

Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE



Hana Klemová

Grafy a grafická komunikace

Katedra didaktiky matematiky

Vedoucí diplomové práce: PhDr. Alena Šarounová, CSc.

Studijní program: učitelství matematiky v kombinaci s druhým aprobačním předmětem pro
SŠ

2007

Děkuji za trpělivost a podněty A. Šarounové a za morální podporu a pomoc při shánění grafických materiálů mým přátelům, zvláště pak mému příteli za velkou trpělivost v době psaní této práce.

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci napsala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce.

V Praze dne 10.9. 2007

Hana Klemová

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1. Úvod | 5 |
| 2. Historie | 6 |
| 2.1. Kartografie a tématická kartografie | 6 |
| 2.2. Statistická grafika | 8 |
| 2.3. Současnost | 11 |
| 3. Grafy, k čemu jsou a jak je správně použít | 12 |
| 3.1. Úmysl použití grafu | 12 |
| 3.2. Chybné zobrazování dat v grafech | 13 |
| 3.3. Porovnání zobrazení stejných dat v různých grafech | 13 |
| 4. Třídění grafů | 14 |
| 4.1. Souřadnicové grafy | 14 |
| 4.2. Rozměrové grafy | 17 |
| 4.3. Prostorové grafy | 19 |
| 4.4. Statistické mapy | 20 |
| 4.5. Další typy grafů | 21 |
| 4.6. Kombinace grafů | 23 |
| 5. Kartografie | 24 |
| 5.1. Kartézský grafický systém | 26 |
| 5.2. Bodové mapy | 27 |
| 5.3. Stereogrammatické statistické mapy | 28 |
| 5.4. Všeobecná kritéria pro statistické mapování | 31 |
| 6. Grafy a reklama | 32 |
| 6.1. Proč statistiky lžou | 32 |
| 6.2. Reklamní triky | 36 |
| 7. Využití grafů v předmětech středoškolského učiva | 38 |
| 7.1. Dějepis | 38 |
| 7.2. Zeměpis | 42 |
| 7.3. Český jazyk, Výtvarná výchova, Hudební výchova | 53 |
| 7.4. Fyzika | 53 |
| 7.5. Společenské vědy | 55 |
| 7.6. Biologie | 56 |
| 7.7. Chemie | 57 |
| 8. Závěr | 60 |
| 9. Literatura | 61 |

Název práce: *Grafy a grafická komunikace*
Autor: *Hana Klemová*
Katedra (ústav): *Katedra didaktiky matematiky*
Vedoucí diplomové práce: *PhDr. Alena Šarounová, CSc.*
e-mail vedoucího: sarounov@karlin.mff.cuni.cz

Abstrakt: Tento text je věnován učitelům nejen matematiky a přírodních věd. Chtěla jsem zprostředkovat obecný pohled do problematiky grafického zobrazování a tématické kartografie. Na začátku textu jsem uvedla stručný historický úvod. V další části jsem popsala důvody použití grafů a jejich význam pro dnešní společnost. Vyznat se v třídění grafů podle typu je základní kámen pro porozumění grafického zobrazování. Tématická kartografie je jedna z částí grafické komunikace, na kterou se často zapomíná, i když se s ní setkáváme denně. Příklady mezioborového využití grafů v nematematických předmětech středoškolského vyučování jsem prezentovala v závěrečné části práce.

Klíčová slova: *Grafické zobrazování, tématická kartografie, zneužití grafů, využití grafů ve výuce na středních školách*

Title: *Graphs and graphical communication*
Author: *Hana Klemová*
Department: *Didactics mathematics*
Supervisor: *PhDr. Alena Šarounová, CSc.*
Supervisor's e-mail address: sarounov@karlin.mff.cuni.cz

Abstract: This text is dedicated to the teachers of not only math and natural sciences. I wanted to show the readers a general view on the problems of graphical imagery and thematic cartography. In the beginning of the text I mentioned a brief historical prologue. In the next part I described reasons of using graphs and their significance for today's society. To know the ropes in classification of graphs by their types is a headstone of understanding the graphical imagery. Thematic cartography is one of the parts of graphical communication, which is often forgotten, even though we come across it daily. In the end of my work I presented samples of graph utilisation in a non-mathematical subjects of high school tuition.

Keywords: *graphs, statistical mapping, abuse of graphs, usage of graphs in secondary education*

1. Úvod

V dávných dobách promlouvali barvou a tvarem pouze malíři, byla to dlouhodobá a pracná záležitost jen pro pár vyvolených. Dnes už každý z nás může být malířem a pomocí počítačové techniky stvořit své mistrovské dílo. Nejinak je tomu s grafy. Před rozšířením počítačů se grafy dělali jen pro vědecké účely a pro úzký kruh zasvěcenců. V dnešní době automatizace je snazší vytvořit obraz než přišít knoflík, reklamy, a vůbec veškerá sdělení, která mají upoutat naši pozornost, nás musí zaujmout především obrazem.

Lidská mysl je přizpůsobena lépe chápat obrázky než tabulky a výpisy čísel. Studie dokazují, že naše mysl udrží pouze deset procent toho, co slyšíme, ale až padesát procent toho, co vidíme, grafy jsou tedy mocné nástroje pro prezentování jakékoliv statistické zprávy. Někteří lidé mají čísla rádi, ale většina lidí si nedokáže v hlavě udělat představu, o čem vlastně daná čísla či tabulky vypovídají. Grafy šetří čas, protože mohou pomoci publiku pochopit vztahy mezi čísly rychleji, než obsáhlé tabulky. Pokud jsou užívány efektivně, předávají jednoznačnou zprávu publiku a mohou pomoci pochopit problém.

Obrazy, grafy, diagramy a další grafické pomůcky jsou všude kolem nás, setkáváme se s nimi denně a takřka na každém kroku. Cílem této práce je dát čtenáři lehký nadhled nad problematikou grafů, seznámit jej s možnostmi a náležitostmi grafů, se kterými se setkává v tisku a mediích, přimět ho, aby bedlivěji prozkoumal samotný graf a nenechal se ukonejšit prvním dojmem, který nemusí být správný. Graf může vysvětlit sto čísel, ale neměl by potřebovat tisíc slov na vysvětlení. I této oblasti se práce věnuje. Snahou bylo informovat o tom, čeho se držet a čeho vyvarovat, aby byl graf jasný a srozumitelný, aby nepodával zkreslené či klamné informace. Každý, kdo grafy produkuje, by měl být seznámen se základními pravidly. Ale stejně tak i čtenář by si těchto pravidel měl být vědom, aby lépe čelil případné manipulaci prostřednictvím grafu. Součástí této práce je též tematická kartografie, která se v mediích také velmi často objevuje.

Nejčastěji se s grafy setkáváme v reklamě. Po jisté stránce vliv reklamy může být přisuzovaný současným technologickým zlepšením a inovacím ve výrobě a distribuci ilustrovaných nebo zrakových prezentací reality. Tomu, co dějepisec Daniel Boorstin (1963) nazývá "grafickou revolucí", pomohla vyspělá technika ilustrované reprodukce (v tisku, vysílání, atd.) a také změnila význam charakteru "obrazů". Můžeme souhlasit s aforismem Marshalla McLuhana "prostředek je poselství", tj. že vliv médií je výsledkem použité technologie, ale musíme uznat, že obrazy zprostředkované médiem se v poslední době stávají tak sofistikovanými a přesvědčivými, že utvářejí podstatnou část našeho názoru a vědomí. Žijeme v světě velkolepých a vzrušujících obrazů. A slovo "obraz" nyní také vytváří profilový veřejný dojem s pomocí vizuálních technik. Podle Boorstina se obrazy staly zajímavější než originál a de facto originálem: "Stín se stává hmotou".

Tato práce je především koncipována jako rozšiřující materiál pro další vzdělávání středoškolských pedagogů nejen přírodovědných, ale i jiných oborů, proto jsem jako poslední kapitola zařadila možné využití grafů v hlavních předmětech středoškolského vyučování. Možnosti však nejsou zdaleka vyčerpány, jedná se pouze o nástin využití, který by měl sloužit jako prvotní impuls pro každého pedagoga, jehož znalosti v daném oboru jsou daleko rozsáhlejší než mé a tedy i představa o možnostech použití grafů a tematických map.

2. Historie

Proč graficky zobrazovat statistická data? "Jejich smyslem není odkaz ke konkrétním číslům, která lze lépe zjistit z odpovídajících tabulek, ale předvést očím obecné výsledky vyplývající z velkého množství čísel, jež nemohou být zachyceny jinak než graficky. Mé diagramy ukazují i ty nejmenší detaily tabulek, ale předčí i výpočty středních hodnot, protože oko či mysl samy zaznamenávají obecný trend číselných souborů." Takto W. S. Jevons¹ komentuje své časové diagramy, v nichž sleduje změny cen základních i méně běžných produktů v závislosti na komerčních bouřích, a pokládá tím základy statistické grafice.

Tématická kartografie (mapy doplněné daty) je stará pouze několik málo století. Statistická grafika se poprvé objevuje v 17. století, ale teprve koncem 18. století dochází k soustavnějšímu rozvoji. Nejdříve se grafy používaly vesměs pro politicko-ekonomické účely. V 19. století se grafické zobrazování těší velkému rozmachu, které je dílem francouzských stavebních inženýrů, většinou žáků Gasparda Monge². Současně se grafiky objevují už i ve školních učebnicích.

Samotné slovo graf je poměrně nové, poprvé se objevilo až koncem 19. století, dříve se pro grafickou prezentaci používala slova mapa a diagram.

2.1. Kartografie a tématická kartografie

Nejstarší formou grafického znázornění dat jsou mapy. Zobrazují po celá tisíciletí jednak pozemské oblasti, jednak výřezy hvězdné oblohy. Nejstarší známou mapou je část města z pláň Konya v Anadolii datovaném asi 7000 př. Kr. Autorem údajně první mapy světa je Anaximandros z Milétu³. Klaudius Ptolemaios⁴ jako tvůrce map poprvé použil poledníky a rovnoběžky. Nejstarší zobrazení planetárních pohybů pochází z doby kolem roku 950, bohužel od neznámého autora, a zachycuje změny poloh Slunce a hvězd v průběhu roku.

Z kartografie se vyvinula tématická kartografie, která se začala objevovat začátkem 18. století. Její podstatou je zakreslení doplňujících informací do map, jako jsou např. různá data vztahující se k obyvatelstvu, obchodu, hospodářství, ale i historickým událostem. První byl roku 1701 E. Halley⁵, který publikoval mapu se zakreslenými isogonálními spojujícími místa se stejnou magnetickou deklinací (Obr 1).

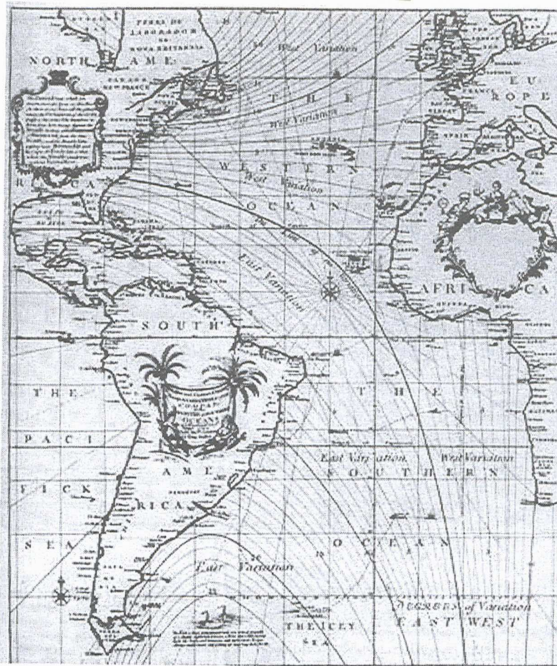
¹ William Stanley Jevons (1835 – 1882), anglický ekonom a logik, autor knihy *Principles of Science* (1874).

² Gaspard Monge (1746 – 1818), francouzský matematik a zakladatel deskriptivní geometrie.

³ Anaximandros z Milétu (610 př. Kr. – po 546 př. Kr.), řecký filosof, podle Eratosthena tvůrce řecké geografie.

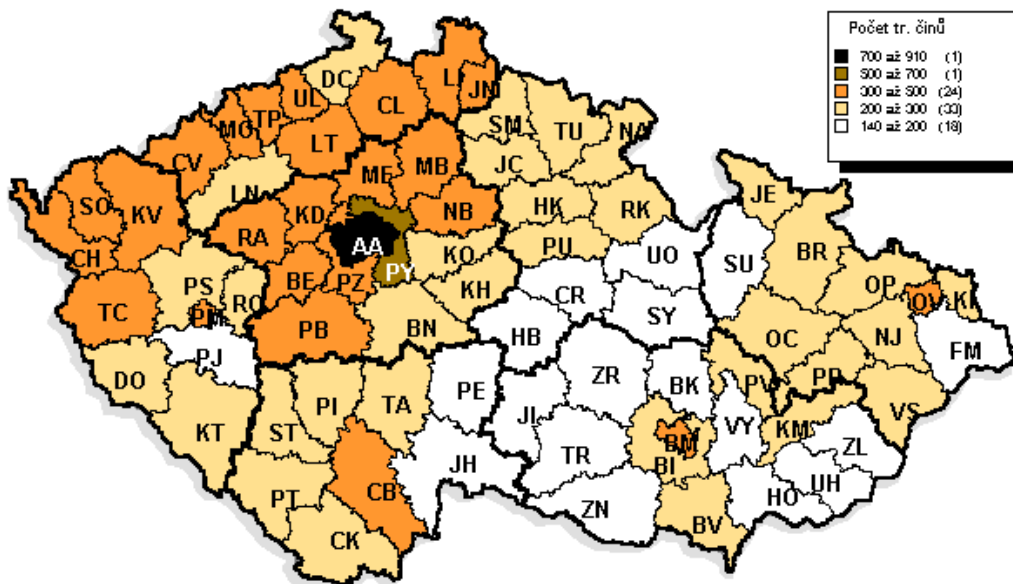
⁴ Klaudios Ptolemaios (100 – 178?), autor souborného díla o astronomii známého jako *Almagest*.

⁵ Edmond Halley (1656 – 1742), přední anglický fyzik a astronom (objevitel komety po něm nazvané), autor významné práce z demografie a pojišťovnictví *An Estimate of the Degrees of the Mortality of Mankind* (1693).



Obr 1: Halleyova mapa isogonál v Atlantickém oceánu

Ale až v 19. století se začala kartografie používat častěji. Zobrazovaná data mají převážně statistický charakter. Na kartografické mapě se nějaká číselná charakteristika zakresluje různými barvami, či odstínem jedné barvy, popřípadě odstíny šedé nebo různými druhy šrafování (Obr 2). Touto charakteristikou může být např. počet obyvatelů, úmrtnost, kriminalita či průmyslová úroveň.

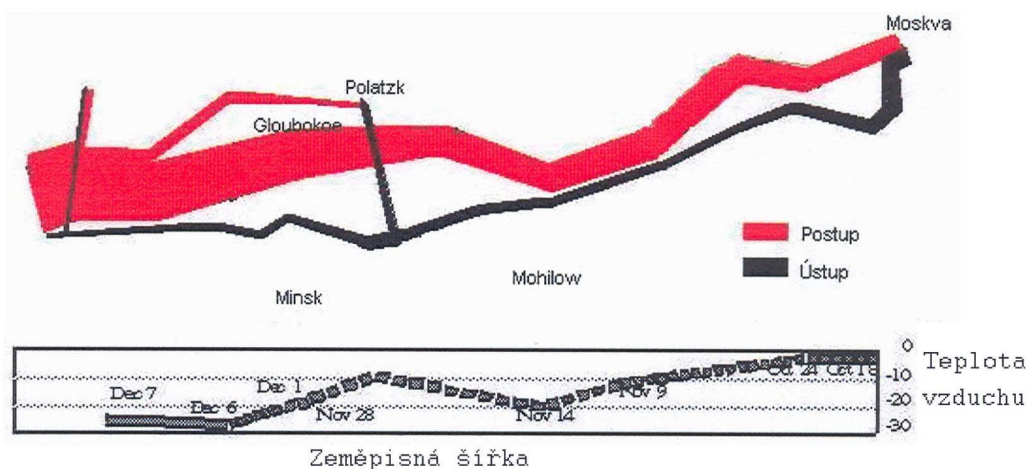


Obr 2: Zatížení okresů ČR v roce 2001 podle počtu zjištěných trestných činů na 10 000 obyvatel

Nepřekonatelným vrcholem co do emocionální působnosti je "nejslavnější mapa všech dob", Napoleonovo tažení na Moskvu od Charlese Josepha Minarda⁶ z roku 1869 (Obr 3). Na

⁶ Charles Joseph Minard (1781 - 1870), významný francouzský inženýr, specialista v oboru stavby mostů, silnic a kanálů, ředitel a profesor na l'Ecole des Ponts et des Chaussées.

počátku invaze ukazuje široký svazek mohutnosti armády při vpádu do Ruska v červnu 1812. Šířka stopy ukazuje velikost armády na každém místě mapy. V dolní části grafu je zaznamenána teplota v době zpátečního pochodu. Tato mapa obsahuje velké množství informací: velikost armády, aktuální polohu na mapě, směr pohybu a teplotu.



Obr 3: Napoleonovo tažení na Moskvu

V současné době jsou nejčastějším produktem tématické kartografické mapy zachycující okamžitý stav počasí nebo jeho předpověď v denním tisku a televizi (Obr 4).



Obr 4: Předpověď počasí pro ČR

2.2. Statistická grafika

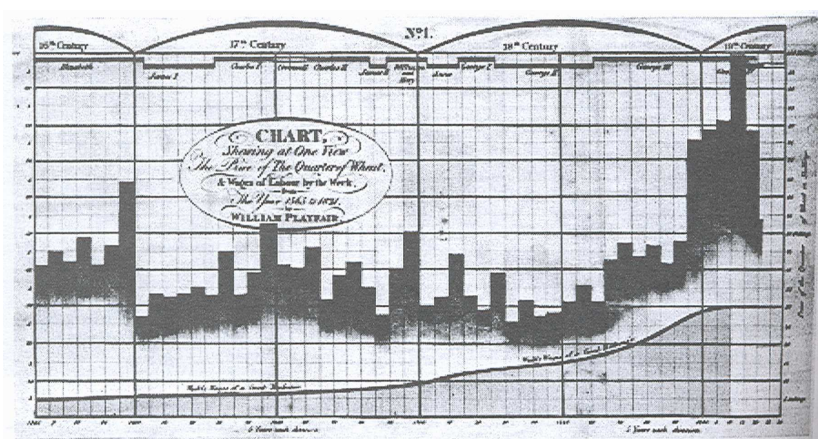
Statistická grafika zobrazuje data v závislosti na zvoleném parametru. Nejčastěji na čase. Slovo graf zavedl do angličtiny J. J. Sylvester⁷ v roce 1878. V téže době C. S. Pierce⁸ definuje graf jako "plošný diagram sestávající z bodů či jejich ekvivalentů a jejich spojníc na omezené ploše". Potřeba této definice ukazuje, jak málo běžným jevem v té době graf byl.

⁷ **James Joseph Sylvester (1814 – 1897)**, anglický matematik a právník, autor řady prací z algebry, teorie čísel, řešení diofantovských rovnic, teorie matic a geometrie.

⁸ **Charles Saunders Pierce (1839 – 1914)**, americký logik, matematik a filosof, původním povoláním a vzděláním chemik a geodet.

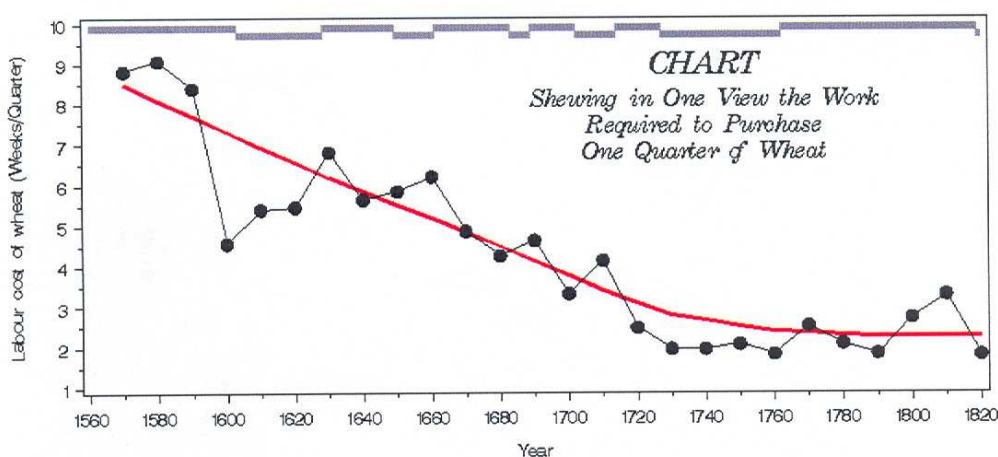
Většina dnes známých grafů zachycuje relativně nové objevy. V roce 1765 J. Priestly⁹ zaznamenal délku života významných osobností v průběhu tří tisíciletí pomocí jednorozměrného diagramu. Na čtyřech stránkách svého komentáře přesvědčuje čtenáře, že toto znázornění času je možné a účelné. Do té doby byl historický čas považován za velmi subjektivní, vázaný na schopnost myšlení. Protože první kroky grafické statistiky se odbyvaly právě na půdě historie, byl pro ni význam chápání subjektivního historického času velkou překážkou v obecném rozšíření.

Nejvýznamnější krok v této oblasti učinil William Playfair¹⁰ (1759 – 1823), schopný vynálezce, mezi jehož hlavní zájmy patřila taktéž publicistika, která ho dovedla ke grafům. Od svého bratra se dle vlastních slov naučil, že co může být vyjádřeno čísly, může být také vyjádřeno rovnými čarami. K nejznámějším jeho grafům patří velmi sugestivní graf porovnávající cenu pšenice a mzdy řemeslníků v letech 1665 až 1821 (Obr 4).



Obr 4: Srovnání cen pšenice a mzdy mechanika za vlády různých panovníků.

Bohužel tento graf na první pohled nesděluje autorův záměr a hrozivě rostoucí histogram mu spíše odporuje. Playfair chtěl ukázat, že nejlevnější pšenice byla na počátku 19. století. To by bylo patrné například pokud by byl vynesena graf poměru cen a mezd, který skutečně klesá (Obr 5). Opticky vyznívá informace o růstu pšenice důležitěji než její porovnání se mzdou dělníků.



Obr 5: Poměr ceny pšenice a mzdy robotníka

⁹ **Joseph Priestley (1733 – 1804)**, anglický fyzik (první objevil Coulombův zákon), chemik (vynálezce sodovky, objevitel fotosyntézy a dýchání rostlin), sociální filosof a teolog.

¹⁰ **William Playfair (1759 – 1823)**, skotský vynálezce, pamfletista, novinář a vydavatel.

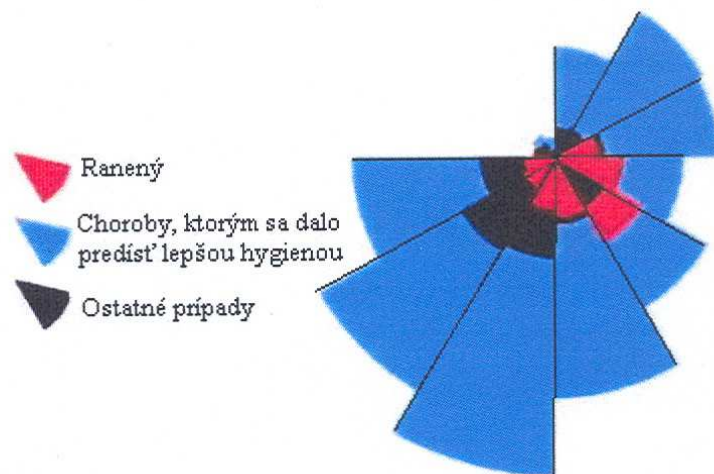
Playfairovy práce zahrnující několik desítek diagramů, většinou jednají o časové závislosti. Výjimkou je sloupcový diagram zachycující obchod mezi Skotskem a jinými státy pouze za jediný rok. Z počátku to komentuje jako nedostatek, později jej vyzdvihuje jako typický produkt čárové aritmetiky.

Patrně první, kdo vytvořil číselný graf vhodným rozmístěním číselných hodnot v rovině, byl alsaský přírodovědec J. H. Lambert¹¹. Jeho hlavním zájmem byla fotometrie a fyzikální či astronomická měření.

