

# Prezentacja danych liczbowych



Jerzy Stefanowski

Institute of Computing Sciences,  
Poznań University of Technology

Listopad, 2015, Poznań

*“The aim of good graphics is to display data accurately and clearly” - Wainer*

*“The greatest value of a picture is when it forces us to notice what we never expected to see” - Tukey*

*“Everything should be made as simple as possible but not simpler” - Einstein*

Jak efektywnie prezentować dane liczbowe?

# 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

# Liczby są wszędzie

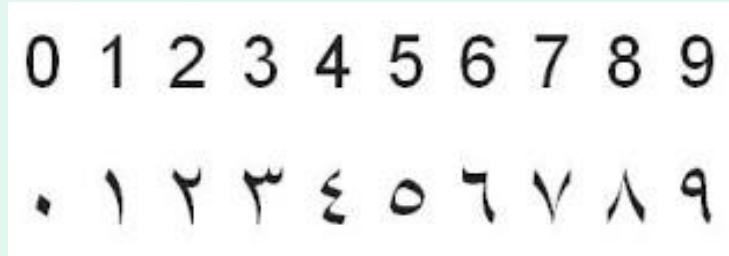
---

- ❑ Rosnąca rola zbierania danych i dokumentowania działań ludzi
- ❑ Ostatnie dekady → systemy automatycznej rejestracji danych
  - „Danetyzacja „  
→ Viktor Mayer-Schonberger, Keneth Cukier „Big Data - Rewolucja, która zmieni nasze myślenie, pracę i życie”
- ❑ **Jak prezentować dane liczbowe?**
  - Bezpośrednio w tekście raportu
  - W postaci tabelarycznej
  - Wykresy i prezentacje graficzne

# Liczby - przypomnijmy matematykę

---

- Cyfra zapis symbolicznych
- Obecnie stosowany → arabski
- Fibonacci → popularyzacja w Europie
- Obecnie stosowany system dziesiętny
  
- Percepcja danych
  - *Aby łatwo było odczytać i zrozumieć związek pomiędzy informacją a danymi oraz zależności między liczbami*
- Za duże liczby ....
- Zbyt małe liczby



# Porównywanie liczb i ich zrozumienie

---

Psychologia → przeciętni ludzie mają trudności w ocenie liczb zawierających dużą liczbę cyfr

Przykład porównaj dwie liczby

12 573 981 oraz 11 894 397

Zasada dwóch najważniejszych cyfr

12,6 milionów oraz 11,9 milionów

# Zbyt duże liczby, aby zrozumieć

---

- ❑ Czy dobrze rozumiemy zapis i ZNACZENIE dużych i bardzo dużych liczb
- ❑ Rozważ problem długu publicznego → czy potrafisz sobie wyobrazić wielkość
  - Dług publiczny Polski (kilka lat temu)  
→ 11 października 2013 (Fundacja Obywatelskiego Rozwoju)
  - **937 457 092 004 PLN**



# Inna forma prezentacji długu

- ❑ Poprzednia liczba
  - prawie 940 miliardów PLN
  - Inaczej 960 giga pojedynczych jednostek
- ❑ W 2012 dług wynosił 760 miliardów PLN
- ❑ Liczba mieszkańców Polski to 38 mln PLN
- ❑ P. Biecek → przeliczmy wielkość długu na jedną osobę
  - 18 261 PLN
  - Dodatkowo podział wydatków na podstawowe dziedziny

RACHUNEK OD PAŃSTWA RZECZPOSPOLITA POLSKA	
----- ROK 2012 -----	
Usługa	cena na 1 mieszkańca
EMERYTURY Z ZUS	2521
EMERYTURY Z KRUS	298
EMERYTURY ŻOŁNIERZY, POLICJANTÓW I POZOSTAŁYCH SŁUŻB MUNDUROWYCH, SĘDZIÓW I PROKURATORÓW	314
RENTY	927
DODATKI DO RENT I EMERYTUR, DODATKI PIELĘGNACYJNE, ZASIŁKI CHOROBOWE, ITP.	466
ZASIŁKI SOCJALNE	614
OCHRONA ZDROWIA	1939
WOJSKO	565
POLICJA I STRAŻ POŻARNA (Z BUDŻETU)	275
SĄDY I WIĘZIENIA	252
PODSTAWÓWKI, GIMNAZJA I SZKOŁY ŚREDNIE	1613
SZKOLNICTWO WYŻSZE	656
ADMINISTRACJA RZĄDOWA	322
ADMINISTRACJA SAMORZĄDOWA	430
ADMINISTRACJA ZUS, KRUS I NFZ	142
URZĘDY NACZELNYCH ORGANÓW WŁADZY PAŃSTWOWEJ, KONTROLI I OCHRONY PRAWA ORAZ SĄDOWNICTWA	54
DROGI (GDDKIA)	607
DROGI I TRANSPORT (SAMORZĄDY)	734
TORY	70
ROZWÓJ MIESZKALNICTWA	236
OCHRONA ŚRODOWISKA	281
SPORT I WYPOCZYNEK	244
KULTURA	280
SKŁADKA DO BUDŻETU UE	432
INNE	2835
KOSZT OBSŁUGI DŁUGU PUBLICZNEGO	1152
<b>Razem PLN</b>	<b>18261</b>
-----	
ŁĄCZNIE WYDATKI PUBLICZNE W 2012 ROKU BYŁY O 10% WYŻSZE OD DOCHODÓW. W REZULTACIE PAŃSTWOWY DŁUG PUBLICZNY W PRZELICZENIU NA JEDNEGO MIESZKAŃCA WZRÓSŁ DO POZIOMU 22567 ZŁ I BYŁ O 675 ZŁ WYŻSZY NIŻ W 2011 ROKU.	
-----	
FORUM OBYWATELSKIEGO ROZWOJU www.for.org.pl	





