

1. Při zjišťování počtu nezletilých dětí ve třiceti vybraných rodinách byly získány tyto výsledky: 1, 1, 0, 2, 3, 4, 2, 2, 3, 0, 1, 2, 2, 4, 3, 3, 0, 1, 1, 1, 2, 2, 0, 2, 1, 1, 2, 3, 3, 2. Uspořádejte získané údaje do tabulky rozdělení četností a vyjádřete je i v procentech. Určete vhodné charakteristiky polohy a variability.

$x_i$	0	1	2	3	4
$n_i$	4	8	10	6	2
$p_i$	13,3%	26,7%	33,3%	20,0%	6,7%
$x_i \cdot n_i$	0	8	20	18	8
$ x_i - \bar{x} $	1,8	0,8	0,2	1,2	2,2
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} $	7,2	6,4	2	7,2	4,4
$ x_i - \bar{x} ^2$	3,24	0,64	0,04	1,44	4,84
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} ^2$	12,96	5,12	0,4	8,64	9,68

$$n = 30$$

$$\bar{x} = \frac{0 + 8 + 20 + 18 + 8}{30} = \underline{\underline{1,8}}$$

$$Mod(x) = \underline{\underline{2}}$$

$$Med(x) = \frac{x_{15} + x_{16}}{2} = \underline{\underline{2}}$$

$$R_x = 4 - 0 = \underline{\underline{4}}$$

$$d = \frac{7,2 + 6,4 + 2 + 7,2 + 4,4}{30} = \underline{\underline{0,91}}$$

$$rd = \frac{0,91}{1,8} \cdot 100 = \underline{\underline{50,37\%}}$$

$$s_x^2 = \frac{12,96 + 5,12 + 0,4 + 8,64 + 9,68}{30} = \underline{\underline{1,23}}$$

$$s_x = \sqrt{1,23} = \underline{\underline{1,11}}$$

$$v_x = \frac{1,11}{1,8} \cdot 100 = \underline{\underline{61,53\%}}$$

2. Při 13 měřeních doby opracování těžé součástky byly naměřeny tyto časové údaje v minutách: 3,5; 3,6; 3,4; 3,7; 3,4; 3,6; 3,5; 3,7; 3,6; 3,5; 3,5; 3,4; 3,5. Sestavte zjištěné údaje do tabulky, určete absolutní i relativní četnosti hodnot znaku, vypočtete variační rozpětí a další charakteristiky variability tohoto měření.

$x_i$	3,4	3,5	3,6	3,7
$n_i$	3	5	3	2
$p_i$	23,1%	38,5%	23,1%	15,4%
$x_i \cdot n_i$	10,2	17,5	10,8	7,4
$ x_i - \bar{x} $	0,13	0,03	0,07	0,17
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} $	0,39	0,15	0,21	0,34
$ x_i - \bar{x} ^2$	0,02	0,00	0,00	0,03
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} ^2$	0,05	0,00	0,01	0,06

$$n = 13$$

$$\bar{x} = \frac{10,2 + 17,5 + 10,8 + 7,4}{13} = \underline{\underline{3,53}}$$

$$Mod(x) = \underline{\underline{3,5}}$$

$$Med(x) = x_7 = \underline{\underline{3,5}}$$

$$R_x = 3,7 - 3,4 = \underline{\underline{0,3}}$$

$$d = \frac{0,39 + 0,15 + 0,21 + 0,34}{13} = \underline{\underline{0,08}}$$

$$rd = \frac{0,08}{3,53} \cdot 100 = \underline{\underline{2,38\%}}$$

$$s_x^2 = \frac{0,05 + 0 + 0,01 + 0,06}{13} = \underline{\underline{0,01}}$$

$$s_x = \sqrt{0,01} = \underline{\underline{0,1}}$$

$$v_x = \frac{0,1}{3,53} \cdot 100 = \underline{\underline{2,96\%}}$$

3. V porodnici byly 6 měsíců sledovány hmotnosti novorozenců v kg. Výsledky byly sestaveny do tabulky: Určete vhodné charakteristiky polohy a variability.