K významných statistikům této doby patří i A. F. W. Crome¹², který se zabýval shromažďováním velkého množství dat charakterizujících např. hospodářství evropských států. Tyto informace se poté snažil prezentovat graficky. Pomocí diagramů porovnával situaci v jednotlivých státech, např. velikosti států znázorňuje pomocí pravidelných obrazců, čtverců, kruhů, kde obsah obrazce byl úměrný rozloze státu, takže optický dojem nebyl zkreslen nerovným průběhem hranic. Crome byl přesvědčený, že údaje podané graficky jsou pro oko čitelnější a mysl pochopitelnější. Musí však jít o jednoznačné a správné grafické zobrazení, viz například Playfairův graf cen pšenice.

Používání grafického zobrazování ve větší míře volalo po technických prostředcích, které by usnadňovaly jeho realizaci a šíření. Začíná se objevovat rastrovaný papír či litografická deska pro tisk map a diagramů. V roce 1843 ve Francii Léon Lalanne¹³ začíná používat sférické souřadnice.

Playfairovy grafy se nejspíše staly inspirací pro anglickou statističku Florence Nightingaleovou¹⁴. Jako zdravotní sestra v Krymské válce sestavovala tabulky úmrtí pacientů podle příčin a dokazovala tím nedostatečnost nemocniční hygieny. Nejdříve byly počty úmrtí úměrné úsekům poloměrů výšeče a tedy zkreslené, poté si uvědomila svou chybu a jako první zavedla radiální graf (Obr 6).



Obr 6: Radiální graf znázorňující příčiny úmrtí vojáků v krymské válce.

Začátkem 19. století se střediskem vývoje grafického znázorňování stává Francie, především dva francouzské vzdělávací instituty: vojenská škola École de Génie v Mezières a

¹¹ **Johan Heinrich Lambert (1728 – 1777)**, samouk, alsaský přírodovědec a filosof, známý pracemi z optiky, matematiky a astronomie.

¹² **August Friedrich Wilhelm Crome (1753 – 1833)**, teolog, lektor zeměpisu a historie v Dessau, poté profesor politických věd a diplomat.

¹³ **Léon Lalanne (1811 – 1892)**, francouzský stavební inženýr, vynálezce řady grafických postupů.

¹⁴ **Florence Nightingale (182 – 1910)**, anglická statistička, dobrovolná zdravotní sestra v Krymské válce.

École des PontsChausées v Paříži zaměřená civilně. Profesorem na první škole byl Gaspard Monge, zakladatel deskriptivní geometrie, a právě jeho žáci a následovníci byli významnými propagátory grafického zobrazování.

Inovací bylo zavedení logaritmických souřadnic. V roce 1846 Lalanne publikuje první grafickou tabulku s lineární závislostí půdních přenosů pro dvojkolejnou železnici. Zavádí tím logaritmickou stupnici na obě pravouhlé osy. W. S. Jevons jako první používá pro své diagramy semilogaritmickou stupnici. Vývoj dovršuje v roce 1884 Maurice d'Ocagne¹⁵ vytvořením monogramu.

První trojrozměrný graf vytvořil Luigi Perozzo a nazval ho stereogramem. Využíval axonometrické promítání navržené Gustavem Zeunarem¹⁶. Trojrozměrné grafy se převážně používaly pro zobrazení dvourozměrných distribučních funkcí a hustot pravděpodobnosti.

2.3. Současnost

Grafická prezentace se koncem 19. století stala běžným prostředkem do té míry, že si bez ní dnes statistiku nedokážeme představit. Zvláště druhá polovina 20. století byla ovlivněna rozvojem počítačové techniky a vstup grafiky do všech medií představuje pravý grafický výbuch. Velké množství grafů však ani zdaleka neznamená, že jsou kvalitní a že data v nich uvedená jsou reprezentována vhodným způsobem. Opak je bohužel pravdou; většina grafů má za poslání nás zaujmout a zdůraznit pouze to, co autor sám chce. Proto je důležité správné čtení a tvoření grafů. Současná teorie grafického zobrazování dává proto přednost nejjednodušším formám snadno dešifrovatelné bodové nebo čárové reprezentace.

Důležité vědecké trendy vývoje během této doby byly například grafická symptomatologie, kterou se začal zabývat Bertin a která je výzkumnou technikou pracující s cíli, metodami a povahou zpracování grafické informace, komunikace a vnímání těchto statistických údajů. Jeden z jeho cílů bylo statistické mapování. Bertin vytvořil srovnávací studie alternativních způsobů prezentace daného souboru dat, upozorňuje na léčky běžných metod. Druhým trendem je výzkum grafického vnímání, který byl dlouho veden hlavně psychology a psychofyziky. Některé aplikace statistických grafů na specifické problémy byly už ve dvacátých letech. Na konci 20. století probíhal rozsáhlý výzkum vnímání a vizuálního rozluštění informací zakódovaných symboly a barvou ve statistických grafech.

Tato práce pomohla statistikům porozumět například způsobům, jakými lidské oko a mozek vnímají kvantitativní a kvalitativní informace, které zprostředkovávají grafické symboly; rychlost, s jakou jsou schopny symboly vyhodnotit; chyby vnímání a jejich příčiny; optické iluze a poruchy tvořené určitými symboly a grafy. To může také pomoci při vhodném výběru symbolů pro prezentaci určitých souborů dat.

¹⁵ Philbert Maurice d'Ocagne (1862 - ?), francouzský matematik, vynálezce nomogramu.

¹⁶ Gustav Zeuner (1828 – 1907), německý fyzik a pedagog, profesor technické mechaniky a strojírenství.

3. Grafy, k čemu jsou a jak je správně použít

Každý soubor dat se dá prezentovat několika způsoby. Nejčastěji je reprezentujeme tabulkou. I když se z tabulky dají vyčíst přesné hodnoty jednotlivých dat a rozdíly mezi nimi, nedá nám tabulka celkový pohled na věc ani nadhled. Ale ani graf samotný nám nedá odpovědi na všechny otázky a proto je nejlepší používat oba způsoby dohromady. Tabulku pro přesné hodnoty a graf pro celkový přehled.

Samozřejmě je také potřeba, aby graf a tabulka spolu korespondovaly a graf neposkytoval mylný pohled na data v tabulce. Správná prezentace grafu vyžaduje tři základní pravidla: správnost, srozumitelnost a schopnost upoutat a udržet čtenářovu pozornost.

Správnost zde definujeme jako věrnost, se kterou graf skutečně doplňuje tabulku dat. Jinak by závěry získané z grafu byly pravděpodobně klamné a neodpovídaly by skutečnosti.

Srozumitelnost znamená, že graf bude snadno pochopitelný. Postupem času a hlavně díky technickému pokroku se mění jak komplikovanost grafů, tak schopnosti porozumění diváků. Graf pro odborníka může být přehnaně komplikovaný pro laika v daném oboru. Hlavním posláním grafu je snadnější porozumění vztahu mezi daty.

Třetí pravidlo je schopnost přitáhnout a udržet čtenářovu pozornost. Jinak totiž nebude zpráva vůbec zaznamenána. Působivost pro zrak je podstatná, oko musí ihned uvidět nejdůležitější informace s minimem přebytečných čar. Zde platí, že méně je někdy více. Graf by měl vzbudit nebo rozšířit zájem o reprezentovaná data.

Kromě těchto základních pravidel by grafy měly respektovat několik dalších zásad. Vysvětlivky by měly být blízko, nejlépe na grafu; v těle textu by se měl objevit odkaz na daný graf; a graf by měl podávat maximum informací minimální formou.

Studia ukázala, že barva je poutavější než černobílý obrázek, že jasnější odstíny jsou přijímány pozitivněji než tmavé. Ale barvy mohou také rozptylovat a vzbuzovat dojem, že graf nabízí více informací, než je tomu ve skutečnosti. Nejjasnější barvu by měl mít prvek nebo linka, která je v grafu nejdůležitější, například ta, kterou srovnáváme s ostatními.

3.1. Úmysl použití grafu

Grafy, které dělám nemusí být perfektní, ale měly by ukazovat to, co jimi chceme vyjádřit a neměly by být plné chyb. Aby graf vyjadřoval jistou myšlenku, musíme se též zamyslet, která forma grafického zobrazení by pro náš graf byla vhodná. Mezi nejčastější body, které chceme grafem ukázat, patří:

Porovnání mezi individuálními daty

Na porovnání menší skupiny je vhodný koláčový graf, jinak používáme sloupcový nebo bodový graf. Při geografickém rozložení je vhodná statistická mapa.

Rozložení dat na stupnici

Na reprezentaci dat na určité stupnici je vhodný bodový nebo čárový graf. Při rozřídění do kategorií se používá histogram

Vzájemný vztah mezi proměnnými

Vzájemný vztah dvou proměnných je vidět z grafu XY, kdy na osu x vynášíme hodnoty jedné proměnné a na osu y druhé.

Vývoj proměnné v závislosti na čase a místě

Vývoj proměnné v závislosti na čase a místě se dá krásně zobrazit pomocí proudového grafu. Často používaným je i čárový graf.

Porovnání skupin dat

Na porovnání skupiny dat je vhodný čárový graf nebo sloupcový graf. Datové řady odlišíme barvou, vzorem nebo umístěním do dvou blízkých grafů. Zajímavý a poutavý je i strom života, který přehledně porovná více proměnných.

3.2. Chybné zobrazování dat v grafech

Název grafu

Graf je bez názvu, případně nějakého označení, o kterém se v textu hovoří.

Rozvrhnutí směru a dimenze

Nesprávné použití dvoj nebo trojrozměrných objektů na porovnání dat (plocha, objem). Je sice velmi lákavé dodat grafu větší dramatickosti, bohužel je to vždy na úkor správnosti a porozumění.

Stupnice, měřítko

Stupnice je neoznačená, není uvedené číslování nebo jednotky, taktéž může být číslování nevhodné např. příliš velké nebo malé číslice. Stupnice, podle které měříme, je nevhodně přerušena, u sloupcových nebo plošných grafů tak může vyvolat nepoměr mezi jednotlivými sloupci (částmi). Číslování na osách není adekvátní naměřeným datům.

Vysvětlivky a popis

Není uvedený zdroj dat. Chybí vhodné vysvětlivky a popisky čar (sloupců, bodů...). Symboly, které k sobě patří, nejsou odlišeny vhodnými značkami od těch, se kterými nemají nic společného.

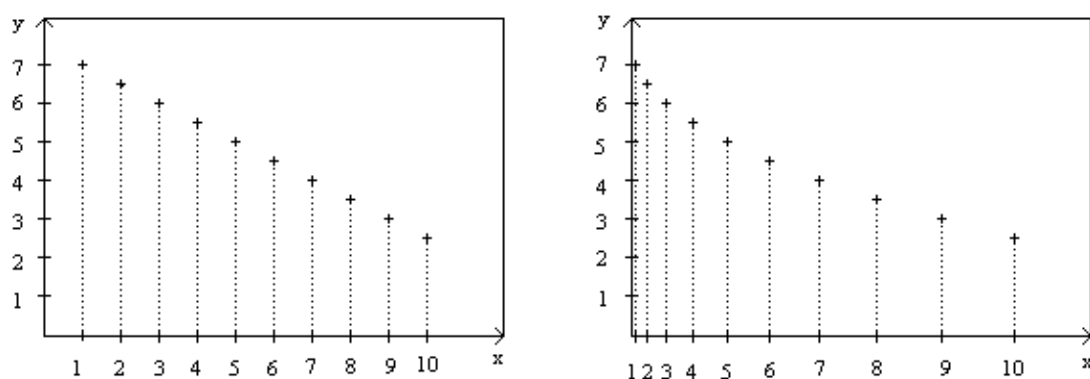
Barva a šrafování

Nevhodné použití světlých nebo tmavých barev, kontrastů, či špatný výběr šrafování, kdy se jednotlivé části grafu zdají být velmi podobné.

Základní úlohou při navrhování statistického grafu je zaměřit čtenářovu pozornost na grafická data a na to, co vypovídají, ne na design. Pěkný vzhled může upoutat pozornost, o tom není pochyb. Avšak pokud čtenáře uvede do rozpaků a ten poté neví, o čem vypovídají zobrazená data, graf nesplnil svůj účel. Hlavní pravidlo je zobrazovat data jasně a přesně. Dobrý graf má minimální formu, ale maximum spolehlivých dat.

3.3. Porovnání zobrazení stejných dat v různých grafech

Zobrazením dat ve více grafech si nejvíc uvědomíme možné rozdíly, které vznikají už pouhým výběrem grafu. Změna šířky tříděného intervalu vyvolá efekt zvětšení, případně zmenšení datové řady. Takto je možno zvýraznit vlastnosti nějakého produktu. Pokud v průsečíku os není nulová hodnota, mohou se potlačit nižší hodnoty a zvýraznit vyšší (obr. 45 str. 32, obr. 46 str. 33). Jednotky na osu můžeme vynášet nejen lineárně, ale např. druhé odmocniny dané hodnoty. Tento efekt dává jiný dojem o velikosti rozdílů hodnot. Je možné také vynášet druhé mocniny. V těchto případech je potřeba dát větší pozor na stupnici. Toho se dá lehce zneužít, stupnici označit nevýrazně a potřebné veličiny potlačit nebo naopak zvýraznit (obr. 7).



Obr. 7: Porovnání grafů s lineární stupnicí a stupnicí, na kterou jsme vynesli mocniny

Efektivní může být i vynášení parametrů do grafu s kosoúhlými osami, trochu zavádějícím pohledem na data je graf s různoběžnými sloupci. Křivočará deformace čtvercové sítě může potlačit velikost rozdílu nebo naopak rozdíly zvýraznit. Všechno záleží na směru natočení grafu a uspořádání hodnot.

Reklamy na stěnách v nás mohou vyvolat klamný dojem. Vzdálenější data jsou ve skutečnosti větší a naopak data zobrazená v naší blízkosti menší, než se nám na první pohled zdají. Tento efekt se využívá v lineární perspektivě. Podobně je to i s pseudoprostorovým grafem (obr. 18 str. 18). Dalším grafickým pohledem je pohled z ptáčích perspektivy. Natočení závisí na situaci. Pokud je účelem zvýraznit konečný produkt a jeho extrémní nárůst, natočíme graf konečnými hodnotami k sobě. Pokud je účelem upozornit na počáteční hodnoty, natočíme graf počátkem k sobě. Graf zobrazený v pohledu zleva je poutavý a správné vyložení hodnot závisí na čtenářově prostorové představivosti.

4. Třídění grafů

Grafy se dají třídit několika způsoby, například podle grafických prvků, které obsahují. Obsahuje-li graf z větší části ideografické prvky (symboly, barva, šrafování), graf se nazývá schématem. Pokud v grafu převažují geometrické prvky (body, úsečky, plochy, tělesa) nazýváme graf diagramem. Nejčastěji se však grafy dělí na souřadnicové, rozměrové a statistické mapy.

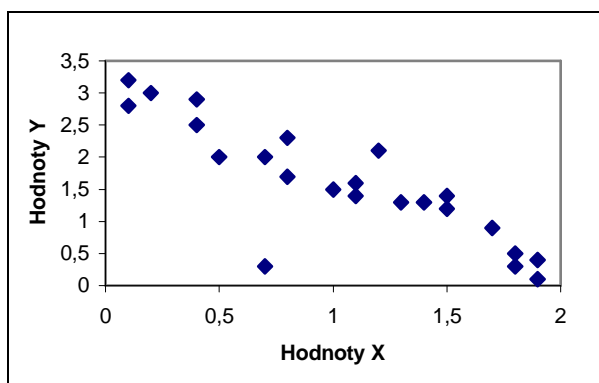
4.1. Souřadnicové grafy

V souřadnicových grafech jsou datové údaje (množství, procentuální zastoupení) vyjádřeny polohou grafického obrazu v soustavě souřadnic. Nejčastěji používané souřadnicové grafy jsou: bodové, spojnicové, čárové, plošné sloupcové (histogram), povrchové a stupňové grafy.

4.1.1. Bodový graf (XY graf)

Bodový graf ukazuje vztah mezi dvěma proměnnými. Jedna proměnná je znázorněna na ose x a druhá na ose y. Častý vztah mezi proměnnými je lineární, spojnice trendu je potom buď kladná, nulová nebo záporná. Další možné závislosti jsou logaritmická, exponenciální

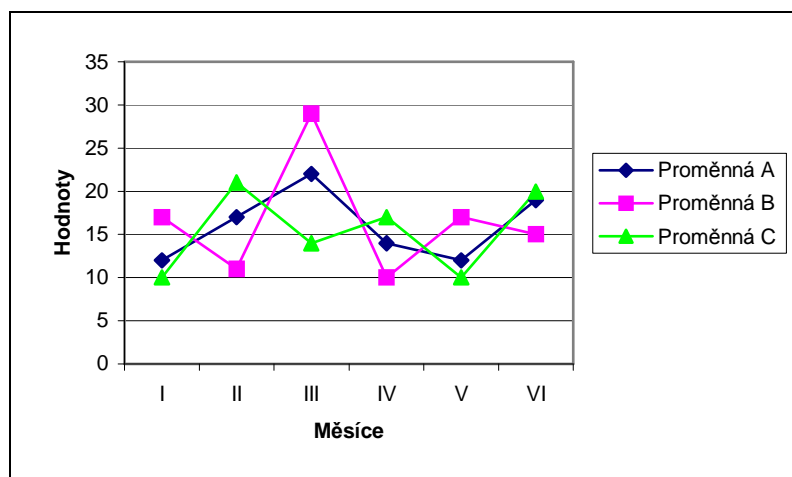
nebo mocninná. Tyto grafy se též často používají jako diagramy rozptylu na zjištění korelačního koeficientu mezi dvěma proměnnými v regresní analýze.



Obr 8: Bodový graf XY – diagram rozptylu

4.1.2. Spojnicové grafy

Spojnicové grafy jsou vlastně rozšířením specifických bodových grafů, kde body spojíme čarou. Používají se často ve fyzikálních měřeních na dosažení optimálního výsledku lineární nebo přímé regrese. Také se s oblibou používají u časových řad, tedy grafického zobrazení hodnot, které byly měřeny v delších časových obdobích. Čas se vždy zaznamenává na osu x. Pokud v jednom obrázku zaznamenáme více spojnicových grafů, jednotlivé grafy od sebe odlišujeme různými spojnicemi, můžeme použít odlišené barvy, tloušťku či typ čáry. Přesto však musíme dávat pozor, aby se jednotlivé grafy příliš nepřekrývaly, neboť by se pak staly nečitelnými. Spojnicové grafy jsou vhodné pro porovnání dlouhých sérií čísel nebo jako souhrnný trend závislosti.

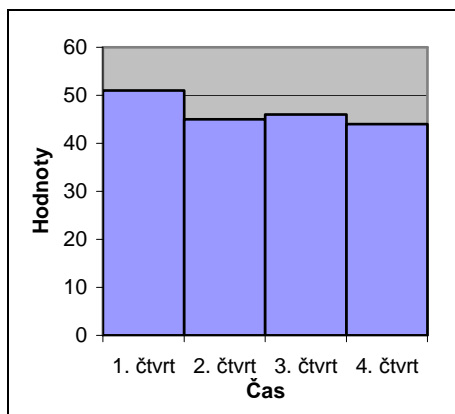


Obr 9: Spojnicový graf

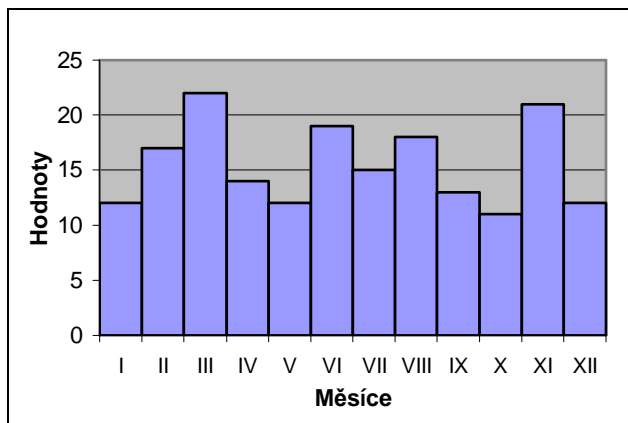
4.1.3. Sloupcový graf (histogram)

Histogramem zobrazujeme spojitá data. Jako proměnnou bereme například čas, teplota, délka. Proměnné roztřídíme většinou do kategorií stejné nebo velmi podobné šířky, které nazýváme intervalem třídění. Osa sloupce prochází středem tohoto intervalu a výška

sloupce symbolizuje počet v dané kategorii. Velikost kategorie je možností volby, při podrobnějším zkoumání můžeme zvolit jemnější třídění.

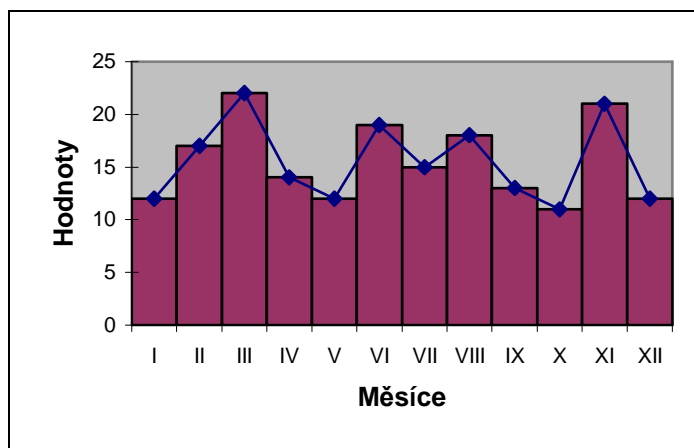


Obr 10: Histogram



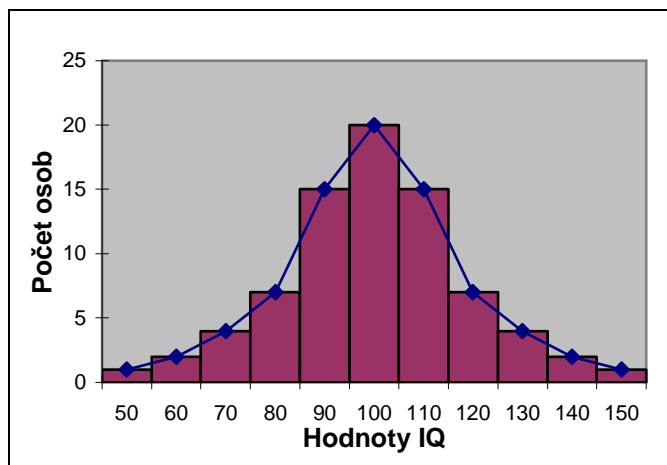
Obr 11: Histogram s jemnějším dělením

Souvislost mezi bodovým a spojnicovým grafem a histogramem je zřejmá na první pohled, promítneme-li tato vyobrazení přes sebe. Doprostřed horních konců jednotlivých sloupků histogramu vyznačíme body (bodový graf), které následně můžeme spojit čarou (spojnicový graf).



Obr 12: Souvislost mezi bodovým, čárovým grafem a histogramem

Mnohá rozdělení četnosti mají v grafickém znázornění velmi charakteristický tvar. Jednou z nejdůležitějších a také nejznámějších křivek je tzv. zvonovitá křivka, někdy také nazývaná Gaussova křivka.



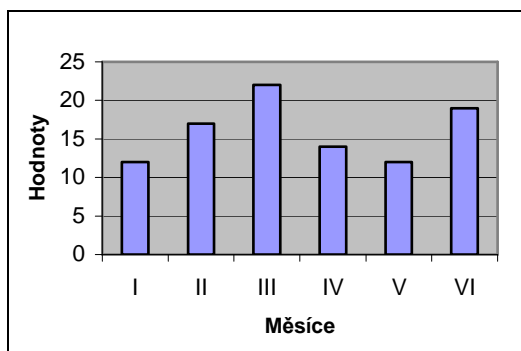
Obr 13: Gaussova křivka – rozdělení IQ

4.2. Rozměrové grafy

Rozměrovými grafy budeme nazývat grafy, kde velikost obrazu je úměrná zkoumanému množství. Tyto grafy dále dělíme na sloupcové, plošné a prostorové.

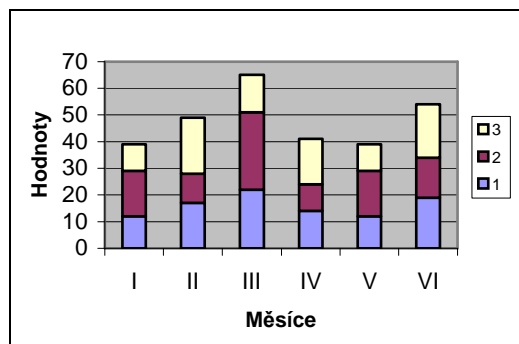
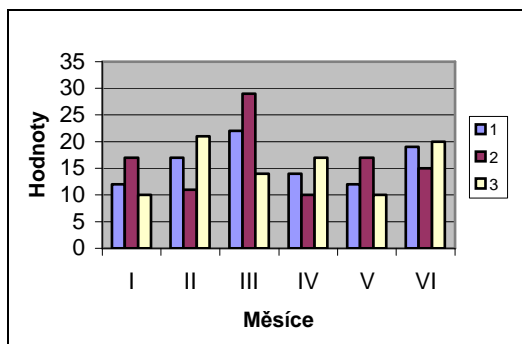
4.2.1. Sloupcový graf

Sloupcový graf je vhodný pro zobrazení diskretních dat. Výše sloupce reprezentuje četnost výskytu dané proměnné. Graf bude mít tu samou podobu, zobrazíme-li relativní podíl celkového množství. Hodnoty je tedy možno zobrazit jako procento z celku, lišit se bude pouze popis osy y. Šířku sloupce si můžeme volit libovolně, sloupce by se však neměly překrývat.