# Typowe przedrostki - układ metryczny

yotta- (Y-)	$10^{24}$	1 septillion	1,000,000,000,000,000,000,000,000
zetta- (Z-)	$10^{21}$	1 sextillion	1,000,000,000,000,000,000,000
exa- (E-)	$10^{18}$	1 quintillion	1,000,000,000,000,000,000
peta- (P-)	$10^{15}$	1 quadrillion	1,000,000,000,000,000
tera- (T-)	$10^{12}$	1 trillion	1,000,000,000,000
giga- (G-)	$10^9$	1 billion	1,000,000,000
mega- (M-)	$10^6$	1 million	1,000,000
kilo- (k-)	$10^3$	1 thousand	1,000
hecto- (h-)	$10^2$	1 hundred	100
deka- (dk-)	10	1 ten	10
deci- (d-)	$10^{-1}$	1 tenth	0.1
centi- (c-)	$10^{-2}$	1 hundredth	0.01
milli- (m-)	$10^{-3}$	1 thousandth	0.001
micro- ( $\mu$ -)	$10^{-6}$	1 millionth	0.000001
nano- (n-)	$10^{-9}$	1 billionth	0.000000001
pico- (p-)	$10^{-12}$	1 trillionth	0.000000000001
femto- (f-)	$10^{-15}$	1 quadrillionth	0.000000000000001
atto- (a-)	$10^{-18}$	1 quintillionth	0.000000000000000001
zepto- (z-)	$10^{-21}$	1 sextillionth	0.000000000000000000001
yocto- (y-)	$10^{-24}$	1 septillionth	0.000000000000000000000001

Różnice: anglosaskie vs. europejskie – bilion vs. miliard

# Rady

---

- ❑ Poza szczegółowymi zestawieniami (tabele) rzadko piszemy „pełne” liczby
- ❑ Zwłaszcza w tekście zaleca się „mieszanie” słów i liczby
  - "the national debt is over \$5 trillion."
- ❑ Stosowanie przedrostków lub nazw specjalistycznych (chemia, astronomia, itd.)
  - “You measure the storage capacity of your hard drive in gigabytes (though last year you measured it in megabytes, and next year it will be in terabytes).“
- ❑ Stosowanie specjalnych znaczników dziesiętnych (przecinek - uwaga na różnice kraje anglosaskie vs. europejskie - kropka) albo spacji na określonych pozycjach
- ❑ Zaokrąglanie, liczba cyfr znaczących

# Pisanie liczb w dłuższym tekście

---

Zalecenia angielskich inst. statystycznej (Wales Government Data Unit):

The general rules for numbers in text are as follows:

- ❑ Numbers up to and including nine in text should be written in text, i.e. “one”, “two” etc. Larger numbers should use digits, “11”, “37” etc;
- ❑ Use effectively rounded numbers for up to 10,000; so use “6,200” not “6,248”; and
- ❑ For numbers over 10,000 use a mixture of digits and words; “13 thousand” not “13,169”; similarly use “1.1 millions” not “1,148,982”.

# Inne aspekty percepcji zbyt dużych liczb

---

Trudności oszacowania wielkości

Zjawisko “kotwiczenia” informacją skojarzoną

Ile metrów może mieć najwyższa sekwoja?

Czy najwyższa sekwoja ma 365 m? Właściwie ile metrów może mieć najwyższa sekwoja?

Więcej w książce D.Kahneman: Thinking, Fast and Slow

# Zjawisko “kotwiczenia”

---

Czy najwyższa sekwoja ma 365 m? Właściwie ile metrów może mieć najwyższa sekwoja?

Średnia z odpowiedzi → 257 m

Zmiana punktu odniesienia w pierwszym pytaniu na 55 m → zmiana odpowiedzi u respondentów; średnia → 87 m

Najwyższa zmierzona sekwoja → 115 m

D.Kahneman: Thinking, Fast and Slow

“Zaproponowanie punktu odniesienia znacząco zmienia wartość szacunków. Czy zjawisko zakotwiczenia ma związek z wizualizacją danych? Oczywiście. Każdy element wykresu może pełnić rolę takiej kotwicy.”

# Problem percepcji małych prawdopodobieństw

---

Przykład P. Biecek oceny nieznanymi częstości

Czy w roku 2010 więcej osób umarło z powodu:

- udanych prób samobójczych,
- wypadku samochodowego,
- grypy lub zapalenia płuc?

Więcej w książce P.Biecek: Odkrywać! Ujawniać! Objasniać!

# Szybkie vs. wolne podejmowanie decyzji

---

Większość respondentów wskazało na  
„wypadek samochodowy”

Uzasadnienie - częste komunikaty w mediach

Właściwa odpowiedź:

- grypa lub zapalenie płuc (3,4% -- 10 033 zgonów rocznie)
- samobójstwa (2,2% - 6 479 zgonów)
- Wypadki samochodowe (2,1% - 6 224 zgonów)

<b>Udar mózgu - 13,6%</b>	Wypadek drogowy - 2,1%	<b>Inne - 24,8%</b>	
Grypa/zapalenie płuc - 3,4%	Nadciśnienie - 2,1%	Samobójstwo - 2,2%	Rak żołądka - 2,3%
Inne choroby płuc - 2,8%	Cukrzyca - 2,4%	Rak jelita grubego - 4,2%	
Choroby wątroby - 2,7%	Rak płuc - 8,2%	Rak piersi - 2,2%	
<b>Choroba niedokrwienna serca - 26,9%</b>			

Więcej w książce P.Biecek: Odkrywać! Ujawniać! Objaśniać!



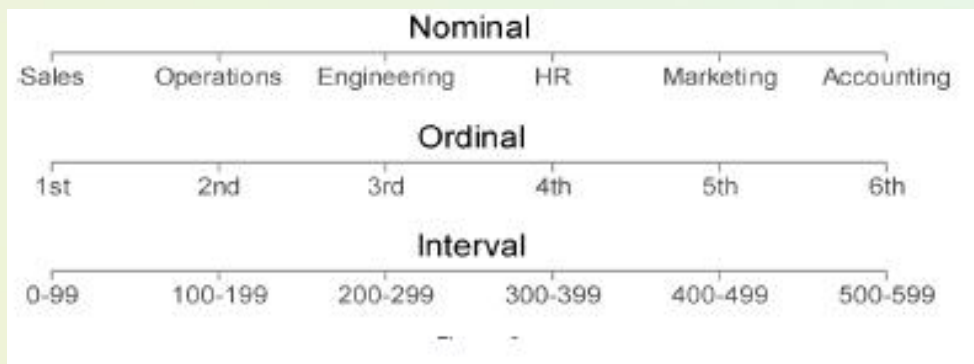
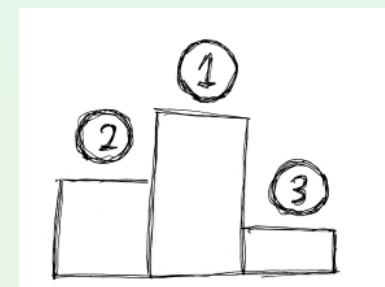
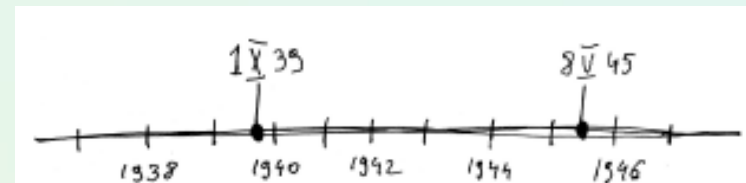
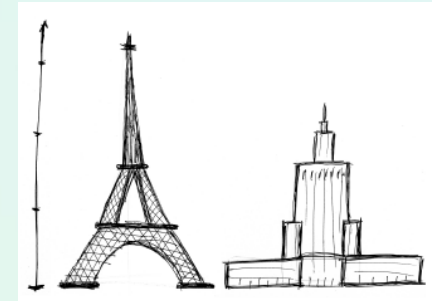
# Dane - lecz jakie?

