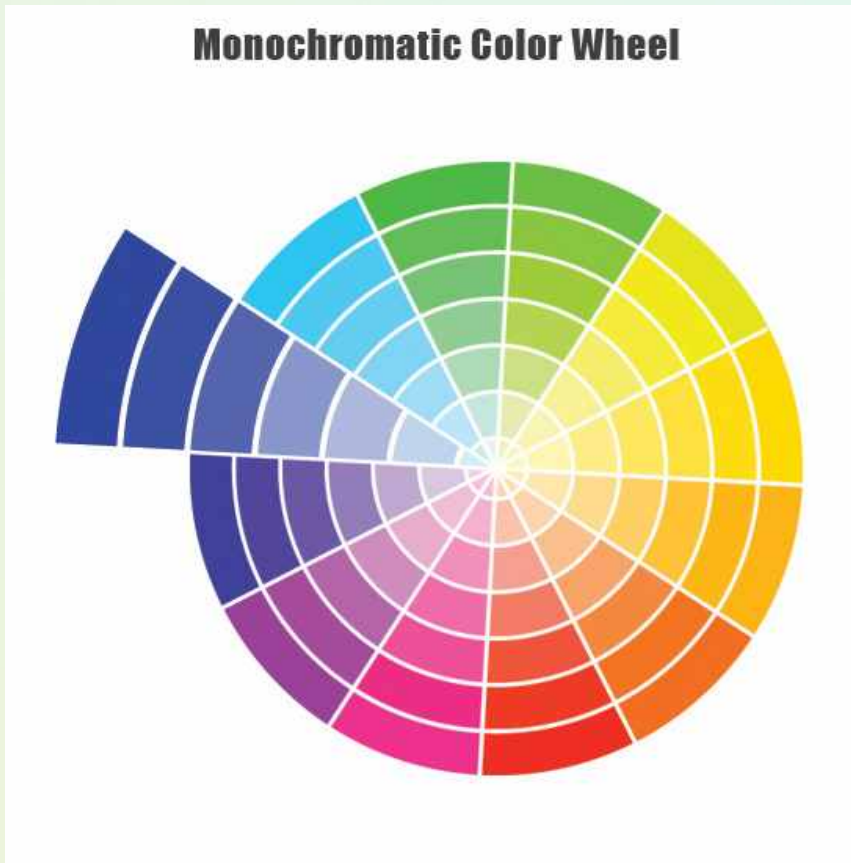
Tetrada - 2 pary

komplementarnych kolorów

Monochromatyczne palety kolorów

Inny model koła → kolor zastąpiony zmianą natężenia

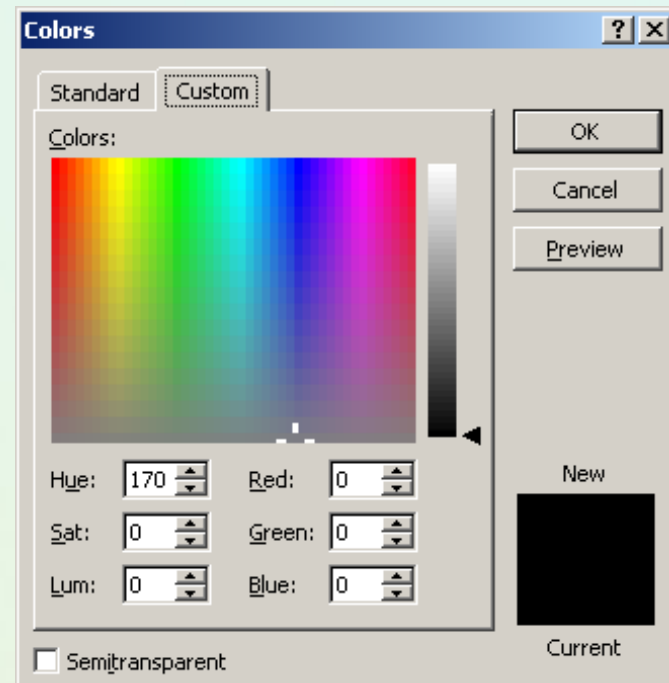
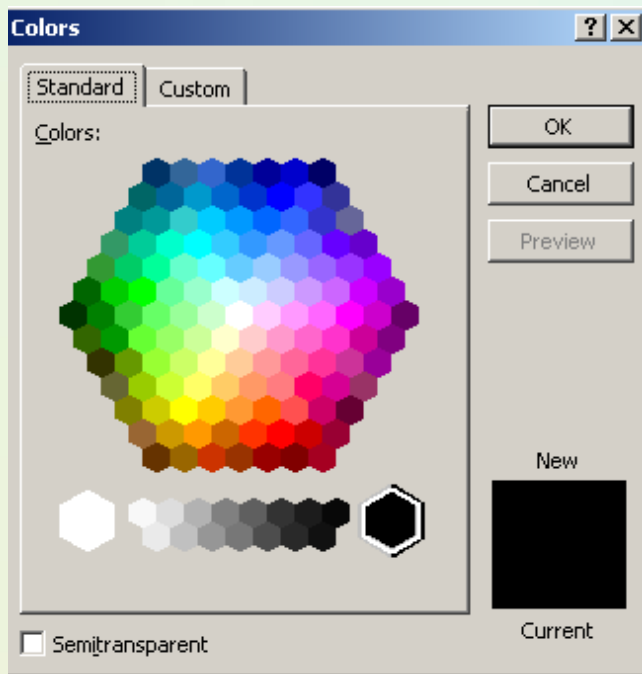
Mocne przydatne skale, czasami problem braku czerni i bieli