Obr 14: Sloupcový graf

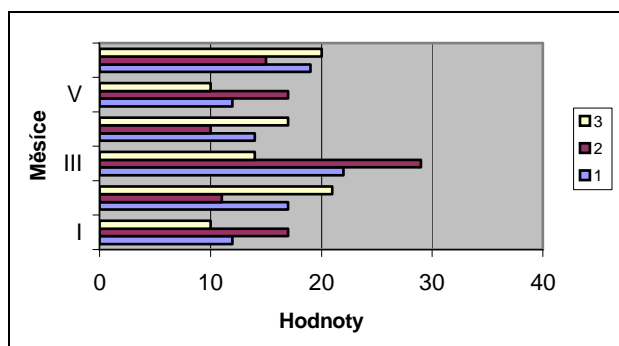
Přehledné porovnání dvou či více parametrů pomocí jednoho sloupcového grafu je možné zobrazením dvou či více sloupců paralelně vedle sebe.



Obr 15: Sloupcový graf s více proměnnými Obr 16: Sloupcový graf s vnitřním členěním

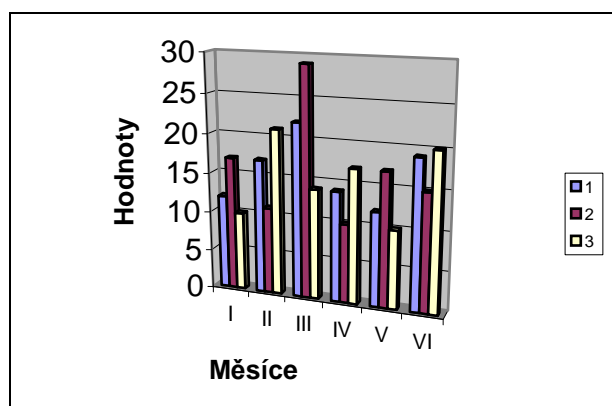
Na druhém příkladu jsme si ukázali možnost vnitřního členění uvedených sloupců nebo ploch.

Některé prameny uvádějí ještě jeden graf velmi podobný sloupcovému, tzv. pruhový graf. Je to sloupcový graf, ve kterém jsou obdélníky uspořádány horizontálně.



Obr 17: Pruhový graf

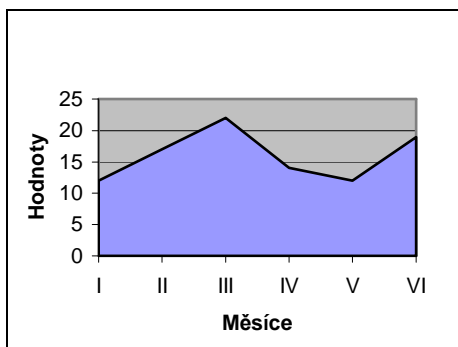
Tutéž informaci jako sloupcové grafy poskytují i pseudoprostorové grafy, ve kterých třetí rozměr má hodnotu pouze estetickou. Ovšem při nevhodném natočení soustavy souřadných os může tento graf vyvolávat nesprávný dojem o velikosti jednotlivých sloupců a poměrů mezi nimi. A i v případě, že jsou osy ponechány v základní poloze (nejčastěji kosouhlé promítání), bývá někdy odečtení pravé výšky sloupců velmi ztíženo.



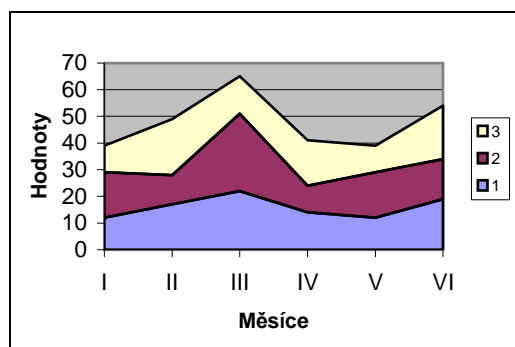
Obr 18: Pseudoprostorový sloupcový graf

4.2.2. Plošné grafy

Plošný graf vyjadřuje hodnoty nebo jejich poměry plochou. Například plocha pod čárovým grafem nebo stejné druhy obrazců (čtverce, kruhy). Plošné grafy jsou podobné čárovým grafům s přidáním dramatickosti barevné plochy mezi čarami pro zdůraznění změny mezi reprezentovanými čarami. Liší se od čárových grafů v tom, že barevné oblasti "přidáme" jednu na druhou. Stupnice tak ale poskytne správná měření jen pro nejnižší část obrazce. Hodnoty dalších oblastí získáme odečtením hodnoty mezi čarami grafu. To může způsobit nesprávnou interpretaci, jestliže není grafu úplně porozuměno. Rozumný autor dá část s největší plochou do spodní části grafu.



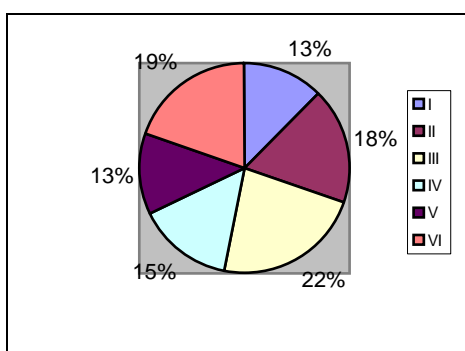
Obr 19: Plošný graf



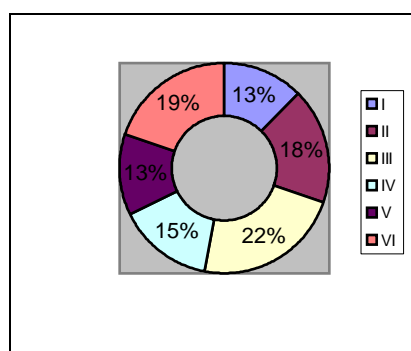
Obr 20: plošný graf zobrazující více proměnných

4.2.3. Koláčové grafy

Koláčové a prstencové grafy vyjadřují části celku. Je však třeba uvést i procento jednotlivých úseků, neboť pouhým okem bychom je jen těžko odhadli. Procento je úměrné velikosti úhlu, tedy ploše, kterou tvoří výsek. Měli bychom se vyvarovat rozdělení na příliš mnoho částí, graf pak působí přečpaným a nepřehledným dojmem.



Obr 21: Koláčový graf

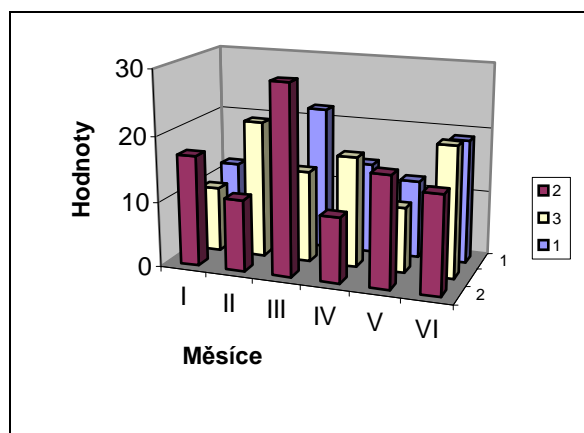


Obr 22: Prstencový graf

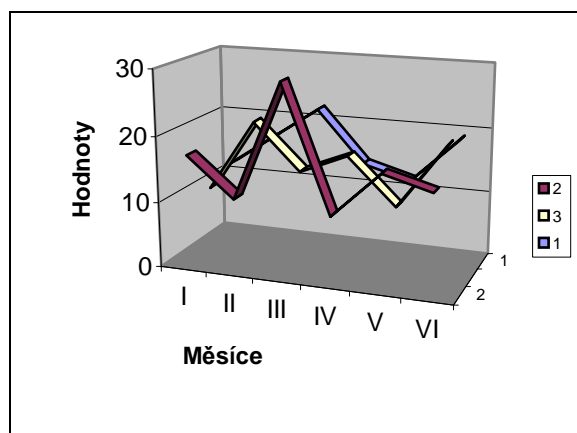
4.3. Prostorové grafy

Prostorové grafy jsou hojně využívány pro znázornění vícerozměrných distribučních funkcí a hustot pravděpodobnosti. Pro jejich prezentaci se používají různá zobrazení, například kosouhlé promítání nebo axonometrie. Pro laika jsou bohužel většinou špatně

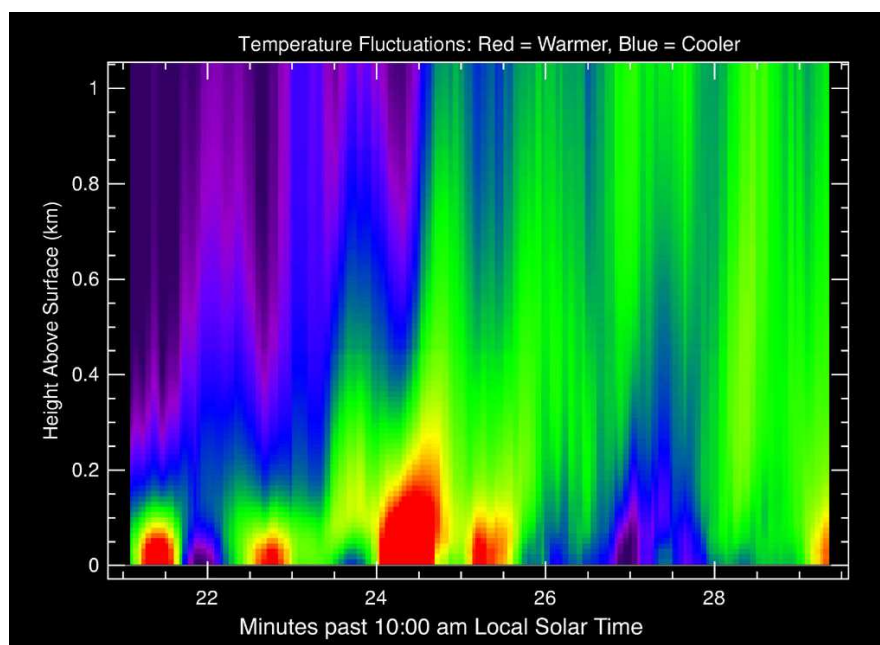
čitelné. V tomto případě bývá lepší než výškou sloupce zobrazit četnost jevu rozdílnými barvami dle stupnice.



Obr 23: Prostorový graf sloupcový



Obr 24: Prostorový graf čárový



Obr 25: "Prostorový graf", kde místo třetího rozměru je použito barevné rozlišení

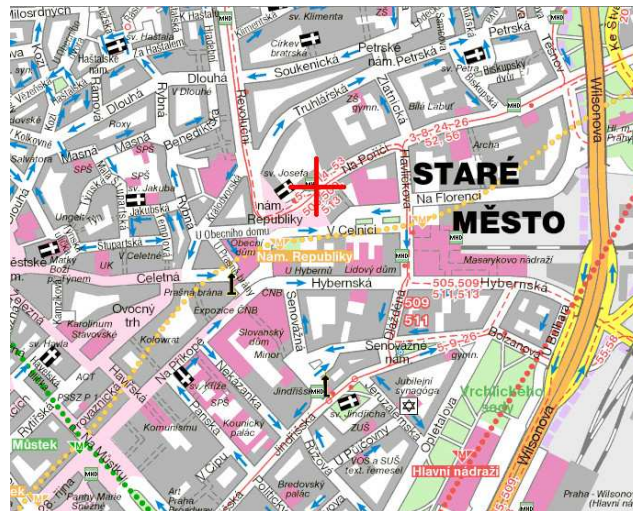
Je však důležité upozornit na různé záludnosti a nestandardní situace, například přehození souřadnicových os, změna tvaru grafického obrazu nebo přidání mezery mezi zobrazovaná data. Také je třeba dát si pozor na třetí rozměr případně přidaný k plošným grafům.

4.4. Statistické mapy

Statistické mapy se používají pro znázornění plošného rozložení určitého jevu, záleží zde na poloze grafického prvku na mapě. Statistické mapy zobrazují počet obyvatel, nezaměstnanost, průměrnou mzdu v regionu, nebo migrace. Jedním z typů statistických map je choropletický graf (Obr 2 na str. 7). Ten buď odstínem světlejších či tmavších barev nebo šrafovaní znázorňuje hustotu výskytu daného znaku.

Nejběžnějším případem je předpověď počasí, kde využíváme tzv. piktogramů (grafický prvek znázorňující informaci nebo pojem) k názornému obrazu počasí. Dalším

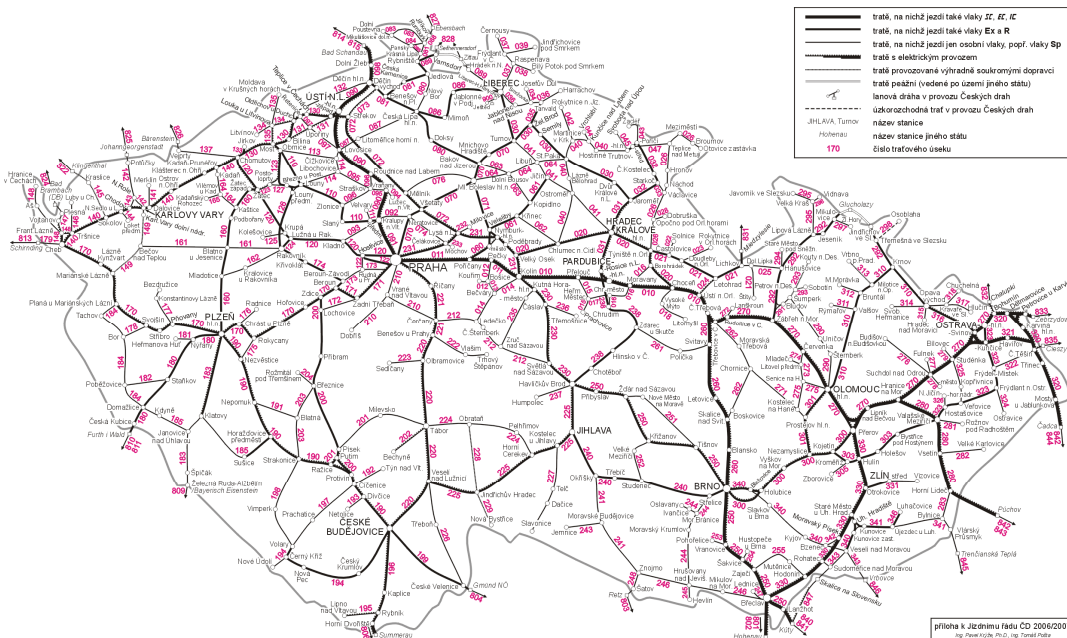
názorným příkladem je mapa města spolu s piktogramy znázorňujícími pošty, restaurace, MHD, památky, parky atd., čímž nám poskytuje rychlejší orientaci (Obr 26).



Obr 26: Mapa Prahy

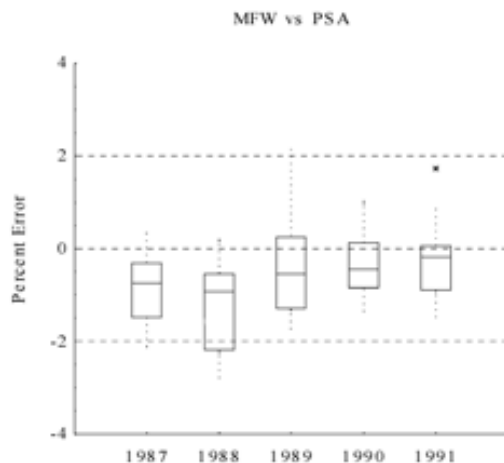
4.5. Další typy grafů

Proudový graf, již dříve zmíněný, použil už Ch. J. Minard, aby vyjádřil Napoleonovo tažení na Moskvu. Proudový graf je vlastně plošný graf závislý na místě. Je užitečný, pokud chceme ukázat vztah nějakého parametru či jeho rozvětvení k danému místu. (Obr 27).



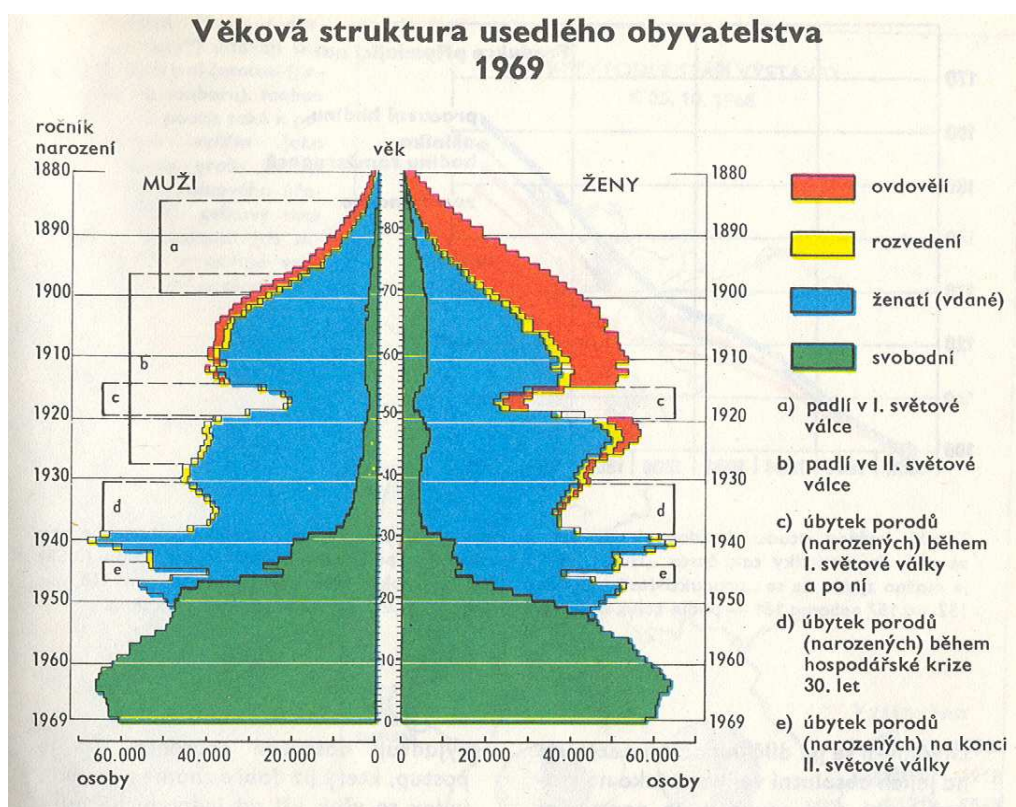
Obr 27: Mapa sítě ČD

Krabicový diagram je pomůcka k exploračním statistickým metodám. Ukazuje rozložení dat v určitém intervalu. Lze z něj vyčíst průměrnou hodnotu proměnné. Data jsou celkově rozdělena na kvartily (do 25%, 50%, 75% a do 100% všech pozorování). Případné body či kroužky v krajních polohách znázorňují odlehlá pozorování (Obr 28).



Obr 28: Krabicový diagram

Strom života je porovnávací graf. Hlavní výhodou tohoto grafu je umístění dvou grafů do jednoho obrázku a to tak, aby bylo možno grafy přehledně porovnat. Používá se hlavně v demografii: porodnost, úmrtí, věkové složení společnosti (Obr 29).

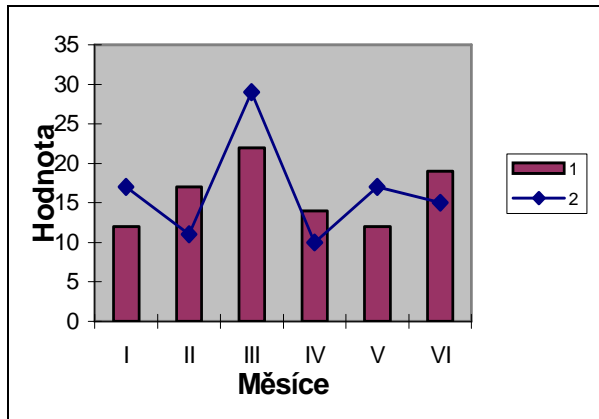


Obr 29: Strom života

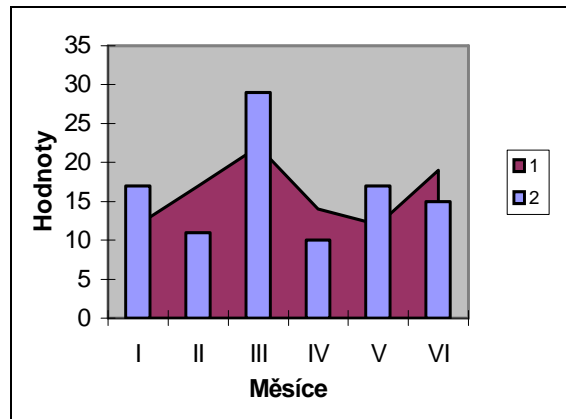
Radiální graf zobrazuje více proměnných za nějaké období nebo v různých lokalitách. (Obr 6 na str. 10)

4.6. Kombinace grafů

Kombinace grafů prezentuje data mnohdy lépe než jeden typ grafu. Nejlépe se hodí na zvýraznění srovnání mezi dvěma proměnnými. Nejlepší kombinace jsou například sloupcový a čárový graf nebo plošný a sloupcový.



Obr 30: Kombinace – sloupcový a čárový

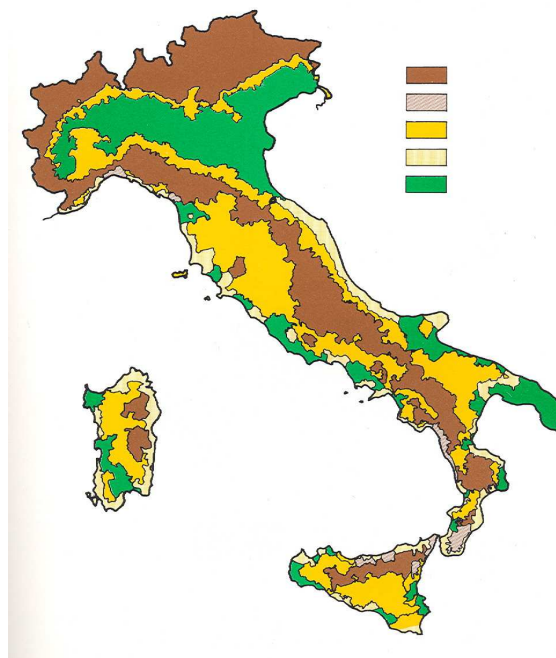


Obr 31: Kombinace – sloupcový a plošný

5. Kartografie

Mezi grafy nepočítáme jen klasické diagramy, ale můžeme mezi ně zahrnout i statistické mapy. Obor který se zabývá geografickým rozmístěním statistických dat se nazývá kartografie. Statistické údaje se tedy dají prezentovat také pomocí map. K důležitým částem zeměpisně-statistického mapování patří např. prezentace pohybů (stěhování, cestování, přeprava aj.) klasifikovaná počátkem a cílem nebo naznačená podél dopravní sítě. Nejzákladnější částí kartografie je prezentování distribuce populace na daném území, kde umístění symbolů reprezentuje jednotlivé elementy populace, např. počet obyvatel, průměrné vzdělání, úmrtnost atd.

Velká část zájmu o studium map populace leží v možnosti porovnání s mapami jiných populací na daném území a/nebo vidění charakteristických rysů různých oblastí. Jednoduché a velmi šikovné metody přizpůsobené k velkému objemu dat najdeme v atlasech, které obsahují mnoho jevů na jednom území (jako země či město). Například přidávání průhledných blán, které dávají důležité informace o různých jevech. Mezi jinými soubory map vztahující se k obyvatelstvu země, přídatné blány mohou sdělit informace o geografickém umístění hlavních měst, správní rozdělení, zeměpisné charakteristické rysy (Obr 32), meteorologické informace či podnebí.



Obr 32: Fyzická mapa Itálie. Barevné schéma: Hnědá – pohoří, žlutá – pahorkatina, zelená – nížiny

Tématické mapy jsou dnes velmi běžné. Mapy vytvořené na počítači mohou dosáhnout přesnosti a přitažlivosti překonávající ručně dělané mapy. Účinnost map může být znásobena pomocí barev. Nabídka programů umožňuje připravit statistické mapy pomocí nepřeborného množství pomůcek: např. digitalizace hranic územních jednotek. Standardní politické či administrativní mapy jsou volně k dispozici; oblast každé územní jednotky může být libovolně vybarvena či šrafována různými typy čar, distance mezi čarami a barvou čar; můžeme využít různých jedno- i více barevných symbolů jako jsou kruhy, kruhové diagramy, mnohoúhelníky, sloupcové či jiné grafy v centru územních jednotek; symboly četnosti; prostorové grafy (Obr 33).