Przypomnijmy

Jakie typu mogą być dane?

Skale pomiarowe:

- Nominalne
- Porządkowe
- Przedziałowe
- Ilorazowe



# Tabele czy wykresy

---

## Tabele

- Konieczna analiza pojedynczych wartości
- Porównywanie wartości
- Wymagana precyzja przedstawienia danych
- Lecz na ogół ograniczona liczba punktów pomiarowych

Tabele odwołują się do werbalnego systemu człowieka

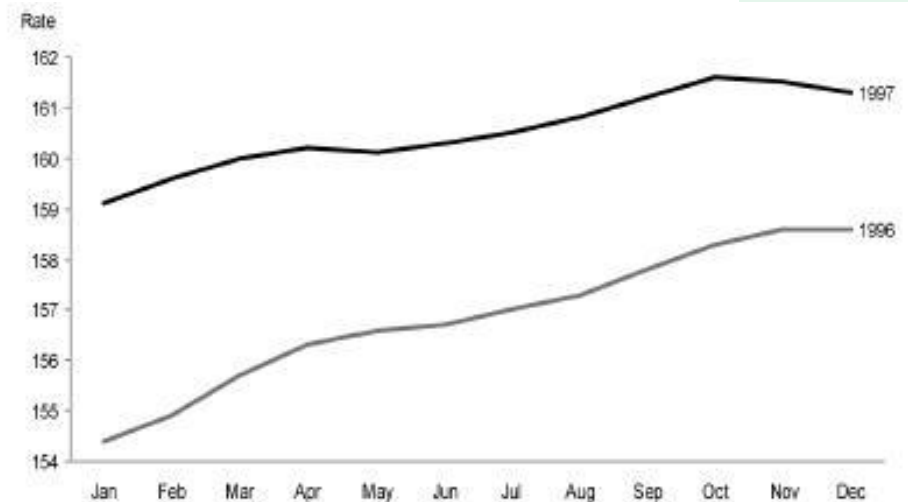
## Wykresy

- Przekazanie wiadomości ukrytej w kształcie danych (trendy, wzorce, anomalie, ...)
- Bardziej ogólne spojrzenie na dane niż precyzyjne wartości
- Pokazanie zależności między wieloma wartościami
- Częściej większa liczba pomiarów

Bezpośrednie odwołanie się do wizualnej percepcji

# Tabele czy wykresy

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
1990	127.4	128.0	128.7	128.9	129.2	129.9	130.4	131.6	132.7	133.5	133.8	133.8	130.7
1991	134.6	134.8	135.0	135.2	135.6	136.0	136.2	136.6	137.2	137.4	137.8	137.9	136.2
1992	138.1	138.6	139.3	139.5	139.7	140.2	140.5	140.9	141.3	141.8	142.0	141.9	140.3
1993	142.6	143.1	143.6	144.0	144.2	144.4	144.4	144.8	145.1	145.7	145.8	145.8	144.5
1994	146.2	146.7	147.2	147.4	147.5	148.0	148.4	149.0	149.4	149.5	149.7	149.7	148.2
1995	150.3	150.9	151.4	151.9	152.2	152.5	152.5	152.9	153.2	153.7	153.6	153.5	152.4
1996	154.4	154.9	155.7	156.3	156.6	156.7	157.0	157.3	157.8	158.3	158.6	158.6	156.9
1997	159.1	159.6	160.0	160.2	160.1	160.3	160.5	160.8	161.2	161.6	161.5	161.3	160.5
1998	161.6	161.9	162.2	162.5	162.8	163.0	163.2	163.4	163.6	164.0	164.0	163.9	163.0
1999	164.3	164.5	165.0	166.2	166.2	166.2	166.7	167.1	167.9	168.2	168.3	168.3	166.6
2000	168.8	169.8	171.2	171.3	171.5	172.4	172.8	172.8	173.7	174.0	174.1	174.0	172.2
2001	175.1	175.8	176.2	176.9	177.7	178.0	177.5	177.5	178.3	177.7	177.4	176.7	177.1
2002	177.1	177.8	178.8	179.8	179.8	179.9	180.1	180.7	181.0	181.3	181.3	180.9	179.9



Przykłady za Stephen Few

# Tabele: ogólna prezentacja albo źródłowa

---

- ❑ **Demonstration tables** - ogólny pokaz, prezentacja kluczowej informacji bez nadmiernych szczegółów
  - Stosowana w ulotkach, broszurach, na plakatach i prezentacjach multimedialnych
  
- ❑ **Reference tables** - źródła zawierające szczegółowe dane, które pozwalają na poznanie wszelkich niezbędnych „detali” lub wykonanie własnych obliczeń
  - Typowo w raportach statystycznych, dokumentacjach, zapisie eksperymentów lub pomiarów, albo jako szczegółowe zestawienie w załącznikach do raportów

# Tabela ogólna

## Men who were victims of violence<sup>1</sup>: by age, 1999

England & Wales	Percentages				
	Domestic	Aquain- tance <sup>2</sup>	Stranger	Mugging	All violence
16-24	1.8	8.2	8.3	4.3	20.1
25-34	1.0	2.4	3.7	0.5	7.2
35-44	0.3	1.5	1.4	0.5	3.6
45-54	0.2	1.0	1.4	0.4	3.0
55-64	0.2	0.9	0.6	0.1	1.8
65 and over	-	0.2	0.3	0.2	0.7
All men aged 16 and over	0.5	2.0	2.3	0.8	5.3