Paleta - zbudowana na odcieniach szarości jest także atrakcyjna

Color Palettes for Computer Tools

From Powerpoint

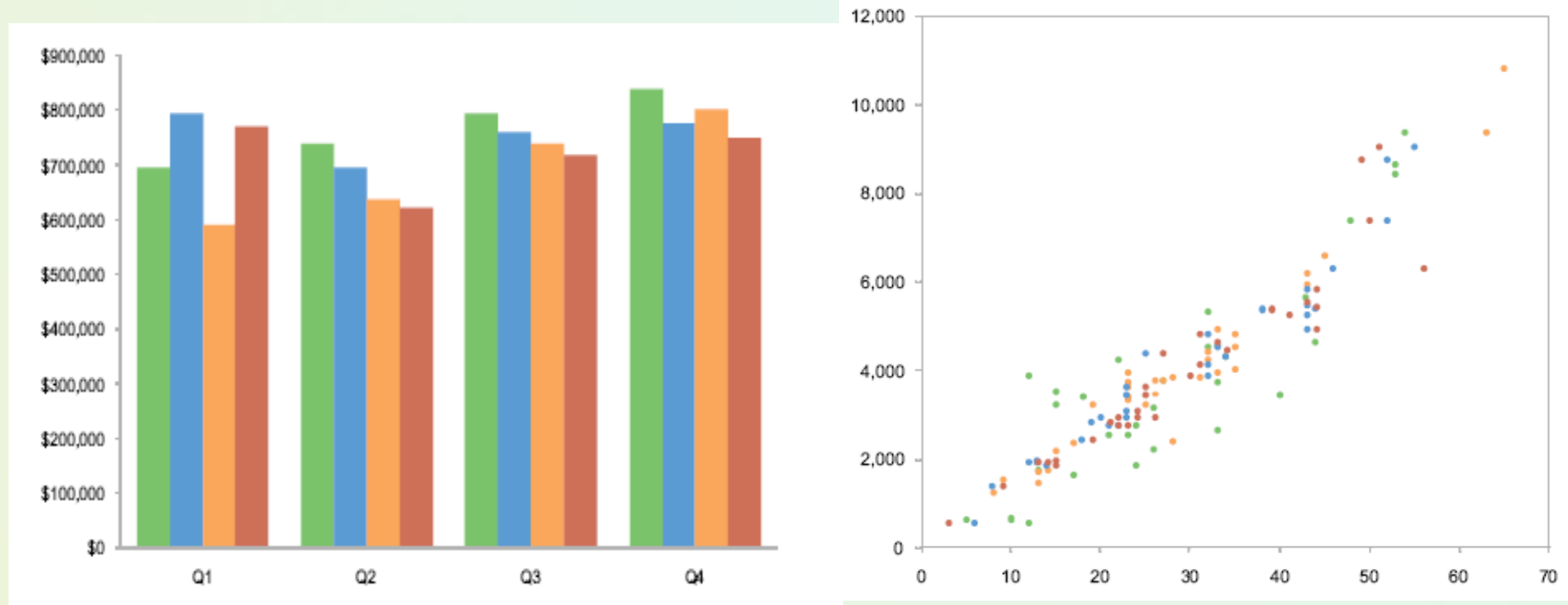


Stosuj palety kolorów dobrane do celu

Reguły Stephan' a Few

5. Use soft, natural colors to display most information and bright and/or dark colors to highlight information that requires greater attention.
- Staraj się dobrać kilka standardowych palet → Nie wybieraj za każdym razem kolorów z dużej listy możliwości