Obr 33: Mapa vinogradů na jižní Moravě

Mezi metody vhodné pro vytváření statistických map patří zejména grafický racionální model (Graphical rational patterns GRP) (Bachi¹⁷ 1968) (Obr 34) a Posloupnost kruhů navrhnuta Bertinim.



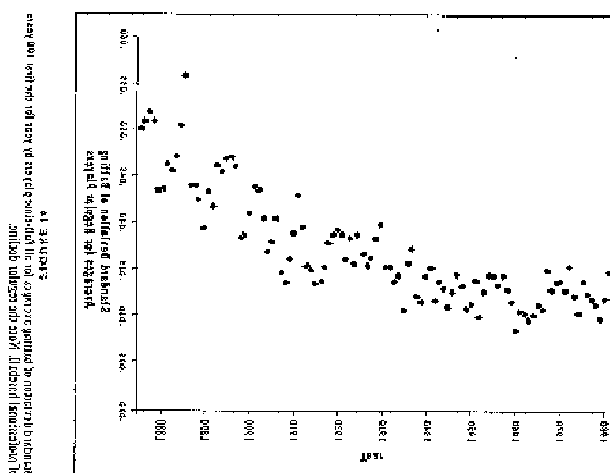
Obr 34: GRP: Velikost měst je dána různými značkami

¹⁷ Roberto Bachi (1909 – 1995), italský profesor statistiky a demografie.

5.1. Kartézský grafický systém

Kartézský systém je obecně uznávaný nejlepší způsob jak prezentovat neteritoriální statistické údaje. Před popisováním specifických metod pro prezentaci statistických údajů na mapách bych chtěla ukázat, kdy je možné rozšířit použití kartézské metody k prezentaci teritoriálních distribucí, dále o potížích, se kterými se můžeme setkat v tomto (omezeném) rozšíření, a o hlavních vlastnostech kartézské metody. Zatímco ve většině případů není kartézský systém vhodný pro teritoriální distribuce, jeho principy se nicméně dají přizpůsobit k formulování pravidel pro statistické mapy.

Kartézská grafická metoda je založena na jasně definovaných a jednoduchých principech. Jestli vezmeme sérii dat (jako četnost, množství nebo funkce) vzhledem k jednotlivým hodnotám nějaké proměnné (jako příjem, teplota nebo čas), každý pár může být reprezentován jako bod, jehož souřadnice jsou příslušné jednotlivé hodnoty proměnné a dat, a tak získáme diagram rozptylu (Obr 35).



Obr 35: Diagram rozptylu

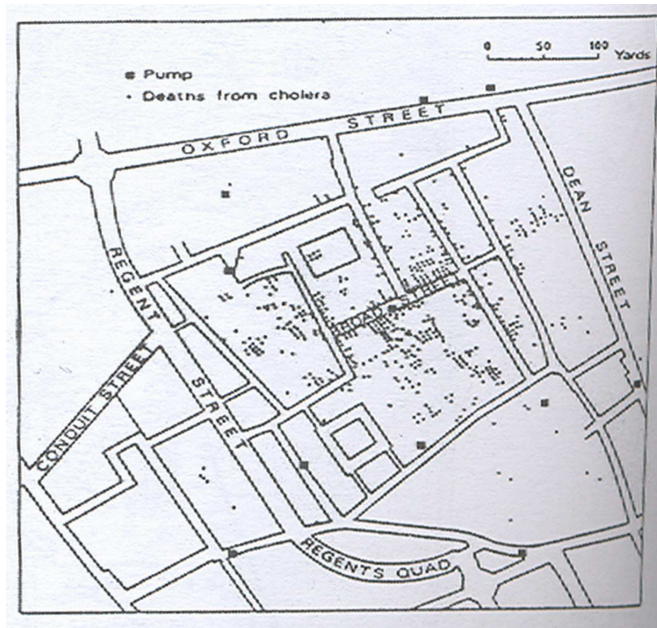
Při dodržení těchto obecných zásad kartézského systému je tato metoda velmi flexibilní. Několik příkladů: časové řady, série, ve kterých souřadnice odpovídají počátečním a koncovým hodnotám třídy nebo středním hodnotám, mohou být reprezentovány histogramem. Srovnávací tabulky mezi dvěma proměnnými dvou lineárně seřazených atributů můžeme ukázat jako diagramy rozptylu.

Správně použitá kartézská metoda umožňuje na první pohled zjistit mnoho důležitých faktů: dává rychlý celkový přehled o sérii dat; dovoluje srovnání druhých souřadnic (četnost, množství, ..) odpovídající proměnným; pokud jsou měřítka os správně zadána, lze zhruba určit řádovou hodnotu odpovídající kterékoliv proměnné; zvětšování nebo zmenšování mění přesnost určování řádové hodnoty, ale pokud jsou změny omezené, nemění celkový přehled dat; srovnání je zvláště evidentní u druhých souřadnic následujících těsně po sobě; velikost rozdílů mezi těmito souřadnicemi může být jednoduše zjištěna pomocí kartézské metody, která takto přidává další informace k základním údajům, které prezentuje.

Nedostatek obvyklé kartézské prezentace je absence platného kritéria pro vazbu mezi měřítky první a druhé souřadné osy. Libovolným roztahováním nebo zhušťováním těchto stupnic může být změněno rozložení četnosti nebo hlavní výskyt v nějakých časových úsecích, a tím je pozměněn i dojem, který daný graf vyvolává.

5.2. Bodové mapy

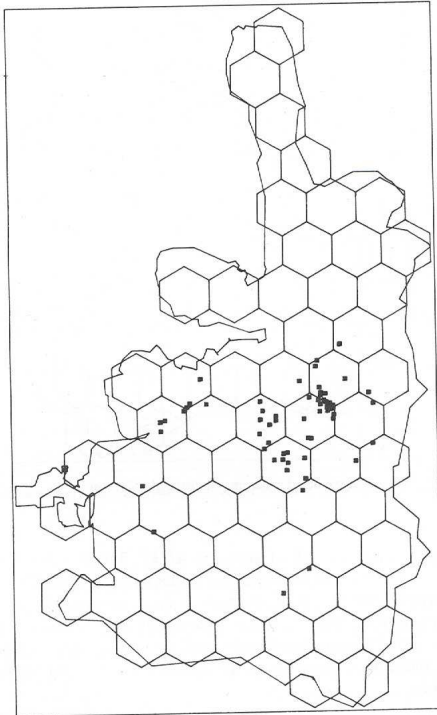
Pokud chceme grafické zobrazení řady jednotlivých objektů populační distribuce, můžeme souřadnice daného výskytu označit přímo na mapě jako bod. Takové bodové mapy, které jsou založeny na jednoduchých principech, mohou poskytnout rychlý celkový přehled hlavních charakteristických rysů distribuce stejně jako údaje z oblastí s vysokou hustotou oproti oblastem s nízkou hustotou výskytu (Obr 36). Je-li obyvatelstvo rozděleno do podsouborů, pro větší zřetelnost mohou elementy z různých podsouborů označit různými barvami.



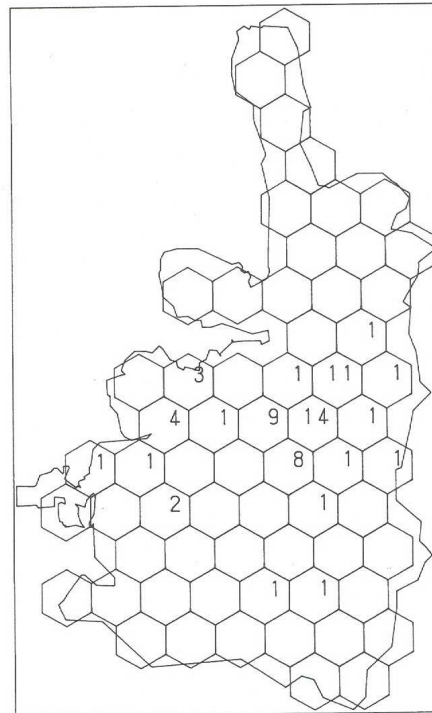
Obr 36: Snowův plán Londýna v době cholerové epidemie (1854)

Nicméně i tato metoda má své chyby. Zatímco teoreticky si bod představíme jako nekonečně malý bod, na mapě je reprezentován malým symbolem, který pokrývá konečnou oblast. Je-li jejich počet velký nebo je-li mnoho bodů koncentrováno na malé oblasti, mohou se zcela nebo částečně překrývat a pak je nemožné rozlišit jeden symbol od druhého. Rovněž srovnání hustot v různých částech mapy může být značně ztíženo.

Řešení těchto problémů navrhaných Clevelendem a McGillem je rozdělit mapu na schéma buněk (Obr 37), spočítat počet pozorování v každé buňce a napsat počet pozorování do buňky (Obr 38).



Obr 37: Rozdělení hotelů v Jeruzalémě pomocí bodů



Obr 38: Rozdělení hotelů v Jeruzalémě pomocí buněk (číslo v buňce udává počet hotelů v dané oblasti)

5.3. Stereogrammatické statistické mapy

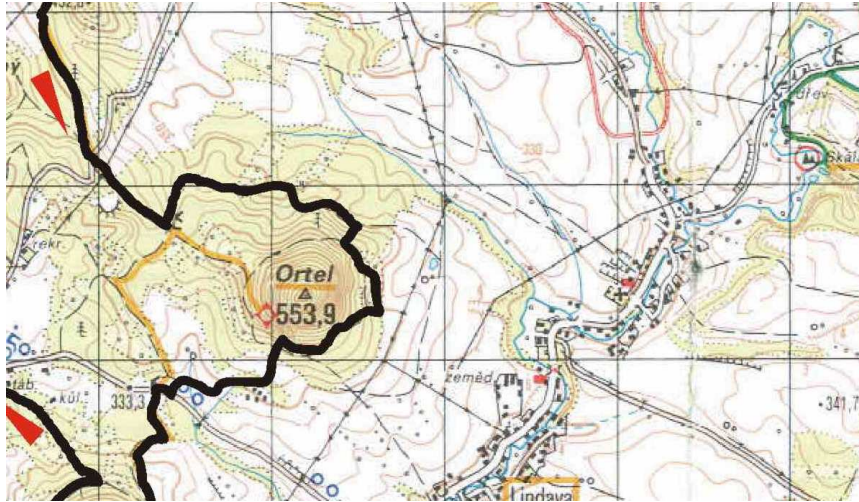
Další možností využití kartézského systému v tvorbě statistických map jsou prostorové grafy promítnuté do roviny. Princip je následující: Uvažujme nějakou teritoriální distribuci, ve které nějaký údaj koresponduje buď s umístěním bodu nebo teritoriální jednotce. Dvě dimenze potřebujeme k označení distribuce lokalit, použijeme tedy třetí dimenzi pro reprezentaci údaje. Hodnoty údajů odečítáme ze stupnice kolmé na osy x a y. Prostorový graf může být zkonstruován jako soubor hranolů mající základnu v daném bodě či teritoriu a výšku odpovídající hodnotě zobrazovaných údajů. Můžeme tento graf brát za trojrozměrnou analogii k histogramu. Pokud data odkazují na diskrétní body, prostorový graf má výšku sloupce úměrné k hodnotám údajů se středem v daném bodě, v tomto případě je podobný diskrétnímu sloupcovému grafu.

Jsou-li vrcholy nebo středy přilehlých hranolů nebo sloupců spojeny linkami, získáme trojrozměrnou analogii k čárovému grafu. Jestli je spojení provedeno hladkou křivkou, získáme křivočarý 3D povrch. Před využitím počítačů byla příprava těchto stereogramů velmi složitá. Někdy se vypracovaly trojrozměrně a poté vyfotografovaly, aby se tím docílilo promítnutí do roviny, někdy se připravily jako rovinné projekce. Teď už vytvoření takového grafu není složité. Samozřejmě i tato prezentace má svá slabá místa. Projekce do roviny má mnoho aspektů v závislosti například na typu projekce, pozici kamery, úhlu, ve kterém se promítá.

Také vnímání vzdáleností je mnohem obtížnější na mapě v perspektivní formě, než na obyčejných mapách. Odhadnout hodnoty a srovnávat je může být velmi obtížné. Vyšší hodnoty v určitých částech mapy mohou skrýt nižší hodnoty v jiných. V prvé trojrozměrné vizualizaci (například ve stereoskopickém tisku) může být tento nedostatek odstraněn

interaktivní změnou pohledu (změna promítání, úhlu, pozice kamery). Srovnání distribuce prostorovými grafy je obecně velmi obtížné.

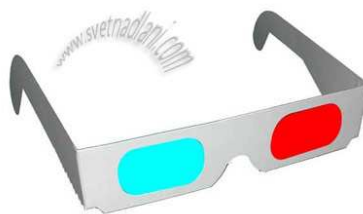
Některé ze základních nedostatků stereogramatických map můžeme odstranit použitím "vrstevnicové" mapy (Obr 40). Repräsentace pomocí vrstevnic může být vynikající výzkumný nástroj, kdykoliv pracujeme s úkazy více či méně vystavenými spojitým změnám v prostoru.



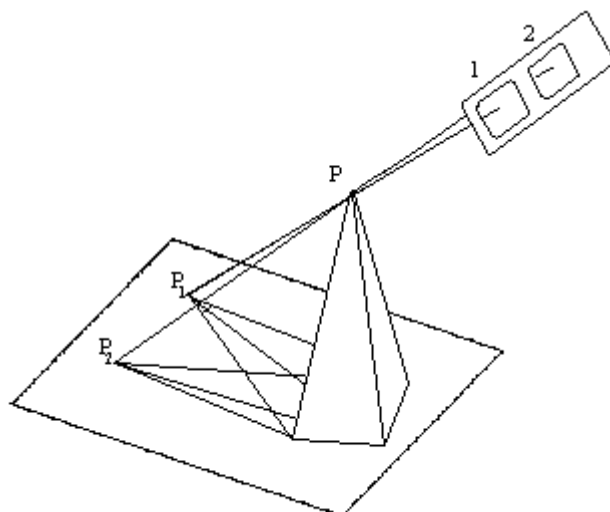
Obr 40: Vrstevnicová mapa

Vrstevnicové mapy ale nebyly přijaty pro rozdělení populace a úkazy s tím spojené. Důvodem jsou vysoké koncentrace vrstevnic na velmi malých plochách. Vrstevnice na mapě by tak byly velmi blízko u sebe, a bylo by tedy obtížné hodnotit a srovnávat "výšky" jednotlivých koncentrací.

Nicméně je zde stereografická metoda, která ukazuje statistiky trojrozměrně jak na papíru, tak na monitoru. Známa jako anaglyf stereogram (Obr 43). Tato metoda využívá principu trojrozměrné představy použitím dvou prostorových grafů stejného "těla" vzaté ze dvou různých, vhodně zvolených úhlů a je tištěna rozdílnými barvami (obvykle červeně a zeleně nebo červeně a modře). Pohledem skrz zeleno-červené (modro-červené) brýle (Obr 41) můžeme vidět opravdu trojrozměrný graf. Přes zelené sklo brýlí je vidět pouze červený obraz a přes červené sklo pouze zelený. Jelikož zelená a červená barva jsou barvy doplňkové, čáry které vidíme jsou černé a vystupují do prostoru.. Každé naše oko vidí jemu určený obrázek a tím vzniká dojem, jako bychom se nedívali na list knihy, ale na průsečík zobrazovaných přímek jdoucích odpovídajícími body (obr. 42).

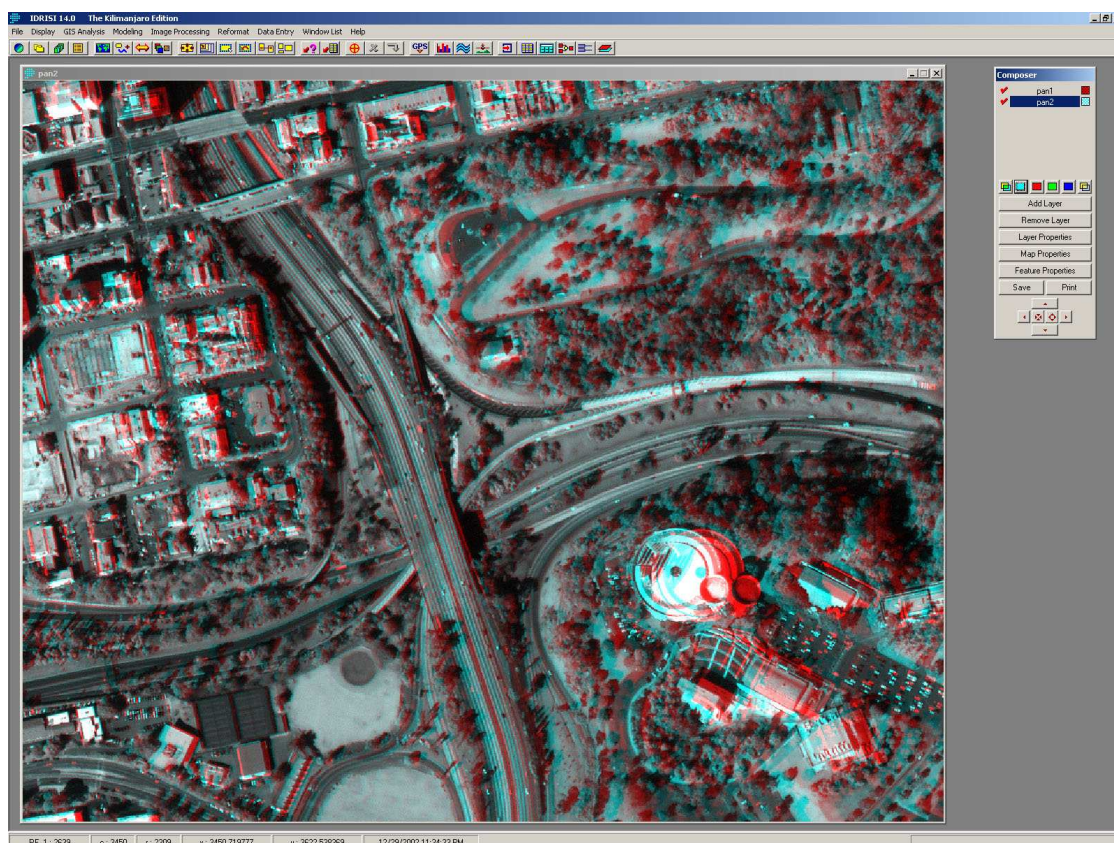


Obr 41: Brýle pro anaglyfy



Obr 42: Vznik prostorového obrázku

V roce 1971 Experimentální kartografická jednotka Royal Collage of Art v Londýně vyvinula tuto metodu pro prezentaci statistických údajů na mapách. Pohledem skrz zeleno-červené brýle statistický povrch (tištěný zeleně s druhou vrstvou červenou) je vidět opravdu prostorově ve třech dimenzích.



Obr 43: Anaglyf stereogram

Může se zdát, že použití nejlepší graficko-statistické metody – ortogonálního systému – pro přípravu statistických map je velmi omezené. Bodové mapy mohou být užitečné pro malé vzorky obyvatelstva, jejich použití pro velkou populaci je limitováno užitečností, mapa se při velkém množství bodů stává velmi nepřehlednou. Prostorové grafy a jejich náhrady nepředstavují obecně dobrá řešení, pokud se nepoužívají na interaktivních tabulích nebo monitorech počítačů.

5.4. Všeobecná kritéria pro statistické mapování

- Metoda by měla být založena na jasně definovaných a jednoduchých principech.
 - Každý údaj je reprezentován grafickým symbolem (symboly) v bodě nebo na území.
 - Pokud možno symbol odpovídající bodu nebo území by neměl překážet nebo se překrývat se symbolem odpovídající jinému bodu či území.
 - Hodnota symbolu by měla přinejmenším zhruba odpovídat hodnotě údaje.
 - Ačkoliv obecné zásady pro statistické mapování jsou nedotknutelné, metoda by měla umožnit přizpůsobení různým typům a účelům grafického znázornění.
 - Konstrukce statistických map by měla dát rychlý celkový přehled hlavních charakteristických rysů distribuce; umožnit kdykoliv identifikovat hodnotu užitých symbolů; umožnit odečíst hodnotu, alespoň přibližně, rozdíl nebo poměr mezi hodnotami nějakých dvou symbolů - toto srovnání by v zásadě nemělo vyžadovat odkaz na klíč symbolů v legendě; rozšíření nebo zkrácení grafu změny přesnosti odečítání hodnoty a porovnávání dvou symbolů, ale v jistých mezích by nemělo ovlivnit celkový přehled charakteristických rysů.
 - Vnímání vlastností každé metody při různých použitích by se mělo vyzkoušet.
 - Grafická metoda by měla dovolit srovnání mezi distribucemi, například ukázat dvě distribuce na jedné mapě. Srovnání též můžeme získat standardní metodou - každou distribuci zobrazíme na jinou, ale porovnatelnou mapu.
- Grafický systém by měl být spojený parametry měření primárních charakteristických rysů prezentované distribuce.

6. Grafy a reklama

6.1. Proč statistiky lžou

6.1.1. "Statistiky", které nejsou statistikami

Jestliže je statistika často posuzována s pochybnostmi a odmítavě, bývá to především kvůli statistikám, které ve skutečnosti statistikami nejsou. Stejnou věc je možné pozorovat z různých hledisek a podle toho statisticky různě vyjádřit. Předpokládáme však přitom, že materiál, který je připraven k použití, je alespoň do určité míry správný a že se nelže vědomě.

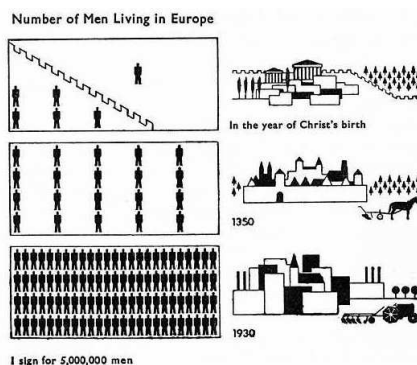
Jestliže se tedy mluví o lži ve statistice, je nutno vždy zjistit, o jaký druh lži jde. Existuje především zdánlivá lež, která není v podstatě nic jiného než nesprávně pojatá přesná statistika (je zcela možné, že je lstivě zaměřená na oklamání, ale sama o sobě svými údaji a tvrzením je nenapadnutelná). Dále existuje odvozená, sekundární lež. Je to zvláště rozšířený druh a vzniká většinou tak, že tvůrce grafu se seznámí s čísly, která vhodně vyložena se zdají dokazovat jeho myšlenkový koncept. Poslední forma lži, při níž však lze postupovat statisticky korektně jak při zpracování, tak při výkladu. Bývá tomu tak tehdy, jestliže se hned od začátku zfalšuje materiál.

6.1.2. Grafická zobrazení: obraz lže víc než tisíc čísel

Už staré čínské přísloví praví, že: "Obraz říká více než tisíc slov." S rozšířením fotografie a zdokonalením reprodukční techniky ho můžeme s tím jen souhlasit. Je zbytečné zabývat se psychologickými hledisky poměru mezi slovem a obrazem.

Prvotním materiálem statistických šetření jsou kvalifikované informace; zpracování tohoto materiálu pak dává číselné řady, sloupce čísel, poměrná čísla, korelace, obory spolehlivosti, pravděpodobnosti, indexy, časové řady... Číslo lze vyjádřit kresbou, i když ve velmi rozdílných podobách. Můžeme rozlišovat mezi obrazovou statistikou v užším smyslu a grafickou statistikou, i když není možno přesně vymezit hranici mezi nimi.

Pro obrazovou statistiku v užším smyslu je rozhodující přání, aby se čísla převedla na optický vjem. Používají se k tomu takzvané obrázkové statistiky. Ke konci dvacátých let minulého století vznikla pod vedením Otto Neuratha "vídeňská škola obrazové statistiky", která sledovala popularizaci statistických informací především použitím stylizovaných figurek (Obr 44). Obrazová statistika je tedy především a hlavně učební pomůckou, která nezůstala ovšem omezená na školy, ale velmi brzy se stala součástí populárního zobrazení statistických materiálů i v hospodářské části novin.

