

Univerzita Karlova v Praze  
Matematicko-fyzikální fakulta

**BAKALÁRSKA PRÁCA**



Lucia Quittnerová

**Geometria v reklame – grafické zobrazovanie**

Katedra didaktiky matematiky

Vedúci bakalárskej práce: PhDr. Alena Šarounová, CSc.

Študijný program: Fyzika, Fyzika zaměřená na vzdělávání,  
Fyzika – matematika

2006

Ďakujem za trpezlivosť A. Šarounovej, za užitočnú literatúru a prínosné konzultácie I. Saxlovi a tiež J. Šrubárovi za poskytnutie názorných grafických obrázcov.

Prehlasujem, že som svoju bakalársku prácu napísala samostatne a výhradne s použitím citovaných prameňov. Súhlasím s požičiavaním práce a jej zverejňovaním.

V Prahe 17.05.2006

Lucia Quittnerová

# Obsah

<b>1. ÚVOD DO GEOMETRICKÉHO ZOBRAZOVANIA .....</b>	<b>5</b>
<b>2. HISTORICKÝ VÝVOJ.....</b>	<b>6</b>
2.1. POČIATKY GRAFICKÉHO ZOBRAZOVANIA .....	6
2.2. TEMATICKÁ KARTOGRAFIA .....	6
2.3. ŠTATISTICKÁ GRAFIKA .....	7
2.4. SÚČASNOSŤ .....	9
<b>3. POPISNÁ ŠTATISTIKA – ZÁKLADNE POJMY.....</b>	<b>10</b>
<b>4. ROZTRIEDENIE GRAFOV .....</b>	<b>11</b>
4.1. ROZMEROVÉ GRAFY .....	11
4.2. SÚRADNICOVÉ GRAFY.....	14
4.3. ŠTATISTICKÉ MAPY.....	16
4.4. PREHĽAD VÝHOD A NEVÝHOD JEDNOTLIVÝCH GRAFOV .....	19
<b>5. AKO SPRÁVNE VYBRAŤ GRAF NA ZOBRAZOVANIE DÁT .....</b>	<b>21</b>
5.1. ŠTRUKTÚRA SÚBORU DÁT (POČET A TYP PREMENNÝCH) .....	21
5.2. ÚMYSEL POUŽITIA GRAFU .....	25
5.3. ÚMYSEL HLAVNEJ MYŠLIENKY, KTORÚ MÁ UKÁZAŤ GRAF.....	26
<b>6. CHYBNÉ A SPRÁVNE ZOBRAZOVANIE DÁT V GRAFOCH .....</b>	<b>27</b>
6.1. NÁZOV GRAFU.....	28
6.2. ROZVRHNU Tie SMEROV, DIMENZIA .....	28
6.3. STUPNICA, MIERKA .....	28
6.4. VYSVETLIVKY, LEGENDA A POPIS .....	29
6.5. FARBA A MREŽE.....	29
<b>7. REKLAMNÉ TRIKY .....</b>	<b>30</b>
7.1. UKÁŽKY SKRESLENÝCH INFORMÁCIÍ.....	31
7.2. POROVNANIE ZOBRAZENIA ROVNAKÝCH DÁT V ROZLIČNÝCH GRAFOCH ....	36
<b>8. ZÁVER.....</b>	<b>41</b>
<b>9. LITERATÚRA .....</b>	<b>42</b>

Názov práce: Geometria v reklame – grafické zobrazovanie

Autor: Lucia Quittnerová

Katedra: Didaktika matematiky

Vedúci bakalárskej práce: PhDr. Alena Šarounová, CSc.

Email vedúceho: sarounov@karlin.mff.cuni.cz

**Abstrakt:** Týmto textom by som chcela ukázať rôzne možnosti grafického zobrazovania. Na začiatku textu som uviedla stručný historický úvod. V ďalšej časti som čitateľa zoznámila s popisnou štatistikou, ktorú som v texte používala. Rozdelenie grafov podľa typu je najobsiahlejšou časťou tejto práce. Dôležitý je i výber grafu, ktorý správne vystihne informácie, ktoré chceme zobrazit', preto som sa venovala i tejto problematike. V ďalšej časti textu som ukázala, ako správne zobrazit' graf a na ktoré parametre sa zamerať. Príklady rôznych typov klamných, alebo zavádzajúcich grafov a obrázkov som prezentovala v záverečnej časti práce.

Kľúčová slova: grafické zobrazovanie, typy grafov, zneužitie grafov

Title: Geometry in advertisement - graphs

Author: Lucia Quittnerová

Department: Didactics mathematics

Supervisor: PhDr. Alena Šarounová, CSc.

Supervisor's e-mail address: sarounov@karlin.mff.cuni.cz

**Abstract:** I would like to show various possibilities of displaying graphs. A short historical introduction opens the text. In its next part is the reader acquainted with the basic notions of descriptive statistics used in what follows. The correct choice of the type of the graph presenting our ideas is then discussed. Further I am showing how to paint the graph correctly and on which parameters we should concentrate. Examples of various mistaken or misguided graphs are shown and commented in the final part of my work.

Keywords: graphs, types of graphs, abuse of graphs

# 1. Úvod do geometrického zobrazovania

Početné tabuľky a dáta častokrát nepovedia ani z polovice toľko, čo možno pochopiť z prehľadného grafu<sup>1</sup>. Hovorí sa, že ak obrázok má hodnotu tisíc slov, potom graf má hodnotu tisíce číslíc. Štúdie ukazujú, že naše mozgy si zapamätajú len 10% toho, čo počujeme, ale až 50% toho, čo vidíme. Grafy sú jednoznačne dôležitou pomôckou, ako priblížiť problematiku či už v hovorenom, alebo písanom prejave. Kedykoľvek, keď potrebujeme informovať, alebo presvedčiť, grafy sú efektívnou cestou ako to dosiahnuť. Z grafov plynú jasnejšie závery a viac pútajú pozornosť ako tabuľka plná číslíc.

Zoznámenie sa s počiatkami grafického zobrazovania je potrebné pre určitý nadhľad nad grafmi samotnými. Stručný prehľad poskytuje *kapitola 2*<sup>2</sup>.

Týmto textom by som chcela ukázať rôzne možnosti grafického zobrazovania. Pre jednoduchosť a praktickosť sa v školách venuje pozornosť hlavne bodovým, prípadne čiarovým grafom, ktoré sú tou najelementárnejšou formou zobrazujú dáta z tabuliek. Je však otázkou, prečo nezoznámim verejnosť s ďalšími možnosťami grafického zobrazovania. Spomínané grafy nemajú vlastnosti ako zvýrazniť, či potlačiť jednotlivé parametre. Je dôležité dostať do povedomia ľudí, že existujú rôzne grafické zobrazenia. Potrebný úvod do popisnej štatistiky som zhrnula v *kapitole 3*. Rozdelenie grafov som spracovala v *kapitole 4*. Je dôležitý aj výber grafu, ktorý správne vystihne informácie, ktoré chceme zobraziť. Touto tematikou sa zaoberám v *kapitole 5*.

Čoraz častejšie sa grafy na vysokej úrovni objavujú i v dennej tlači, takže sú kladené čoraz väčšie nároky na porozumenie grafického zobrazovania. Správny graf musí byť pravdivý, pochopiteľný a mal by upútať čitateľovu pozornosť. Ako správne zobraziť graf a na ktoré parametre sa zamerať rozoberá *kapitola 6*.

Reklamní agenti už tiež prišli na to, aké jednoduché je prekrútiť pravdivé dáta pomocou nevhodne upraveného, či skresleného grafu. Prípadne nemusia dáta zobraziť zle, len im trochu pomôžu pri zobrazovaní tak, aby ich verejnosť vnímala tak, ako sa to komu hodí. Naša psychika zaregistruje napr. rastúci trend, tak ako to autori reklamy chceli. Ale naše videnie si už nepreloží kosohlé premietanie, alebo iné skreslené zobrazenie dát. Značnú časť „nedorozumení“ má na svedomí to, ako sa dnešná populácia neustále ponáhľa, ako berie všetko len povrchno, bez hlbšieho zamyslenia. Nevšimneme si napríklad len to jedno malé číslo na kraji grafu, ktoré môže dať zobrazeným hodnotám úplne iný význam. Takto nás grafy môžu úmyselne uviesť do omylu. Príklady takýchto typov „podvodov“ sú v *kapitole 7*.

---

<sup>1</sup> Grafom budem pre zjednodušenie textu nazývať obecné obrazové znázorňovanie dát, diagram, štatistické mapy a pod..

<sup>2</sup> Veľkú časť historických dát a poznámok z tejto kapitoly som čerpala z [18].

## 2. Historický vývoj

Grafickému zobrazovaniu bol prikladaný v histórii veľký význam. Bol to vždy ten praktickejší spôsob ako zobraziť súbor hodnôt tak, aby im porozumel i laik. Pre grafickú prezentáciu hodnôt sa v minulosti používali najčastejšie slová diagram, alebo mapa. Slovo „graf“ je pomerne nové. Slovo graf (anglicky - *chart*) a kartografia (anglicky - *cartography*) majú rovnaký základ slova (latinsky - *charta* znamená list papiera, alebo papyrusu).

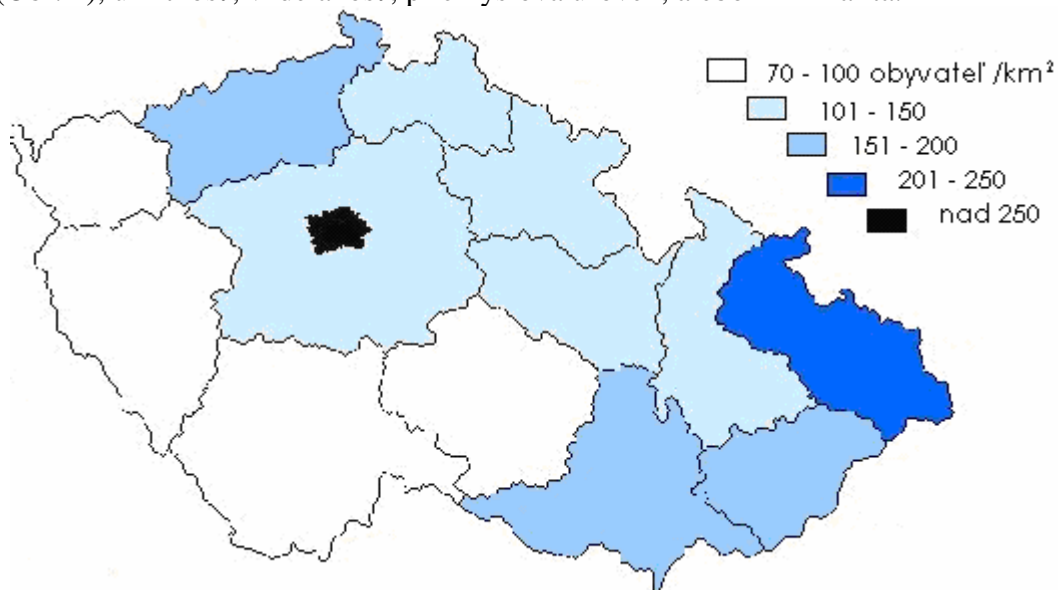
### 2.1. Počiatky grafického zobrazovania

Počiatky grafického zobrazovania môžeme vidieť v *kartografii*. Na doštičky sa zaznamenávali od dávnych dôb mapy území, riek, pohorí, alebo miest. Prvú skutočnú mapu sveta sa podarilo zostrojiť geografovi Eratosthénovi z Kýrény (275 – 195 pr. Kr.). Jeho odhad obvodu Zeme okolo 45 000 km je blízky skutočnosti (odchýlka 11%).

Ďalšia významná osobnosť v kartografii je bezpochyby Gerardus Mercator (1512 - 1594). Vytvoril veľkú kolekciu máp založených na projekcii zemského povrchu na valcovú plochu. Táto projekcia je po tomto holandskom geografovi dodnes nazývaná.

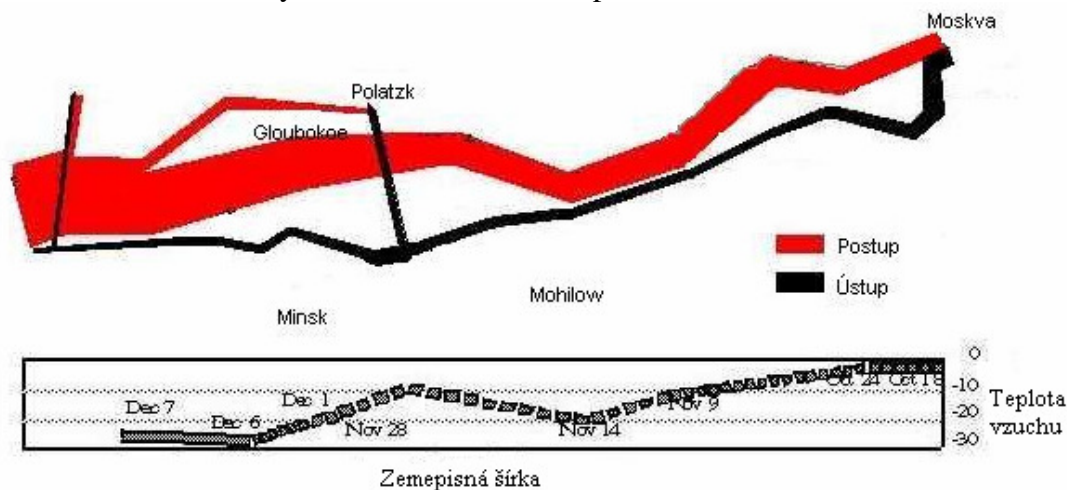
### 2.2. Tematická kartografia

Pokročilým typom kartografie je *tematická kartografia*, ktorá sa začala vyvíjať začiatkom 18. storočia. Jej podstatou bolo zakresľovanie doplňujúcich informácií, ako sú napr. dáta vzťahujúce sa k historickým udalostiam, obyvateľstvu, obchodu, hospodárstvu, ale aj k sieti dopravných uzlov. Bežne sa začala však používať až v 19. storočí. Zobrazované dáta mali často štatistický charakter. Na choropletickej mape sa zakresľuje nejaká číselná charakteristika typickou farbou, alebo stupňom šedej farby. Touto charakteristikou môže byť napr. počet obyvateľov (Obr. 1), úmrtnosť, vzdelanosť, priemyslová úroveň, alebo kriminalita.



Obr. 1 Hustota zaľudnenia v ČR [12]

Významnou osobnosťou tematickej kartografie bol Ch. J. Minard (1781 – 1870). Jeho najpopulárnejšou mapou bola mapa s názvom „Napoleonove ťaženie na Moskvu“ z roku 1869 (Obr. 2). Na začiatku invázie ukazuje široký zväzok mohutnosť armády (422 000 mužov) pri vpáde do Ruska v júni 1812. Šírka stopy zobrazuje veľkosť armády na každom mieste mapy. V septembri dosiahla armáda Moskvu so 100 000 mužmi. Graf ukazuje, že naspäť do Poľska sa dostala oveľa menšia armáda (10 000 mužov). V dolnej časti grafu je zaznamenaná teplota počas spiatocného pochodu. Minardova mapa v sebe zahŕňa mnoho informácií: veľkosť armády, jej polohu na 2D mape, smer pohybu armády a teplotu v rôznych dňoch počas návratu z Moskvy. Schéma obrázku som prevzala z [16].

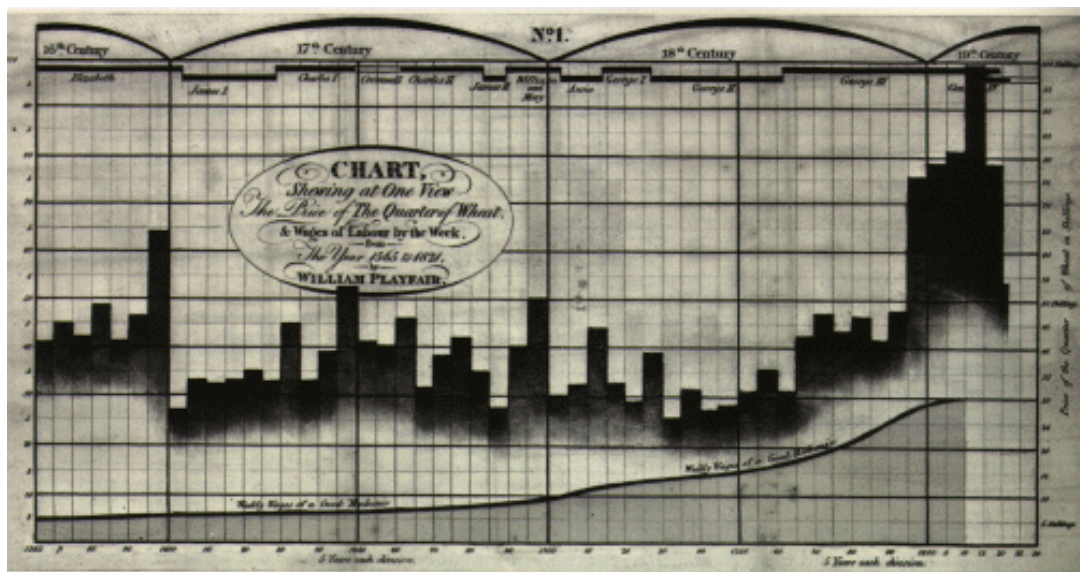


Obr. 2 Napoleonove ťaženie na Moskvu z roku 1869

V súčasnosti sa stretávame s tematickou kartografiou dennodenne. Najbežnejšie je zachytenie okamžitého stavu počasia, ktoré je prezentované v televízii či v dennej tlači. Iným príkladom je napr. zaznamenanie ciest prvých, druhých a tretích tried a ich vyťaženosť.

