Podle toho, k čemu se validita vztahuje, lze rozlišit validitu:

- *obsahovou* (posuzujeme, do jaké míry se měří stanovený obsah),
- *souběžnou* (posuzujeme, do jaké míry se měření shoduje s jiným měřením týchž objektů),
- *predikční* (posuzujeme, do jaké míry provedené měření vypovídá o budoucím vývoji objektů),
- *konstruktovou* (pojmovou, teoretickou), u které posuzujeme, do jaké míry ovlivňuje výsledky provedeného měření nějaký faktor – konstrukt).

Reliabilita měření

Pojem reliabilita se často nahrazuje pojmy spolehlivost, stabilita, homogenita, přesnost, konzistence nebo stálost, avšak žádný z nich pojem reliability plně nevystihuje. Aby měření bylo reliabilní, je třeba, aby při opakování za stejných podmínek poskytovalo stejné (zhruba stejné) výsledky. Tento aspekt reliability je možno označit jako *spolehlivost měření.* V některých případech je reliabilita chápána jen v tomto zúženém smyslu. Jestliže však chápeme reliabilitu širším způsobem, potom požadujeme, aby měření vedle spolehlivosti bylo ještě navíc přesné, tj. minimálně zatíženo chybami měření. Za přesné považujeme takové měření, při kterém se dopouštíme jen malého počtu chyb a tyto chyby nejsou příliš velké. Oba uvedené aspekty, tj. spolehlivost a přesnost, zahrnujeme pod společný pojem *reliabilita měření.* Dostatečně vysoká reliabilita je nutnou podmínkou dobré validity měření, vysoká reliabilita však ještě nezaručuje dobrou validitu.

Stupeň reliability měření se vyjadřuje *koeficientem reliability.* Je to číslo, které může nabývat hodnot od 0 do +1, přičemž platí, že 0 vyjadřuje nulový stupeň reliability a 1 vyjadřuje maximální (ideální) stupeň reliability.

Koeficient reliability je možno určovat mnoha způsoby. Uvedeme jen některé, v praxi často používané postupy:

- **Metoda opakovaného měření**
  Měření se provádí opakovaně (stejným měrným nástrojem) za stejných podmínek a koeficient reliability se určuje jako koeficient korelace pro obě provedená měření. Tento způsob stanovení reliability, který postihuje aspekt spolehlivosti měření, není v praxi příliš častý, protože je velmi obtížné (ne-li nemožné) zajistit dvakrát po sobě stejné podmínky pro měření.

- **Metoda paralelního měření**
  Měření se provádí opakovaně, za použití různých (ale ekvivalentních) měrných nástrojů (např. určitý problém se opakovaně zkoumá pomocí dvou dotazníků, které se různými způsoby dotazují na tutéž problematiku). Koeficient reliability se vypočítává i v tomto případě jako korelační koeficient pro obě měření. Tato metoda určování reliability postihuje opět aspekt spolehlivosti měření a je pro svoji náročnost v praxi spíše výjimkou.

- **Metoda půlení (half-split method)**
  U této metody se provedené měření (např. výsledky testu) rozděluje na dvě poloviny a každá z nich se potom samostatně vyhodnocuje. Výsledky měření dosažené oběma polovinami měrného nástroje se potom korelují a ze stupně korelace se vychází při stanovení koeficientu reliability. Podrobnosti výpočtu lze nalézt například v práci (Chráska, 1999).

- **Výpočet koeficientu reliability pomocí Kuderova-Richardsonova vzorce**
  U této metody, která se používá např. při stanovení reliability didaktických testů, vychází koeficient reliability ze známého počtu úloh v testu, z obtížnosti jednotlivých testových úloh a z variability provedeného měření (směrodatné odchylky). Podrobnosti výpočtu lze opět najít např. v práci (Chráska, 1999).

- **Stanovení reliability pomocí Cronbachova koeficientu alfa**
  Tato metoda vychází z tzv. dvojnásobné analýzy rozptylu a bývá dostupná při zpracovávání výsledků měření novějšími počítačovými statistickými systémy (např. STATISTICA 6.0 Cz (nabídka: Vícerozměrné průzkumové techniky → Analýza spolehlivosti).

Určování reliability měření nemá v našich pedagogických výzkumech příliš dlouhou tradici. Pojem reliability je zatím většinou spojován jen s didaktickými testy, zatímco ostatní druhy měření (např. měření při pozorování, měření dotazníkem atd.) zpravidla nejsou tomuto kritériu podrobovány.