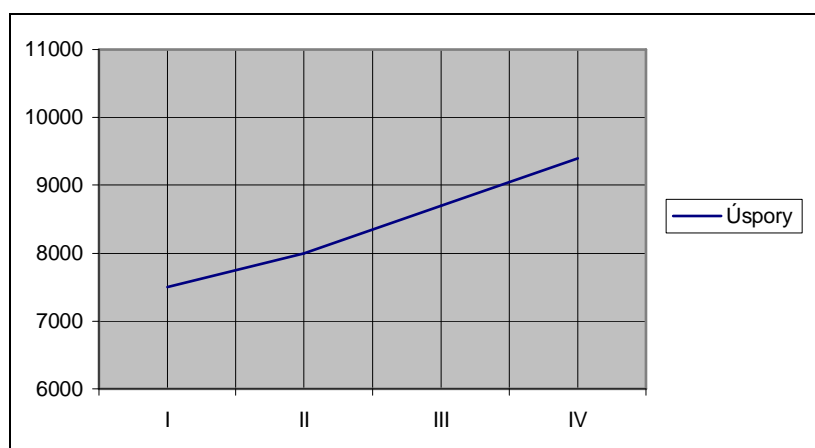


Obr 44: Obrázková statistika

Obrazová statistika pomáhá zvláště lidem, kteří si pod suchými čísly nebo křivkami špatně něco představují, stylizovaná auta, postavičky, měšce s penězi a jiné snadněji napoví celkové množství. Základní osnovu obrazové statistiky představuje legenda: "každá figurka – 20 000 lidí" nebo "každý vůz – 100 000 vyrobených automobilů". Přitom nelze zabránit tomu, aby se vyskytly a byly zobrazeny také jiné situace než průměry, jako např. 2,34 dítěte na jednu rodinu, které laik pozoruje s nedůvěrou: jestliže jedna figurka představuje 20 000 lidí a obrázkem se má vyjádřit 128 000 lidí, je to šest celých a čtyři desetiny figurky v obrazové statistice.

Největší problém statistických grafů je, že zobrazovací metody mohou vyvolat jiný dojem, než by odpovídalo číselnému materiálu. Nejprostším příkladem je silně stoupající resp. plochá křivka vývoje. Předpokládejme, že bychom měli pro čtyři různá období tyto hodnoty: 7500, 8000, 8700 a konečně 9400 – např. počet osob přepravených na jedné autobusové lince za měsíc nebo roční úspory v jedné pobočce banky. Tato čísla zakreslíme jako body do systému souřadnic a jedna z nich tvoří časovou osu. Na osu x zakreslíme čtyři stejně dlouhé intervaly. Na osu y se nanese stupnice pro měřené hodnoty počtu osob nebo úspory v tisících.

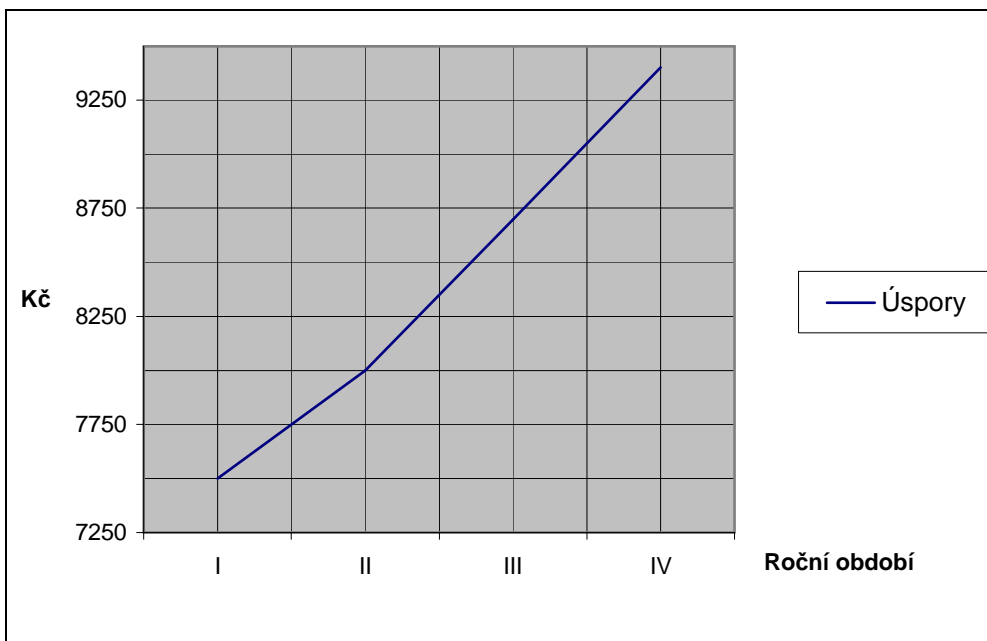
První otázkou je, mám-li začít stupnici na dolním konci nulou. Stupnice nemusí začít nulou, avšak mělo by to být nějak naznačeno např. vroubkovanou čarou mezi nulou a první hodnotou, aby bylo vidět, že se od nuly nenanáší plynule ve stejném měřítku. Začneme na stupnici 6000 – jednak pro úsporu místa, jednak také proto, aby křivka nemusela začínat až někde nahoře (Obr 45).



Obr 45: Graf mírného růstu

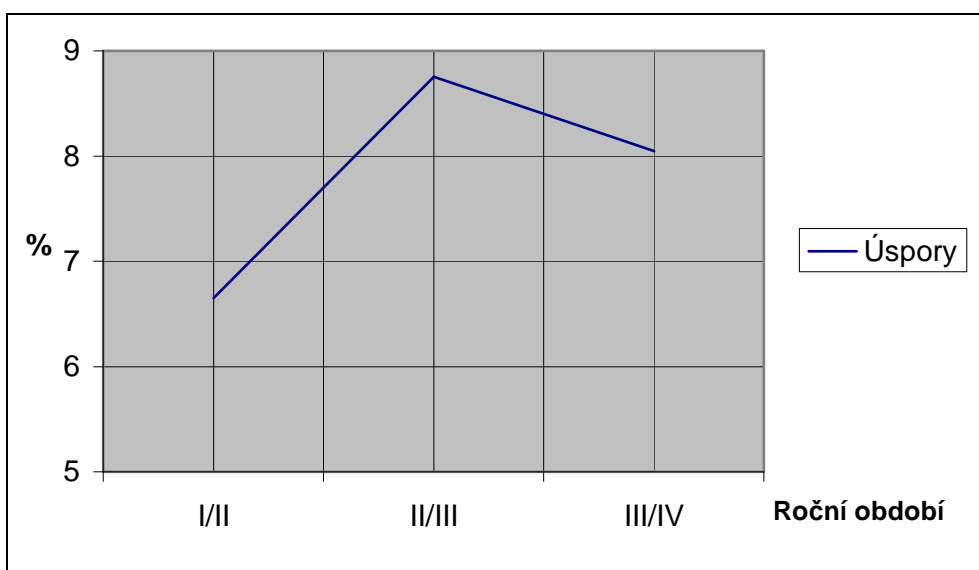
V tomto případě bude vzdálenost pro jednotlivé kvartály na ose x odpovídat 2000 jednotek na ose y. Zobrazení můžeme také udělat široké a nízké – interval kvartálu ku třeba 4000 jednotek. V tomto případě bude růst menší, optický dojem působí spíše jako tlumený růst. Stejně tak mohou meziroční interval upravit na šíři 500 nebo ještě méně jednotek z osy y – a křivka již stoupá strmě do výše.

Tento rozdílný účinek nevzniká jen jako důsledek plochého a širokého nebo úzkého a vysokého zobrazení – jde pouze o poměr měřítek. A pokud zvolíme jako výchozí bod 7250 dosáhneme optického účinku prudkého růstu od nuly do oblačných výšin (Obr 46).



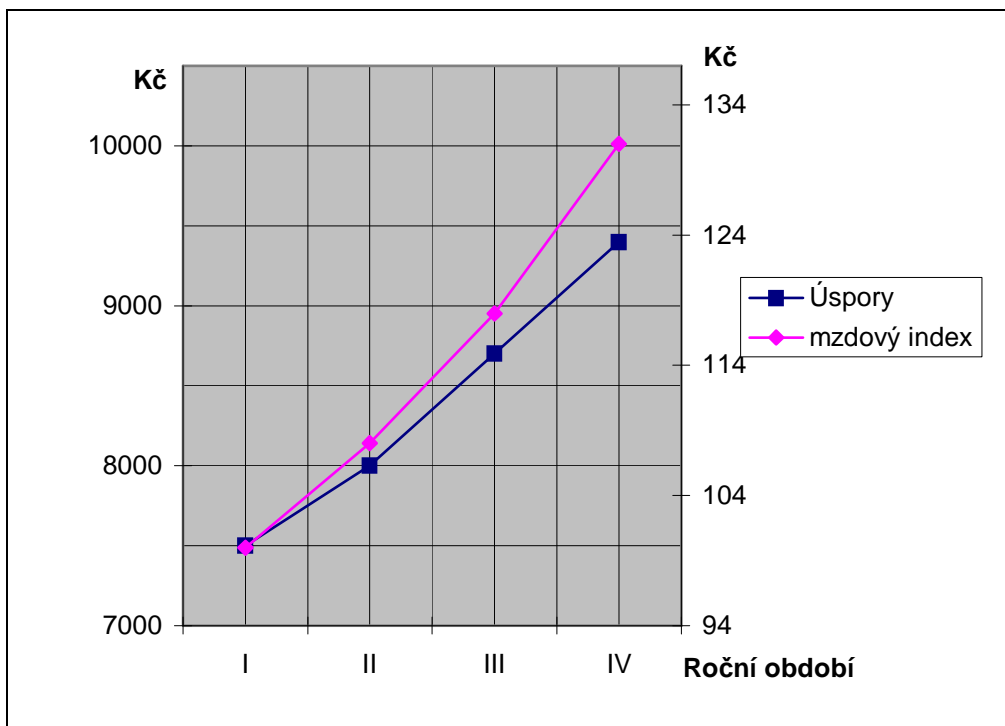
Obr 46: Graf prudkého růstu

Pokud chceme ukázat subjektivní růst menší, máme mnoho možností. Jednou z nich je srovnávat navzájem procentní přírůstky, a nikoliv absolutní údaje. V našem příkladu máme tři údaje o růstu během čtyřletého období: 6,65, 8,75, a 8,05 %. V odpovídajícím grafickém zobrazení dostaneme zase smutně klesající křivku (Obr 47).



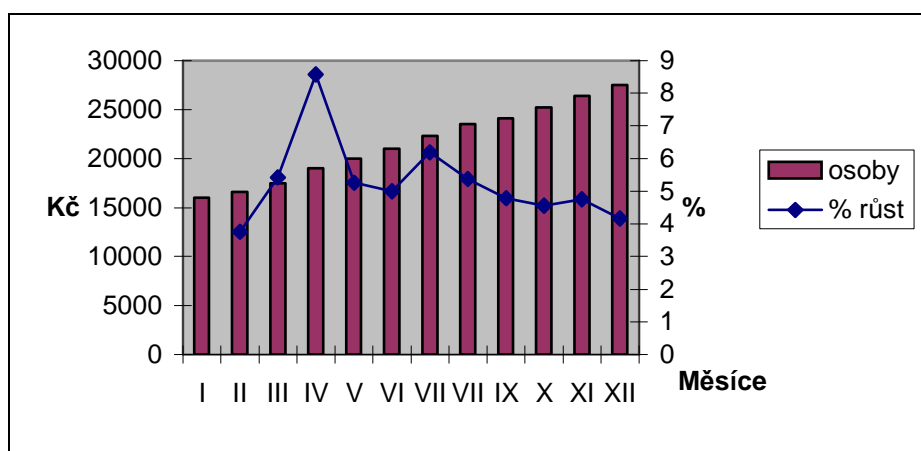
Obr 47: Graf procentuálního přírůstku

Druhou možností je vyhledat nějakou blízkou časovou řadu, která má větší růst. Předpokládejme, že srovnáme tyto "úspory" s indexem hrubých mezd, který v uvedených čtyřech letech má tyto hodnoty: 100, 108, 118 a 131 (Obr 48). Na pravé straně uvedu druhou stupnici, zakreslím tuto novou křivku jinou barvou do původnímu diagramu a pak se ukáže, jak růst úspor zaostává za přírůstky mezd.



Obr 48: Dvě rozdílné stupnice v jednom grafu

Třetí možností je použít k srovnání údajů o absolutním růstu podniku, např. o přepravě osob autobusovou linkou a procentuálního přírůstku (Obr 49).



Obr 49: Graf absolutního a procentuálního růstu

V některých případech se dvě křivky vtěsnávají do jednoho grafu z nedostatku místa. Ze stejného důvodu se posouvá počátek časové osy.

K propočtu mohou také použít místo indexu absolutních čísel třeba cenový index. Pokud výsledek vyjádřím graficky, bude se ztráta jevit větší. V jiných případech, např. při průměrném hrubém přírůstku 3%, mohou dostat celkem snadno klesající křivku, jestliže počítám "reálný" místo "nominálního" růstu. Proto by u každého grafu mělo být uvedeno o jaké jednotky jde.

V obrázkové statistice narazíme zase na jiný problém. Používáme převážně symbolické figurky, které bývají uspořádány ve skupinkách po pěti (lidské oko na první pohled může zřetelně rozeznat nejvýš pět jednotek) a jsou seřazeny vedle sebe nebo nad sebou. Pokud máme nakreslit nejdříve 16 skupin po pěti zelených a 8 skupin po pěti

červených figurkách, nešlo by totéž vyjádřit jedinou figurkou zelenou dvakrát větší než červenou?

Otázkou však je, jak velké je "dvakrát tak velké". Červenou figurku mohu nakreslit vysokou 3 cm a vedle toho zelenou 6 cm, protože však nejde o čáry (nebo případně o sloupky), ale o plochy, které symbolizují tři dimenze lidského těla, dvakrát tak vysoká zelená figurka nevypadá "dvakrát tak velká", nýbrž čtyřikrát až pětkrát tak velká (Obr 50). Pokud se zaměříme přesně na plochu figurky a zelenou figurku vytvoříme tak, aby měla dvojnásobný plochu, vypadá tato figurka jen poněkud větší a ne dvakrát větší (Obr 51).



Obr 50: Dvojnásobná výška



Obr 51: Dvojnásobný obsah

Problém však nevzniká jenom u statistických obrázkových figurek, ale i při srovnávání kruhů, které se často s oblibou používají k zobrazení mincí. Poměr průměrů 1:2 znamená poměr ploch 1:4, poměru ploch 1:2 odpovídá poměr průměrů $1:\sqrt{2}$. Poměrně značný pokles kupní síly ve výši 30%, zobrazený plošně, nebude zvláště nápadný. Ještě obtížnější je, když jsou vedle sebe měšce peněz a navíc je v rukou drží kostýmované figury. Předpokládejme, že by se pomocí měšců mělo porovnat 900 miliónů, 400 miliónů a 100 miliónů. V plošném vyjádření by měly rozměry (protože jsou zhruba pravoúhlé) asi 9, 4 a 1 cm^2 . Čím přirozeněji se však kreslí, tím více se ukazuje potřebné vyjádřit třetí rozměr, a pak se již dosahuje poměru 81:16:1 (Obr 52). Vzhledem k tomu je stejně nutné vést u nich čísla.



Obr 52: Srovnání velikostí pomocí sloupků, ploch a těles

Nikdy bychom neskončili, kdybychom chtěli uvést všechny možnosti zobrazování a klamání pomocí obrazové statistiky a statistických grafů. Je tedy důležité nesoustředit se pouze na obrázek, ale všimnout si i stupnic a čísel.

6.2. Reklamní triky

V dnešní době se utrácí miliardy za reklamy. Za jejich výrobu a samozřejmě za prezentaci. Jsou všude okolo nás. Vidět je můžeme v každých novinách, časopisech, na billboardech, slyšet v radiu a nejpoutavějšími reklamami jsou ty televizní. Významnou úlohu plní samozřejmě i obal výrobku, protože i ten je reklamou na to, co obsahuje. Ani ten však nemusí být založený na pravdě. Představte si, že jste reklamní grafik a máte za úkol vymyslet poutavý graf na prezentaci např. nové tiskárny. Vaším úkolem je ukázat na tomto grafu, jak je

tato tiskárna super výhodná, jak si ji každý kupuje apod. Buď už máte podklady připravené, v tomto případě se musí projevit zručnost nebo si informace o produktu zjistíte sám. Není nic jednoduššího, než zajistit zdánlivě vyšší prodejnost například vyhledáním prodejny, ve které se náhodou podařilo prodat více kusů a porovnáte tento úspěch s jinými prodanými značkami. Lepší vlastnosti výrobku budete neustále prezentovat ve svých grafech, o těch horších se nezmíníte, a tak zůstanou zapomenuty.

Zručnost při vytváření grafických obrazů z daných dat spočívá ve vhodném výběru grafu, vhodné stupnici, dobrém uspořádání dat, barvě a podobně. Při úmyslném nedodržení můžeme mluvit o zneužití statistického grafu, jak jsme si ukázali v předchozím textu.

7. Využití grafů v předmětech středoškolského učiva

Grafy ale nemusejí zobrazovat jen statistická data nebo být použity pro vyzdvížení výhod nových produktů v reklamě a matení čtenářů. Grafy mohou mít velké využití de facto v každém oboru lidské činnosti, jde jen o to se s nimi lépe seznámit a nechat se inspirovat. Podívejme se například na středoškolské učivo. V dalším textu jsem nabídla několik možností, jak využít grafů nebo tématické kartografie v hlavních předmětech vyučovaných na našich středních školách.

7.1. Dějepis

Dějepis je jeden z předmětů, kde mají grafy a statistické mapy největší a nejširší využití. Na mapách můžeme zobrazit například osidlování, migrace, těžbu surovin v dějinách naší země i celého světa, pomocí stromů života porovnáváme složení obyvatelstva jak postupem času, tak na různých částech kontinentu či kontinentech. Pro přehled života slavných osobností můžeme použít jednorozměrný graf, ze kterého pak žáci velmi rychle vyčtou odpověď na oblíbenou otázku všech dějepisných soutěží, zda se určité osobnosti mohly či nemohly setkat.

Máme-li například mapy stejné oblasti v průběhu dějin, lze z nich lehce vyčíst jak se měnila např. politická situace v Evropě. Na první pohled vidíme průběh osidlování krajů, rozrůstání vlivu jednotlivých panovnických rodin jak v dobách míru, tak rapidní změny po válečných operacích. (viz následující obrázky)



Evropa na konci 15. století



Politické poměry v Evropě kolem poloviny 16. století

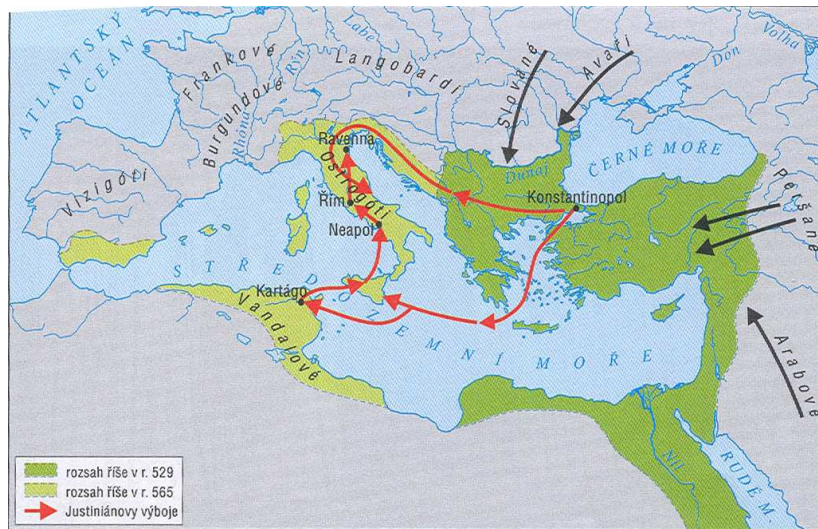


Evropa po vestfálském míru

Při srovnání těchto tří map vidíme jak se v průběhu dějin hranice států měnili či neměnili. Vidíme jak se Český stát stává součástí habsburské říše. Na jiných mapách můžeme vidět správní rozdělení do menších oblastí např. franské říše, nebo zemí Koruny české. Popřípadě místa působnosti různých svazů, náboženství apod.

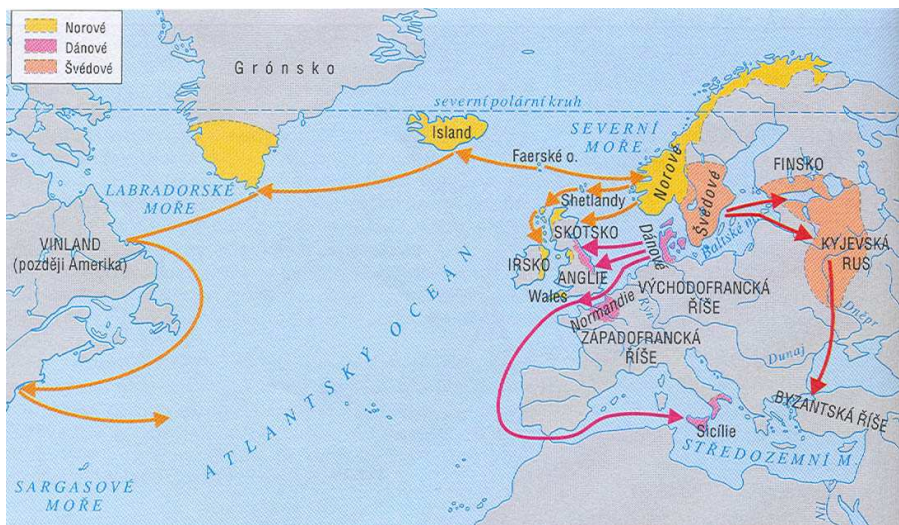
Dalším typem map, se kterými se v hodinách dějepisu můžeme setkat, nejsou už jen mapy s barevně rozlišenými územími, ale doplňují je ještě další grafické symboly (šipky) pro znázornění rozrůstání vlivu jednotlivých panství, různá tažení a objevitelské výpravy, či

pohyby vojsk při svatých i jiných válkách. Síla čáry nebo šipky nám na první pohled ukáže mohutnost vojska nebo vlivu v daném směru.



Byzantská říše v letech 529 a 565, tedy v počátcích a na konci vlády císaře Justiniána I.

Někdy jsou šipky ukazují jen přibližný trend, jindy kopírují přesnou trasu. Barevnost šipek může odlišovat od sebe například různé národy nebo spojence a nepřítelé (následující obrázek).

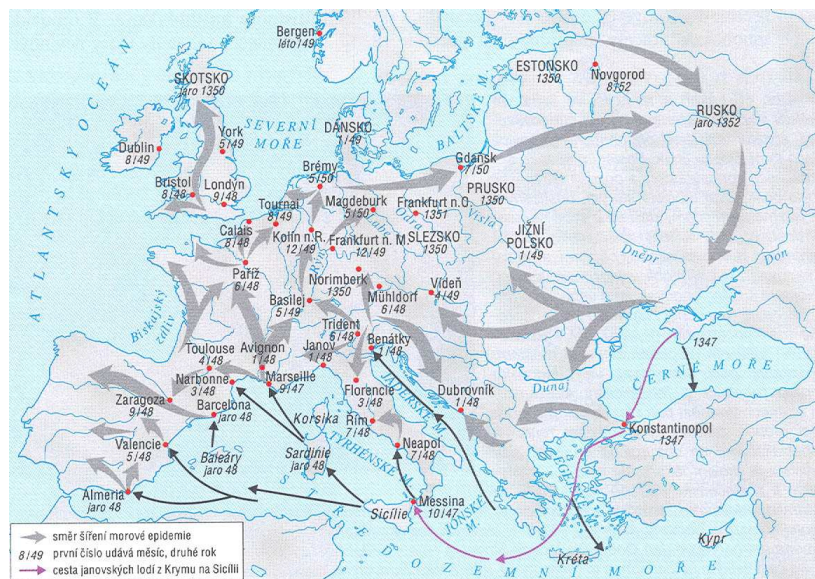


Vikingské a normanské výboje v raném středověku.

Nebo odlišují jednotlivá tažení, abychom v textu nemuseli vyhledávat kudy která výprava vedla.