### 2.3. Štatistická grafika

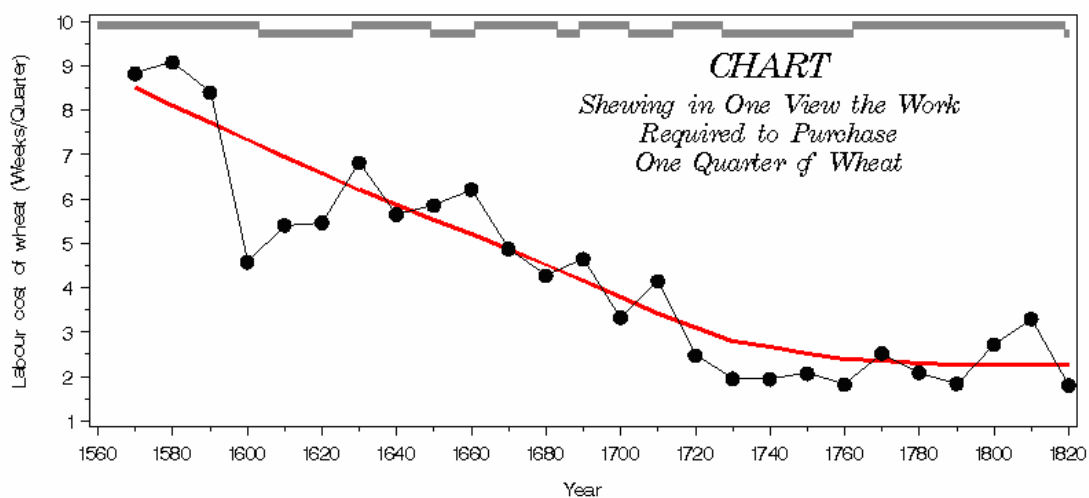
Ďalšie často využívané grafické formy boli rozpracované v devätnástom a začiatkom dvadsiateho storočia. Štatistická grafika zobrazuje dáta v závislosti na nejakom parametri (väčšinou to je čas). Väčšina dnes známych grafických zobrazení sú relatívne nedávne objavy. J. Priestley v roku 1765 pomocou jednorozmerného diagramu zaznamenal dĺžku života významných osobností v priebehu troch tisícročí. Najvýznamnejší krok v tejto oblasti urobil William Playfaire (1759 - 1823). Ako prvý začal zaznamenávať dáta v *koláčovom grafe*. Najčastejšie spomínaný graf v súvislosti s W. Playfairom je *histogram* porovnávajúci ceny pšenice a mzdy remeselníkov v období vlád rôznych panovníkov (Obr. 3). Stĺpcovým grafom je naznačená cena pšenice, čiarovým grafom v dolnej časti grafu rastúca mzda remeselníkov od konca 16.storočia až po 19.storočie. Obrázok som prevzala z [16].



Obr. 3 Graf W. Playfaira – rast ceny pšenice a mzdy robotníka

Je trochu absurdné, že na prvý pohľad si z grafu utvoríme iný názor, než o akom nás chcel autor informovať. W. Playfair mal snahu ukázať, že nikdy nebola pšenica tak lacná ako na začiatku 19. storočia, ktoré je v grafe zobrazené v pravej časti grafu. Tu stojí síce pšenica najviac, ale aj mzda remeselníka sa zvýšila (viď rastúcu tendenciu čiarového grafu v dolnej časti Obr. 3). Už v tomto príklade je vidieť, ako ľahko sa dá zmiatť čitateľ informácie. Údaje v grafe sú pravdivé, ale nevhodne spracované. Opticky vyznieva informácia o raste ceny pšenice dôležitejšie ako samotné porovnanie ceny pšenice a mzdy remeselníka.

Tento graf sa dá spracovať aj inak. Najkrajšie je vidieť o koľko viac pšenice si mohol v 19. storočí remeselník kúpiť v grafe, v ktorom vynášame pomer ceny pšenice a mzdy remeselníka (Obr. 4). Je tu jasne vidieť, ako tento pomer klesal od deviatich k dvom.

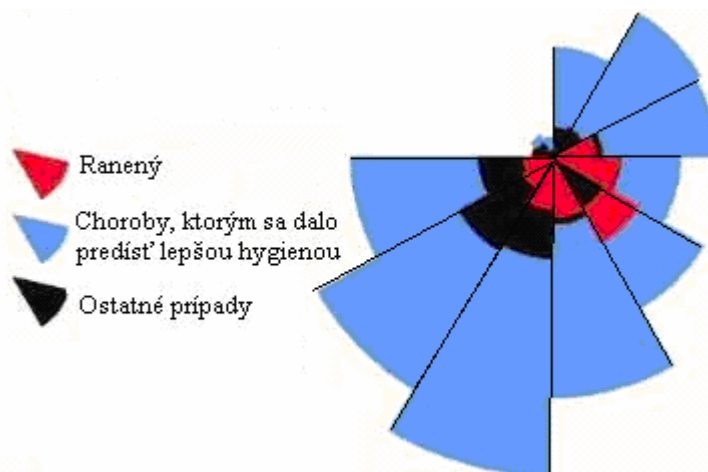


Obr. 4 Pomer ceny pšenice a mzdy robotníka [9]



K významným štatistikom tejto doby patrí i A. F. W. Crome. Zhromažďoval veľké množstvo dát, ktoré charakterizovali napr. hospodárstvo európskych štátov. Všetky tieto informácie sa potom snažil reprezentovať graficky. Bol presvedčený, že v grafickej podobe sú údaje pre oko čitateľnejšie a pre myseľ pochopiteľnejšie. Je to pravda, ale netreba zanedbávať fakt, že je dôležité, aby išlo o jednoznačné a správne grafické zobrazenie. Práve slávny Playfairův graf v nás mohol zanechať vizuálne nesprávny dojem.

Sférické súradnice začal ako prvý používať Léon Lalanne v roku 1843. Tento Francúz zaviedol i logaritmickú stupnicu na obidve pravouhlé osi. Anglická štatistička Florence Nightingaleová využila štatistické uvažovanie aj ako zdravotná sestra. Počas krymskej vojny sa zaoberala príčinami úmrtí pacientov v poľných nemocniciach. Jej prvé grafické spracovanie zistených hodnôt bolo skreslené. Počty úmrtí boli totiž úmerné polomerom výsekov. Svoje grafy prepracovala a zaviedla *radiálne grafy*. Počet je úmerný znázornenej ploche (Obr. 5).



Obr. 5 Radiálny graf (podľa F. Nightingaleovej) - príčiny smrti v poľných nemocniciach

Priestorové grafy – *stereogramy* zaviedol po prvý krát Luigi Perozzo. Priestorové grafy sa používajú hlavne pri znázorňovaní viacrozmerých distribučných funkcií a hustôt pravdepodobnosti.

## 2.4. Súčasnosc'

Koncom dvadsiateho storočia nastáva skutočný boom grafických prezentácií. Vďaka rozvoju výpočtovej techniky sa nie je ani čomu diviť. V médiách sa snažia zaujať našu pozornosť zaujímavými grafmi, či diagramami. Je však diskutabilné v koľkých percentách reprezentovaných grafov máme hľadať podraz v klamlivej prezentácii. Preto je dôležité správne čítanie z grafu a správne tvorenie grafov, ktoré sa budem snažiť ukázať v ďalších kapitolách.

### 3. Popisná štatistika – základne pojmy

Štatistika skúma javy na rozsiahlom súbore prípadov a hľadá tie vlastnosti javov, ktoré sa prejavujú pri veľkom súbore prípadov. Pracuje sa so štatistickými jednotkami, na každej sa meria jeden, alebo niekoľko štatistických znakov. Je vhodné rozlišovať niekoľko základných meradiel. Uvediem štyri typy meradiel<sup>3</sup>.

- *Nominálne meradlo* predpokladá disjunktné kategórie, ktoré obsahnu všetky možné hodnoty<sup>4</sup> určitého skúmania. Medzi jednotlivými znakmi nie je žiaden vzťah, žiadne usporiadanie. Príkladom je napr. farba očí v štúdiách dedičnosti, pohlavie osôb v určitom zamestnaní, alebo politická strana pri skúmaní volebných preferencií.
- *Ordinálne meradlo* je vlastne meradlo nominálne, v ktorom pribudlo usporiadanie jednotlivých znakov obyčajne podľa nejakej numerickej kvality. Možným znakom môžeme teda priradiť poradové čísla (indexy) s tým, že znak s menším indexom predchádza každú hodnotu s väčším indexom. Príkladom je počet hviezdíčiek u hotelu, alebo alkoholického nápoja. Cesty označíme podľa kvality, ako cesty prvej, druhej a tretej triedy.

Rozdiel medzi nominálnym a ordinálnym meradlom ukážem na príklade hode mincou. Ak počítame, koľko krát padne panna a koľko krát orol, je to podľa nominálneho meradla. Ak si označíme pannu ako 1 a orla ako 0 a zaznamenávam počet jednotiek a núl, toto merania je už podľa ordinálneho meradla. Podobne je to na hracej kocke, kde sú všetky steny kocky rovnocenné. Tiež môžeme počítať, koľko krát spadne na detskej kocke hríbik, stromček, atd.. Podľa ordinálneho meradla počítame, koľko krát padne 1,2,...,6. Označenie číslami od 1 po 6 má čisto náhodný charakter. Je len otázkou zvyku označiť steny tak, aby súčet protiľahlých stien bol 7. O nominálnych a o ordinálnych štatistických znakoch sa hovorí ako o kategoriálnych dátach, nazývajú sa i *kvalitatívne*.

- *Intervalové meradlo* nutne predpokladá číselné označenie jednotlivých možných hodnôt. Je teda určené ich usporiadanie a predpokladá sa, že vzdialenosti medzi susednými hodnotami je konštantné. V bežnom živote sa toto meradlo používa napr. u školských známok, pri číslach topánok, alebo na stupnici teplomeru.
- *Pomerové meradlo* vzťahuje veľkosť meranej veličiny k nejakej dohodnutej jednotke a udáva jej násobok. Nula teda znamená neexistenciu meranej veličiny. Patrí sem väčšina fyzikálnych veličín, ktoré dosahujú spojitých hodnôt.

Štatistické znaky merané v intervalovom, alebo pomerovom meradlo sa niekedy nazývajú spojité, alebo *kvantitatívne*.

---

<sup>3</sup> V tejto kapitole som vychádzala z [20].

<sup>4</sup> Hodnotou sa v tomto prípade rozumie nejaká vlastnosť, nie nutne číselného vyjadrenia.

## 4. Roztriedenie grafov

Grafy sa dajú roztriediť z rôznych hľadísk<sup>5</sup>. Napríklad podľa toho, aké grafické prvky obsahujú. Ak graf obsahuje prevažne prvky *ideografické* (symboly, farba, vyšrafovanie,...), nazývame graf *schématom*. Ak sú v grafe z väčšej časti geometrické prvky (body, úsečky, plochy, telesá,...), nazývame takýto graf *diagramom*.

Najčastejšie sa však grafy delia na:

- 4.1. Rozmerové grafy
- 4.2. Súradnicové grafy
- 4.3. Štatistické mapy

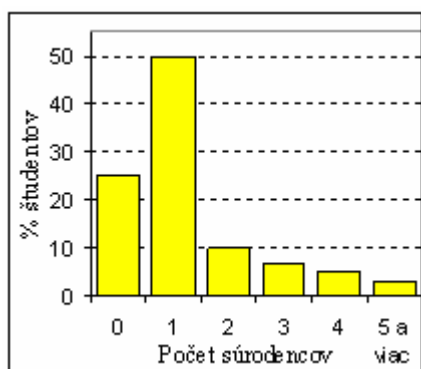
### 4.1. Rozmerové grafy

Rozmerovými grafmi budeme nazývať grafy, v ktorých je veľkosť obrazu úmerná skúmanému množstvu. Tieto grafy<sup>6</sup> sa delia na

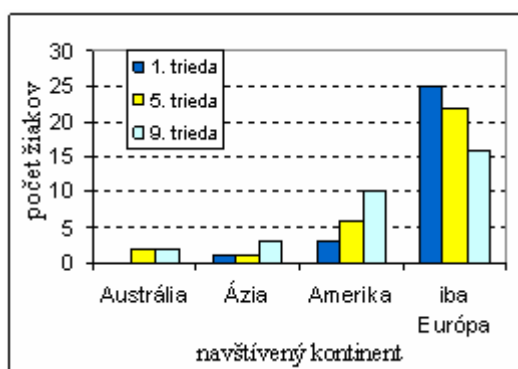
#### 4.1.1. Dĺžkové grafy

*Dĺžkové grafy* (Obr. 6) zobrazujú relatívny podiel celkového množstva. Hodnoty je teda možné zobrazit' ako percento z celku. Graf bude mať tú istú grafickú podobu, ako keď vynesieme reálne hodnoty premenných. Líšiť sa bude popis osi y. Graf na Obr. 6 predstavuje, koľko súrodencov majú žiaci 6.B. Šírku stĺpcu si volíme ľubovoľne, ale jednotlivé stĺpce sa nesmú prekrývať.

Zobrazenie dvoch (troch) parametrov pomocou jedného dĺžkového grafu sa zobrazuje dvoma (troma) stĺpcami paralelne vedľa seba. Takto je možné prehľadné porovnanie týchto parametrov. Na Obr. 7 porovnávam cestovateľov 1., 5. a 9. triedy základnej školy. Farebne sú odlíšené triedy, na osu x som vynesla kontinenty, ktoré žiaci navštívili. Sú to kategoriálne dáta.



Obr. 6 Dĺžkový graf – percentové zastúpenie počtu súrodencov

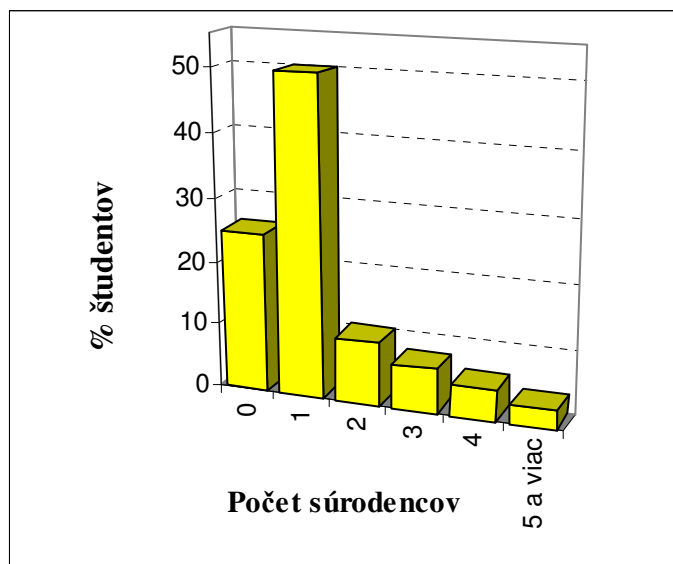


Obr. 7 Porovnanie pomocou dĺžkového grafu - porovnanie scestovanosti žiakov

<sup>5</sup> Použila som väčšie množstvo informácií z [14].

<sup>6</sup> Terminológia názvov grafov sa líši v rôznych literatúrach. Pomenovania som prevzala z [2]. Ekvivalentné názvy, alebo tie často používané uvádzam v zátvorkách za príslušným názvom grafu.