Praktičnost měření

Pro praxi měření mají velký význam i takové vlastnosti jako jednoduchost, hospodárnost, úspornost, snadná proveditelnost, malá časová náročnost, malé nároky na kvalifikaci osoby, která měření realizuje atd. Tyto vlastnosti měření označujeme společným názvem *praktičnost měření.*

Někdy se v literatuře uvádějí i další vlastnosti měření, jako např. citlivost (senzibilita), objektivita atd. Lze však prokázat, že tyto vlastnosti jsou součástí vlastností výše uvedených.

2.3 METODY ZPRACOVÁNÍ DAT V PEDAGOGICKÝCH VÝZKUMECH

V klasických (kvantitativně orientovaných) výzkumech získáváme o studovaných jevech zpravidla velké množství číselných údajů (dat). Abychom z naměřených dat mohli vyčíst potřebné informace, je nutné je nejdříve zpracovat. Při zpracování výsledků pedagogických výzkumů se zpravidla realizují následující kroky:

- uspořádání dat a sestavení tabulek četností,
- grafické znázornění naměřených dat,

- výpočet charakteristik polohy (měr ústřední tendence),
- výpočet charakteristik rozptýlení (měr variability).

2.3.1 USPOŘÁDÁNÍ DAT A SESTAVOVÁNÍ TABULEK ČETNOSTÍ

Základní utřídění dat lze provést například pomocí tzv. *„čárkovací metody"*. Postup budeme ilustrovat na následujícím příkladě.

Příklad 3

Při měření vědomostí žáků didaktickým testem byly získány výsledky (počet bodů): 11, 8, 7, 10, 10, 6, 10, 12, 6, 9, 8, 8, 9, 10, 11, 10, 9, 9, 7, 11, 7, 8, 9, 10, 9, 8, 9, 12, 9, 5.

Pomocí čárkovací metody sestavíme tabulku četností.

Při použití čárkovací metody nejdříve zapíšeme do sloupce (vlevo) všechny hodnoty, jichž bylo při měření dosaženo. Hodnoty přitom uvádíme seřazené podle velikosti (od nejmenší po největší). Následně procházíme jednotlivé hodnoty a pomocí čárek zaznamenáváme jejich výskyt. Výsledky čárkovací metody potom převedeme do tabulky četností (tab. 3). Počet žáků, kteří dosáhli určitého výsledku v didaktickém testu, označujeme jako *četnost*. Pokud není uvedeno jinak, rozumí se pod označením četnost tzv. *absolutní četnost.*

Tab. 3 *Sestavení tabulky četností čárkovací metodou*

Výsledek v testu (počet bodů)	Žáci, kteří daného výsledku dosáhli	Četnost n_i	Relativní četnost f_i	Kumulativní četnost
5	/	1	0,033	1
6	//	2	0,067	3
7	///	3	0,100	6
8	/////	5	0,166	11
9	////////	8	0,267	19
10	//////	6	0,200	25
11	///	3	0,100	28
12	//	2	0,067	30
		Σ 30	**Σ 1,000**	

Někdy bývá účelné doplnit tabulku četností ještě o tzv. *relativní četnosti*. Relativní četnost f_i je podíl četnosti (absolutní) n_i a celkové četnosti n, tj.

$$f_i = \frac{n_i}{n} \qquad (4)$$

Relativní četnosti je možno také vyjádřit v procentech. V tom případě se vypočítaná hodnota f_i vynásobí 100 %. Relativní četnost poskytuje informaci o tom, jak velká část z celkového počtu hodnot připadá na danou hodnotu (kategorii).

Pro některé statistické analýzy je třeba tabulku četností doplnit o tzv. *kumulativní četnosti* n_k. Kumulativní četnost je četnost v určitém řádku tabulky a četnosti ve všech předchozích řádcích dohromady.

Jestliže byl při měření získán velký počet různých hodnot (nebo v případě měření tzv. spojitých náhodných veličin), obsahovala by tabulka četností příliš velký počet řádků a stávala by se nepřehlednou. V těchto případech se většinou získaná data seskupují do tzv. *intervalů*. Většinou se uvádí, že počet intervalů by neměl být větší než 20 a menší než 6.