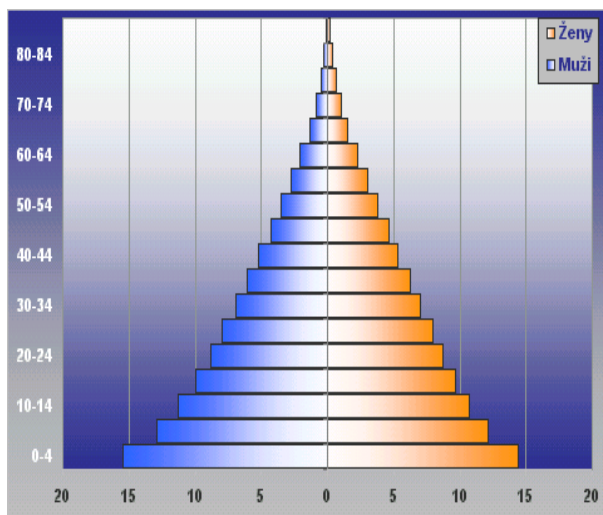
Křižácké výpravy na blízký východ a reconquista na Pyrenejském poloostrově v letech 1096-1270



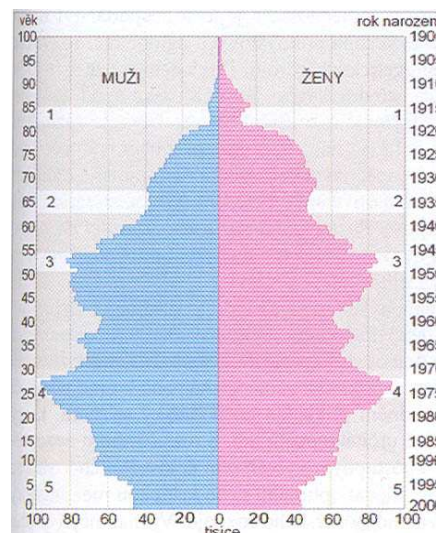
Šíření morové epidemie v Evropě letech 1347-1352

U některých map máme i krátký popis, podrobněji vysvětlující mapu, případně zmiňující návaznosti. Není pak potřeba složitě v textu vyhledávat všechny náležitosti. Tento popis by však neměl být příliš dlouhý a plně nahrazující text, protože pak neplní účel zkráceného pohledu na věc.

Strom života je velmi častý a oblíbený nástroj jak porovnávat věkové rozdělení obyvatelstva nejen v průběhu dějin (dějepis) ale i v současnosti v rámci celého světa, pro porovnání rozvojových zemí, s evropskou kulturou atd. Ze stromu života lehce vidíme tzv. silné ročníky. Na svislé ose můžeme použít věk nebo letopočet narození popřípadě oboje jako na tomto grafu. Dále je nutné uvést na vodorovnou osu hodnoty počtu obyvatel dané věkové skupiny. Dále můžeme v grafu ukázat zajímavé historické okolnosti, jako jsou války, zvláště pro zdůraznění výkyvů.



Věková struktura v Egyptě v roce 1945 (v %)



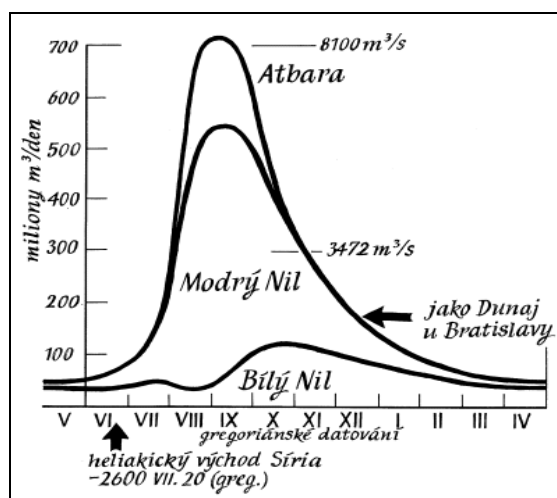
Věkové složení obyvatelstva Česka v roce 2000

Druhý obrázek ukazuje věkové složení populace naší země v roce 2000. Z grafu můžeme vyčíst pokles porodnosti během první světové války, náhlý nárůst po druhé světové válce i tzv. silné ročníky let 1970-1975. Je zde také vidět, jak rozšíření možnosti uplatnění v zaměstnání u nás i v cizině po roce 1989 způsobuje pokles porodnosti. Lidé se nejdříve věnují kariéře až v pozdějším věku si pořizují rodinu.

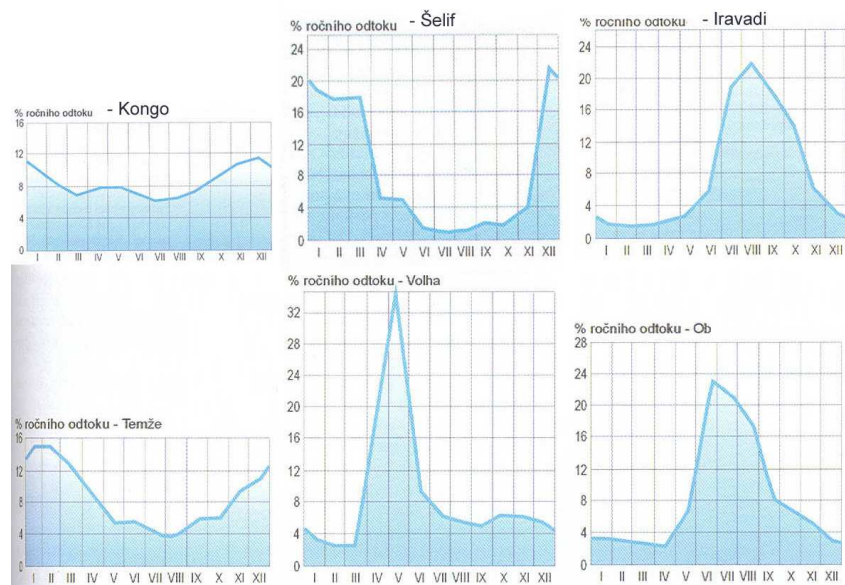
7.2. Zeměpis

Bible zeměpisu, atlas, je nejkompexnější ukázkou využití kartografie a tématické kartografie. Mapy hospodářské, politické, mapy mořských proudů, celoročních průměrů teplot, podnebných pásem, atd. Každý atlas též obsahuje spousty grafů: teploty, srážky, míra slunečního svitu, které umožňují nejen odečítání konkrétních hodnot pro určité místo, ale též srovnání mezi různými místy na Zemi.

V zeměpise najdou využití i klasické grafy, bodové, čárové, sloupcové, histogramy i jejich kombinace a proměny. Nejčastěji vidíme grafy změn průtoků řek během roku či tzv. klimatické diagramy, to jsou diagramy, které zaznamenávají teplotu a úhrn srážek v daném místě či oblasti během roku (viz následující obrázky).

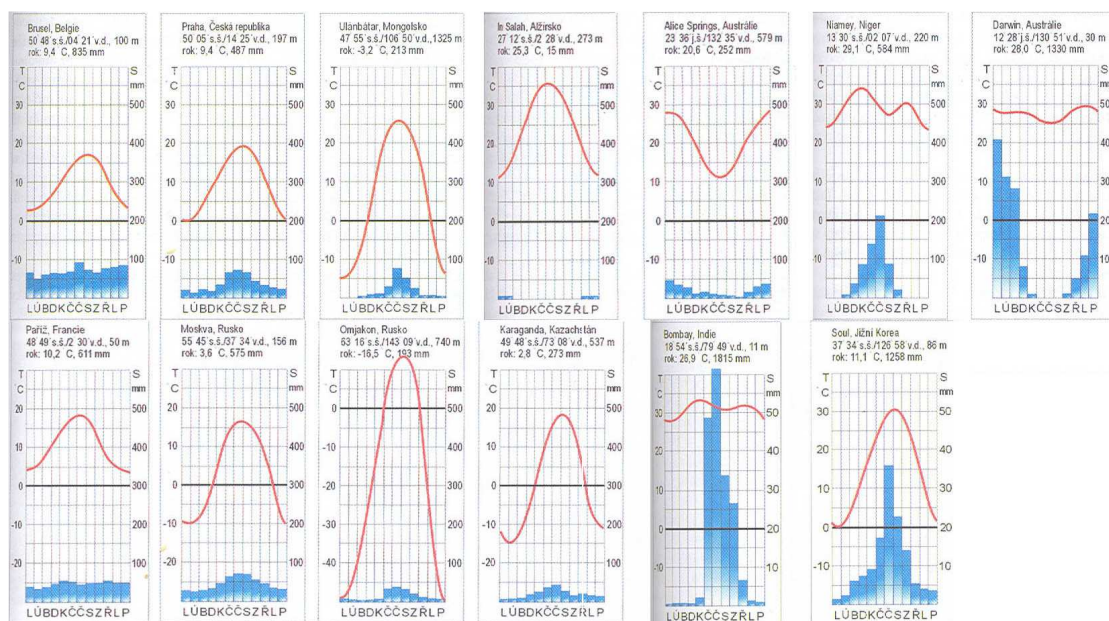


Graf průtoků Nilu



Grafy změn průtoku několika řek během ročních období.

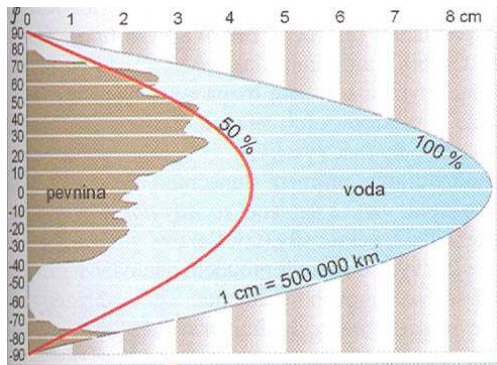
Z grafu ročního průtoku řek můžeme pozorovat závislosti geografických faktů na změny odtoku během roku. Záleží zda řeka pramení v horách, v území monzunových dešťů, zda se nachází v tropickém, subtropickém nebo mírném pásmu a jiné.



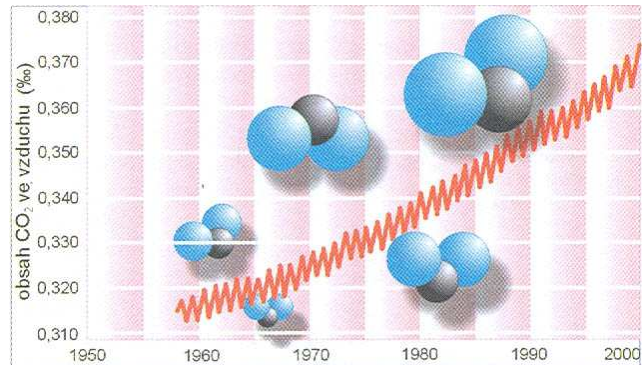
Klimatické diagramy z různých částí světa

Podobné je to i u klimatických diagramů. Rozdíly ve změnách teplot během roku se liší nejen podle zeměpisné šířky, ve které město leží, ale i zda je přímořské či vnitrozemské a v neposlední řadě ovlivňuje teplotu i nadmořská výška.

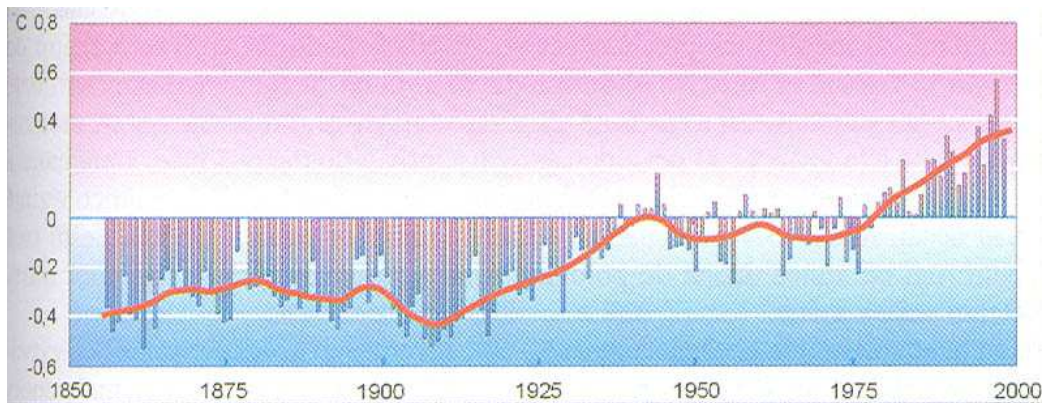
Grafy ale mohou ukazovat i další věci týkající se geografie. Například zastoupení vodstva a souše na zemi, obsah plynů v atmosféře, globální teploty apod.



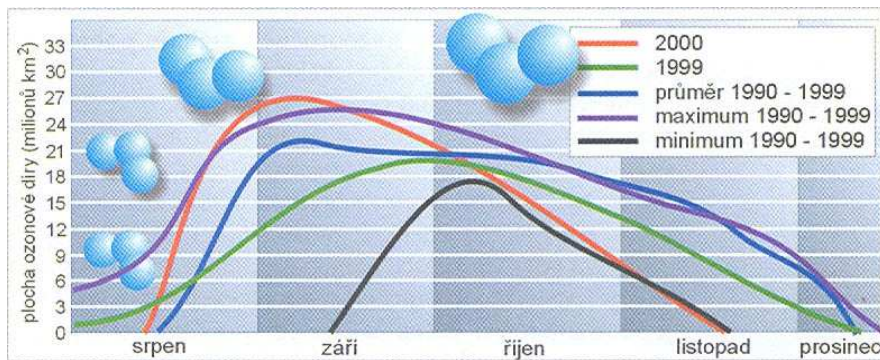
Zastoupení vodstva a pevnin v různých zeměpisných šířkách.



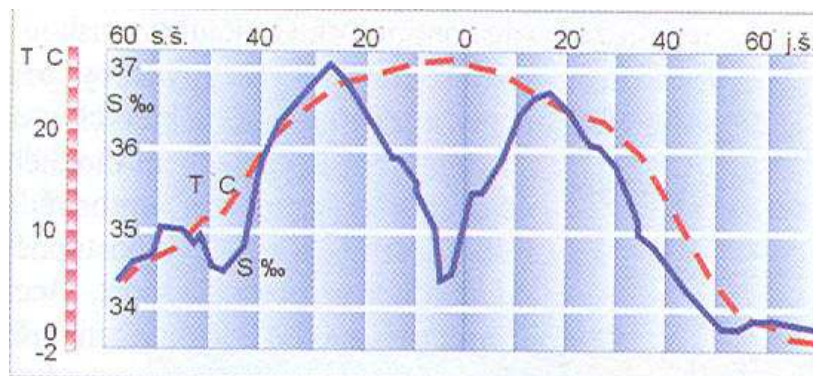
Obsah CO_2 v atmosféře.



Globální teplota vzduchu na Zemi v letech 1856-1999.
Graf znázorňuje odchylky od průměru za období 1961 – 1990.

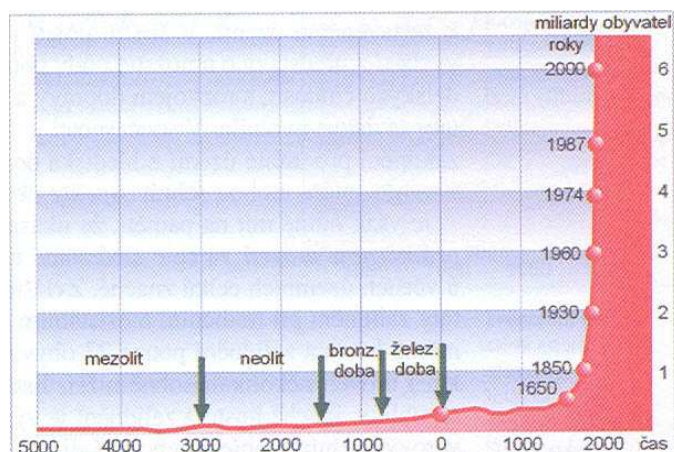


Pojem ozónová díra označuje výrazný úbytek stratosférického ozónu kolem jižního pólu. Trvá obvykle od srpna do prosince a největšího územního rozsahu dosahuje v září.

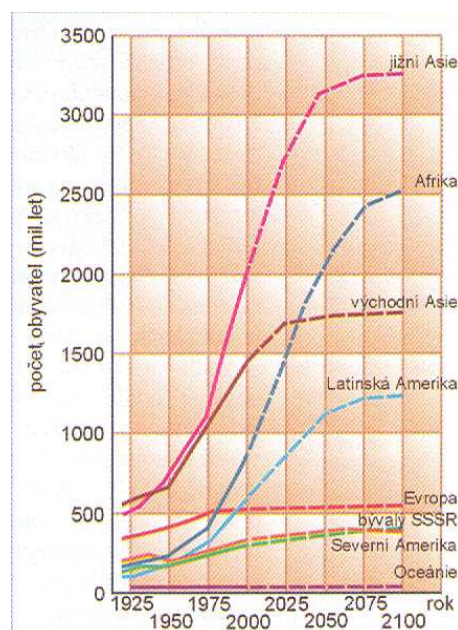


Kolísání teplot a slanosti na hladině světového oceánu v různých zeměpisných šířkách.

V grafu vpravo dole vidíme rozdíl mezi růstem počtu obyvatel mezi kontinenty s různou vyspělostí. Zatímco počet obyvatel v Evropě a Severní Americe stagnuje, v jižní Asii a Africe stoupá přímo závratnou rychlostí a očekává se že ještě bude stoupat.



Dlouhodobý vývoj počtu obyvatel na Zemi v miliardách



Vývoj počtu obyvatel makroregionů v letech 1925-2100

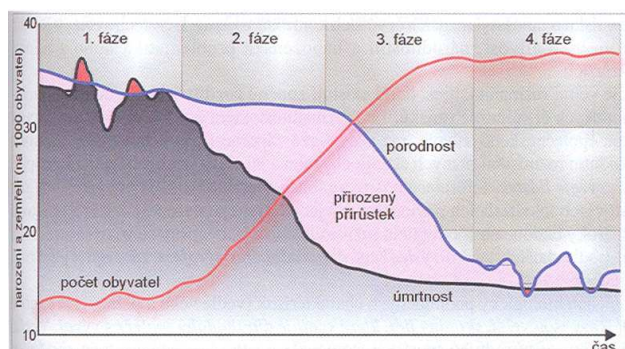
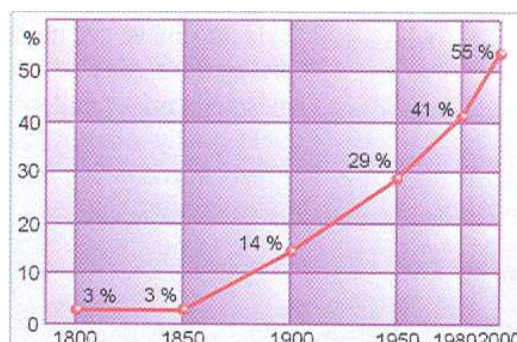
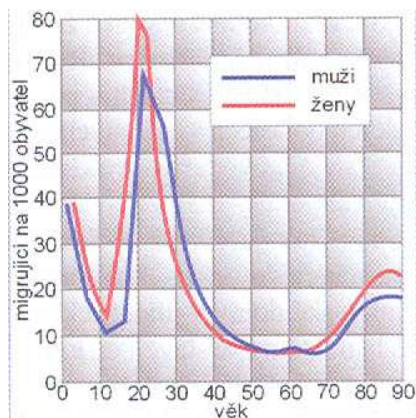


Schéma průběhu demografické revoluce.

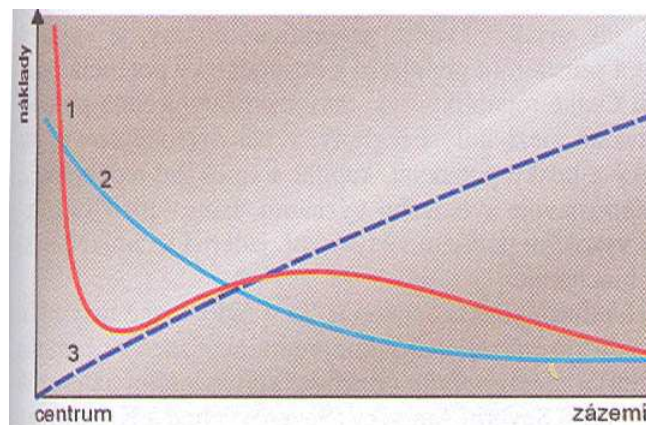


Vývoj světové urbanizace v letech 1800-2000.

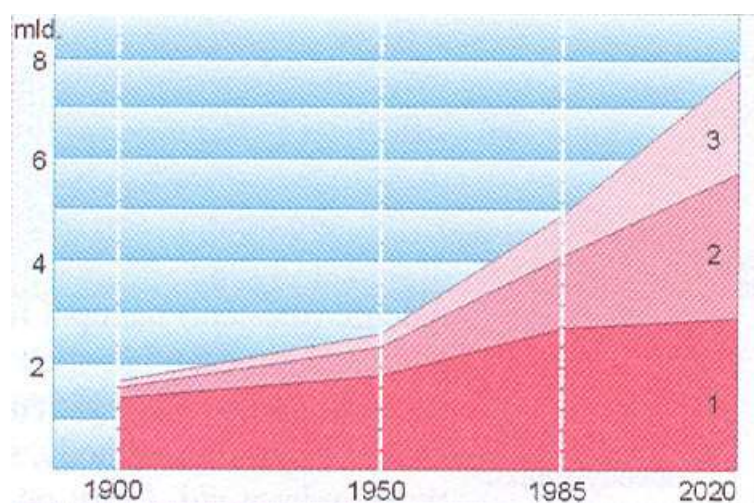
Obrázek vlevo nahoře ukazuje různé fáze demografické revoluce, poměr porodnosti, úmrtnosti a s tím související počet obyvatel. Můžeme se pokusit určit ve které fázi se v současnosti nacházejí jednotlivé kontinenty nebo velké oblasti světa.



Vztah mezi intenzitou meziokresního stěhování v ČR a věkem migrantů

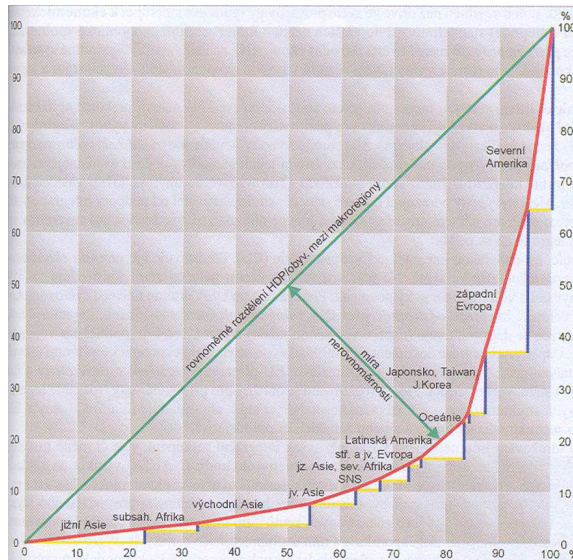


Vztah výdajů na bydlení, cestovné a cen pozemků od centra po městskou periferii: 1 – cena pozemku, 2 – náklady na bydlení, 3 – náklady na cestovné



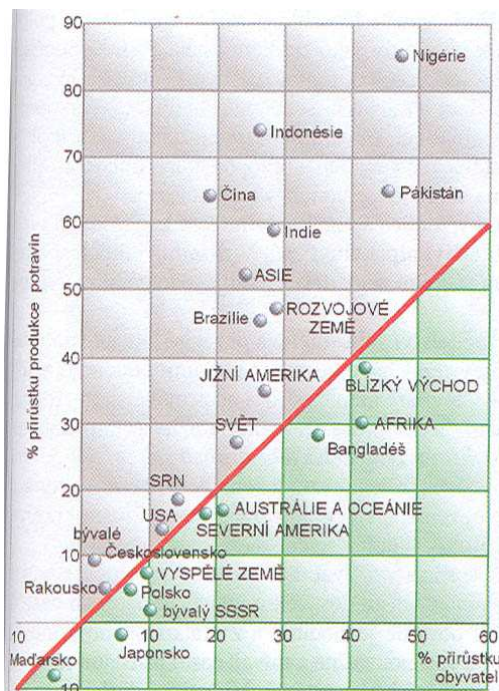
Vývoj podílu obyvatel světa v jednotlivých velikostních kategoriích sídel v letech 1900-2020: 1 – venkovské obyvatelstvo, 2 – obyvatelstvo měst do 1 milionu, 3 – obyvatelstvo měst s 1 milionem a větších.

Plošný graf (jak jsem zmínila výše v kapitole 4.2.2.) zobrazuje jednotlivé plochy na sebe. Tedy počet obyvatel žijící v městech s více než milion obyvatel získáme odečtením počtu venkovského obyvatelstva a obyvatel měst s populací do jednoho milionu od celkového počtu obyvatel.

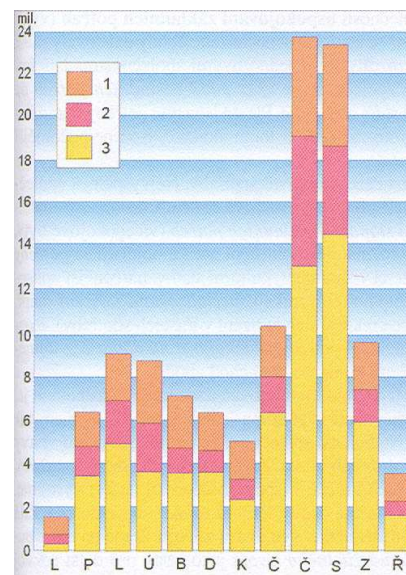


Odchylky od rovnoměrného rozdělení bohatství (vyjádřeného v HDP na 1 obyv.) udávají míru nerovnoměrnosti mezi 12 světovými makroregiony, které jsou řazeny od nejnižší úrovně po nejvyšší (Sev. Amerika). Svislá modrá úsečka vyjadřuje podíl na světovém úhrnu HDP, žlutá vodorovná podíl na světové populaci. Míra nerovnoměrnosti se v čase zvětšuje.