 - Różne typy wykresów oraz cele wizualizacji wymagają innych palet kolorów
 - Średniej jasności odcienie kolorów dobre do kolorowania wykresów słupkowych lub powierzchni map → nie są właściwe dla wykresów liniowych albo punktowych

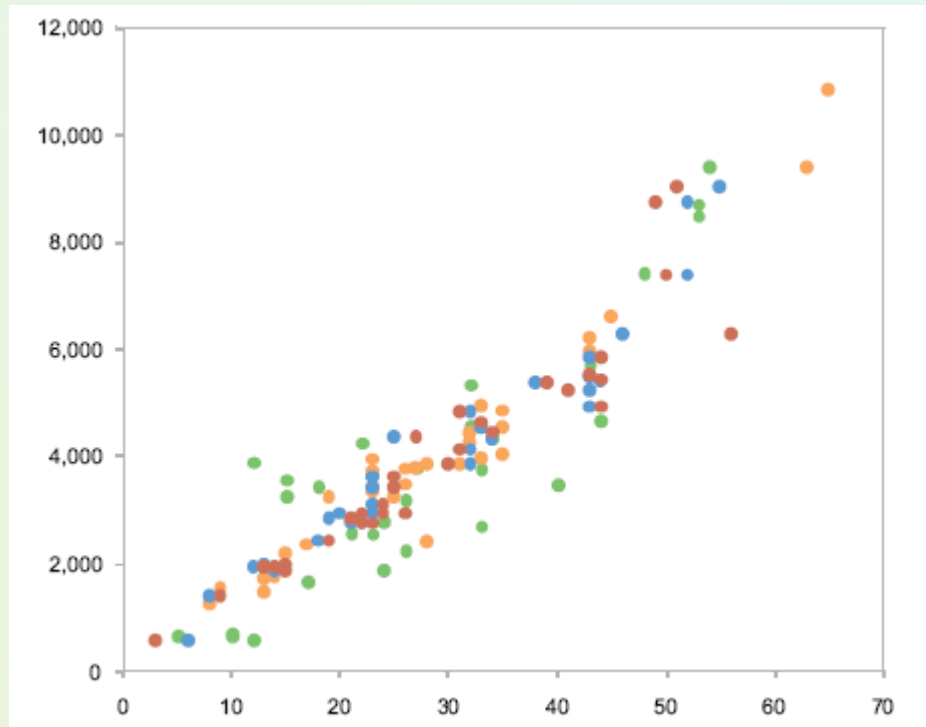
Kolor w wykresach słupkowych i rozrzutu



Kolor ma oznaczać inny dział przedsiębiorstwa lub rejon sprzedaży

Popraw wykres rozrzutu

Zastosuj bardziej kontrastową paletę (jasne/ciemne kolory)
albo powiększ elementy graficzne