*1 Percentage victimised once or more.*

*2 Assaults in which the victim knew one or more of the offenders at least by sight.*

*Source: British Crime Survey, Home Office*

(taken from Social Focus on Men, Office for National Statistics, 2001)

# Tabela szczegółowa - źródłowa

**Table 2.3** Economic statistics

	People in employment, 2002 (thousands)	Employment <sup>1)</sup> , 2002 percentage in:			Unemployment rate (percentage) 2002	Long-term unemployed <sup>2)</sup> as a percentage of all unemployed, 2002 <sup>3)</sup>	Gross domestic product per head (PPS) <sup>4)</sup> EUR 15=100 2000	Estimates <sup>5)</sup> of the percentage of GDP in 2000 derived from		
		Agriculture	Industry	Services				Agriculture	Industry	Services
EUR 15	163,101	4.0	28.2	67.7	7.8	39.7	100	--	--	--
Austria	3,776	5.7	29.4	65.0	4.0	28.1	114	2.3	31.2	66.5
Ostösterreich	1,591	4.8	25.2	70.0	5.4	32.3	123	2.2	25.1	72.7
Südösterreich	798	8.0	32.6	59.4	3.4	26.9	97	3.4	36.2	60.4
Westösterreich	1,388	5.3	32.3	62.4	2.7	17.0	115	2.0	36.2	61.8
Belgium	4,071	1.7	25.4	72.9	7.5	48.6	106	1.4	26.8	71.8
Bruxelles-Brussels	354	0.1	13.1	86.8	14.5	54.7	214	0.0	12.1	87.8
Vlaams Gewest	2,516	1.8	28.1	70.2	8.9	35.1	100	1.6	31.9	66.5
Région Wallonne	1,201	2.0	23.5	76.4	10.5	58.5	77	1.8	26.5	71.7
Denmark	2,724	3.3	24.2	72.3	4.6	19.0	116	2.7	25.0	71.4
Finland	2,372	5.3	26.9	67.4	9.1	24.7	104	3.8	33.4	62.8
Manner-Suomi	2,359	5.3	27.0	67.3	9.1	24.8	104	3.8	33.6	62.6
Åland	13	5.3	17.7	77.0	2.9	--	139	4.4	12.1	83.5
France	23,885	4.1	25.4	70.5	8.7	32.8	104	2.7	24.8	72.5
Île de France	5,029	0.3	17.3	82.4	8.1	32.5	150	0.2	17.7	82.1
Bassin Parisien	4,058	5.6	30.3	66.0	8.6	32.7	80	5.3	31.1	63.6
Nord - Pas-de-Calais	1,449	2.0	29.7	67.9	13.4	39.7	70	2.0	30.6	67.3
Est	2,300	3.1	33.4	63.5	7.5	24.0	91	2.5	32.5	65.0
Ouest	3,144	6.5	29.0	66.5	7.4	27.6	87	5.1	27.3	67.6
Sud-Ouest	2,573	6.4	23.8	69.8	8.5	31.6	88	4.8	23.5	71.8
Centre-Est	2,864	4.7	28.6	66.7	6.9	25.5	100	1.8	31.3	66.9
Méditerranée	2,469	5.2	17.4	77.3	12.0	41.2	87	3.0	18.7	78.3

(Extract from Regional Trends 2004, Office for National Statistics, 2004)

# Prezentacja liczb w tabelach

---

Czytelne duże liczby

<b>GOOD EXAMPLE</b>	<b>BAD EXAMPLE</b>
1 320 000	1324567
1 670 000	1673985
1 830 000	1829456

Spójne zaokrąglanie

<b>GOOD EXAMPLE</b>	<b>BAD EXAMPLE</b>
93.2	93.2
1045.0	1045
385.6	385.63

Właściwe wyrównanie  
w kolumnach

<b>GOOD EXAMPLE</b>	<b>BAD EXAMPLE</b>
93.2	93.2
1045.0	1045.0
385.6	385.6

Przykłady z raportu: Making Data Meaningful Part 2 (UN 2009)

# Tabele prezentacyjne

- ❑ Łatwiej porównywać wartości w kolumnach niż w wierszach
- ❑ Uporządkowanie wartości może ułatwiać porównania
- ❑ Można stosować rozkłady brzegowe (tzw. podsumowania) - zalecane, na dole i / lub z prawej

**Populations of the Continents**  
(2005 estimates)

	People (billions)	% of global total
Asia	3.88	61
Africa	0.88	14
Europe	0.73	11
North America	0.50	8
South America	0.38	6
Australia/Oceania	0.03	1
Antarctica	0.00	0
Global total	6.40	100

data from worldatlas.com

**Table 1: Jekyll & Hyde Washing Machine Sales**

	Total	E	S	W
Decade	75398	64166	6750	4482
2004	11984	10367	1012	605
2003	10121	8829	790	502
2002	3659	3150	297	212
2001	1209	1024	118	67
2000	502	431	40	31
1999	13491	11118	1365	1008
1998	11430	9743	1025	662
1997	10604	8921	1010	673
1996	7707	6471	724	512
1995	4691	4112	369	210



# Zalecana konstrukcja tabeli

---

<b>Table title</b>	
<b>Row stubs</b>	<b>Column headers</b>
	Data
Footnotes	
Source	

# Zły wygląd tabeli

---

## BAD EXAMPLE

Final energy consumption by sector - Percentages

	1980	1985	1990	1995	2000	2002	2003
Transport	27.81	27.92	28.24	31.12	36.82	39.48	39.13
Residential	31.11	33.91	30.41	27.61	24.33	23.71	23.97
Industry	31.47	27.21	23.86	22.11	21.41	19.53	18.78
Agriculture	n/a	n/a	3.51	3.7	3.11	2.91	2.82
Services	9.61	10.96	13.98	15.46	14.33	14.37	15.3
Total	100	100	100	100	100	100	100

# Poprawiona tabela

## GOOD EXAMPLE

### Share of total energy consumption, by sector (in percent)

Ireland, 1980-2003

	1980	1985	1990	2000	1995	2002	2003
<b>Transport</b>	27.8	27.9	28.2	31.1	36.8	39.5	39.1
<b>Residential</b>	31.1	33.9	30.4	27.6	24.3	23.7	24.0
<b>Industry</b>	31.5	27.2	23.9	22.1	21.4	19.5	18.8
<b>Agriculture</b>	n/a <sup>1</sup>	n/a <sup>1</sup>	3.5	3.7	3.1	2.9	2.8
<b>Services</b>	9.6	11.0	14.0	15.5	14.4	14.4	15.3
<b>Total</b>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

<sup>1</sup> Data on energy consumption for the agricultural sector was not collected until 1990.