Následující obrázek je XY graf doplněný o přímku ukazující vyvážený růst. Barevně oddělené části pod a nad přímkou pomáhají větší názornosti grafu.



Vztah mezi růstem populace a potravinovou produkcí ve vybraných zemích a oblastech světa v letech 1980-1999.

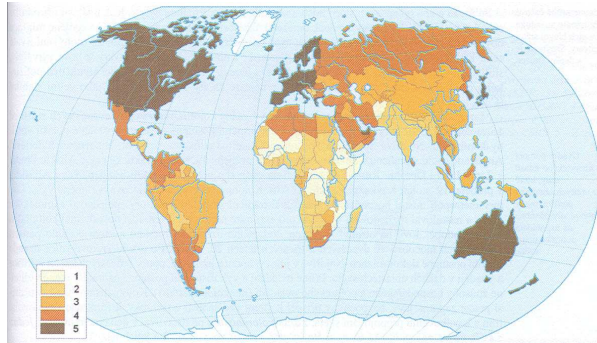


Roční počty a struktura návštěvníků Rakouska v průběhu roku (podle počtu přenocování): 1 – domácí, 2 – Německo, 3 - ostatní

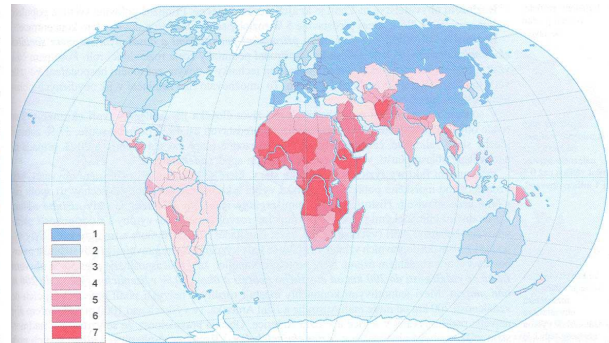
Na druhém grafu vidíme počty návštěvníků Rakouska během roku od listopadu do října. Vidíme, že v letních měsících červenci a srpnu je návštěvnost nejvyšší, což je vzhledem

k prázdninám školáků logické. Relativně vysoká návštěvnost v zimních měsících lednu a únoru je způsobeno nejspíše návštěvou rakouských Alp pro zimní sporty.

Největší zastoupení v zeměpise mají kartografické mapy. Znázorňujeme na nich jednak různé geografické náležitosti, jako jsou podnebná pásma, povrch (hory, nížiny, pouště), ale také demografická rozdělení jako jsou státy světa podle stupně ekonomického vývoje, průměrný počet dětí na jednu ženu atd. (viz následující obrázky).

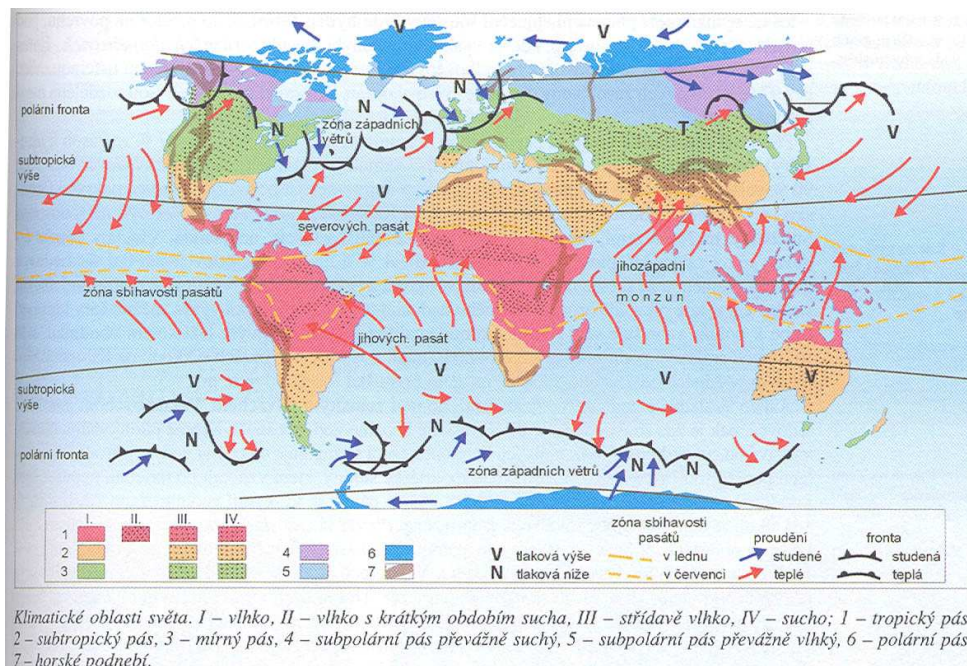


Státy světa podle stupně sociálně ekonomického vývoje.



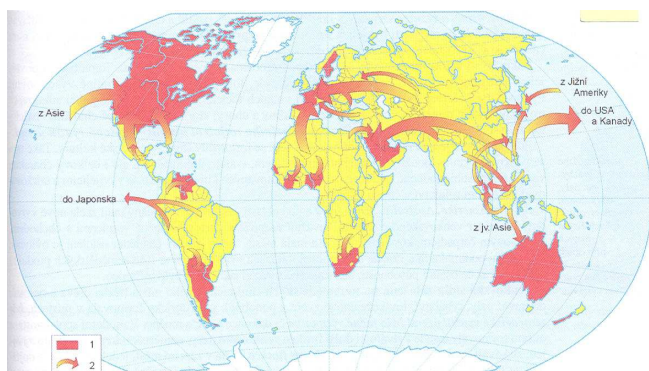
Průměrný počet dětí připadající na jednu ženu koncem devadesátých let 20. stol

Velké využití mají mapy doplněné šipkami pohybu. Jak už pro klimatické oblasti světa s pasáty, tropické cyklóny a monzomy nebo šíření náboženství ve světě či pohyby obyvatelstva za prací. Šipky opět znázorňují nejen směr, ale i velikost dané migrace či pasátu v poměru s ostatními. (viz následující obrázky)

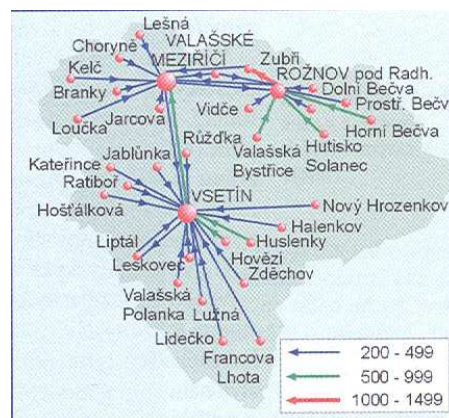


Klimatické oblasti světa

Na této mapě vidíme barevně odlišené klimatické oblasti světa. Šipkami jsou ukázány převládající směry pasátů, teplých i studených. Můžeme z mapy vyčíst proč se 50 stupni jižní šířky říká bouřlivé nebo proč se u východních břehů Severní Ameriky tvoří tornáda.

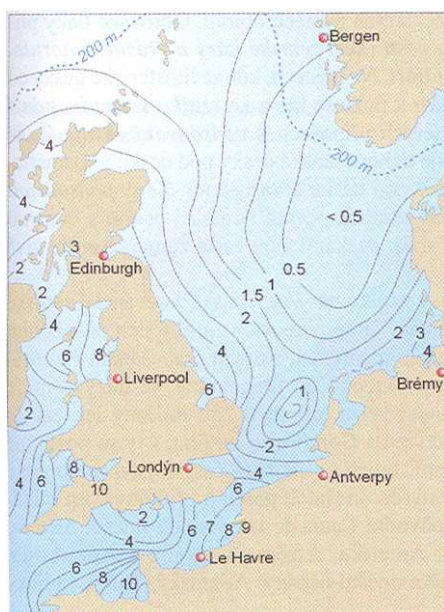


Hlavní proudy mezistátní, pracovně motivované migrace na konci 90. let 20. stol.

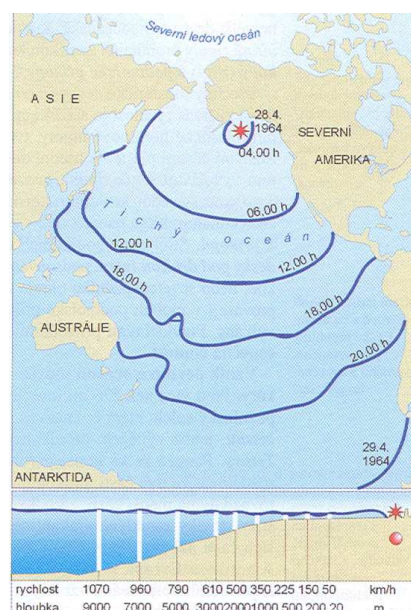


Hlavní směry pohybu za práci v okrese Vsetín

V zeměpisě se objevují též tzv. vrstevnicové mapy. Nejen pro nadmořskou výšku, ale například pro výšku skočného přílivu, šíření vln tsunami, nebo pro zkrvení na mapách. Čáry vždy spojují místa se stejnou hodnotou.



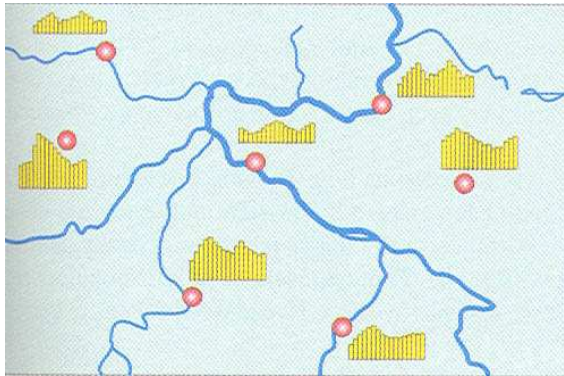
Výška skočného přílivu v metrech na pobřeží západní Evropy.



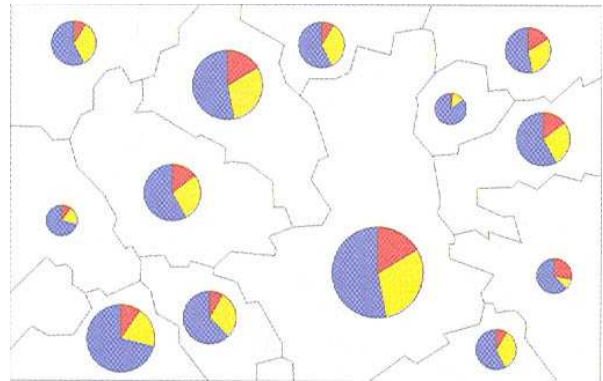
Šíření vln tsunami v pacifiku po zemětřesení v Aljašském zálivu.

Na následujících grafech můžeme vidět různé kartografické mapy doplněné diagramy. Například metoda lokalizovaných diagramů, kdy se daný graf poutá k jednomu bodu na mapě (město, měřicí stanice, atd.). Metoda kartodiagramu naopak ukazuje průměr v uzemním celku, okrese, státě, oblasti. U obou těchto metod je velmi zajímavé zkoumat co má vliv na rozdíly mezi městy či regiony. Vliv může mít nadmořská výška, vzdálenost od moře (přímořské či vnitrozemské město), nebo pro průmysl okrese vliv výskytu nalezišť nerostných surovin či přístupnost regionu a jeho vliv na dopravu. Šířka stuhy použité ve stuhové metodě na první pohled dá přehled o poměru velikostí přepravy v daném směru. Vhodné je spojení stuhové grafu například s kartodiagramem průmyslu. Můžeme pak odhadnout zda je hlavní procento přepravy v daném směru přeprava osob za prací či dovoz materiálu nebo vývoz výrobků.

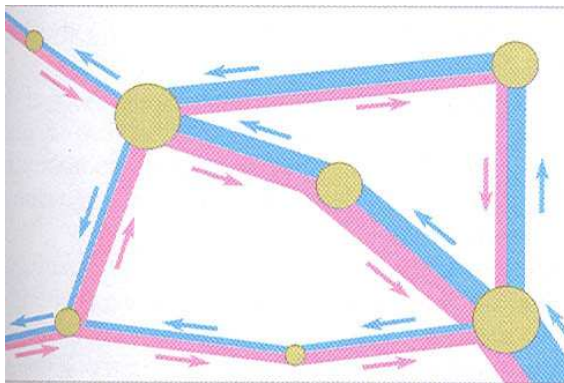
Zajímavá je i metoda anamorfózy, kde plocha oblasti na "mapě" odpovídá počtu obyvatel, ne rozloze jak jsme zvyklí.



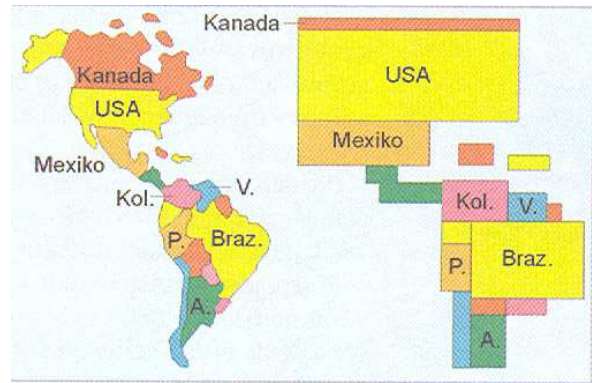
*Metoda lokalizovaných diagramů
(průběh teplot v daném místě)*



Metoda kartodiagramu. (průmysl okresu).

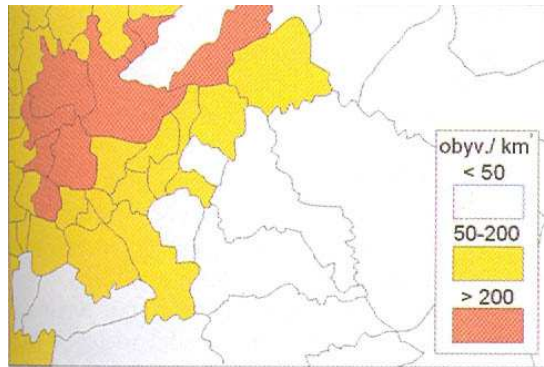


*Stuhová metoda vyjadřující velikost přepravy.
pro oba směry*

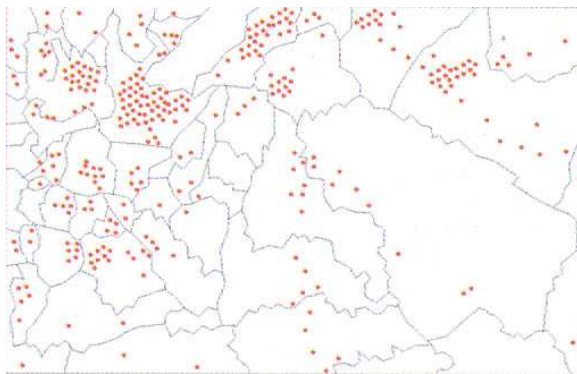


*Srovnání běžné mapy a mapy provedené
metodou anamorfózy,
kde plocha odpovídá počtu obyvatel.*

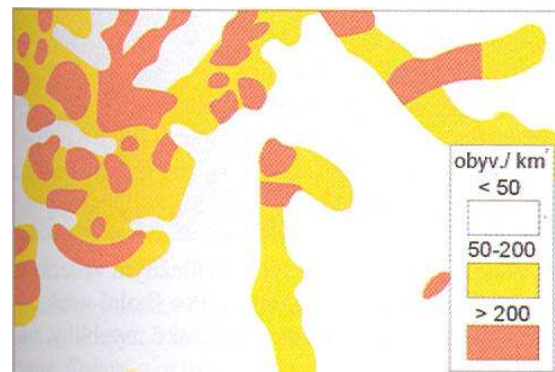
Pokud chceme znázornit hustotu zalidnění nějakého území, máme několik možností (jak ukazují následující grafy) Klasická metoda kartogramu ukazuje průměrnou hustotu zalidnění v daném okrese, tedy celku, jehož hranice jsou už dány předem. Pokud ovšem chceme přesnější vyjádření, kdy uvidíme rozdíly i v rámci jednoho okresu, můžeme použít tečkovou metodu, kde každá tečka bude představovat určitý počet lidí. Není přesně dáno kolik by jedna tečka měla představovat, ale chceme, aby mapa byla přehledná a zároveň, aby nebyla příliš obecná a vyplynuly na povrch i menší rozdíly. Na základě tečkové metody, můžeme vypracovat dasymetrickou (hustoměrnou) mapu, kde oblasti se stejnou (v rámci nějakého intervalu) hustotou osídlení označíme stejnou barvou (dle legendy).



Metoda kartogramu vyjadřuje hustotu zalidnění v okrese

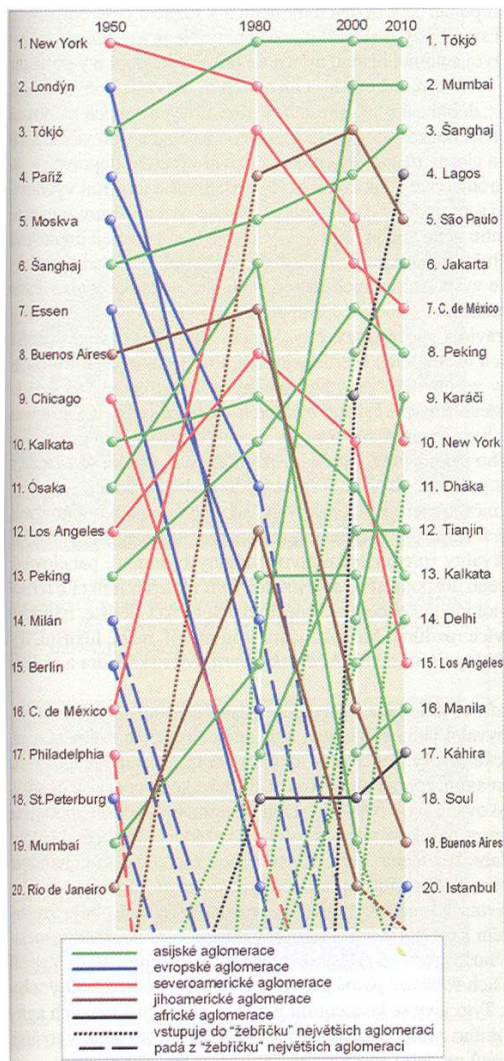


Tečková metoda, Čáry jsou hranice okresů, každá tečka znamená 200 obyvatel.

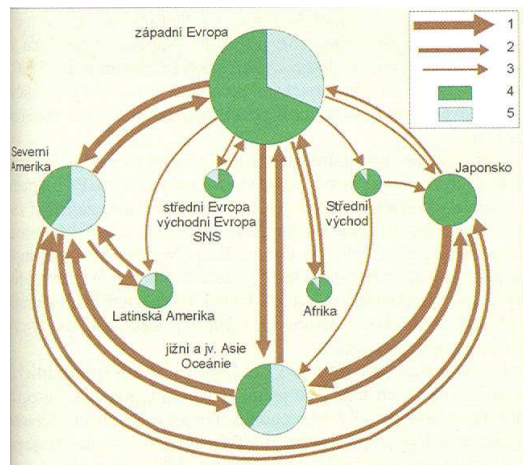


Dasymetrická (hustoměrná) metoda vymezuje hranice stejné hustoty zalidnění na podkladě mapy zpracované tečkovou metodou

Můžeme se ovšem setkat s dalšími netradičními variantami grafů. První graf ukazuje změny pořadí největších světových velkoměst podle počtu obyvatel. Jednak vidíme počáteční a koncovou tabulku a zároveň lehce vyčteme která města jak rychle či pomalu klesala či stoupala v tomto žebříčku. Můžeme zkoumat proč se tak děje, jaký je vztah mezi růstem či poklesem počtu obyvatel města v závislosti na oblasti ve které leží, jak geografických, tak zda je to vyspělá země či rozvojová. Druhý graf nám ukazuje obchodní výměnu mezi jednotlivými makroregiony. Tmavě zelená barva ukazuje podíl vnitřního obchodu a světle zelená podíl zahraničního obchodu. Velikost šipek cenu obchodů.

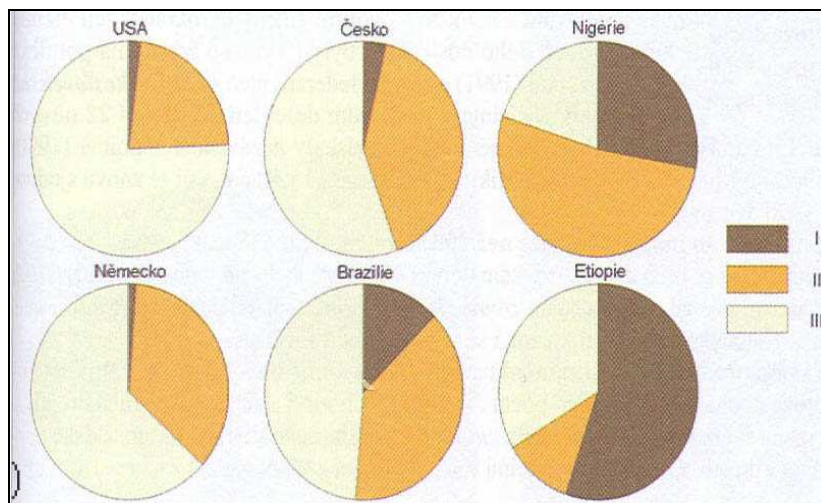


Změny pořadí největších světových velkoměst v letech 1950-2010 podle počtu obyvatel.



Globalizace se projevuje také zvětšenou obchodní výměnou mezi státy.

Na závěr ještě zmíním klasické koláčové grafy, se kterými se setkáváme často v médiích, kde nás seznamují se sledovaností programů, volebními preferencemi apod. V zeměpisě je můžeme použít na podíl souše a moře na Zemi, podíl slaných a sladkých vod nebo například rozdíly v sektorové struktuře vybraných zemí jako v následujícím případě. Na první pohled můžeme lehce srovnat daná data.

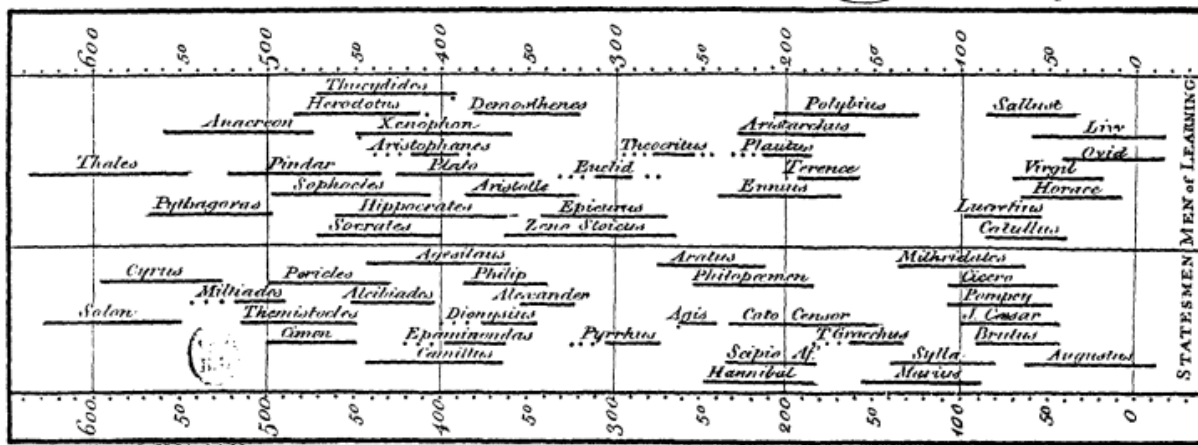


Rozdíly v sektorové struktuře vybraných zemí s odlišným stupněm sociálně ekonomického rozvoje.

7.3. Český jazyk, Výtvarná výchova, Hudební výchova

Je pravda, že zde využití grafů není nijak velké, ale i v těchto předmětech je možno žákům zjednodušit a přiblížit fakta a hlavně důležitá data ze života spisovatelů, hudebníků a malířů. Jak jsem poznamenala již dříve, lineární graf života spisovatelů (hudebníků, malířů) vzhledem k různým obdobím (renesance, klasicismus, důležité dějepisné události jako války a revoluce) pomohou osvětlit a přiblížit inspirace nebo zvraty v tvorbě umělců.

A Specimen of a Chart of Biography.