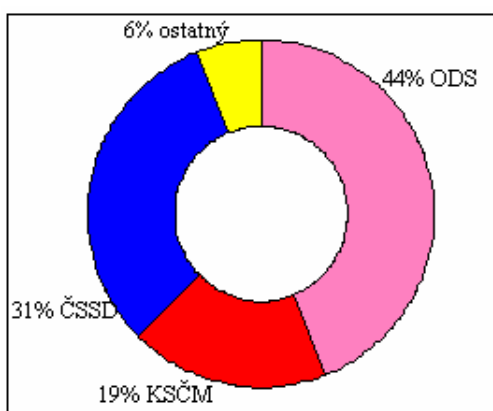
Tú istú informáciu ako dĺžkové grafy poskytujú *pseudopriestorové grafy* (Obr. 8), v ktorých tretí rozmer nemá žiaden zmysel. Pri nevhodnom natočení súradnicovej sústavy v nás môžu dokonca vzbudzovať klamnú presvedčenie o zobrazovaných dátach.



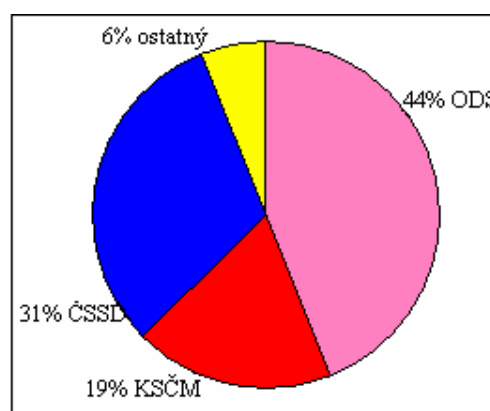
Obr. 8 Pseudopriestorový graf – percentové zastúpenie počtu súrodencov

#### 4.1.2. Plošné grafy

V *plošných grafoch* sa hodnoty, alebo ich pomery vyjadrujú plochou rovnakých obrazcov (štvorce, kruhy). Za plošné grafy však možno pokladať v istom zmysle aj *prstencové grafy* (Obr. 9), alebo *koláčové grafy* (výsekové) (Obr. 10). V obidvoch grafoch sú zaznamenané totožné informácie. Týmito grafmi sa často pred voľbami zobrazujú volebné preferencie. Je potrebné uviesť percento jednotlivých úsekov z celkovej plochy, lebo od oka by sme percentuálne zastúpenie len ťažko odhadli. Percento je úmerné uhlu, teda i ploche, ktorú tvorí výsek. Hodnoty vynesené do grafu sú ilustratívne.



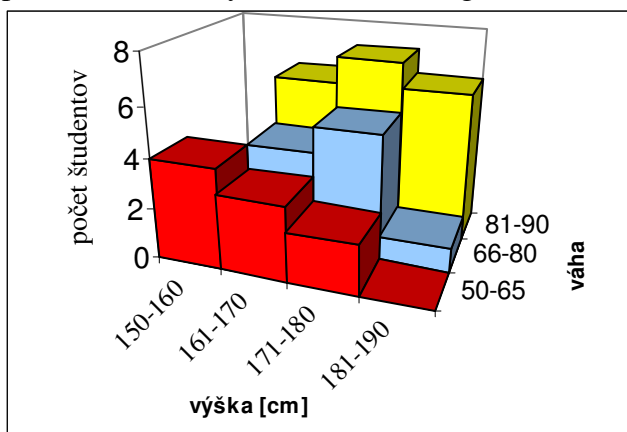
Obr. 9 Prstencový graf znázorňujúci volebné preferencie



Obr. 10 Koláčový graf znázorňujúci volebné preferencie

### 4.1.3. Priestorové grafy

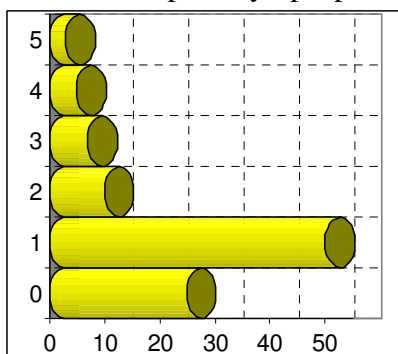
Na zobrazenie *priestorových grafov* sa používajú rôzne zobrazenia, napríklad kosohlé, alebo axonometrie. Jednoduchým typom grafom na zobrazovanie kvalitatívnych hodnôt je graf na Obr. 11. Do kategórii zaradení študenti podľa ich aktuálnej váhy a výšky. V ľavom prednom rohu sú teda najmenší, najľahší študenti a naopak v zadnom pravom rohu sú vyššie a ťažšie kategórie.



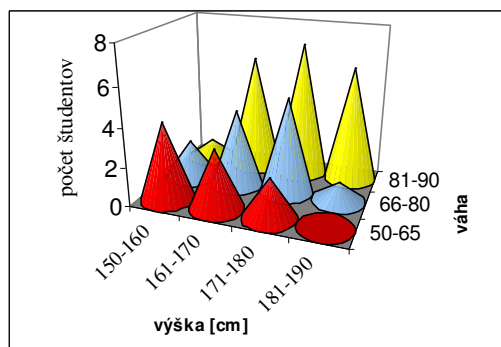
Obr. 11 Priestorový graf – vzájomný vzťah medzi výškou a váhou študentov

Na Obr. 6-11 som zobrazila rozmerové grafy tak, ako sa poväčšine zvyknú zobrazovať. Je ale dôležité poukázať aj na neštandardné situácie, aby čitatelia grafického obrazu neboli zaskočení pri pozmenení rôznych parametrov pri grafickom zobrazovaní.

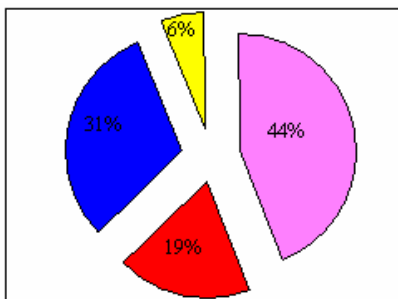
- prehodenie súradnicových os (Obr. 12)
- zmena tvaru grafického obrazu (Obr. 12, 13)
- pridanie medzery medzi zobrazované dáta (Obr. 14)
- tretí rozmer pridaný i pri plošných grafoch (Obr. 15)



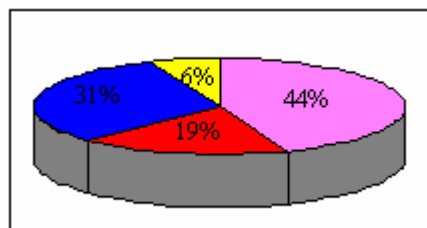
Obr. 12 Počet súrodencov z Obr. 8



Obr. 13 Váha a výška z Obr. 11



Obr. 14 Volebné preferencie z Obr. 10



Obr. 15 Priestorové prevedenie Obr. 10

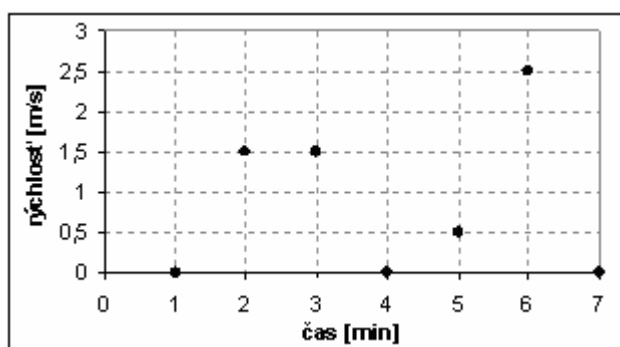
## 4.2. Súradnicové grafy

V súradnicových grafoch je množstvo, dátové údaje, alebo percentové zastúpenie vyjadrené polohou grafického obrazu v sústave súradníc.

Príklady súradnicových grafov sú: *bodové grafy* (Obr. 16), *spojnicové grafy* (Obr. 17), *čiarové, plošné* (Obr. 18), *stĺpcové* (histogram) (Obr. 19), *povrchové a stupňové grafy*.

### 4.2.1. Bodový graf (XY graf)

*Bodový graf* graficky znázorňuje vzťah medzi dvomi premennými. Prvá premenná je znázorňovaná na ose x, a druhá na ose y. Tento graf ukazuje možný vzťah medzi premennými. Častý vzťah medzi premennými je lineárny. Spojnica trendu je potom buď kladná, nulová, alebo záporná. Ďalšia možná závislosť je logaritmická, exponenciálna, alebo mocninná. Na Obr. 16 je graf zobrazujúci žiaka na ceste do školy. Každú minútu sme zaznamenali jeho okamžitú rýchlosť. V prvej minúte je stále doma a tak má nulovú rýchlosť, v druhej a tretej minúte kráča. V štvrtej minúte stojí na červenu, potom pomaly prechádza cestu, šprintuje na autobus a v ňom opäť stojí.



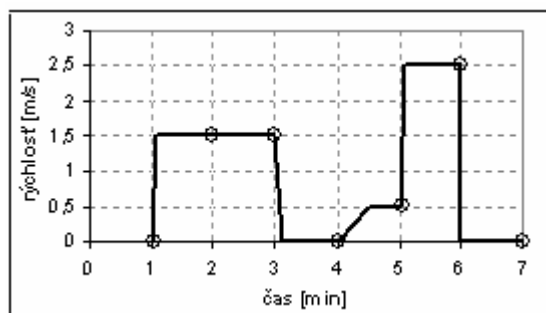
Obr. 16 Bodový graf – rýchlosť žiaka na ceste do školy

### 4.2.2. Čiarové grafy

*Čiarové grafy* spájajú bodové dáta čiarou. Vo fyzikálnych meraniach sa často používa na dosiahnutie optimálneho výsledku lineárna alebo priama regresia. Je založená na metóde najmenších štvorcov. Pre podrobnejší výklad viď [3, str.68].

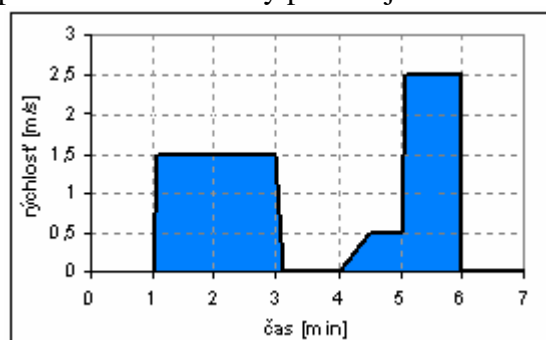
Keď v jednom grafe zaznamenáme viac čiarových grafov, odlišujeme ich inými spojnicami (rozdielna farba, hrúbka, prerušovanie). V čiarovom grafe môžeme zobraziť i štyri závislosti, nesmú sa však veľmi prekrývať. Ak by tomu tak bolo, je určite lepšie zobraziť dátové rady vo viacerých grafoch s rovnakou mierkou. Čiarové grafy sú vhodné na porovnanie dlhých sérií čísel, ale ako aj súhrnný trend závislosti.

Čiarový graf z bodového grafu na Obr. 16 by sme dostali jednoduchým pospojovaním zobrazených bodov. My však poznáme príbeh o ceste žiaka do školy, preto môžeme zaznamenať časovú závislosť čiarovým grafom na Obr. 17. Táto závislosť má časový priebeh. Okamžitá zmena rýchlosti chodca nie je možná, preto sú v grafe zmeny postupné, s výnimkou, keď žiak naskakuje na autobus. V tomto prípade ide o okamžitú zmenu rýchlosti.



Obr. 17 Čiarový graf – rýchlosť žiaka na ceste do školy

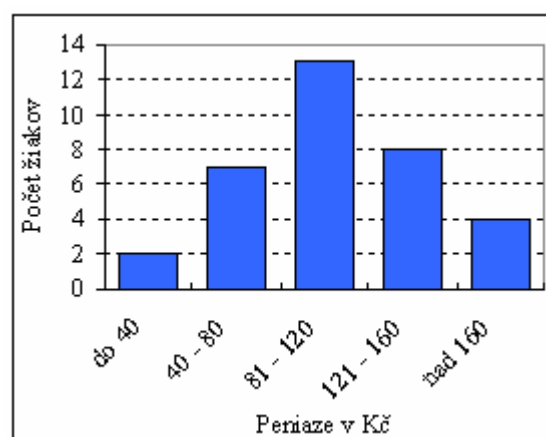
V tomto prípade má zmysel hovoriť tiež o ploche pod krivkou, ide totiž o dráhu, ktorú chodec prešiel. Na zvýraznenie oblasti, ktorú chceme prezentovať stačí vyplniť oblasť pod krivkou. Názorný príklad je na Obr. 18.



Obr. 18 Plocha pod krivkou – rýchlosť žiaka na ceste do školy

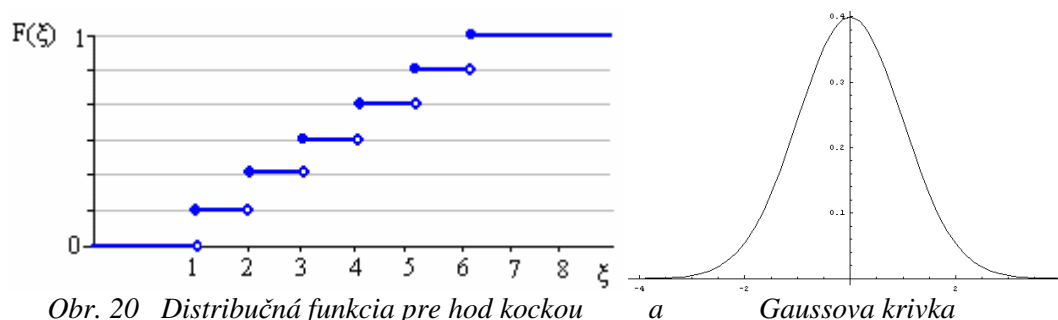
#### 4.2.3. Stĺpcový diagram (histogram)

*Histogram* zobrazuje dáta, ktoré aproximujeme za spojité dáta. Premenné sú plynulé jednotky, ako napr. čas, teplota, dĺžka. Premenné sú roztriedené do kategórií väčšinou podobnej alebo rovnakej šírky, ktorým hovoríme triedny interval. Osa stĺpca prechádza stredom triedneho intervalu. Výška stĺpcov je úmerná počtu v danej kategórii. Na Obr. 19 sú žiaci roztriedení do kategórií podľa toho, kto mal u seba koľko peňazí. Ako je vidieť, najviac žiakov malo pri sebe 81 až 120 korún. Možnosťou voľby u tohto typu grafu je výber veľkosti kategórii. Pri podrobnejšom skúmaní zvolíme jemnejšie delenie, napr. veľkosť triedneho intervalu na 20Kč.



Obr. 19 Histogram rozlišujúci študentov podľa množstva peňazí, ktoré majú pri sebe

Štaticci používajú na zobrazenie rozdelenia náhodnej veličiny  $X$  *distribučnú funkciu*  $F(\xi)=P(X\leq\xi)$ . Môže nadobudnúť hodnoty najviac 1. Pri hode kockou vyzerá distribučná funkcia ako na Obr. 20.



Obr. 20 Distribučná funkcia pre hod kockou

a Gaussova krivka

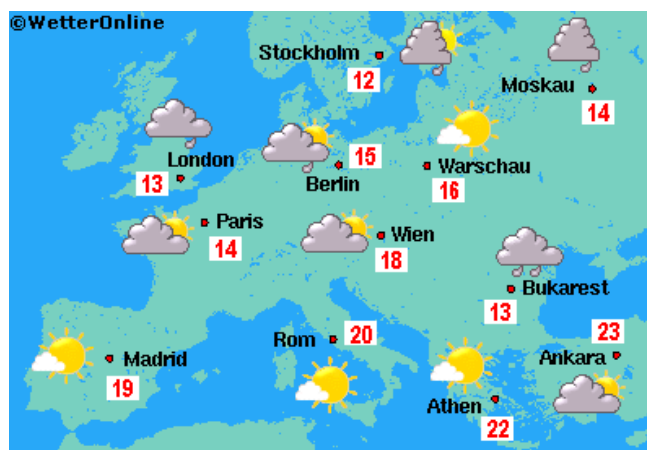
V tomto prípade je distribučná funkcia podľa [9] sprava spojitá. Na štandardnej hracej kocke môžeme hodiť iba šesť hodnôt. Pravdepodobnosť, že hodím číslo menšie alebo rovno jednej je jedna šestina. Šanca, že hodím číslo menšie alebo rovno 3 sú  $3/6$ , teda jedna polovica. Pravdepodobnosť, že hodím číslo menšie alebo rovno šesť je jedna.

Derivácia distribučnej funkcie je hustota pravdepodobnosti. Krivka hustoty normálneho rozdelenia má typický zvonovitý tvar a je niekedy označovaná ako Gaussova krivka (Obr. 20). Uvedené funkcie sa používajú pri veľkom počte dát, pri rôznych štatistických analýzach, na sprehľadnenie výsledkov. Podrobnejšie viď [9].