Source: Department of Public Enterprise, Ireland

# Podsumowanie zasad

---

1. Round data in summary tables;
2. Right justify numbers in columns;
3. Make sure that all tables in a report are in a similar format;
4. Show time either from left to right or top to bottom on a page;
5. Show row totals to the right and column totals to the bottom of the table;
6. Put data to be compared in columns rather than rows;
7. Use space to separate data not lines; and
8. Keep tables as simple as possible.

# Wybierz właściwy rodzaj wykresu

Różne typy wykresów:

- pozwalają przekazać inne wiadomości
- odwołują się do innej percepcji odbiorcy



Figure 1: Poor graph choice on the left vs. an effective choice on the right.

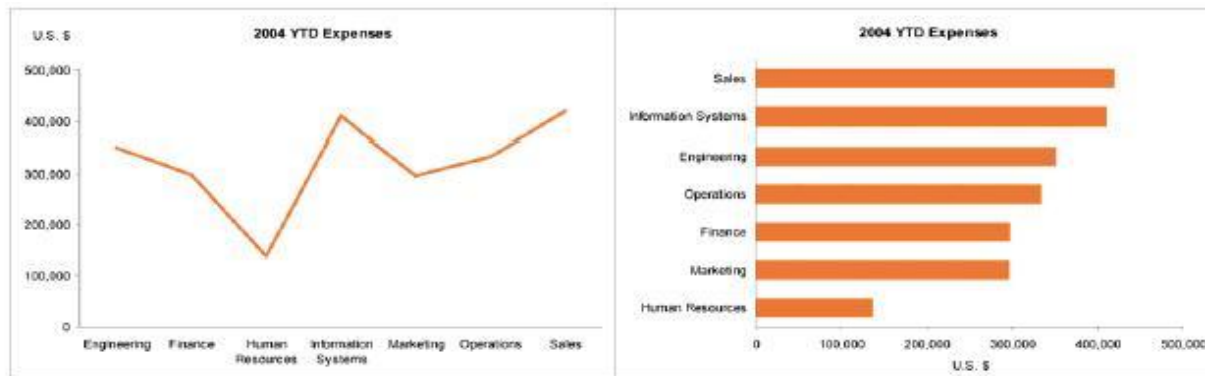
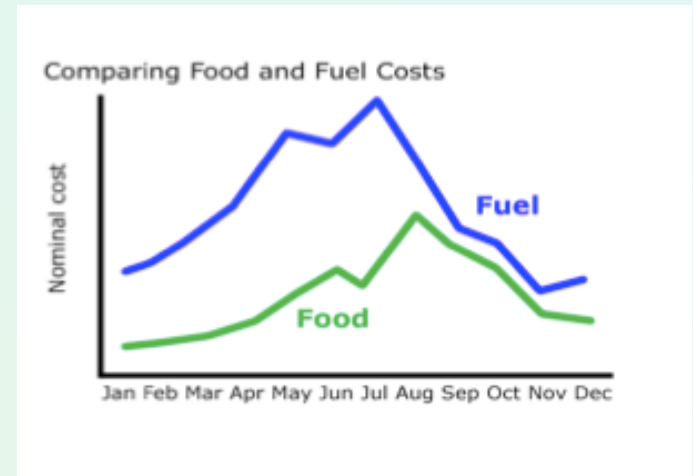
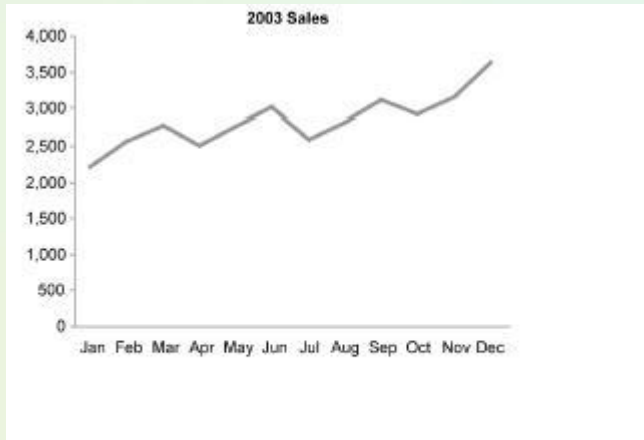


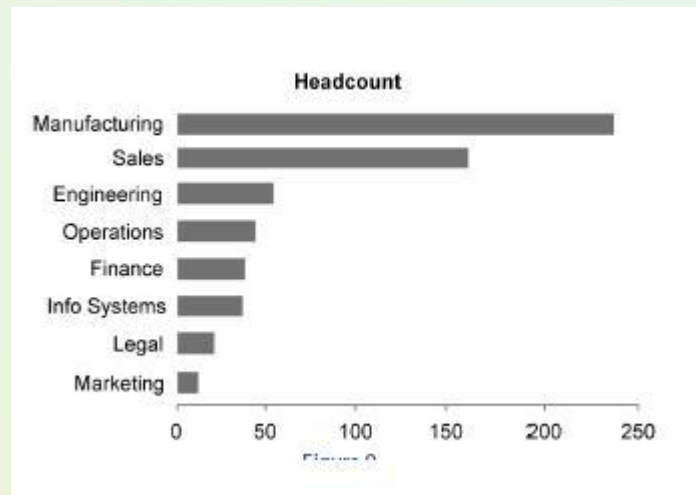
Figure 2: The graph on the left illustrates an inappropriate use of lines to encode data, which is better encoded using bars, shown on the right.