Nejvýhodnější hloubku (šířku) intervalu lze přibližně stanovit podle celé řady empirických vzorců, např.

$$h \approx 0{,}08 \cdot R \qquad (5)$$

$$\text{nebo} \quad \frac{R}{24} < h < \frac{R}{12} \qquad (6)$$

kde h je hloubka intervalu a R je tzv. *variační šíře* (rozdíl mezi největší a nejmenší naměřenou hodnotou). Vypočítanou hodnotu h je zpravidla nutno zaokrouhlit na vhodné celé číslo. Při stanovení intervalů je třeba dbát na to, aby krajní intervaly (první a poslední) nebyly prázdné a na to, aby všechny intervaly měly stejnou hloubku.

Sestavení tabulky četností s použitím intervalů a výpočet relativních četností budeme ilustrovat na příkladě.

Příklad 4

Na základní škole se uskutečnil výzkum, ve kterém se měřila výška žáků. Při měření skupiny 31 žáků byly získány následující výsledky (cm). 144, 149, 145, 142, 146, 147, 141, 150, 143, 146, 150, 141, 148, 148, 144, 141, 145, 148, 144, 143, 155, 133, 158, 154, 151, 140, 136, 137, 153, 139, 138.

Vzhledem k poměrně velké variační šíři výsledků (R = 158 – 133 = 25) bude v daném případě vhodné výsledky zapisovat do tabulky četností s intervaly. Podle vzorce (5) vychází optimální hloubka intervalu $h \approx 25 \cdot 0{,}08 = 2$.

Podle vzorce (6) vychází optimální délka intervalu

$$\frac{25}{24}=1{,}04<h<\frac{25}{12}=2{,}08$$

Oběma výsledkům odpovídá hloubka intervalu h = 2 body.

***Tab.** 4 Tabulka četností s intervaly*

Výška žáků (cm)	Četnost n_i	Střed intervalu x_i	Kumulativní četnost n_k
133–134	1	133,5	1
135–136	1	135,5	2
137–138	2	137,5	4
139–140	2	139,5	6
141–142	4	141,5	10
143–144	5	143,5	15
145–146	4	145,5	19
147–148	4	147,5	23
149–150	3	149,5	26
151–152	1	151,5	27
153–154	2	153,5	29
155–156	1	155,5	30
157–158	1	157,5	31
	Σ 31		

Abychom mohli s výsledky (které jsou v tabulce četností uvedeny) počítat, doplňujeme tabulku ještě o další sloupec, který označujeme jako *střed intervalu*. Vzhledem k tomu, že z tabulky četností, která používá intervaly, nelze přesně určit jednotlivé hodnoty, předpokládáme, že hodnoty jsou v intervalech rozloženy „rovnoměrně“ se středem v polovině intervalu.

Poznámka: Při výpočtu aritmetického průměru pomocí středů intervalů se dopouštíme určité chyby, která však většinou není příliš velká (zvláště u souborů dat velkého rozsahu). Pokud zpracováváme soubory dat malého rozsahu a pokud jednotlivé naměřené hodnoty známe, můžeme místo středů intervalů vypočítat pro každý interval průměr hodnot v něm obsažených ($\bar{x}_i$) a aritmetický průměr celého souboru dat potom počítat jako průměr průměrů v jednotlivých intervalech.

Statistické charakteristiky se zpravidla vypočítávají (při počítačovém zpracování také tisknou) na více desetinných míst, než kolik jich obsahují vstupní údaje. Vypočítané hodnoty proto zpravidla zaokrouhlujeme na 2–3 platné číslice.

V tabulkách by každé pole mělo být vyplněno údajem (číslicí nebo symbolem). Platí zásada, že vodorovná čárka (–) vyjadřuje skutečnost, že daná hodnota se nevyskytla. Nula (s příslušným počtem desetinných míst) informuje o tom, že naměřená hodnota je tak malá, že ji můžeme považovat za nulovou. Tečka (.) vyjadřuje skutečnost, že hodnotu neznáme.