### 4.3. Štatistické mapy

*Štatistické mapy* sú vhodné na znázornenie plošného rozloženia intenzity určitého javu. V mapách záleží na polohe grafického prvku na mape. Pomocou štatistických máp môžeme zobraziť počet obyvateľov, nezamestnanosť, priemernú mzdu v regióne a podobne. Typom štatistického grafu je choropletický graf. Ten buď odtieňom svetlejších a tmavších farieb, alebo napr. hustotou bodov znázorňuje miesto a hustotu výskytu daného znaku. Často je prehľadnejšie využiť farebné odlíšenie, ktoré som použila v historickom úvode (Kap. 2, Obr. 1).

Najbežnejším príkladom je mapa v predpovedi počasia. Využíva *piktogramov* (grafický znak znázorňujúci pojem alebo informáciu obrazovo) - slnka, mrakov, atd. k názornému obrazu počasia (Obr. 21).



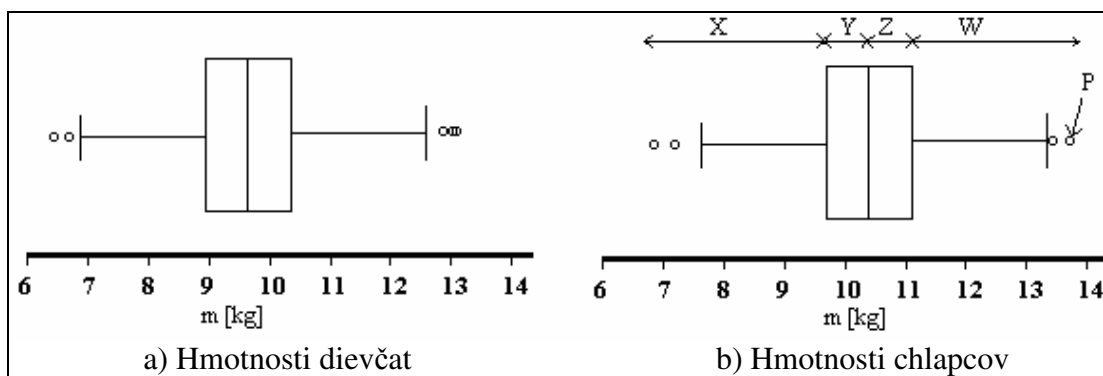
Obr. 21 Štatistická mapa predpovedi počasia



Ďalším pekným príkladom je mapa mesta, ktorá pomocou piktogramov poskytuje rýchlejšiu orientáciu. Môžu byť na nej zaznamenané pošty, reštaurácie, MHD, polícia, obchody, parky, knižnice, atď.. Takýchto máp sa dá nájsť na internete mnoho.

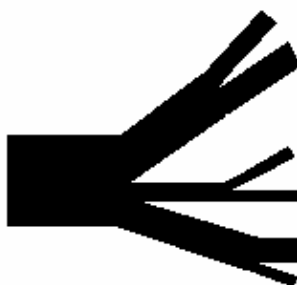
### Ďalšie typy grafov:

*Krabicový diagram (Box plot)* je pomôcka zaradená k exploračným štatistickým metódam. Ukazuje rozloženie dát v nejakom intervale. Na obrázku 22 sú hmotnosti ročných chlapcov a dievčat. Možno z neho vyčítať napríklad priemernú hodnotu premennej (deliaca čiara obdĺžnika). Celkovo sú dáta rozdelené na kvartily (čo sú štyri skupiny, ktoré sú tvorené dátami do 25% (X), do 50% (Y), do 75% (Z) a do 100% (W) všetkých zahrnutých pozorovaní). Krúžky v krajných polohách (P) sú odľahlé pozorovania. V našom meraní je ich po 5% na obidvoch stranách.



Obr. 22 Krabicový diagram zobrazujúci hmotnosti ročných detí podľa [20]

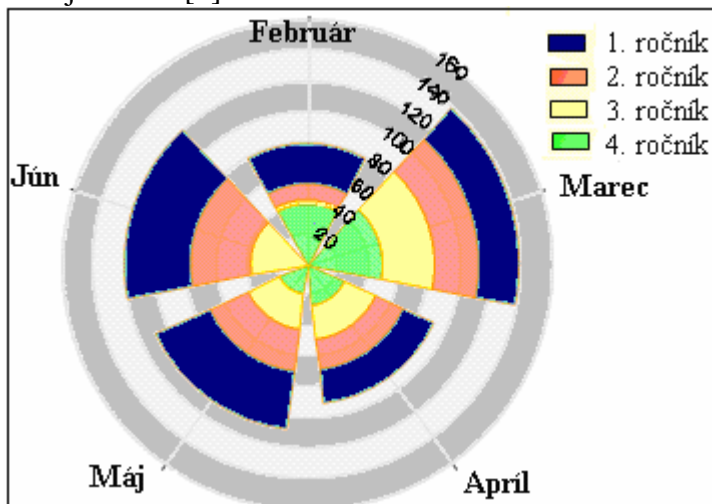
*Prúdový graf* použil už Ch. J. Minard pri už spomínanom „Napolenovom ťažení na Moskvu“ (vid’ Kap. 2, Obr. 2). Prúdový graf je vlastne plošný graf závislý na mieste. Je užitočný, keď chceme ukázať rozvetvenie nejakého parametru na danom mieste. Názočne je vidieť, na aké veľké podmnožiny a kde sa rozdeľuje. Príkladom môže byť mapa Európy, kde budú znázornené významné ťahy vlakovej, automobilovej, alebo leteckej dopravy. V grafe Obr. 23 na ľavej strane grafu si môžeme predstaviť vlakovú stanicu, z ktorej sa dopravuje tovar vlakmi do rôznych častí republiky (rozvetvenie). Graf sleduje množstvo a smer prepravovaného tovaru.



Obr. 23 Prúdový graf – vlaková preprava

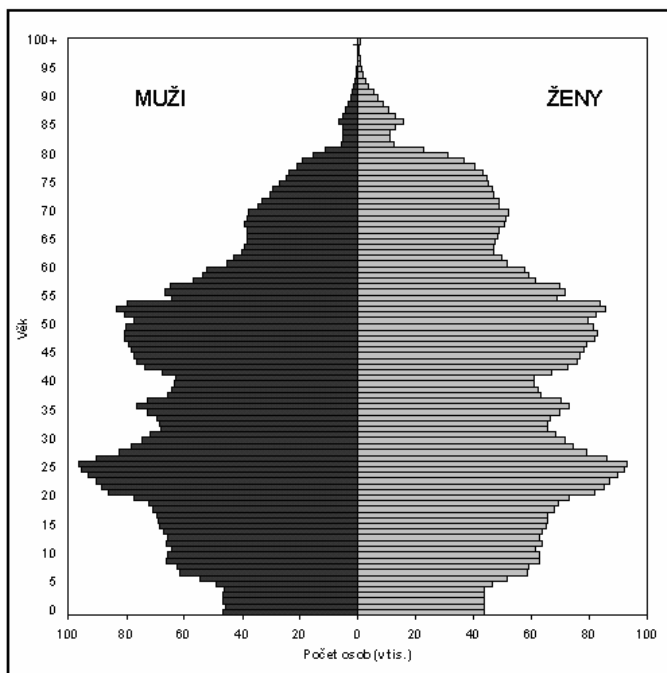
*Radiálny graf* zobrazuje viaceré premenné za nejaké obdobie, alebo v rôznych miestach. Na Obr. 24 je zobrazený počet detí z rôznych ročníkov stravujúcich sa v školskej jedálni počas druhého polroku. Najviac je stravníkov z prvého ročníku.

Jednotlivé hodnoty popíšem z mesiaca február. Študentov zo štvrtých ročníkov sa stravovalo 40, študentov z tretieho ročníka približne 43, študentov druhého ročníku 55 a najviac je stravníkov z prvého ročníku a to 80. Základ tohto grafu je na internetovej stránke [7].



Obr. 24 Radiálny graf – stravovanie študentov počas druhého polroku 2005

*Strom života* (Obr. 25) patrí medzi porovnávacie grafy. Hlavnou výhodou týchto grafov je umiestnenie viacerých grafov rovnakého typu dohromady tak, aby bolo možné tieto grafy prehľadne porovnať. Jeho hlavné využitie je v demografii, pri porovnávaní úmrtnosti, pôrodnosti, priemerného veku muža a ženy a podobne.



Obr. 25 Strom života – dáta k 31.12.2000 [5]

#### 4.4. Prehľad výhod a nevýhod jednotlivých grafov

V nasledujúcej prehľadnej tabuľke som sa snažila zhrnúť podstatné výhody a nevýhody najpoužívanejších grafických foriem zobrazení. Bude tak možno jednoduchšie zorientovať sa v rozdelení a pomôže pri nerozhodnom výbere grafu.

TYP GRAFU	VÝHODY	NEVÝHODY
<p><b>Bodový graf</b> Zobrazuje vzťah medzi dvoma faktormi v experimente. K jasnejšiemu výkladu grafu sa používa spojnica trendu (lineárna, logaritmická, atd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ukazuje vzťah medzi dvoma závislými parametrami</li> <li>• zachováva presné hodnoty dát a vzorovú veľkosť</li> <li>• znázorňuje minimum/maximum všetkých hodnôt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pri veľkom množstve nemusí byť prehľadný</li> <li>• nemusí byť z neho vidieť spoľahlivo trend dát</li> </ul>
<p><b>Čiarový graf</b> Body postupnosti sú spojené súvislou čiarou. Viac postupností môže byť zakreslených do jedného grafu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• umožňuje jednoduché porovnanie veľmi početných postupností dát</li> <li>• z tohto typu grafu môžu byť vydedukované typy závislostí</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• používajú sa prevažne iba s limitne spojitým tokom dát</li> <li>• je potrebné mať minimálne päť hodnôt, aby bolo efektívne využiť tento typ grafu</li> </ul>
<p><b>Dĺžkový graf</b> Zaraďuje sa pod rozmerové grafy. Zobrazuje kategoriálne hodnoty. Odporúča sa zobrazenie max. troch parametrov do jedného grafu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opticky presvedčivý</li> <li>• možno s ním jednoducho porovnávať dva, alebo tri parametre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pri viacerých parametroch možno poradie stĺpcov meniť tak, aby vyvolali v čitateľovi informácie určitý efekt</li> <li>• použitie pri kategoriálnych dátach</li> </ul>

<p><b>Histogram</b> Na rozdiel od dĺžkového grafu zobrazuje dáta, ktoré môžu nadobudnúť všetkých hodnôt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opticky presvedčivý</li> <li>• vrcholy stĺpcov modelujú krivku závislosti na premenných</li> <li>• väčšinou sa na zvislej ose zaznamenáva počet hodnôt, ktoré spadnú do toho istého triedneho intervalu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nedajú sa odčítať z grafu presné hodnoty, pretože dáta sú zhrnuté do jednotlivých intervalov</li> <li>• silne závisí na voľbe triedneho intervalu</li> <li>• je ťažké porovnávať dve dátové rady</li> <li>• používajú sa výhradne len pri kvantitatívnych dátach</li> </ul>
<p><b>Koláčový graf</b> Výsekový graf zobrazuje dáta ako percento celku. Každá výseková časť by mala mať popis, o aké percento celku ide.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vizuálne príťažlivý</li> <li>• ukazuje percento celku v danej kategórii</li> <li>• jednoduchý na porovnanie dvoch, alebo viacerých dátových súborov</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nie sú tu presné numerické čísla</li> <li>• úplná nepresnosť grafu, ak nie sú zaznamenané hodnoty</li> <li>• najlepšie na porovnanie iba pre troch až siedmych druhov</li> <li>• používa sa obvykle pri kategoriálnych hodnotách</li> </ul>
<p><b>Štatistické mapy</b> Vyznačujú hodnoty parametrov pomocou odlišného označenia častí mapy. Musia obsahovať potrebné vysvetlivky.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vizuálne väčšinou oslovia</li> <li>• ukazujú veľmi jasne celkový geografický trend</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• žiadne presné numerické hodnoty</li> <li>• farebná legenda môže skresliť viditeľne interpretáciu grafu</li> </ul>
<p><b>Piktogram</b> Používaný v štatistických mapách</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opticky atraktívny</li> <li>• zvládnutie veľkého počtu dát použitím znakov</li> <li>• jednoduchosť pri čítaní z grafu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• piktogram musí mať konštantnú veľkosť</li> <li>• najlepší iba pre 2-6 kategórii</li> <li>• veľké zjednodušenie</li> <li>• je ťažké stanoviť presné množstvo v jednotlivých oblastiach</li> </ul>

## 5. Ako správne vybrať graf na zobrazovanie dát

Čiastočne som sa touto tematikou zaoberala už v kapitole 4. v tabuľke výhod a nevýhod jednotlivých grafov. Teraz sa pozrieme na túto problematiku z trochu iného hľadiska.

Problém grafického zobrazovania ja často chápaný ako výber správneho typu grafu pre daný súbor dát. Následne musí autor pred zostavením štatistického grafu urobiť ešte ďalšie dve rozhodnutia. Prvé rozhodnutie je ujasniť si, o akej informácii chce graf vypovedať (účel). Ďalšia voľba je podobná tej prvej. Autor sa potrebuje rozhodnúť, kto bude jeho publikum a akú formu budú očakávať od tohto grafu. Keď si zodpovieme tieto otázky, môžeme navrhnúť istý formát a štýl grafu.

Parametre, podľa ktorých budeme vybrať správny graf:

- 5.1. Štruktúra súboru dát (počet a typ premenných)
- 5.2. Úmysel použitia grafu (predanie informácie, analýza dát)
- 5.3. Úmysel hlavnej myšlienky, ktorú má ukázať graf

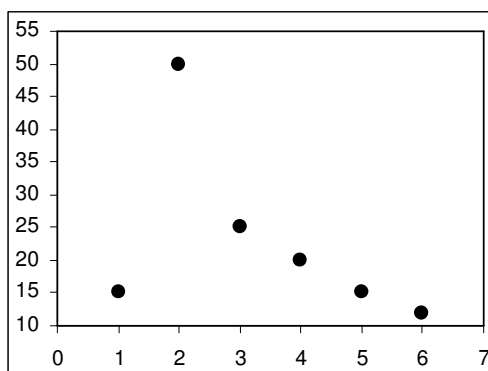
Výber reprezentácie dátových hodnôt môže byť tiež ovplyvnený i nástrojom, pomocou ktorého dátové hodnoty spracúvame, ako napríklad fyzický plán experimentu. Tiež môže byť prekážkou technika - hardware (tlačiareň), software (nedostatočný grafický program), alebo výsledná cena tlače.

### 5.1. Štruktúra súboru dát (počet a typ premenných)<sup>7</sup>

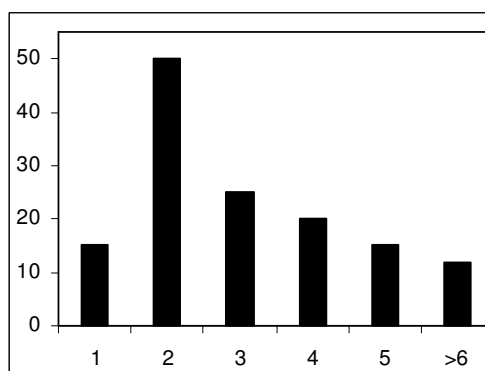
#### 5.1.1. Jedna premenná

- *Kategoriálne hodnoty*

Kategoriálne dáta sa väčšinou zobrazujú špeciálnym bodovým, alebo dĺžkovým grafom. Z bodového grafu (Obr. 26) odčítame hodnotu na ose y. S porovnaním s dĺžkovým grafom z Obr. 27, bodový graf v tomto prípade viac zvyrazňuje rozdiel v rôznych kategóriách. Je to dané tým, že hodnoty na ose y nezačínajú na nulovej hodnote.



Obr.26 Bodový graf

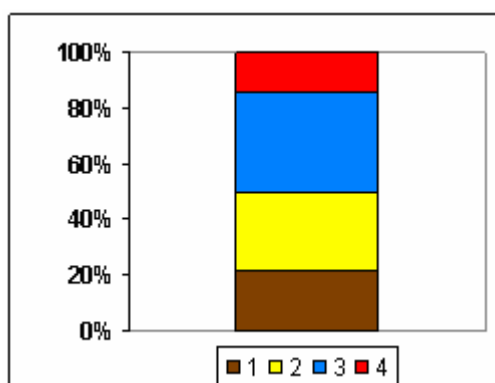


Obr. 27 Dĺžkový graf

<sup>7</sup> Rozdelenie som prevzala z [19].