# Typowe zależności w danych (S.Few 7 common relationships)

## 1. Zależność zmiennej od czasu

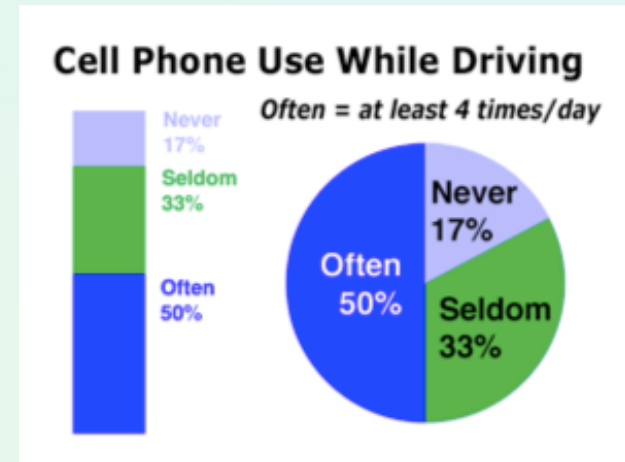
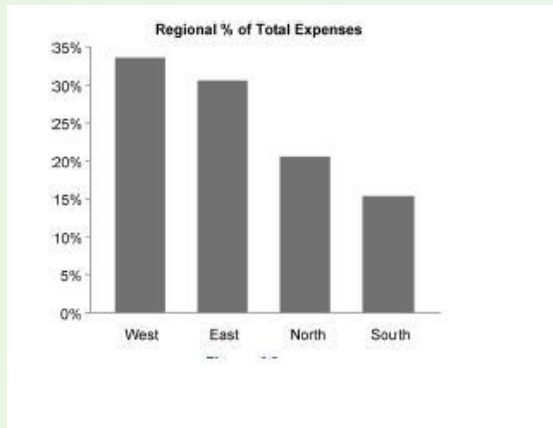


## 2. Ranking elementów / wartości

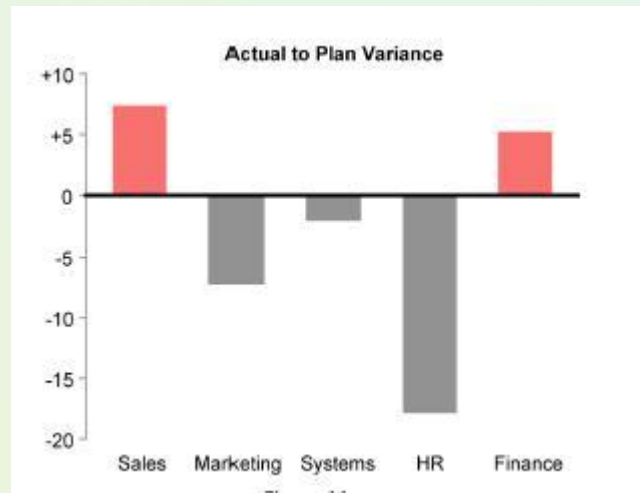


# Typowe zależności w danych (S.Few rel.)

## 3. Porównanie części do całości



## 4. Odchylenie wartości od ....



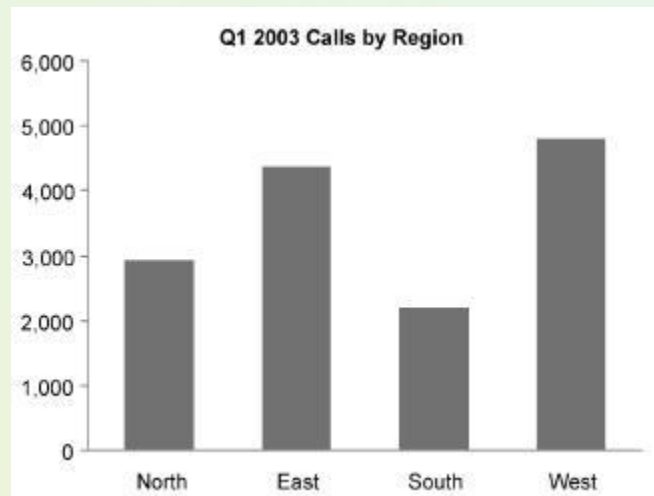
# Typowe zależności w danych (S.Few rel.)

---

## 5. Rozkład częstości



## 6. Porównywanie wartości nominalnych

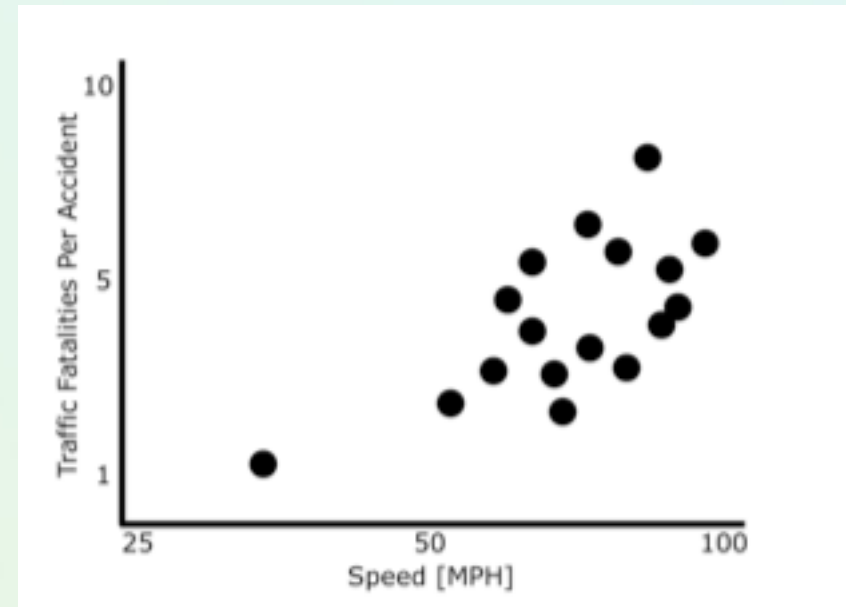
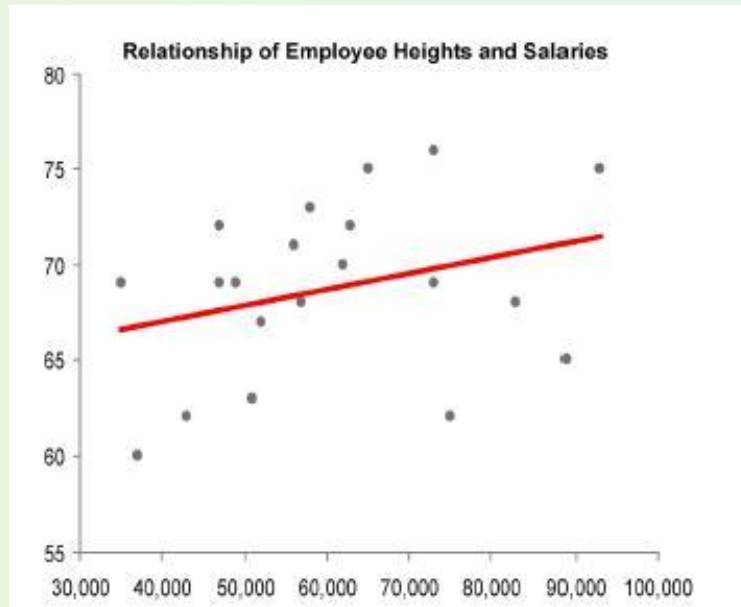