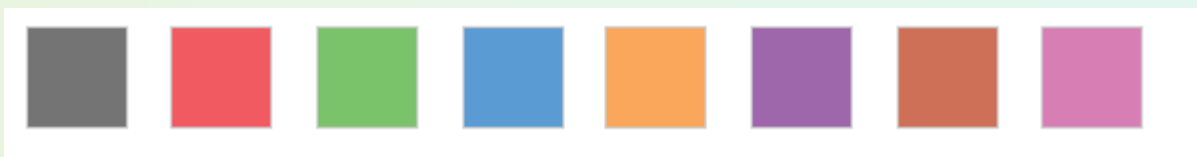


Różne palety kolorów w zależności od skali

Rady Stephan Few

Propozycja 3 palet o 8 wartościach

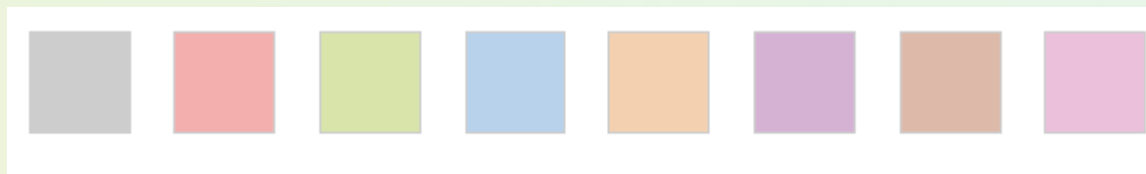
różne barwy o podobnej odległości od siebie, o tym samym nasyceniu



Dark-bright wersja tego samego koloru



O większej jasności



Różne palety kolorów

Rady Cynthia Brewer
(colorbrewer2.org)

☐ Różne propozycje skal kolorów w zależności od tego jaką rolę ma pełnić dana skala

☐ Podstawowy podział skal

- **Jakościowe** (nieuporządkowane, nominalne) → największa rozróżnialność wartości
- **Sekwencyjne** → rozpinają się równomiernie pomiędzy dwoma kolorami
- **Rozbieżnych** wartości wokół poziomu odniesienia → biały lub żółty kolor w środku, skrajne wartości - ciemniejsze kolory z kontrastującą barwą