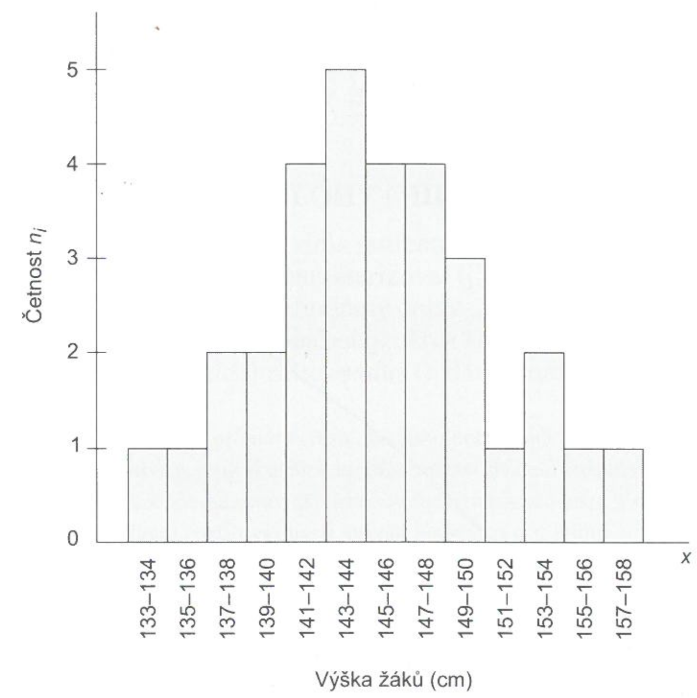
Sestavování tabulek četností, ale i další statistické operace, nám může usnadnit výpočetní technika. Možnosti využití některých statistických výpočetních systémů při zpracování výzkumných dat budeme uvádět v poznámkách, vždy po vysvětlení příslušných procedur.

Možnosti analýzy na PC

EXCEL 97:	Vložit funkci → Statistické → Četnosti
STATGRAPHICS 5.0:	Plotting and descriptive statistics → Descriptive methods → Frequency tabulation
STATISTICA 6.0 Cz:	Základní statistiky a tabulky → Tabulky četnosti

2.3.2 GRAFICKÉ METODY ZOBRAZOVÁNÍ DAT

Data obsažená v tabulce četností je možno prezentovat také v názorné podobě. K tomuto účelu se používají např. histogramy četností, polygony četností, součtové křivky, výsečové grafy apod.