# Typowe zależności w danych (S.Few rel.)

---

## 7. Współzależność zmiennych (ew. Korelacja)

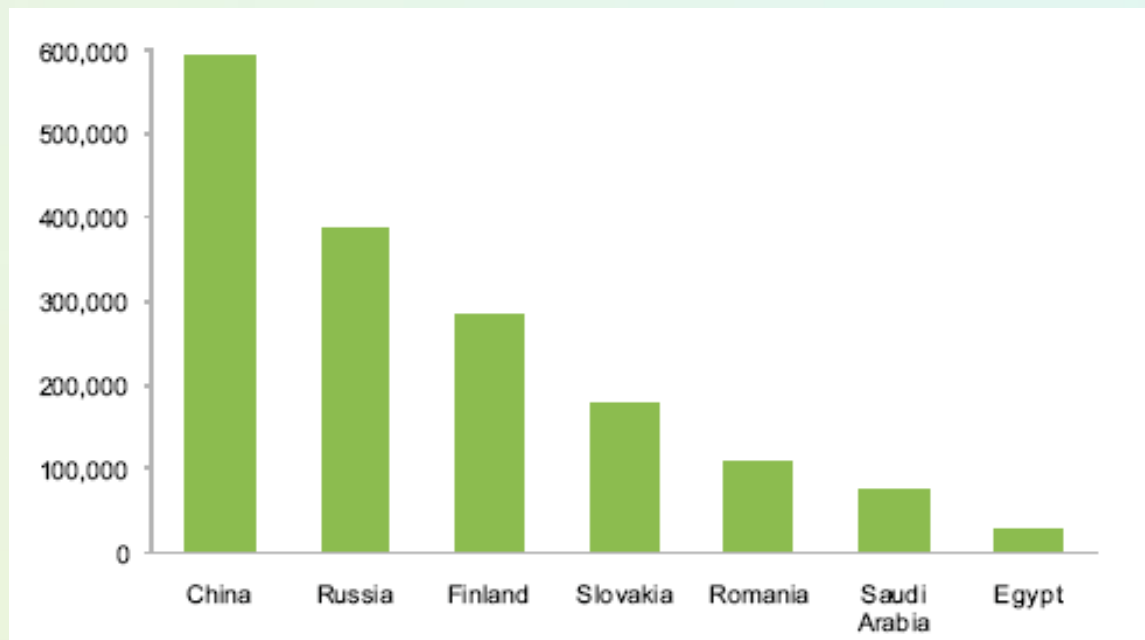


# Przykład z monochromatycznym kolorem

---

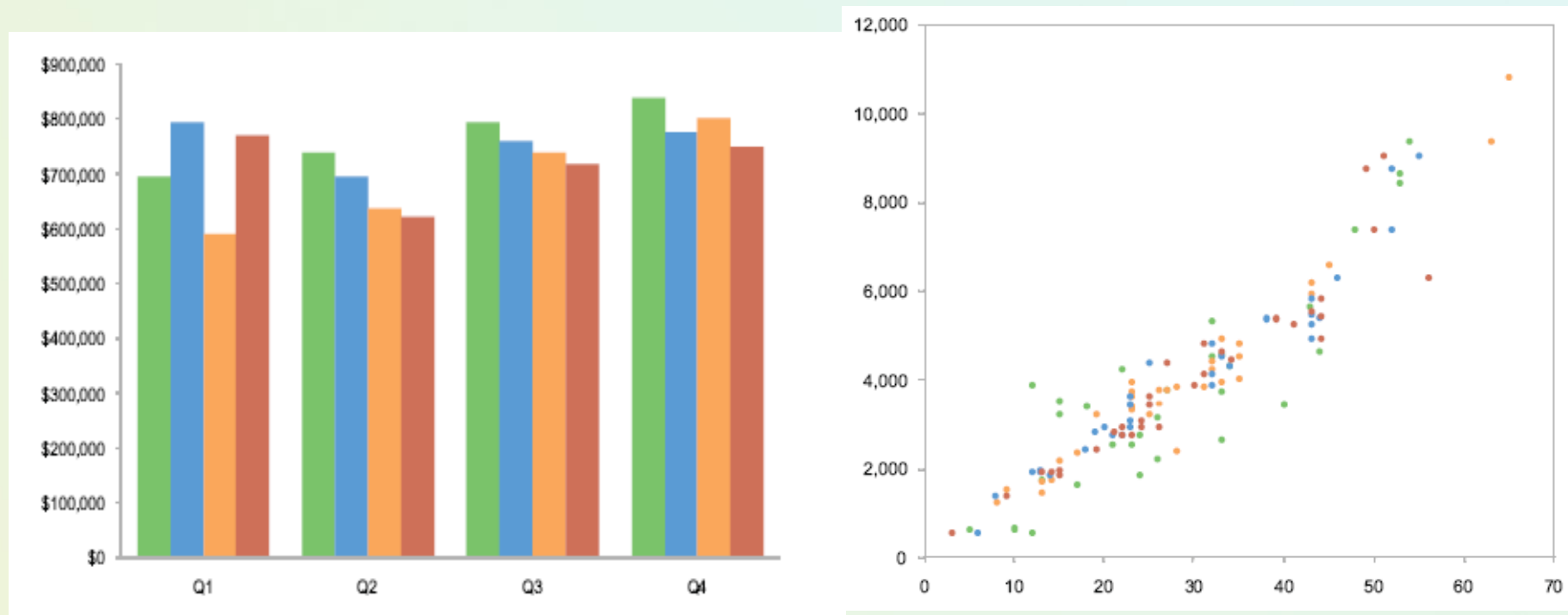
Za Stephan Few

- ❑ 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?"