Race or ethnicity



People per sq. mile



Palety kolorów do danych ilościowych

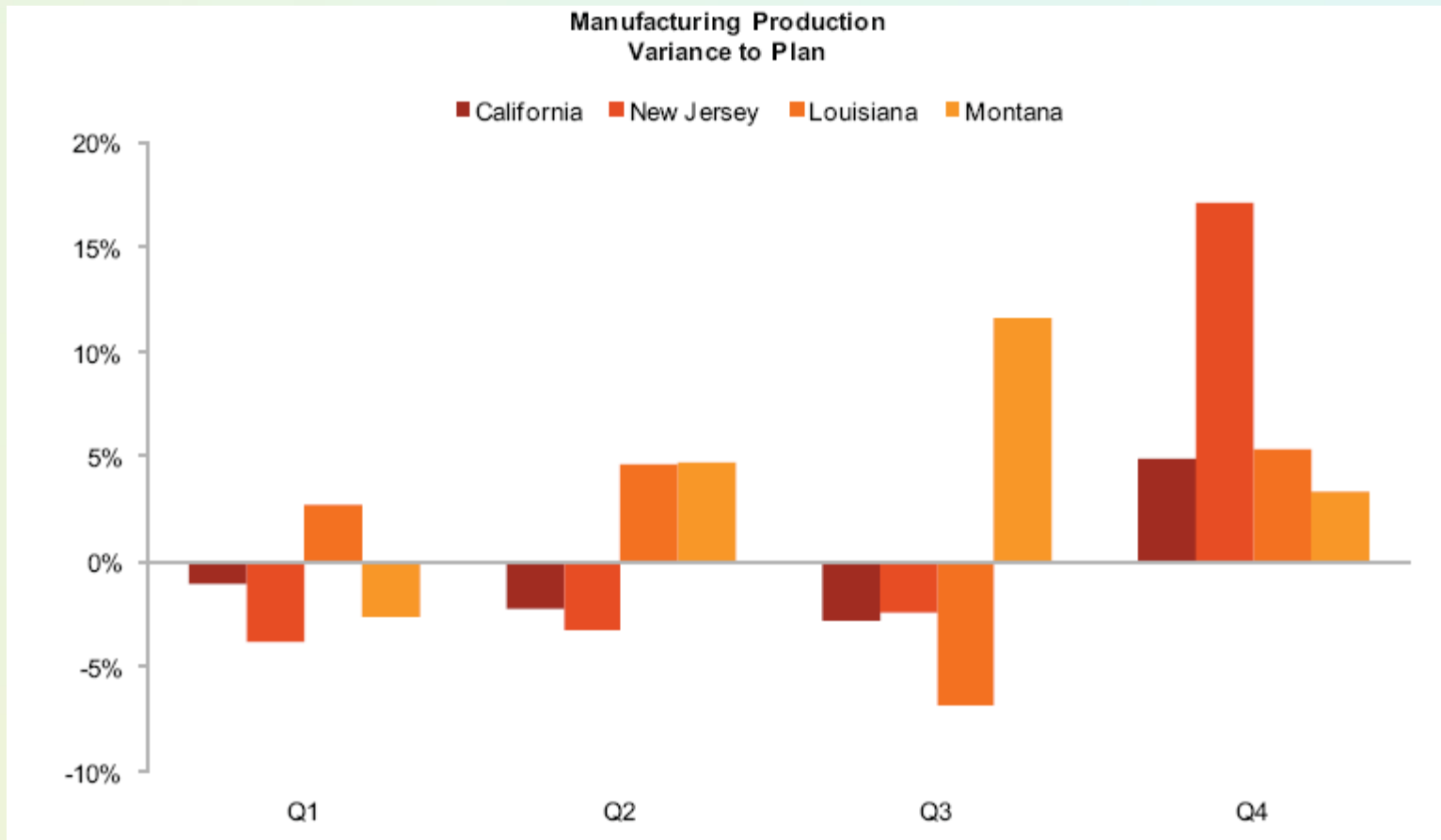
Reguły Stephan' a Few

5. When using color to encode a sequential range of quantitative values, stick with a single hue (or a small set of closely related hues) and vary intensity from pale colors for low values to increasingly darker and brighter colors for high values.

- ❑ Badania psychologiczne → Ludzie naturalnie wiążą zmiany jasności i natężenia koloru ze zmianą wartości liczbowej
- ❑ Przykład - uporządkuj obiekty



Przykład doboru koloru do wykresu słupkowego



Różne palety kolorów w zależności od skali

Inne palety za Stephan Few

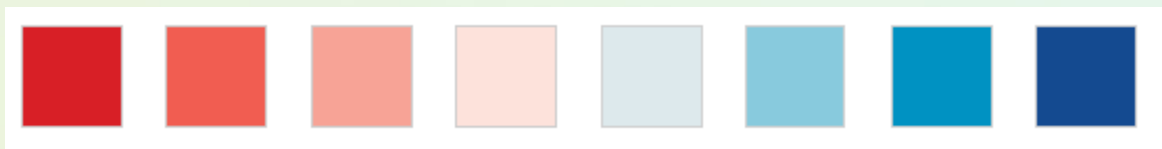
Propozycja dla skali porządkowej

Oparta na tym samym kolorze o zmiennej jasności



Propozycja dla skali rozbieżnej

Dual-ordered palletes - dla danych ekonomicznych (profit, breakpoints, loss)



Dobierz kolory do elementu wykresu

Reguły Stephan' a Few

7. Non-data components of tables and graphs should be displayed just visibly enough to perform their role, but no more so, for excessive salience could cause them to distract attention from the data.