Tretím grafom na zobrazovanie jednej premennej je koláčový graf. Všeobecná ľahostajnosť štatistikov voči koláčovým grafom je väčšinou kvôli ich nedostatočnej informovanosti. Koláčové grafy nie sú vždy zlé, je ale zložité rozlíšiť, kedy je vhodné ich použiť. Vo všeobecnosti sú dĺžkové grafy vhodnejšie pri zobrazovaní dát s jednou výraznou hodnotou a koláčové grafy pri porovnávaní niekoľkých diskretných hodnôt. Výseky blízke štvrtine, alebo polovici celého koláčového grafu sú opticky posudzované mimoriadne presne. Keď ale potrebujeme zobrazovať väčšie množstvo diskretných hodnôt (viac ako 7), koláčový graf na to nie je vhodný. V takomto prípade je lepšie použiť dĺžkový graf.

Štvrtou grafickou formou je rozdelený dĺžkový graf, čo nie je nič iné ako stĺpcová analógia koláčového grafu (Obr. 28). Obecne to nie je dobrá voľba na zobrazenie dát. Na Obr. 28 je pomôcka vo forme stupnice percent, tá pri obecnom grafe vôbec nemusí byť a ťažko sa nám potom orientuje v pomeroch jednotlivých prúžkov.



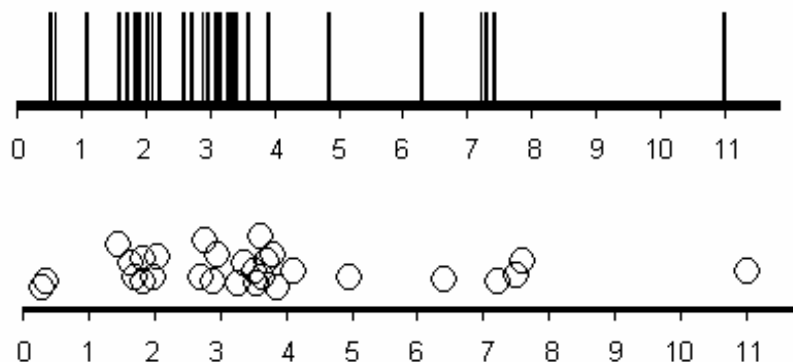
Obr. 28 Rozdelený dĺžkový graf

Ďalší typ grafu na zobrazovanie kategoriálnych hodnôt jednej premennej tu uvádzam z odstrašujúceho dôvodu. Trojrozmerný koláčový graf je veľmi zavádzajúci, ako je možné vidieť i na Obr. 15 v predchádzajúcej kapitole. Čo vytvára problém pri tomto type grafu je uhol sklonu, ktorý vytvára perspektívny pohľad na tento obrazec. Nemožno spoľahlivo posúdiť percentové zastúpenie určitej premennej a nedajú sa ani objektívne porovnávať dva parametre.

- *Kvantitatívne hodnoty* (limitne sa blížiacie sa k spojitým)

Populárnym grafom na zobrazovanie kvantitatívnych hodnôt je čiarový graf. Histogramy sú výhodnejšie ako čiarové grafy ak sa zaujímate o znázornenie frekvencie v rámci nejakého intervalu. Hlavne, keď je daný interval viazaný na zmysluplné okrúhle celky. Môže to byť jeden mesiac, alebo rok (neberieme na vedomie každý deň).

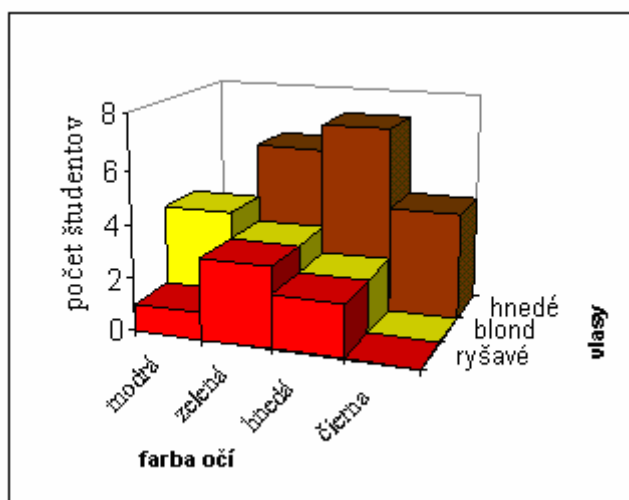
Jednou z nižších grafických foriem zobrazovania je čiarkový graf (Obr. 29) na zobrazovanie kvantitatívnych hodnôt, ktorý pripomína čiarový kód. Zvislá čiarka je na každej dátovej hodnote. Nie je však vhodný pri veľkom počte dát, pretože sa môže ľahko stať neprehľadný. Podobným grafickým zobrazením je i jeho bodová varianta, v ktorej stred kolieska upresňuje miesto výskytu dáta.



Obr. 29 Čiarkový graf a jeho bodová varianta

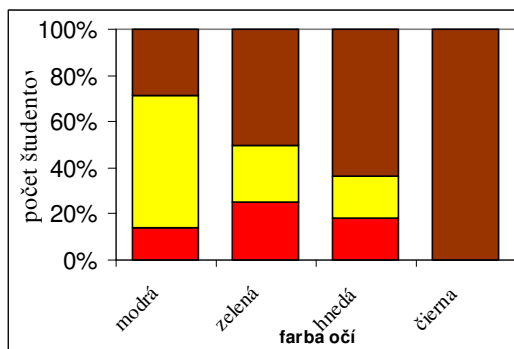
### 5.1.2. Dve premenné

Dve premenné možno zobrazit' pomocou priestorového stĺpcového grafu (Obr. 30). Do grafu som vyniesla závislosti farbu vlasov v závislosti na farbe očí. Tento graf má ale nevýhodu v tom, že nízke stĺpce zostávajú v zákryte tých vyšších a tým strácame informáciu o niektorých dátach. Tomu sa musí predísť. Ak nemôžeme preusporiadať dátové rady tak, aby bolo vidieť všetky stĺpce, mali by sme sa tomuto grafickému zobrazeniu vyhnúť.

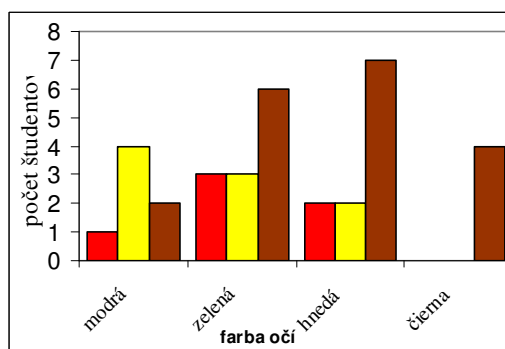


Obr. 30 Priestorový stĺpcový graf – vzájomný vzťah farby očí a farby vlasov

Viacnásobný rozdelený dĺžkový graf (Obr. 31) na zobrazenie dvoch premenných je ekvivalentný dĺžkovému grafu pre jednu premennú (Obr. 28). Nie je veľmi vhodný na zobrazovanie dát, radšej sa mu vyhýbame. Dáta sa nedajú odčítať tak presne ako napr. z dĺžkového grafu (Obr. 32), ktorý je najefektívnejším a najobjektívnejším grafom na zobrazovanie frekvencie dejú a dvoch premenných. V grafoch na Obr. 31 a na Obr. 32 je farba vlasov vyjadrená farbou stĺpcov. Je možno jednoducho zistiť, že všetci študenti s čiernymi očami majú hnedé vlasy. Z grafu na Obr. 31 je vidieť, že najväčšie percento modrookých študentov má svetlé vlasy.



Obr. 31 Viacnásobný rozdelený dĺžkový graf

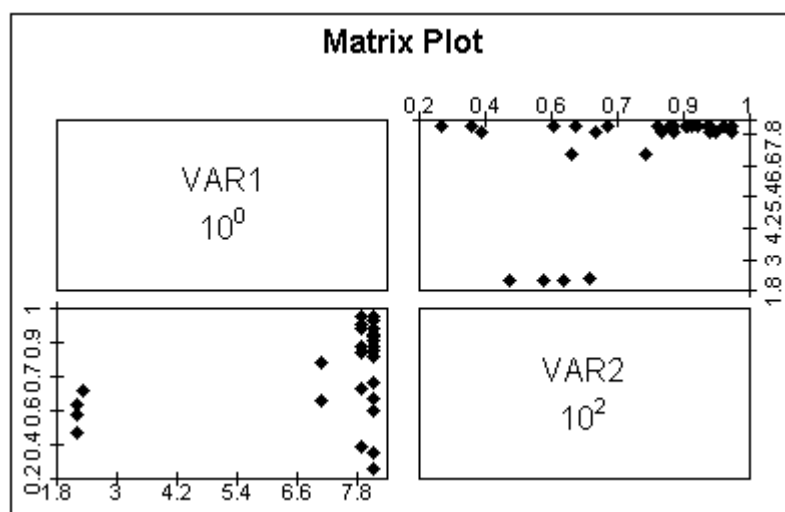


Obr. 32 Dĺžkový graf

Uvedené príklady grafického zobrazenia boli na zobrazenie kategoriálnych dát. Zameriame sa teraz na výber správneho grafu pre limitne spojité dáta, ktoré závisia na dvoch parametroch. Hladké čiarové grafy sa používajú pri sérii dát, ktoré sú relatívne hladké. Ak znázorňujeme hodnoty predsa len v bodovom grafe, odporúča sa preložiť tieto dáta nejakou hladkou spojnicou. Pekný spôsob ako porovnať vybranú vlastnosť u muža a ženy sa dá pomocou krabicového diagramu (Kap. 4., Obr. 22).

### 5.1.3. Tri a viac premenných

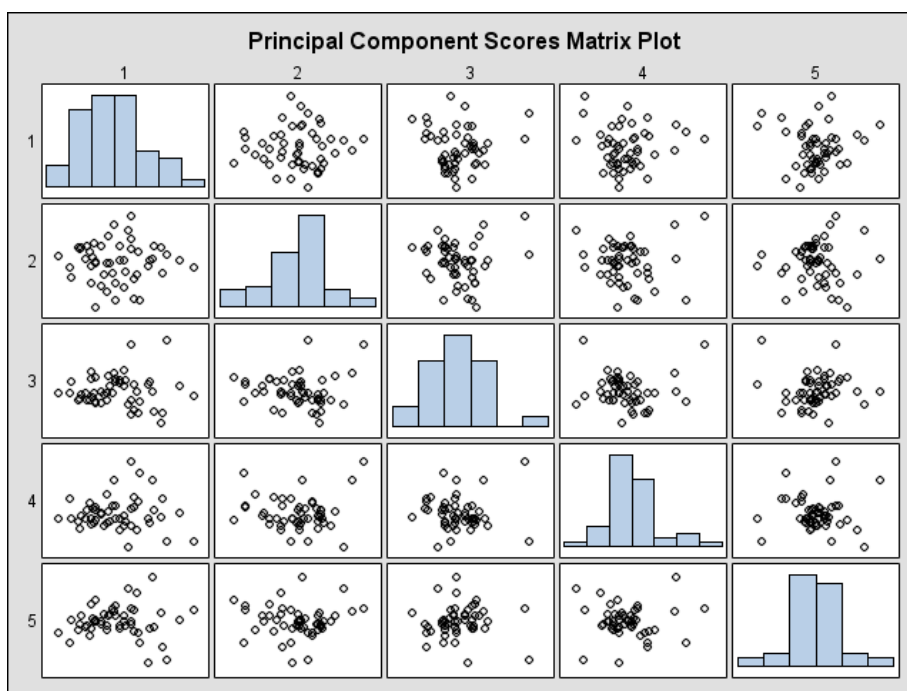
Pri kategoriálnych dátach (napr. muž - žena, alebo Afrika - Amerika - Európa) možno zobrazit' dáta najlepšie dvoma, prípadne troma dĺžkovými grafmi vedľa seba. V každom porovnáme dva parametre a pri umiestnení grafov vedľa seba možno porovnávať aj tretí parameter. Tiež je možné použiť *maticový diagram*, v ktorom súčasne sledujeme priebeh viacerých veličín. Znázorňuje histogramy (po diagonále) jednotlivých veličín a súčasne ich rozptylové diagramy. Zjednodušený príklad uvádzam na Obr. 33, kde sú porovnané dve premenné. Na diagonále sú vynesené premenné VAR1 a VAR2 a ich porovnanie je v pravom hornom a ľavom dolnom rohu. Je potrebné povšimnúť si číslovanie na osách po stranách diagramu. Hodnoty pre premennú VAR2 sú v pravom hornom rohu na horizontálnej ose (0,2; 0,4; 0,6; ...) a v ľavom dolnom rohu na zvislej ose.



Obr. 33 Maticový diagram – porovnanie dvoch parametrov [4]

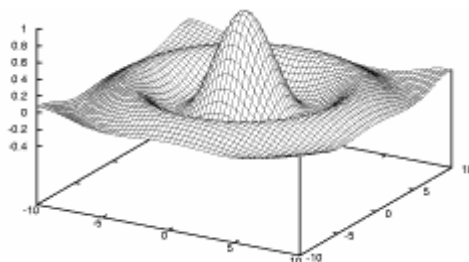


Maticový diagram pre viac premenných možno porovnať s typickou tabuľkou zápasov hokejových družstiev, kde sú zaznamenané vzájomné duely jednotlivých družstiev. Na Obr. 34 je takto porovnaných päť premenných. Namiesto stupnic sú na diagonále histogramy jednotlivých premenných.



Obr. 34 Maticový diagram – porovnanie piatich parametrov [17]

Vhodným grafom na zobrazovanie kvantitatívnych troch premenných je zobrazenie bodov do grafu s trojrozmernou plochou (Obr. 35). Často sa v matematike používa funkcia dvoch premenných  $z = f(x,y)$ .



Obr. 35 Graf popísaný funkciou  $z = f(x,y)$

## 5.2. Úmysel použitia grafu

Pri použití grafu vo vlastnej prezentácii, alebo vo vlastnom diele máme zhruba predstavu, komu budú zobrazované dáta určené (kolegom, zákazníkom, mladým ľuďom, vysokoškolákom, dôchodcom a pod.). Graf hrá rôzne role, môže to byť prostriedok ako vypovedať o analýze dát, môže odpovedať na otázky (osobné), je to skvelý prostriedok na komunikáciu, alebo vyjadrenie správy pre iných (publikum). Z praxe je známe, že grafy, ktoré poskytujú bohaté rozbor, nemusia spravidla vynikať v efektívnom vyjadrení sprostredkovanej správy.

Úroveň grafu a miera, s akou budeme graf zdokonaľovať závisí hlavne na plánovanom použití grafu. Grafy, ktoré sú navrhované pre komunikáciu potrebujú väčšiu starostlivosť. Realisticky, grafy nemusia byť perfektné, majú byť ale optimálne pre určené použitie.

### 5.3. Úmysel hlavnej myšlienky, ktorú má ukázať graf

Aby graf vyjadroval istú myšlienku, musíme sa tiež zamyslieť, ktorá forma grafického zobrazenia by na náš graf bola vhodná. Medzi najčastejšie body (podľa [8]), ktoré chceme grafom ukázať patria:

#### 5.3.1. Porovnanie medzi individuálnymi dátami

Na porovnanie menšej skupiny (okolo päť) je vhodný koláčový graf. Inak používame dĺžkový, alebo bodový graf. Pri geografickom rozložení dát je vhodná štatistická mapa.

#### 5.3.2. Rozloženie dát na stupnici

Na reprezentáciu rozloženia dát na určitej stupnici je vhodný bodový, alebo čiarový graf. Pri roztriedení do kategórii sa využíva histogram (stĺpcový graf).

#### 5.3.3. Vzájomný vzťah medzi premennými

Vzájomný vzťah dvoch premenných je vidieť z grafu xy, keď na osu x vynášame hodnoty jednej premennej a na osu y hodnoty druhej premennej.

#### 5.3.4. Vývoj premennej s časom a miestom

Vývoj premennej s časom a miestom sa dá krásne zobrazit' pomocou prúdového grafu. Často používaným je čiarový graf.

#### 5.3.5. Porovnanie skupín dát

Na porovnanie skupiny dát je vhodný (ako som už spomínala) čiarový graf, alebo dĺžkový graf. Dátové rady odlíšime farbou, vzorom, alebo umiestneným do dvoch blízkych grafov. Zaujímavý a určite pútavý je i strom života, ktorý prehľadne porovná viaceré premenné.