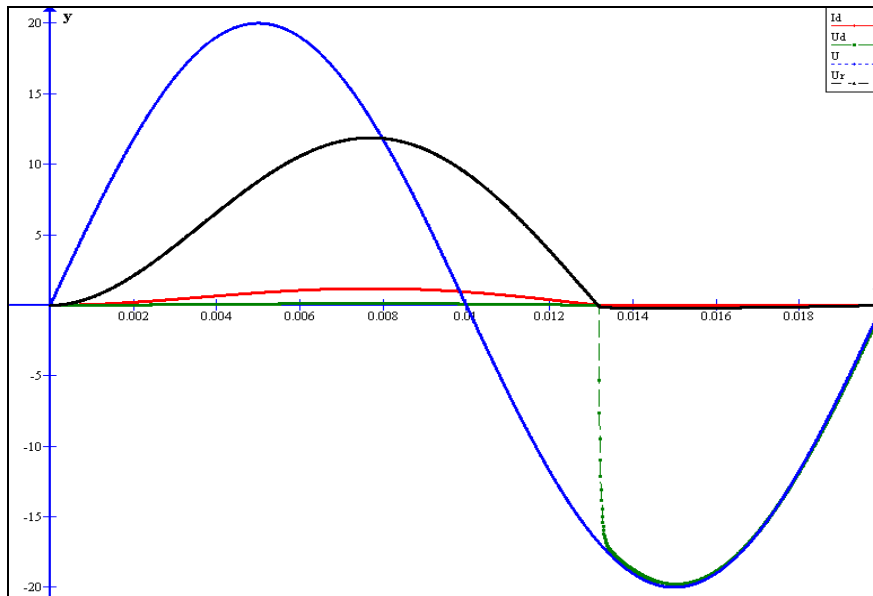


Časový diagram J. Priestleye

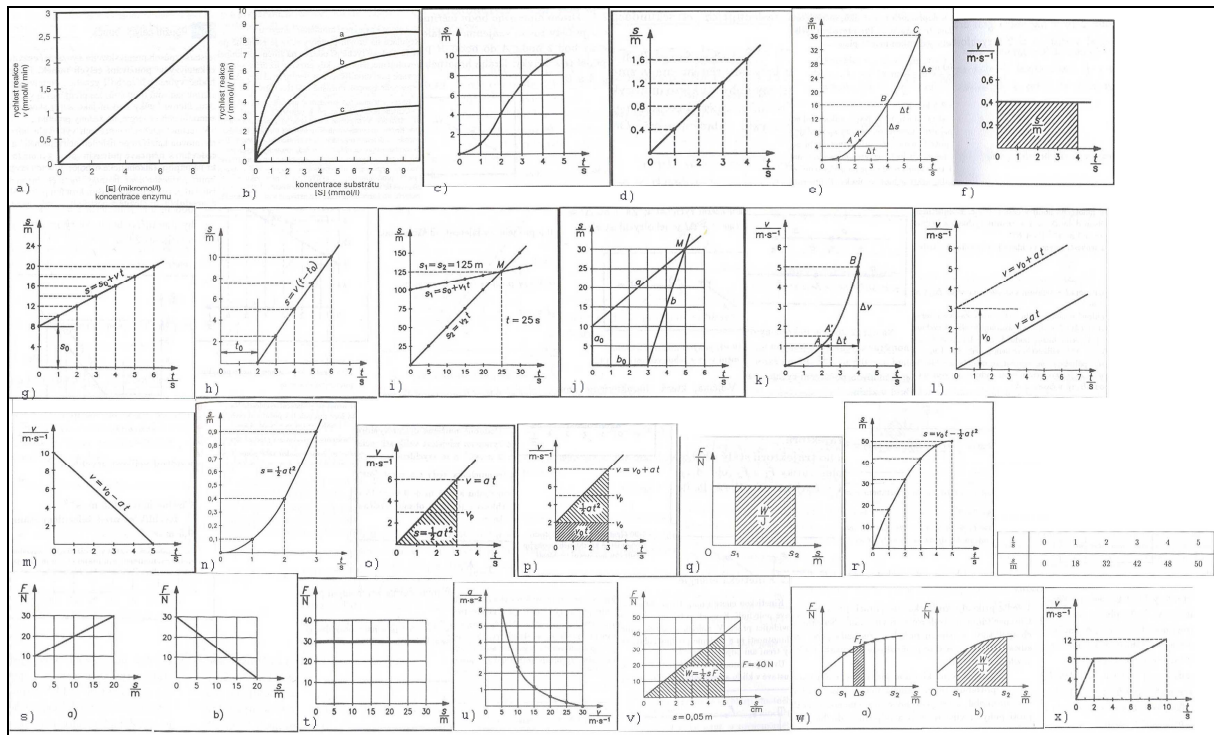
7.4. Fyzika

Myslím, že tento předmět nepotřebuje poukázat na žádné zvláštní příklady použití grafů. Fyzika využívá různých grafů a diagramů takřka na každém kroku, např. grafy změny tlaku, teploty, zrychlení... Takřka každý fyzikální text je doplněn grafem.

Jednoduché a stručné grafy, které mají hlavně informativní charakter. Jejich úkolem není zaujmout, ale čistě vypovědět fakta a pomoci si dané vzorce nebo vztahy mezi ději lépe uvědomit a pochopit. Na ukázkách je vidět, že se používá lineární vynesení hodnot na osy, počátek je v průsečíku souřadnicových os a je voleno vhodné měřítko.



Obr 56: Vodivost diody



- a) Závislost počáteční rychlosti jednosubstrátové enzymové reakce na koncentraci enzymu při konstantní rychlosti.
 b) Závislost počáteční reakční rychlosti jednosubstrátové enzymové reakce na koncentraci substrátu při konstantní koncentraci enzymu.
 c) Graf závislosti dráhy hmotného bodu na čase.
 d) Graf závislosti dráhy na čase pro rovnoměrný pohyb.
 e) Graf průměrné rychlosti a velikosti okamžité rychlosti hmotného bodu.

- f) Graf závislosti velikosti rychlosti rovnoměrného pohybu na čase
- g) Graf dráhy rovnoměrného pohybu při počáteční dráze s_0 .
- h) Graf dráhy rovnoměrného pohybu, který začíná v čase t_0 .
- i) Graf k příkladu o závislosti dráhy na čase.
- j) Graf závislosti dráhy na čase pro dva hmotné body A a B.
- k) Graf k definici velikosti zrychlení přímočarého pohybu.
- l) Grafy závislosti velikosti rychlosti rovnoměrně zrychleného přímočarého pohybu na čase.
- m) Graf závislosti velikosti rychlosti na čase pro hmotný bod při rovnoměrně zpomaleném pohybu.
- n) Graf dráhy rovnoměrně zrychleného pohybu.
- o) Grafické znázornění dráhy rovnoměrně zrychleného pohybu s nulovou počáteční rychlostí.
- p) Grafické znázornění dráhy rovnoměrně zrychleného pohybu s nenulovou počáteční rychlostí.
- q) Grafické určení práce při konstantní síle.
- r) Grafy dráhy rovnoměrně zpomaleného pohybu společně s tabulkou hodnot.
- s) Grafy závislosti síly působící na těleso na jeho dráze.
- t) Graf závislosti síly působící na těleso na dráze těleso.
- u) Graf velikosti zrychlení v závislosti na rychlosti.
- v) Graf závislosti velikosti síly F na prodloužení s pružiny.
- w) Grafické určení práce při proměnné síle.
- x) Graf závislosti rychlosti motocyklu na čase.

Předchozí grafy ukazují základní grafy nejen z fyziky. Je vidět jejich široké využití, jednoduché provedení a přitom velkou informační hodnotu.

7.5. Společenské vědy

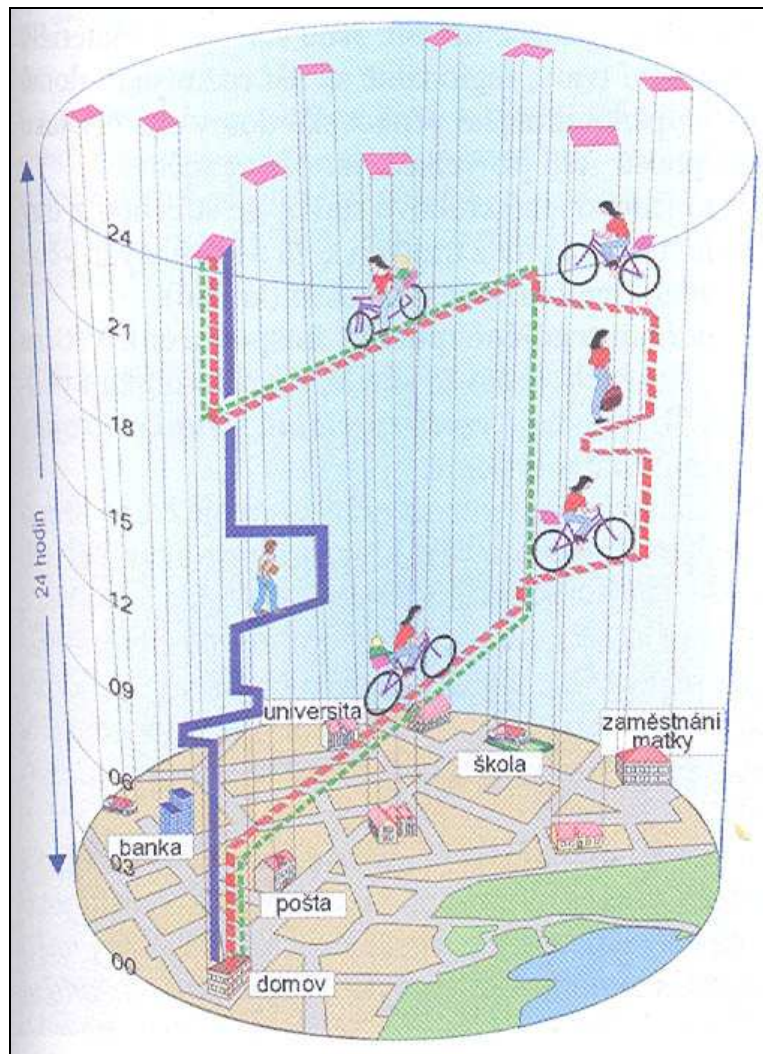
Ve společenských vědách se můžeme lehce inspirovat dějepisem, neboť migrace, věkový průměr obyvatelstva a další aspekty lidského bytí se týkají jak minulosti, tak současnosti. V psychologii zase můžeme grafem vhodně a přehledně vyjádřit závislost výskytu různých psychických onemocnění nebo kriminality v závislosti na prostředí, sociální úrovni či věku atd.



Anketa ve Žďáru nad Sázavou

Následující graf je velmi zajímavý, nápaditý a názorný. Bylo by vhodné ho doplnit podrobnějším popisem s místy a časy, ale pro prvotní dojem velmi zajímavý, netradiční a názorný graf. Ukazuje nám pohyb jedné rodiny v průběhu času po městě či vesnici. Můžeme

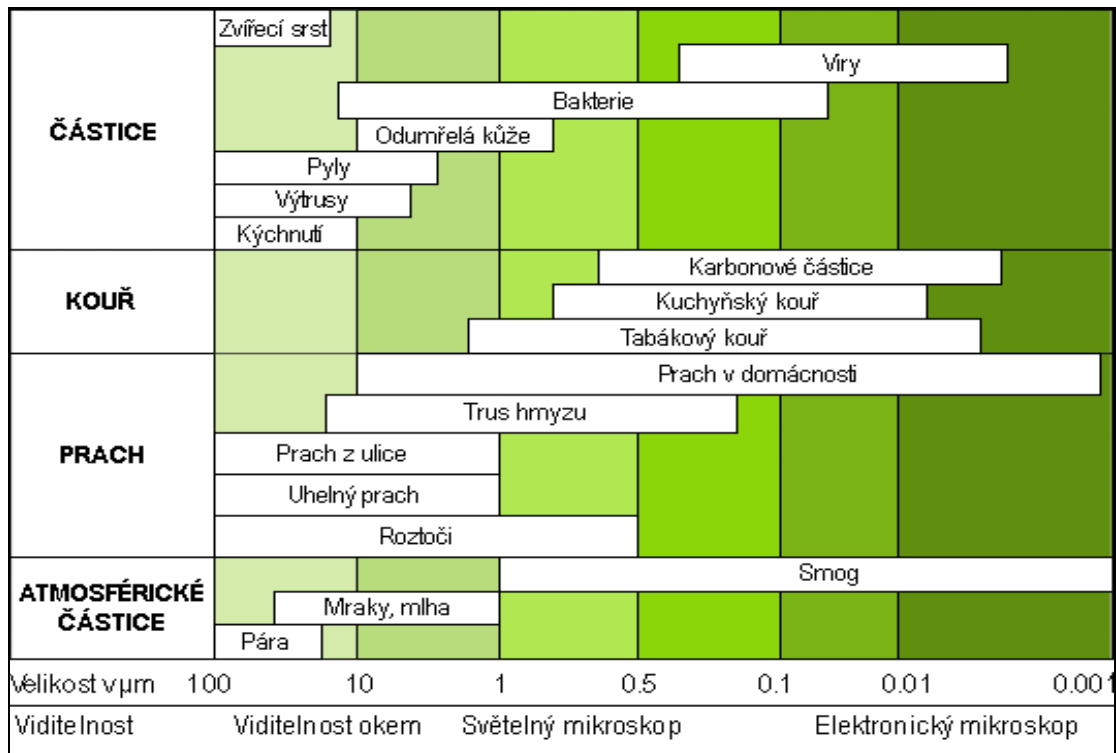
zjistit jak dlouho tráví ve škole či v práci, v kolik vstávají či chodí z práce. Doplňkové obrázky nám ukazují způsob přepravy, pěšky či na kole a který člen dané rodiny má jakou barvu čáry.



Časoprostorové schéma denního pohybu obyvatel

7.6. Biologie

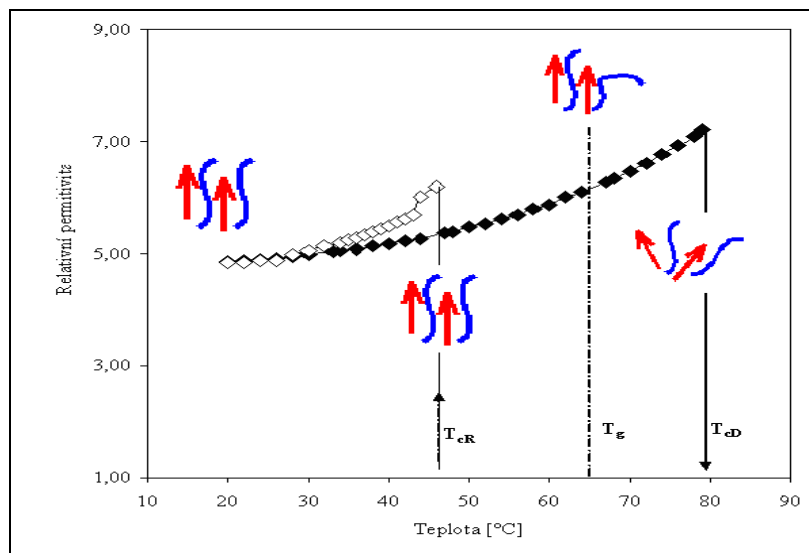
I v biologii mají grafy velké využití. Jednorozměrným grafem můžeme například znázornit květenství rostlin, proudový nám ukáže migraci zvířat, hmyzu či ptactva. Můžeme sestavit i grafy ukazující četnost výskytu živočišného druhu nebo výšku travního porostu a jejich změny během ročních období. Nejčastěji se setkáváme s grafy znázorňujícími vývoj jednotlivých druhů zvířat a rostlin v průběhu existence naší planety. V mineralogii se grafy výborně hodí pro prezentaci například tavení hornin a minerálů v závislosti na čase a tlaku.



Obr 58: Viditelnost malých částic

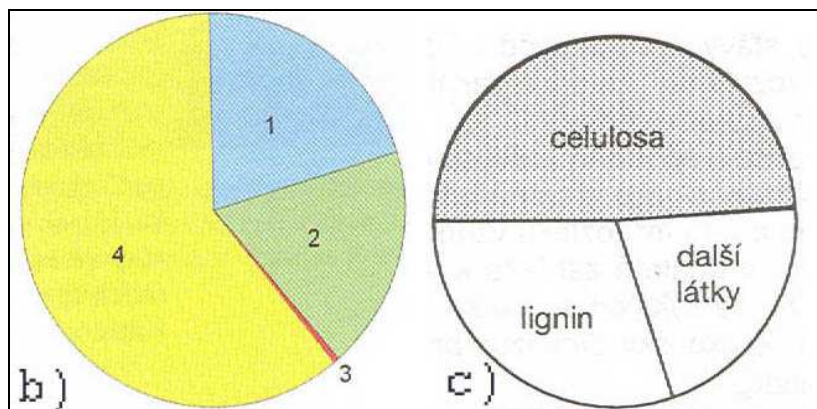
7.7. Chemie

Chemie je také jeden z předmětů, kde není potřeba složitě hledat využití grafu. Průběh reakce v závislosti na čase, objem, změna skupenství, a další se nejlépe zobrazují pomocí grafu.



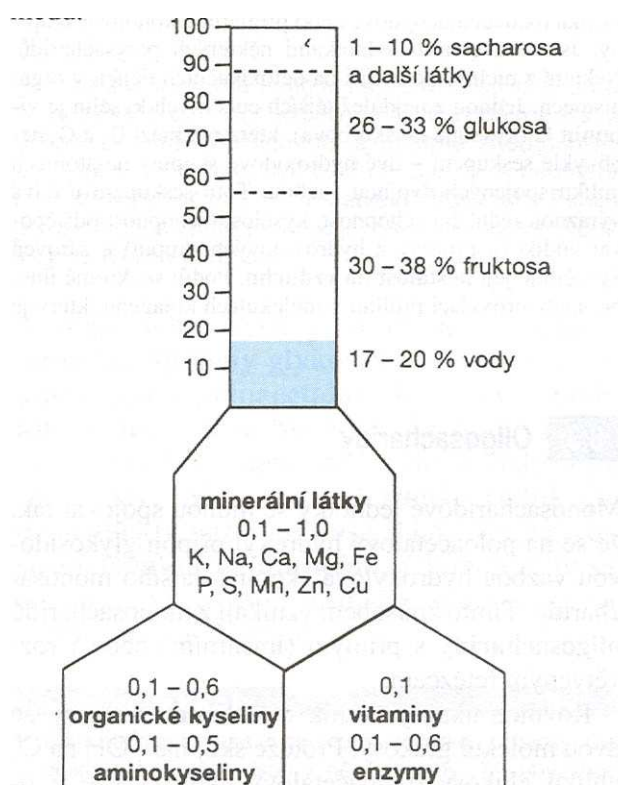
Teplotní závislost permitivity dotovaného polymeru

Koláčové grafy mají upotřebení ve více předmětech středoškolského učiva. I v chemii mají své uplatnění.

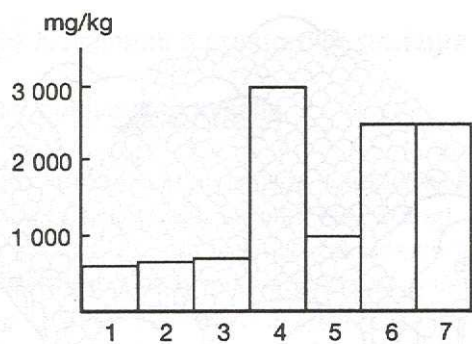


b) Podíl jednotlivých druhů elektráren na výrobě el. energie: 1) vodní, 2) jaderná, 3) geotermální, 4) tepelná.
c) složení suchého dřeva

Následující graf dle mého není úplně šťastně zvolen. Na první pohled dává pocit velkého zastoupení minerálních látek, vitamínů atd. v medu, protože zastupují větší plochu, než zbylé složky. Taktéž poměr rozdělení ostatních složek není na první pohled patrný a velikost zastoupení zjistíme spíše až z popisek. Taktéž rozdělení neodpovídá úplně přesně procentuálnímu zastoupení. Např. sacharosa v zastoupení 1 – 10% přesto je čára oddělující tuto oblast od jiné zjevně pod 90 a tedy je ta oblast více než 10%.



9 Hlavní složky medu v procentech hmotnosti (g/100 g medu)



16 Obsah cholesterolu v potravinách (v % hmotnosti):
 1 maso vepřové libové, 2 hovězí libové, 3 drůbeží, 4 játra,
 5 sýry, 6 máslo, 7 vejce; jde o průměrné hodnoty

Tento graf dává jasně na první pohled srovnání obsahu cholesterolu. Je náležitě označen a dává představu o rozdílu obsahu v jednotlivých potravinách.

8. Závěr

V tomto textu jsem se snažila poukázat na základní poznatky o grafech a tématických mapách, především na způsoby jejich využití, se kterými se setkáváme v mediích. Tato práce navazuje na [3], odkud jsem také do jisté míry čerpala většinu základních informací o grafech a jejich rozdělení, proto jsem se zde nezabývala vhodným výběrem grafu pro vlastní prezentaci, ale spíše obecnými zásadami a více jsem se zaměřila na problematiku zneužití grafů v mediích.

Podrobněji jsem se podívala na tématickou kartografii, její počátky, vývoj, možnosti a hlavně úskalí, která mohou vzniknout. Zvláště pak kartézského grafického systému a bodových map. Do této kapitoly jsem zahrнула i seznamy principů definujících "dobrý" graf, předkládaných zahraničními autory, kteří se touto problematikou podrobněji zabývají již několik desítek let.

Velkým přínosem pro prezentaci grafů a kartografie mohou být anaglyphy. Jsou velmi názorné a odbourávají některé nepřesnosti způsobené různými druhy promítání trojrozměrného objektu do roviny. Toto téma je však velmi rozsáhlé a proto se o něm zmiňuji spíše jen jako o zajímavosti, která by stála za delší prostudování.

Hlavní část rozpoznání chyb a nepřesností grafů však stále zůstává na čtenáři. Můžeme předložit spousty pouček a pravidel, ale stále je třeba přistupovat ke každému grafu individuálně a s určitou dávkou představivosti. V tomto rozhodování nám může pomoci určité "zažítí si" grafů. Proto je třeba, aby se s nimi pracovalo už ve škole nejen v hodinách matematiky a fyziky, ale i jiných předmětů a žákům se tak dostalo do podvědomí, že grafy jsou nedílnou součástí našeho života, a aby se s nimi naučili správně pracovat a vyčíst správné informace.

9. Literatura

- [1] Bachi R.: *New Methods of Geostatistical Analysis and Graphical Presentation*, Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York 1999, 115 – 134.
- [2] Beattie V., Jones M. J.: *The Use and Abuse of Graph*, In: Annual Reports: Theoretical Framework and Empirical Study, 1992,
<http://eprints.gla.ac.uk/796/01/Beattieacbusres1992.pdf>
- [3] Dyer G.: *Advertising as Communication*, Routledge, New York 1982
- [4] Quittnerová L.: *Geometria v reklamě – grafické zobrazování*, Bakalářská práce, Praha 2006
- [5] Saxl I., Ilucová L.: *Historie grafického zobrazování statistický dat*. ROBUST 2004, Třešť 7. – 11. červen 2004, JČMF, Praha 2004, 363 – 386.
- [6] Swoboda H.: *Moderní statistika*, SVOBODA, Praha 1977
- [7] Voelkl K. E., Gerber S. B.: *Using SPSS for Windows, Data Analysis and Graphics*, Springer-Verlag New York, New York 1999
- [8] *Data Graphics*, <http://web.utk.edu/~glenn/DataGraphics.html>
- [9] *EIA Guidelines for Statistical Graphs*, <http://www.eia.doe.gov/neic/graphs/preface.htm>
- [10] Hankins T. L.: *Blood, Dirt, and Nomograms*,
<http://www.journals.uchicago.edu/Isis/journal/demo/v000n000/000000/000000.text.html>
- [11] *Milestones in the History of Thematic Cartography, Statistical Graphics, and Data Visualization*, <http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/>
- [12] *Presenting Data: Tabular and graphic display of social indicators*,
<http://lilt.ilstu.edu/gmclass/pos138/datadisplay/badchart.htm>
- Grafy a kartografické mapy v kapitole 7 jsou brány z učebnic pro střední školy.
- [13] Bednařík M., Šířoká M., Bujok P.: *Fyzika pro gymnázia – Mechanika*, PROMETHEUS, Praha 1997
- [14] Bičík I., Janský B. a kolektiv: *Příroda a lidé Země – Učevnice zeměpisu pro střední školy*, Nakladatelství České geografické společnosti, Praha 2006
- [15] Kolář K., Kodíček M., Pospíšil J.: *Chemie /organické a biochemie/ II pro gymnázia*, SPN, Olomouc 1997
- [16] Čornej P., Čornejová I., Parkan F.: *Dějepis 2 pro gymnázia a střední školy*, SPN, Praha 2004
- [17] *Atlas světových dějin 1. díl*, Kartografie Praha, Praha 2005

Jednotlivé grafy a obrázky jsou brány z Internetu, pro velké množství adres je zde neuvádím všechny