Nie przesadzaj z nadmiarowym użyciem koloru

Component	Default Color
Axis lines	Use thin gray lines of medium intensity.
Borders	Whether around the graph as a whole, its plot area, or a legend, when borders are needed (and usually they are not), use thin gray lines of medium intensity.
Background	Use white (or in Excel select "None" for color).

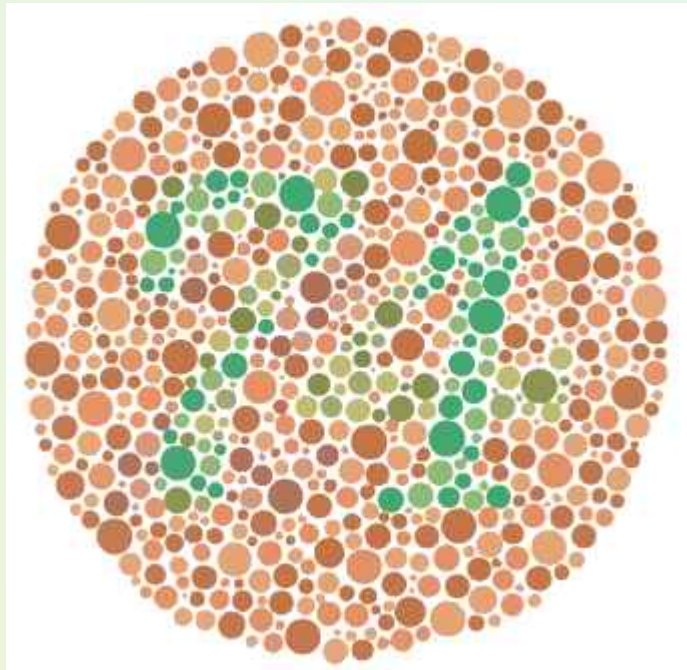
Component	Default Color
Bars	Use a distinct hue of medium intensity for each data series.
Lines	For thin lines, use a distinct hue of fairly high intensity for each; otherwise, use distinct hues of medium intensity.
Data Points	For small points, use a distinct hue of fairly high intensity for each; otherwise, use distinct hues of medium intensity.

Trudności postrzegania kolorów

Reguły Stephan' a Few

7. To guarantee that most people who are colorblind can distinguish groups of data that are color coded, avoid using a combination of red and green in the same display.

Daltonizm i zaburzenia w widzeniu różnic kolorystycznych



Palety od niebieskiej do
żółci – lepiej rozpoznawane
Częściej stosuj B&W
albo stopnie szarości

Inne reguły związane ze stosowaniem koloru

1. Wyrazistość - zwłaszcza dla wielu kolorów i tła
 2. Przywiązanie do tzw. barw szczególnych (czerwony, zielony, żółty, niebieski) rozszerzanych o biały i czarny → często stosowane w paletach do kodowania jakościowego
 3. Dobór koloru kontrastującego z tłem (ew. obramowania)
 4. Ilość kolorów → niezbyt dużo
 5. Dobierz rozmiar obiektu
Nasycone i wyraziste dla małych obiektów
Kolorowanie obszarów - nie za bardzo nasycone
 6. Tradycje interpretacji
Kolory od zimnego (niebieski) do ciepłego (czerwony)
Sygnalizacja świetlna
Kolory ziemi (zielony = wegetacja, biały - zima, śnieg)
- E. Tufte → ascetyzm, częściej biały i czarny oraz odcienie szarości

Dodatkowe materiały

Stephen Few: Practical rules for using color in charts. Perceptual Edge 2008 (dostępne na WWW).

Przemysław Biecek: Odkrywać! Ujawniać! Objasnić! 2014 -

Także blog <http://biecek.pl/Eseje/>

Nancy Duarte: Slajd:ologia (tłumaczenie) Helion 2011.

Edward Tufte: Visual Display of Quantitative Information

Stephen Few: Show Me the Numbers; Now You See It

Color Brewer - materiały i wzorce na WWW

Koniec tej części

Poszukuj samodzielnie dodatkowych
materiałów!

Samodzielnie projektuj wizualizacje!