Nakoniec ešte tie isté informáciei pojaté trochu inak v nasledujúcej tabuľke:

Typ informácie	Funkcia	Typický formát
5.3.1. Jednotlivé zložky	Ukazuje relatívnu veľkosť rôznych častí celku	<ul style="list-style-type: none"><li>• Koláčový graf</li><li>• Dĺžkový graf</li><li>• Bodový graf</li></ul>
5.3.2. Relatívne množstvá	Zaraďuje čísla podľa veľkosti, účinku, stupňa,...	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dĺžkový graf</li><li>• Čiarový graf</li><li>• Bodový graf</li></ul>
5.3.4. Časové rady	Ukazujú zmenu za čas, alebo zmenu miesta	<ul style="list-style-type: none"><li>• Čiarový graf</li><li>• Prúdový graf</li></ul>
5.3.5. Vzájomný vzťah	Dokazuje, ako súvisia zmeny v jednom grafe s inou dátovou radou	<ul style="list-style-type: none"><li>• Čiarový graf</li><li>• Dĺžkový graf</li><li>• Strom života</li></ul>
Frekvencia	Ukazuje frekvenciu rozloženia medzi určité intervaly	<ul style="list-style-type: none"><li>• Stĺpcový graf</li><li>• Čiarový graf</li></ul>

## 6. Chybné a správne zobrazovanie dát v grafoch

V nasledujúcom prehľade uvádzam chyby, ktoré sa vyskytujú pri grafickom zobrazovaní. Podstatnú časť informácií z tejto kapitoly som prevzala z [10].

### 6.1. Názov grafu

- graf bez názvu, prípadne bez označenia, o ktorom sa v texte hovorí (napr. Graf 1, Obr. 1, očíslovanie)

### 6.2. Rozvrhnutie smeru, dimenzie

- nasprávne použitie dvoj alebo trojrozmerných objektov na porovnávanie hodnôt (plocha, objem)

### 6.3. Stupnica, mierka

- stupnica nie je označená, nie je uvedené číslovanie, jednotky
- stupnica podľa ktorej meriame je nevhodne prerušená
- začiatok osi nie je na počiatku nezávislej premennej
- číslovanie na osách (vodorovnej, zvislej) nie je adekvátne k nameraným dátam

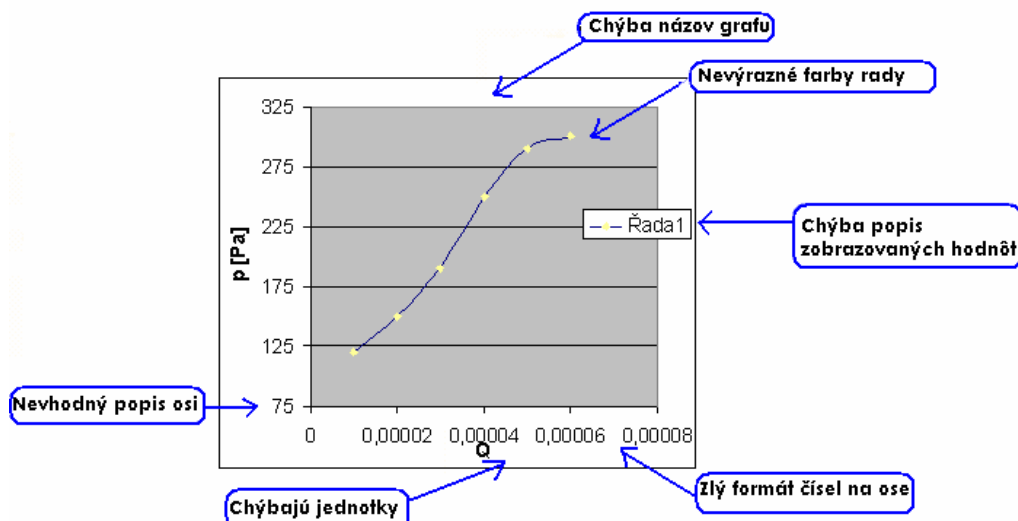
### 6.4. Vysvetlivky a popis

- nie je uvedený zdroj dát
- chýbajú vhodné vysvetlivky
- nie sú vhodnými značkami odlišené symboly, ktoré k sebe patria, a tie ktoré nemajú nič spoločné

### 6.5. Farba a mreže

- nevhodné použitie svetlých, alebo tmavých farieb, kontrastov
- zlý výber typu mreží

Príkladom grafu s množstvom chýb je nasledujúci graf



Inšpiráciou pre zobrazený graf boli stránky fyzikálneho praktika na MFF UK [13].

Základná úloha pri navrhovaní štatistického grafu je zamerať čitateľovu pozornosť na grafické dáta a na to, o čom vypovedajú, a nie na design. Pekný vzhľad môže upútať pozornosť čitateľov, o tom nie je pochyb. Avšak keď čitateľa uvedie do rozpakov a nevie, o čom vypovedajú zobrazené dáta, nie je to žiadna výhra. Hlavné pravidlo je zobrazovať dáta jasne a presne. Dobrý graf má minimálnu formu, ale maximum spoľahlivých dát.

Podrobnejšie sa teraz budem zaoberať jednotlivými podkapitolami, ako upraviť základné grafické prvky ako názov, rozloženie, osy x a y, zobrazenie dát, označenie dát, informačné vysvetlivky, alebo napr. farbu.

## 6.1. Názov grafu

Každý graf potrebuje jasný, stručný heslovitý názov. Mal by odpovedať na nasledujúce otázky:

- zobrazené dáta (čo predstavujú) (napr. váha, vek, hod kockou)
- na akom súbore boli dáta merané (*kde*) (na študentoch SŠ, v USA)
- aktuálnosť dát (*kedy*) (dátum)

V grafoch, na rozdiel od dátových tabuliek, sa väčšinou v názve neuvádza jednotka meraní. Táto informácia je zobrazená na osách. Výnimkou sú štatistické mapy, kde je potrebné túto informáciu uviesť buď hneď v názve grafu, alebo priložiť vysvetlivky. Nie sú tu totiž osi, ako sme zvyknutí z najčastejšie zobrazovaných grafov. V istom zmysle musíme precvičiť stručnosť a výstižnosť, aby heslo v názve nášho grafu vystihovalo podstatu veci a prípadne upútalo aj pozornosť čitateľa.

## 6.2. Rozvrhnutie smerov, dimenzia

Pri rozvrhnutí nejakej závislosti väčšina grafikov dáva prednosť zobrazovať premennú závislosť na zvislú os. Nezávislá premenná bude teda na vodorovnej ose. Usporiadanie grafu má pokračovať zľava doprava.

Čo sa týka dimenzie, niekto dáva prednosť „falošnému troj-rozmernému“ (pseudo-priestorovému) grafu. V tomto prípade je ale potrebné pripomenúť a objasniť bezvýznamnosť tretieho rozmeru. Najlepšie je úplne sa vyhnúť používaniu plôch, či objemov, ktoré znázorňujú množstvo. Vhodnejšie je znázorňovanie podľa jednej dimenzie, ktoré si čitateľ vyloží väčšinou správne.

## 6.3. Stupnica, mierka

Základným predpokladom je, aby stupnica bola riadne označená. Čitateľ grafu musí byť informovaný o význame vynášaných hodnôt. Nutnosťou je upovedomiť i na jednotky. Je zvykom voliť počiatok osi na začiatku nezávislej premennej. Je potrebné si ale dať pozor na zneužitie úmyselného posunutia priesečníku ôs. Keď budeme vyhodnocovať dáta z posledných piatich rokov, uvedieme roky 2000 až 2005. Keď však ide napríklad o percentové zastúpenie produktu (viď Kap. 7, Obr. 41), je nevyhnutné začínať na ose od nulovej hodnoty. Veľa faktorov treba prispôbiť až konkrétnej situácii. Možnosť prerušiť číslovanie na ose, aby sme detailnejšie vnímali podstatu problému je správne. Je to však neprípustné, ak ide o hodnoty nadväzujúce, u ktorých by rozdelenie mohlo čitateľa uviesť do omylu.

V časovom grafe, vodorovná os (os x) reprezentuje vždy čas. Ohraničenie časových intervalov musí byť úmerné dĺžke časových intervalov, ktoré zobrazujeme. Zvislá os (os y) zobrazuje jednotky veľkosti, priemeru, alebo množstva dát. Stupnice na osách musia byť opäť úmerné zobrazovaným dátam.

Logaritmickú stupnicu môžeme použiť, keď je podstatné porozumieť zmenám percent, alebo násobkom. Musíme sa ale uistiť, aby čitateľ grafu správne interpretoval znázorňované dáta. Semilogaritmický graf sa nazýva graf, ktorý má na jednej ose logaritmickú stupnicu a na druhej ose nelogaritmickú.

Hodnoty na osách môžu byť tisíce, milióny, alebo naopak veľmi malé čísla. Zvolia sa iné rozmerné jednotky pre väčšiu prehľadnosť. Napr. tisíc metrov, alebo  $10^{-3}$  gramov a podobne.

## 6.4. Vysvetlivky, legenda a popis

K uľahčeniu interpretácie grafu potrebuje každá závislosť krátky, jednoduchý, objasňujúci popis. Tento popis sa môže nachádzať buď hneď pri grafickom obraze, alebo ho umiestnime v legende so symbolom, farbou a vzorom závislosti. Priamy popis je preferovanejší pred použitím legendy. Keď využijeme legendu a v grafe je dost' miesta, čitateľovi uľahčíme hľadanie tým, že legendu umiestnime priamo do grafu.

Krátke informatívne správy, priložené k grafu, sú niekedy veľmi vhodným a užitočným parametrom. Jedinou podmienkou je, aby v grafe bolo pre nich miesto a nespôsobili chaos. V správach môžu byť obsiahnuté dodatočné súvislosti k dátam, môžu zdôrazniť špecifickú vlastnosť grafu, alebo sú schopné vysvetliť nejasné, alebo skryté rysy grafu.

## 6.5. Farba a mreže

Farebné štatistické grafy sa začali objavovať častejšie s pokrokom doby. Farebné tlačiarne sú samozrejmosťou a papierová forma prezentácie už dávno nie je jedinou. Na internete nájdeme obrovské množstvo farebných grafov, ktoré nás môžu inšpirovať k tvorbe vlastnej prezentácie. Voľba, kedy a aké farby zvoliť, je v podstate umelecká záležitosť, ale predsa existuje pár obecných pravidiel.

Cieľom farby je odlíšiť a podporiť porovnanie. V tomto zmysle je farba ďalšou premennou. Prechod svetlých odtieňov farby k tmavej má význam hlavne v štatistických mapách. Používa sa napr. aj pri nejakej závislostiach, u ktorých chceme zvýrazniť buď počiatocnú, alebo konečnú fázu. Pre čitateľa je takýto graf pútavejší a ľahšie zapamätateľný.

Body viacerých závislostí rozlišujeme i tvarom, napr.  $\Delta$ ,  $\diamond$ ,  $\circ$ ,  $\blacksquare$ ,  $\square$ ,  $+$ . Existujú aj rôzne typy ich spojnic, líšia sa tvarom, hrúbkou alebo farbou napr. - - -, - —, ..., —, —, —, —, —.

Jasné a veľmi žiarivé farby by sa v štatistických grafoch nemali používať často. Keď sa nevieme rozhodnúť, aký odtieň použiť, radšej zvolíme jemný. Niektoré farebné kombinácie sa hodia viac, iné menej, treba experimentovať. Čitateľa môže nezladený farebný graf úplne odradiť, tou lepšou možnosťou je zaujatie farebnou kompozíciou. Zelená farba sa používa na označenie potrebných, alebo doporučených postupov, červená na nežiaduce, alebo kritizované vlastnosti.

Mreže sú pomocníkom pri odčítaní hodnôt z grafu, ale škodia grafu pri zlom výbere ich parametrov. Vodorovné mreže sa používajú skôr zriedkakedy. Keď sú ale potrebné k vedeniu oka, mali by zostať minimálne, rovnomerne prerušované a na porovnanie s dátovou radou by mali byť svetlejšieho odtieňu. Keď sú mrežové čiary priveľmi hrubé, alebo tmavé, pokrývajú dátovú radu, ktorá sa stáva ťažko pochopiteľná a je tým pádom zdeformovaná.

Zvislé mreže sú užitočné často. Odporúčajú sa v nasledujúcich situáciách

- na oddelenie zmeny v rade dát
- pri oddelení kalendárnych rokov a mesiacov sa zosilní vnímanie sezónnych období
- pri oddelení historických dát a predpokladaného vývoju

## 7. Reklamné triky

V dnešnej dobe sa utrácajú miliardy za reklamy. Za ich výrobu a samozrejme za ich prezentáciu. Sú všade okolo nás. Vidieť ich môžeme v každých novinách, časopise, na billboardoch, počuť každú chvíľu v rádiu a najpútavejšími reklamami sú tie televízne. Významnú úlohu plní samozrejme aj obal výrobku, pretože ten je reklamou na to, čo obsahuje. Ani ten však nemusí byť vždy založený na pravde (Obr. 36). 23% výrobku navyše znázorneného na obale výrobku nabáda kupujúceho k jeho kúpe. Na prvý pohľad si kupujúci nemusí uvedomiť, že žltá časť obalu skutočne neodpovedá uvedeným 23%.



Obr. 36 Obal výrobku – Klamný popis

Predstavte si, že ste reklamný grafik a máte za úlohu vymyslieť pútavý graf na prezentáciu napr. novej tlačiarne. Vašou úlohou je ukázať na tomto grafe, aká je vaša tlačiareň super výhodná, ako si ju každý kupuje a podobne. Buď už máte podklady zabezpečené, v tomto prípade sa musí prejaviť zručnosť, alebo si informácie o produkte zistíte sám. Nie je nič jednoduchšie, ako zabezpečiť zdanlivo vyššiu predajnosť napríklad vyhládaním predajne, v ktorej sa náhodou podarilo predat' viac kusov a porovnávate tento úspech s inými predanými značkami. Lepšie vlastnosti výrobku budete neustále prezentovať vo svojich grafoch, o tých horších sa nezmienite, a tak zostanú v zabudnutí.

Spomínaná zručnosť pri vytváraní grafických obrazov z daných dát, ako uvádza i [1], spočíva vo vhodnom výbere grafu, vhodnej stupnice, dobrom usporiadaní dát, farbe a podobne. Možno hovoriť o zneužití štatistického grafu. V nasledujúcich bodoch som zhrnula niektoré podstatné parametre, ktoré ovplyvňujú zobrazený graf.

## 7.1. Ukážky skreslených informácií

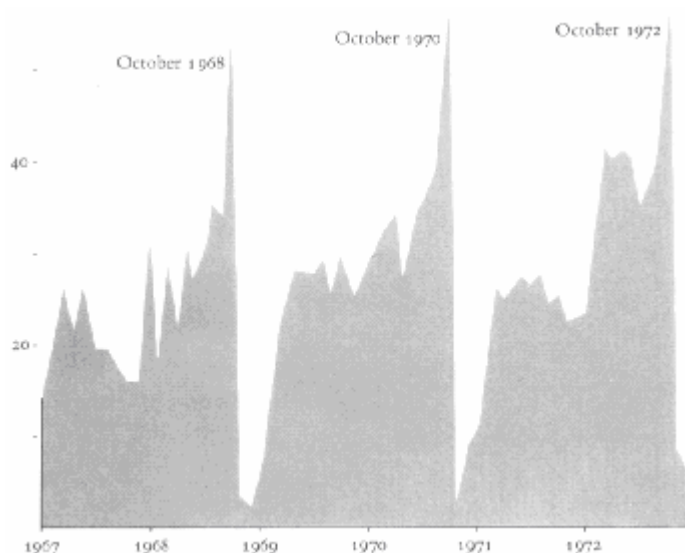
- Zneužitie štatistického grafu
- Nesprávne vykreslenie (*Príklad 1*), skreslenie zobrazovaných hodnôt
- Mylný výklad, nesprávna interpretácia
- Klamný, zavádzajúci graf (*Príklad 3*)
- Extrapolácia mimo škálu
- Odpútanie pozornosti od reálnych hodnôt (*Príklad 2*)

Čo treba skontrolovať na grafe, aby sme mali istotu, že zobrazuje správne informácie

- Overiť spoľahlivosť zdroju, odkiaľ autor čerpal dáta
- Prekontrolovať jednotné jednotky a pomery
- Skontrolovať, aby počiatok osi bol na začiatku nezávislej premennej (*Príklad 4*) a aby boli zobrazené dáta až do krajných hodnôt
- Preveriť si vzdialenosti a stanovenie rozmerov jednotiek na osiach
- Bližšie sa zamyslieť nad tretím rozmerom grafom, uvedomiť si prípadnú deformáciu (*Príklad 5*)
- Zamerať sa na zvädzajúce výrazné farby (*Príklad 4*) a vzory

### Príklad 1

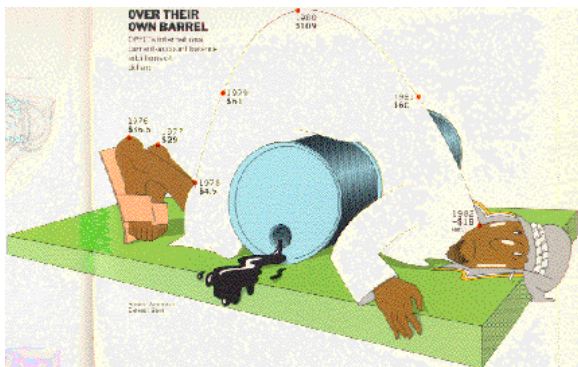
Graf na Obr. 37 je maximálne nepraktický a nejasný. Autor sa tu snažil porovnať jeden parameter v tých istých mesiacoch v priebehu niekoľkých rokov. Z tohto grafu možno keď tak pravítkom odčítať, v ktorom roku to teda dosahovalo väčšie hodnoty. Omnoho praktickejšie by bolo rozlíšiť hodnoty farebne a zobraziť ich cez seba, alebo použiť iný typ grafu.