# Kolor w wykresach słupkowych i rozrzutu

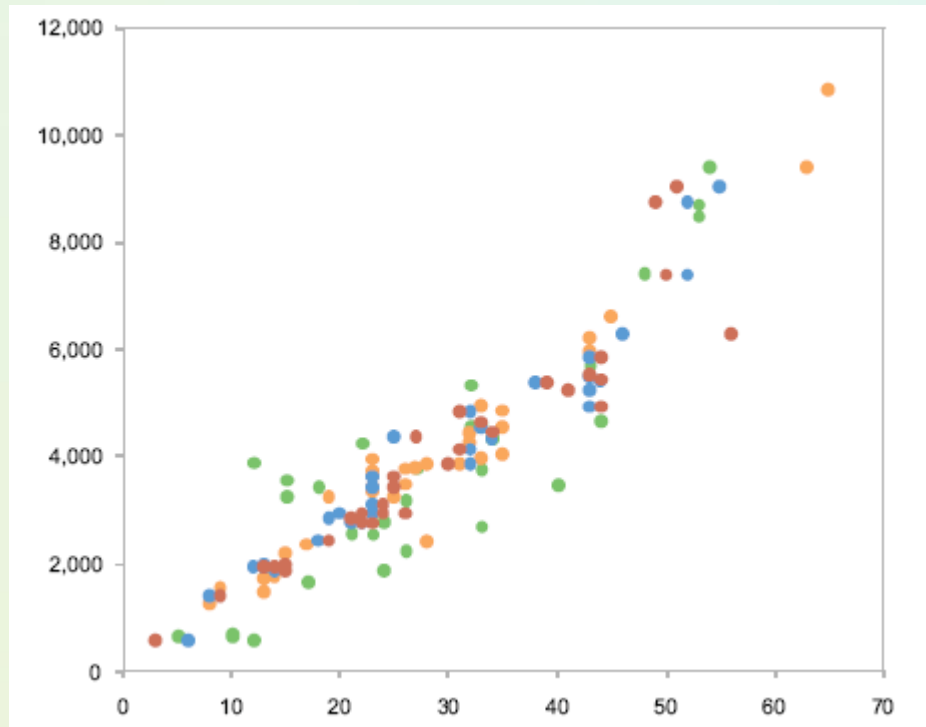


Kolor ma oznaczać inny dział przedsiębiorstwa lub rejon sprzedaży

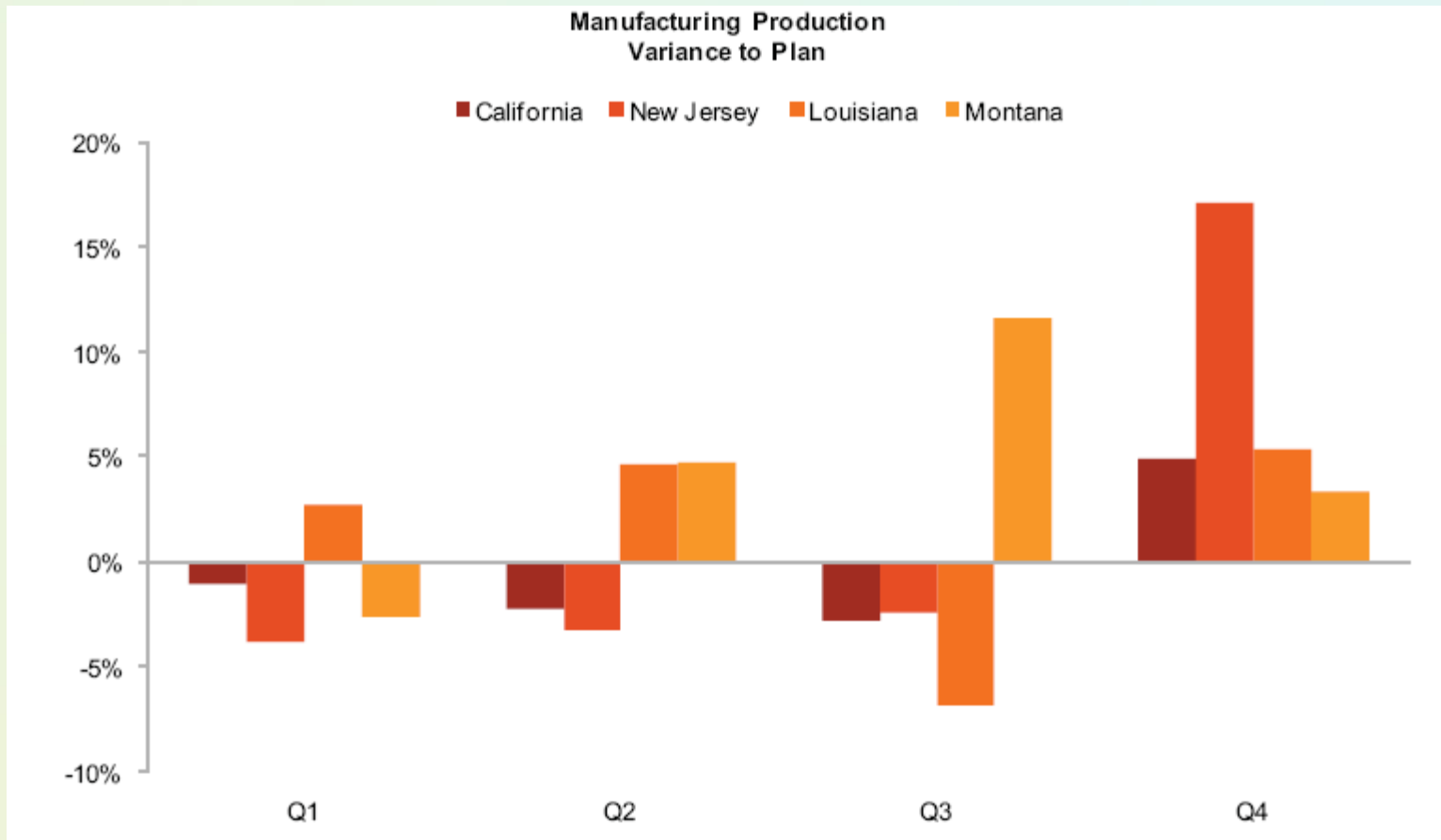
# Popraw wykres rozrzutu

---

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



# Przykład doboru koloru do wykresu słupkowego



# 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! Objasniać! 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!