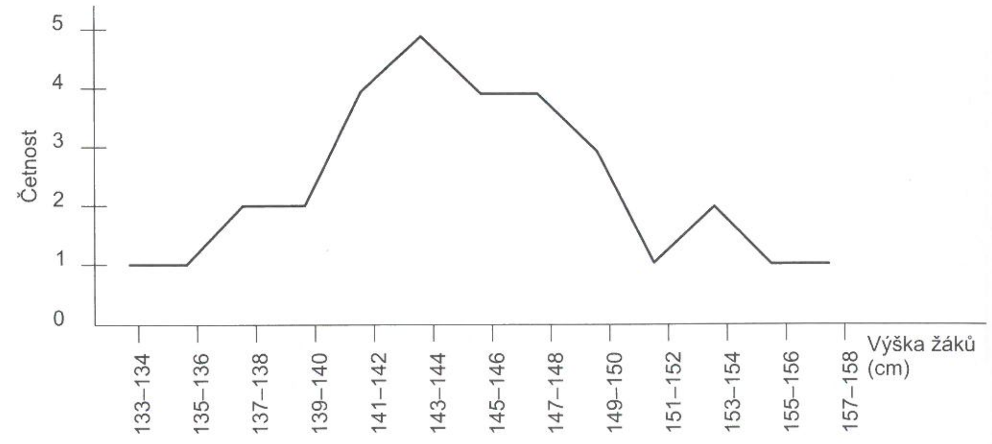


***Obr.** 2 Histogram četností*

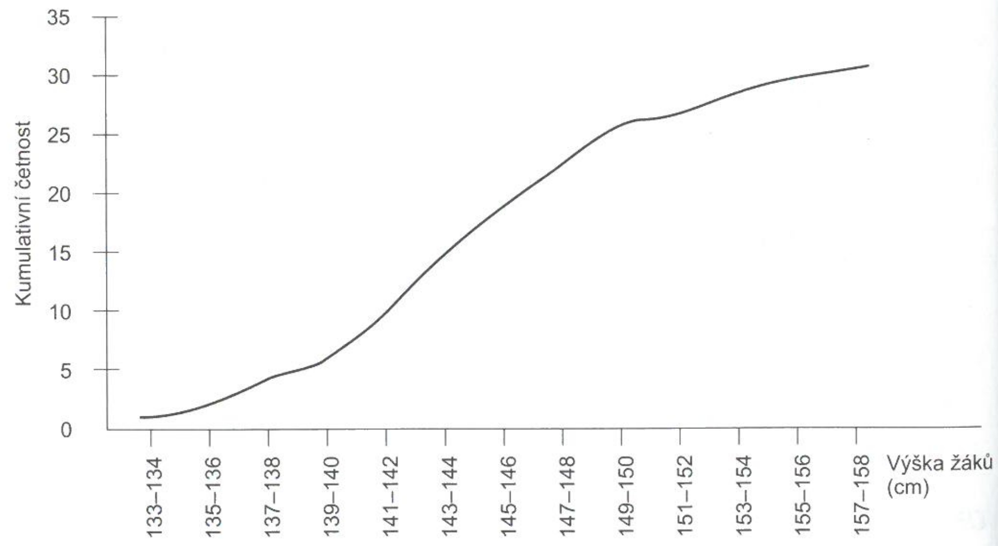
U *histogramu četností* se v podstatě jedná o sloupcový diagram, u kterého na vodorovnou osu (x) zobrazujeme jednotlivé naměřené hodnoty (intervaly) a na svislou osu (y) četnosti hodnot n_i. *Polygon četností* se liší od histogramu tím, že se jedná o diagram spojnicový. Obr. 2 a obr. 3 uvádějí histogram a polygon četností pro výsledky z tab. 4.

Někdy bývá výhodné graficky znázornit také závislost mezi dosaženými výsledky a kumulativními četnostmi. Tento graf kumulativních četností bývá označován jako *součtová křivka* nebo *Galtonova ogiva* (obr. 4).

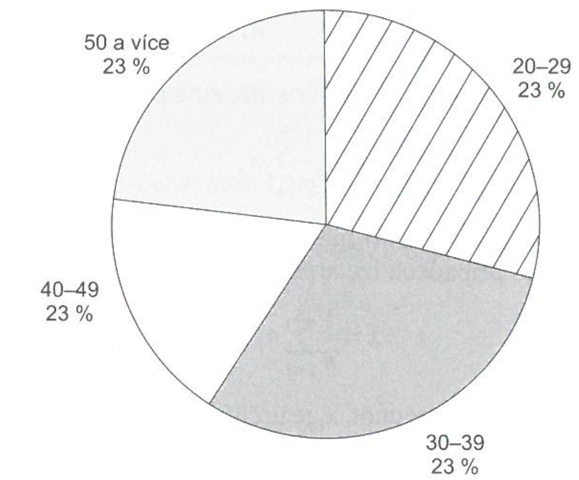
Výsečového diagramu můžeme využít např. k názornému zobrazení struktury složení výběrového souboru (obr. 5).



***Obr. 3** Polygon četností*



***Obr. 4** Graf kumulativních četností (Galtonova ogiva)*



***Obr. 5** Věková struktura výběrového souboru respondentů (počet roků)*

Možnosti analýzy na PC

EXCEL 97:	Průvodce grafem → Sloupcový; spojnicový; výsečový
STATGRAPHICS 5.0:	Plotting and descriptive statistics → Plotting function → Barcharts; Piecharts
STATISTICA 6.0 Cz:	Grafy → 2D grafy → Histogramy; spojnicové grafy; výsečové grafy

2.3.3 CHARAKTERISTIKY POLOHY (MÍRY ÚSTŘEDNÍ TENDENCE)

Při zpracování hromadných dat zpravidla potřebujeme všechna naměřená data nějakým způsobem výstižně a stručně charakterizovat (jinak řečeno – potřebujeme určit hodnotu, která by všechny naměřené hodnoty dobře „reprezentovala“). V pedagogických výzkumech se k tomuto účelu nejčastěji užívá *aritmetický průměr* (u dat metrických), *medián* (u dat ordinálních) nebo *modus* (u dat nominálních).

Poznámka: Pomocí aritmetického průměru (resp. mediánu nebo modu) odhadujeme střední hodnotu základního souboru, jejíž skutečná hodnota zpravidla není známá (srov. kap. Rozsah výběru). Střední hodnota se zpravidla označuje řeckým písmenem μ. V dalším textu nebudeme (pro jednoduchost) rozlišovat mezi střední hodnotou μ a jejími odhady pomocí výběrových charakteristik (aritmetický průměr $\bar{x}$, medián $\tilde{x}$, modus $\hat{x}$).

2.3.3.1 Aritmetický průměr

Aritmetický průměr $\bar{x}$ z číselných hodnot $x_1, x_2, x_3, \ldots x_n$ lze vypočítat podle vzorce

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_n}{n} \tag{7}$$

kde n je celková četnost všech hodnot.