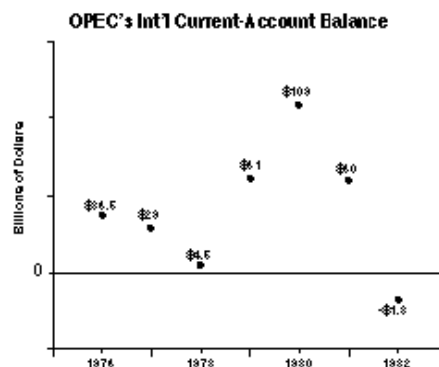
Obr. 37 Vytáženie poštových zásielok počas troch rokov [6]

## Príklad 2

O grafe by malo platiť, aby bol dosť jednoduchý na rýchle porozumenie. To určite neplatí o grafe na Obr. 38. Je ilustrovaný zábavný, ale čitateľ z neho len ťažko vyčíta reálne hodnoty (Obr. 39). Tento trik je často používaný na oslovenie širokej verejnosti, ktorej utkvie v pamäti pekný obrázok, ale nie už nejaké konkrétne hodnoty.



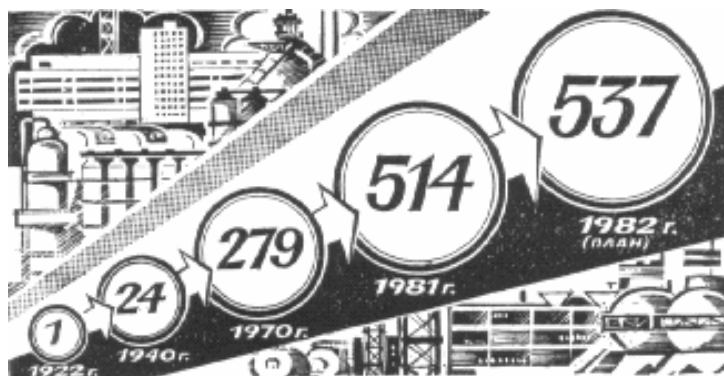
Obr. 38 Graf odpútavajúci pozornosť čitateľa od reálnych hodnôt [6]



Obr. 39 Reálne hodnoty z Obr.38 [6]

## Príklad 3

Na Obr. 40 sú zavádzajúce zväčšujúce sa kruhy. Nie je tu totiž žiadna spojitosť s číslami, ktoré sú vnútri kruhu. Ukazujú nárast priemyselnej výroby v priebehu storočia. Tento graf je maximálne zavádzajúci a vôbec sa v tlači nemal vyskytnúť.

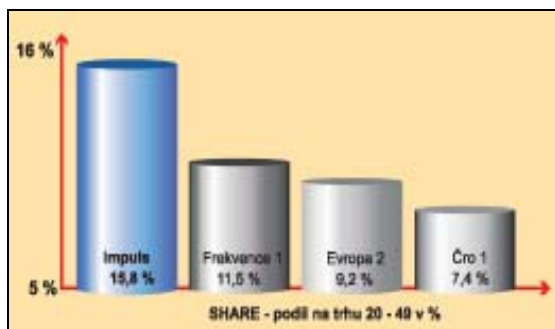


Obr. 40 Rast priemyselnej výroby od roku 1922 po rok 1982 [6]

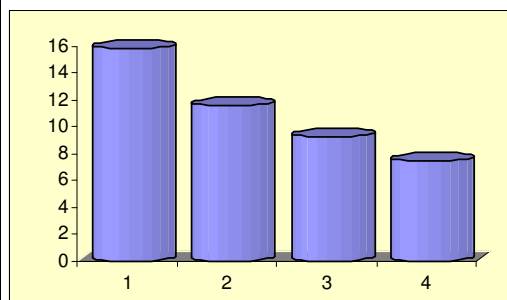


## Príklad 4

Graf na Obr. 41 preferuje počúvanosť rádia Impuls. Tento graf bol na internetových stránkach rádia Impuls. Graf je ale skreslený, percentová stupnica nezačína od nulových hodnôt. Navádza čitateľa na to, aby uveril, že ich rádio je výrazne najlepšie. Tým pádom vyznie úplne iný pomer, aký je reálny. Prekreslený graf so stupnicou začínajúcou na 0 je znázornený na Obr. 42.



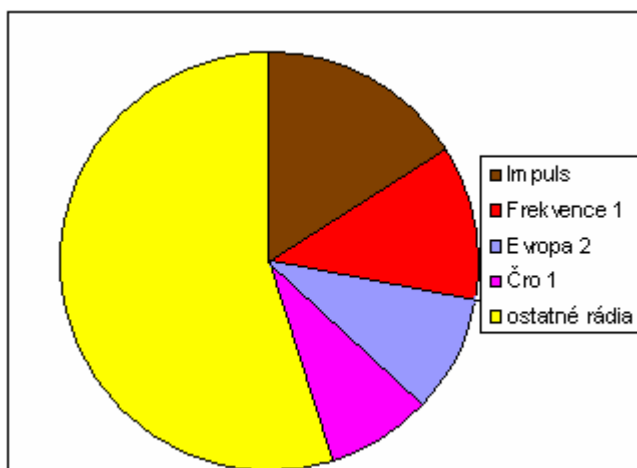
Obr. 41 Reklama na rádio Impuls



Obr. 42 Graf začínajúci na 0 na ose Y

Ďalším faktorom je v tomto prípade farba, ktorá púta pozornosť čitateľa. V reklame zobrazenej na Obr. 41 je modrou farbou zakreslené len reklamované rádio, ostatné rádia sú zobrazované bez lesku nevýraznou šedou.

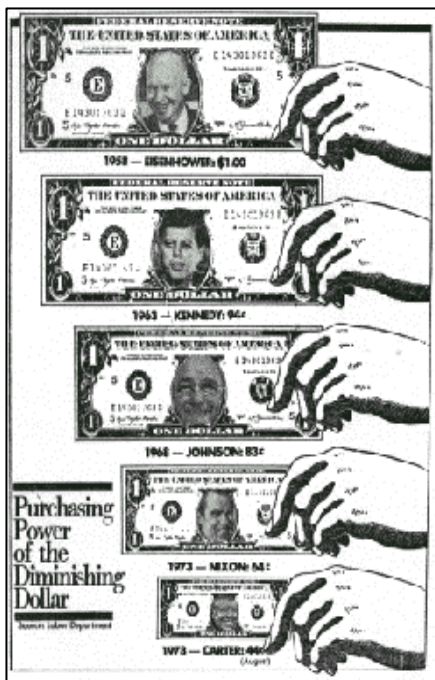
V nasledujúcom grafe (Obr. 43) som zachytila, ako by vyzeral koláčový graf, keby sa do neho zakreslili i ostatné rádia, nie len vybrané štyri. Nepoznám presné percentové zastúpenie ostatných rádii, preto som ich zakreslila jednotne pod žltou farbou.



Obr. 43 Koláčový graf zachycuje počúvanosť rádii

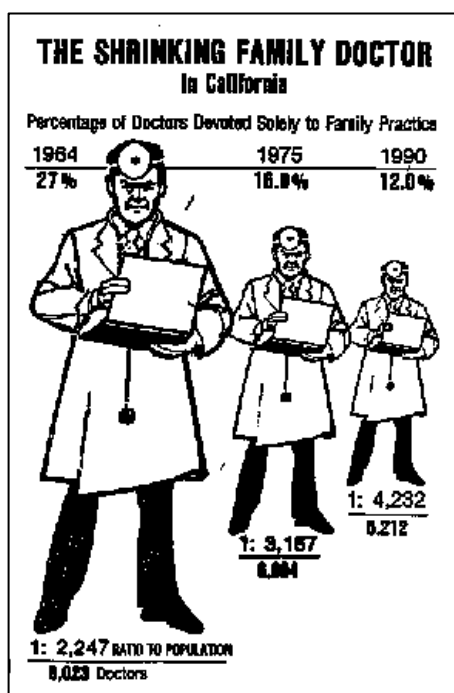
## Príklad 5

Pred rozvojom grafického zobrazovania s dnes zaužívanými grafmi bolo najčastejšou grafickou chybou používanie 3D obrázkov, kde výška objektu mala znázorňovať veľkosť dátovej rady. V týchto schémach sa ale proporciálne zväčšuje nielen výška, ale aj šírka znázorňovaného objektu, čím sa zväčšuje veľkosť dátovej rady neadekvátne skutočnosti. Efektom je zveličenie rozdielu vo veľkosti, pretože čitateľ grafu spravidla vníma oblasť objektu a nie len výšku objektu, ktorá znázorňuje pravdivo dátovú radu.

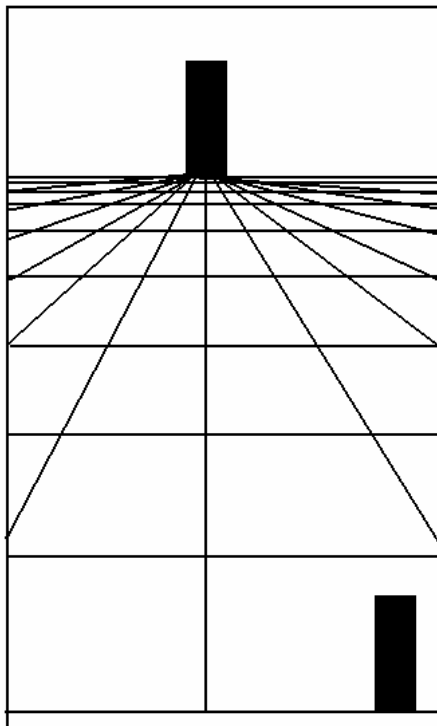


Obr. 44 Nárast hodnoty doláru [16]

V niektorých prípadoch ide o zväčšenie rozmerov predmetu v troch rozmeroch. Tak je to i v prípade domáceho doktora (Obr. 45). Má znázorňovať, koľko pripadlo doktorov na jedného obyvateľa. V tomto grafe je doktor z roku 1990 skoro o polovicu menší ako ten z roku 1964. Všetky 3 postavy doktorov majú rovnaký tvar. Miesto jedného rozmeru zväčšili autori obrázku hneď tri – výšku, šírku a i hmotnosť.



Obr. 45 Zmena rozmerov doktora [16]



Často využívané skreslenie je na Obr. 46, na ktorom sú čierne vykreslené obdĺžniky rovnako veľké, ale ten bližšie k nám vyznie omnoho menší. Využíva sa tu tzv. lineárna perspektíva, ktorá zobrazuje štvorcovú dlažbu v pôdorysnej rovine. Pri zobrazení produktu v takomto obrázku a jeho porovnaní s inými výrobkami sú zakreslené informácie pravdivé, ale sú tvrdo oklamané naše zmysly.

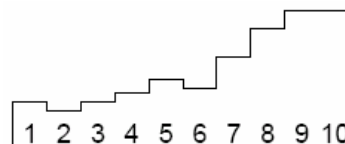
*Obr. 46 Čierne obdĺžniky v lineárnej perspektíve*

## 7.2. Porovnanie zobrazenia rovnakých dát v rozličných grafoch

Záverečnú časť tejto práce som sa zamerala na zobrazenie rovnakých dát (Tabuľka 1) v rozličných grafoch. Pod týmito dátami si môžeme predstaviť hmotnosť dieťaťa v rokoch života 1 až 10. Zobrazením dát vo viacerých grafoch si najviac uvedomíme možné rozdiely, ktoré vznikajú len iným výberom grafu. Základný graf je na Obr. 47.

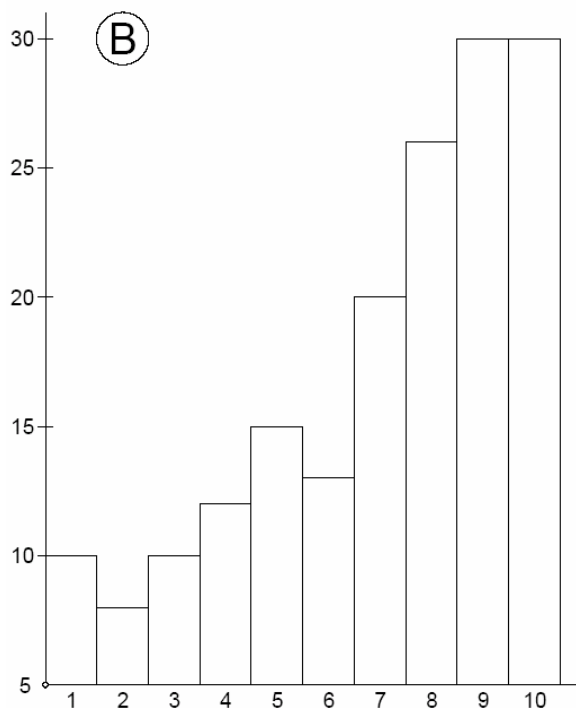
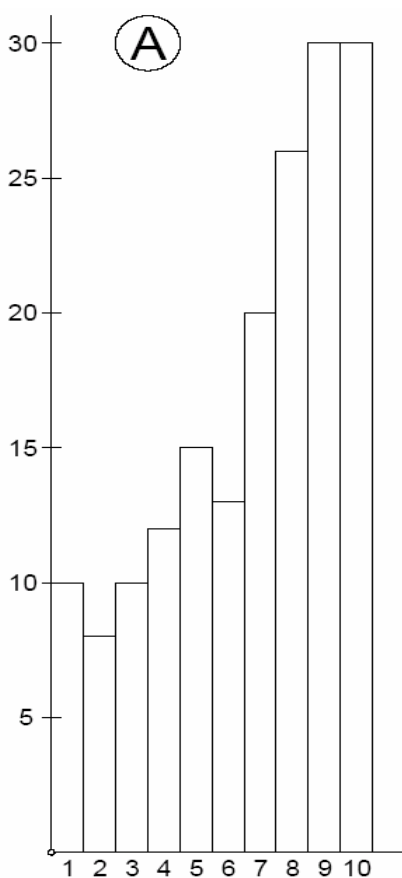
x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y	10	8	10	12	15	13	20	26	30	30

Tabuľka 1

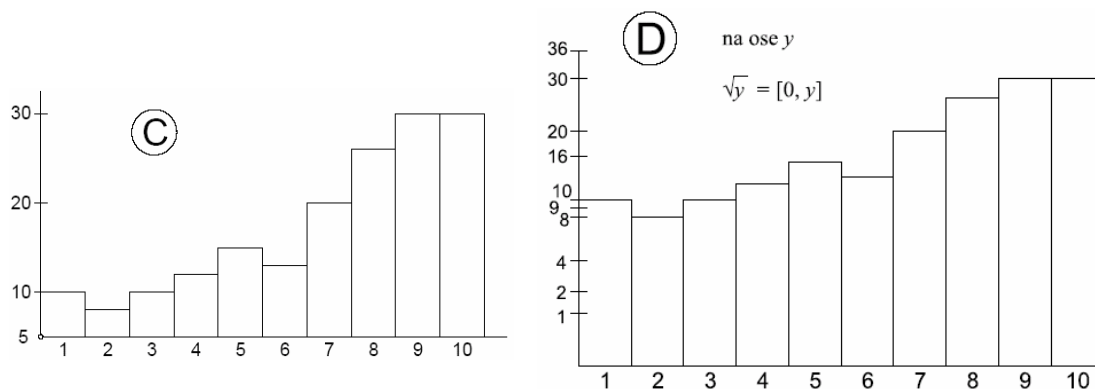


Obr. 47 Základný graf

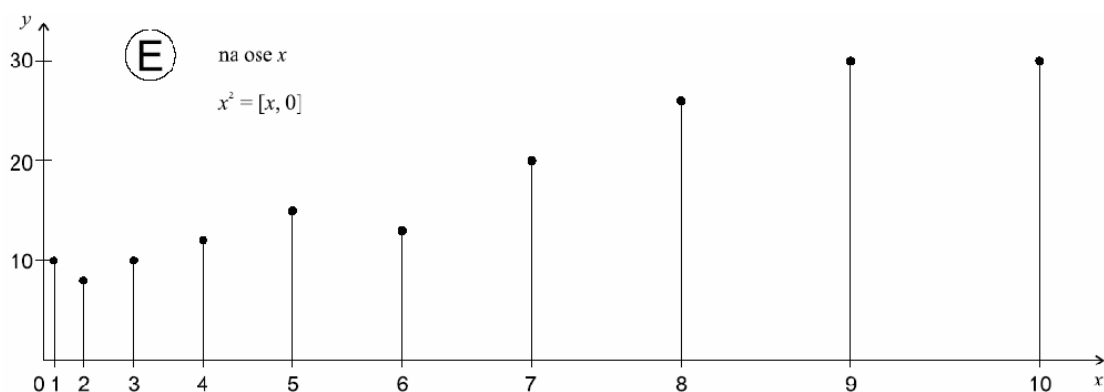
Na Grafe A sú vhodne zobrazené hodnoty z tabuľky 1. Ak zmeníme šírku triedneho intervalu (Graf B), vyvoláva to efekt zväčšenia, prípadne zmenšenia dátovej rady. Takto možno zvýrazniť vlastnosti nejakého produktu. Ak v priesečníku ôs nie je nulová hodnota (Graf B), môžu sa potlačiť menšie hodnoty a zvýrazniť väčšie hodnoty.



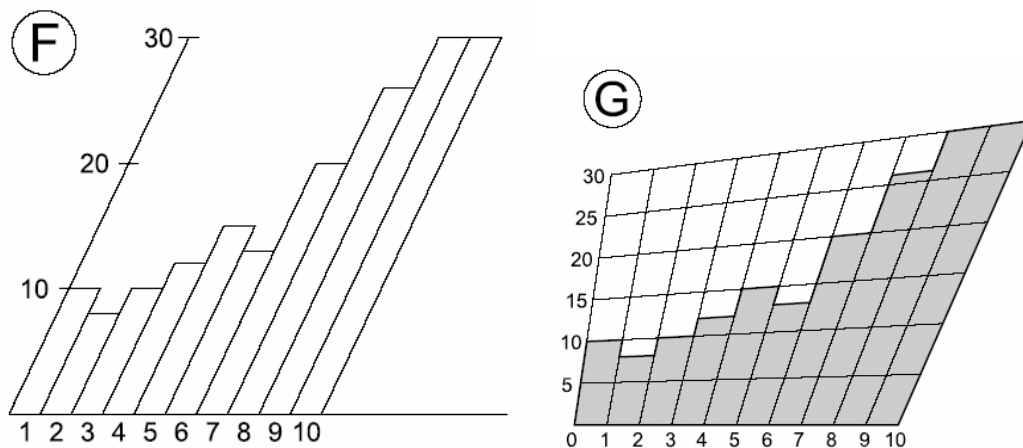
Pozmenením jednotiek na ose y dostávame graf (Graf C) s úplne iným celkovým efektom. Na osu možno vynášať jednotky nielen lineárne, ale napr. môžeme vyniesť druhé odmocniny danej hodnoty (Graf D). Tento efekt dáva iný dojem o veľkosti rozdielov hodnôt.



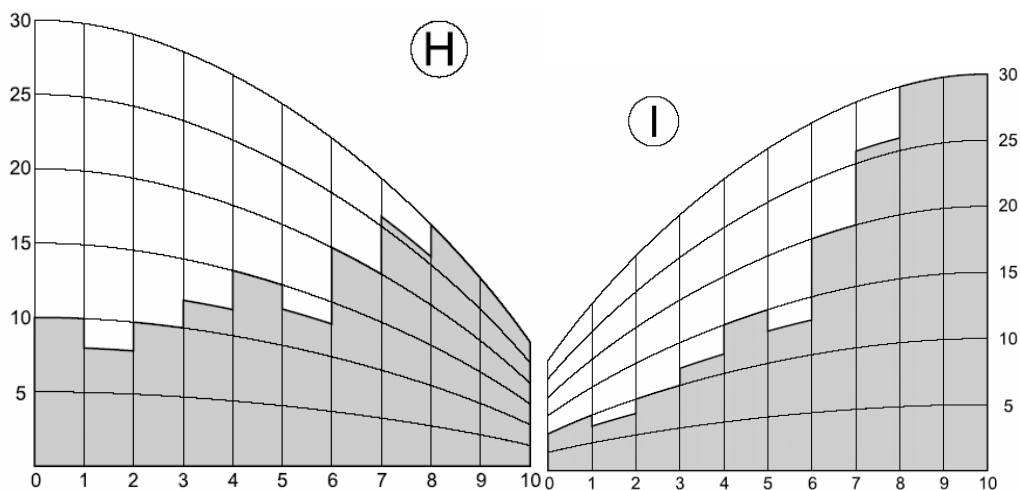
Je možné vynášať napr. na osu x druhé mocniny (Graf E). V týchto prípadoch je potrebné dať väčší pozor na stupnicu. Toho sa dá ľahko zneužiť, stupnicu vyjadriť nevýrazne a potrebné veličiny potlačiť, alebo naopak zvýrazniť.



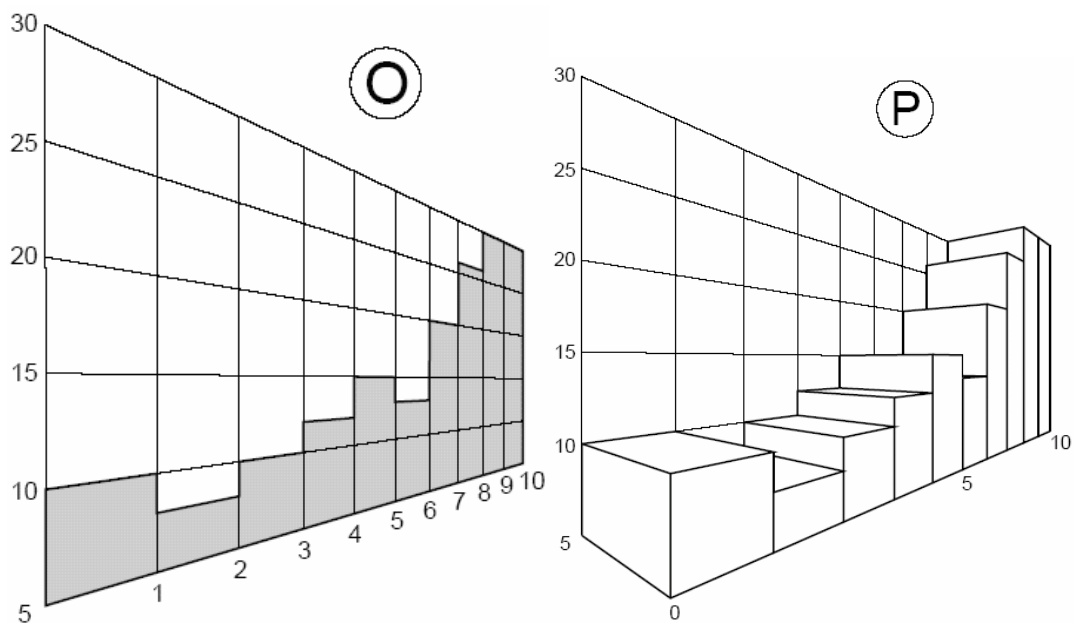
Efektívnym môže byť vynášanie parametrov do grafu s kosouhlými súradnicovými osami (Graf F), trochu zavádzajúcim pohľadom na dáta je graf s rôznobežnými stĺpcami (Graf G).



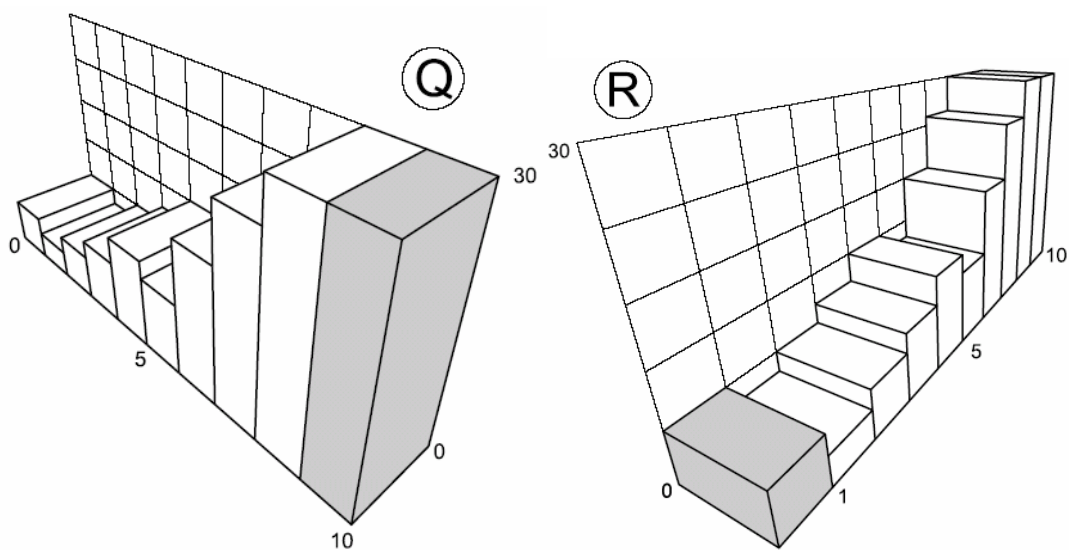
Krivo čiarová deformácia štvorcovej siete (Graf H, I) môže potlačiť veľkosť rozdielu medzi dátami, alebo práve naopak zvýrazniť rozdiely. Všetko závisí na smere natočenia grafu a usporiadaní dátových hodnôt.



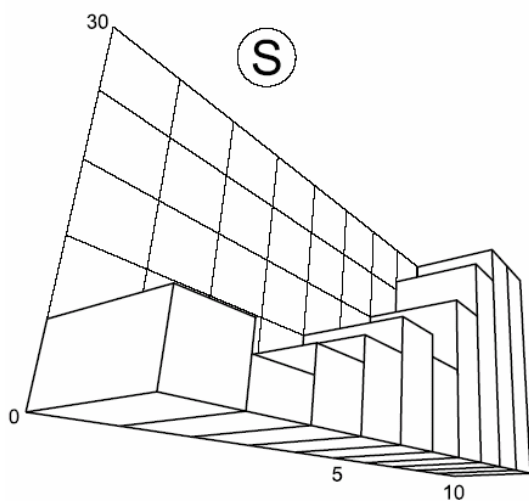
Reklamy na stenách (Graf O) v nás môžu vyvolávať klamný dojem. Vzdialenejšie dáta sú v skutočnosti väčšie a naopak dáta zobrazené v našej blízkosti sa nám zdajú väčšie ako v skutočnosti. Tento efekt sa využíva i v lineárnej perspektíve. Podobný príklad je i v Grafe P, kde je v perspektíve zobrazený pseudopriestorový graf.



Ďalším grafickým pohľadom je pohľad z vtáčej perspektívy (Graf Q, R). Natočenie závisí od situácie. Ak je cieľom zvýrazniť konečný produkt a jeho extrémny nárast, použijeme Graf Q. Ak je účelom upozorniť na počiatočné hodnoty použijeme Graf R.



V Grafe S je graf v podhl'ade z'lava. Takto zobrazený graf je pútavý a správne vyloženie hodnôt závisí na čitateľovej priestorovej predstavivosti.



Obrázky A až S vytvoril a poskytol Mgr. Jíří Šrubář.



## 8. Záver

V tomto texte som sa snažila zhrnúť informácie o grafickom zobrazovaní, o jeho využití a zneužití.

História grafického obrazu siaha až do dávnych časov, a jeho vývoj by sa dal popísať na mnoho stránkach. Svedčí o tom i text [18], v ktorom je história grafického zobrazovanie popísaná veľmi dôkladne a z ktorej som čerpala podstatnú časť informácii.

Rôzne typy grafov som sa snažila priblížiť uvedením príkladov ich využitia. Je potom jednoduchšie sa orientovať v rôznych typoch dát, grafov a podobne.

Na internete je možné nájsť interaktívne stránky [15], kde si je možné vyskúšať ako vytvoriť graf s požadovanými vlastnosťami. Najrozšírenejším programom na vytvorenie elektronického grafu je medzi obvyčajnými užívateľmi Microsoft Excel, v ktorom som i ja vytvorila značnú časť obrázkov k tomuto textu.

V texte som sa zamerala i na vhodné a správne grafické zobrazovanie. Možno povedať, že je skoro nemožné poskytnúť užívateľovi presný návod na korektné zobrazenie dát v grafe. Ku každému grafu je potrebné pristupovať individuálne. Je pravda, že existujú určité pravidlá, ktorými je potrebné sa riadiť vo všeobecnosti a práve tie som sa snažila zhrnúť v kapitole 6.

Nepresným, alebo iným pohľadom na dáta možno čitateľa zmiatať a priviesť k určitému záveru. Je preto potrebné byť pozorný pri čítaní z grafu a pri priestorových grafoch zapojiť svoju predstavivosť.

## 9. Literatura

- [1] Beattie V., Jones M.J.: *The Use and Abuse of Graphs*. In: Annual Reports: Theoretical Framework and Empirical Study, 1992.  
<http://eprints.gla.ac.uk/796/01/Beattieacbusres1992.pdf>
- [2] Blahuta M.: *Grafické zpracování informací*. Zápis referátu z hodin didaktiky deskriptivní geometrie na MFF UK.
- [3] Brož J. a kolektiv: *Základy fyzikálních měření*. SPN, Praha 1967.
- [4] CYTEL, Statistical software:  
[http://www.resample.com/xlminer/help/Matrixplots/Matrix\\_Intro.htm](http://www.resample.com/xlminer/help/Matrixplots/Matrix_Intro.htm)
- [5] Český statistický úřad:  
[http://www.czso.cz/csu/edicniplan.nsf/t/68002FDF1D/\\$File/img.gif](http://www.czso.cz/csu/edicniplan.nsf/t/68002FDF1D/$File/img.gif)
- [6] Data Graphics. <http://web.utk.edu/~glenn/DataGraphics.html>
- [7] Dotnetcharting: <http://dotnetcharting.com/>
- [8] Doumont J.-L., Vandenbroeck P.: *Choosing the Right Graph*, 2002. IEEE Trans. on Professional Communications **45** (22), 1-6.
- [9] Dupač V., Hušková M.: *Pravděpodobnost a matematická statistika*. Karolinum, Praha, 1999.
- [10] EIA Guidelines for Statistical Graphs:  
<http://www.eia.doe.gov/neic/graphs/preface.htm>
- [11] Friendly M., Denis D.J.: *Milestones in the History of Thematic Cartography*.  
<http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery>
- [12] Friendly M., Wainer H.: *Nobody's perfect*. Chance **17** (2004), 51-54.
- [13] Fyzikální praktikum: *Protokoly – Psaní protokolů*. <http://www.mff.cuni.cz/zfp>
- [14] Kelley J.T.: *Using Graphs and Visuals to Present Financial Information*, 2002.  
[http://home.xnet.com/~jkelly/Publications/Using\\_Graphs.pdf](http://home.xnet.com/~jkelly/Publications/Using_Graphs.pdf)
- [15] National center for education statistics:  
<http://nces.ed.gov/nceskids/createagraph/>
- [16] Presenting Data: *Tabular and graphic display of social indicators*:  
<http://lilt.ilstu.edu/gmclass/pos138/datadisplay/badchart.htm>
- [17] SAS Statistics & Operations Research: *Statistical Graphics Using ODS (Gallery of graphics, PRINCOMP Procedure)*:  
<http://support.sas.com/rnd/app/da/stat/odsgraph/>
- [18] Saxl I., Ilucová L.: *Historie grafického zobrazování statistických dat*. ROBUST 2004, Třešť 7. –11. června 2004, JČMF, Praha 2004, 363-386
- [19] Wilkinson L.: *Presentation Graphics*.  
<http://www.spss.com/research/wilkinson/Publications/iesbs.pdf>
- [20] Zvára K., Štěpán J.: *Pravděpodobnost a matematická statistika*. Matfyzpress, Praha 2002, 139-149