$x_i$	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4	4,2	4,4	4,6
$n_i$	3	7	15	19	23	20	12	9	8	6	5	2
$p_i$	2,3%	5,4%	11,6%	14,7%	17,8%	15,5%	9,3%	7,0%	6,2%	4,7%	3,9%	1,6%
$x_i \cdot n_i$	7,20	18,20	42,00	57,00	73,60	68,00	43,20	34,20	32,00	25,20	22,00	9,20
$ x_i - \bar{x} $	0,95	0,75	0,55	0,35	0,15	0,05	0,25	0,45	0,65	0,85	1,05	1,25
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} $	2,84	5,23	8,21	6,60	3,39	1,05	3,03	4,07	5,22	5,12	5,26	2,51
$ x_i - \bar{x} ^2$	0,90	0,56	0,30	0,12	0,02	0,00	0,06	0,20	0,43	0,73	1,11	1,57
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} ^2$	2,69	3,91	4,49	2,29	0,50	0,06	0,77	1,84	3,41	4,36	5,54	3,14

$$n = 129$$

$$\bar{x} = \frac{7,2 + 18,2 + 42 + 57 + 73,6 + 68 + 43,2 + 34,2 + 32 + 25,2 + 22 + 9,2}{129} = \underline{\underline{3,35}}$$

$$Mod(x) = \underline{\underline{3,2}} \quad Med(x) = x_{65} = \underline{\underline{3,2}} \quad R_x = 4,6 - 2,4 = \underline{\underline{2,2}}$$

$$d = \frac{2,48 + 5,23 + 8,21 + 6,6 + 3,39 + 1,05 + 3,03 + 4,07 + 5,22 + 5,12 + 5,26 + 2,51}{129} = \underline{\underline{0,41}}$$

$$rd = \frac{0,41}{3,35} \cdot 100 = \underline{\underline{12,17\%}}$$

$$s_x^2 = \frac{2,69 + 3,91 + 4,49 + 2,29 + 0,5 + 0,06 + 0,77 + 1,84 + 3,41 + 4,36 + 5,54 + 3,14}{129} = \underline{\underline{0,26}}$$

$$s_x = \sqrt{0,26} = 0,51 \quad v_x = \frac{0,51}{3,35} \cdot 100 = 15,11\%$$

4. Obchodní společnost provedla rozřídění svých prodejen podle dosažených tržeb do tabulky. Pomocí ukazatelů variability všestranně posuďte tržby.

Tržba v tis. Kč	101 - 500	501 - 1000	1001 - 2000	2001 - 5000
střed intervalu	300,5	750,5	1500,5	3500,5
Počet prodejen	12	8	16	14
$p_i$	24%	16%	32%	28%
$x_i \cdot n_i$	3 606	6 004	24 008	49 007
$ x_i - \bar{x} $	1352	902	152	1848
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} $	16224	7216	2432	25872
$ x_i - \bar{x} ^2$	1827904	813604	23104	3415104
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} ^2$	21934848	6508832	369664	47811456

$$n = 50$$

$$\bar{x} = \frac{3606 + 6004 + 24008 + 49007}{50} = \underline{\underline{1652,50}}$$

$$Mod(x) = \underline{\underline{1500,5}}$$

$$Med(x) = \frac{x_{25} + x_{26}}{2} = \underline{\underline{1500,5}}$$

$$R_x = 3500,5 - 300,5 = \underline{\underline{3200}}$$

$$d = \frac{16224 + 7216 + 2432 + 25872}{50} = \underline{\underline{1034,88}}$$

$$rd = \frac{1034,88}{1652,5} \cdot 100 = \underline{\underline{62,63\%}}$$

$$s_x = \sqrt{1532496} = \underline{\underline{1237,94}}$$

$$s_x^2 = \frac{21934848 + 6508832 + 369664 + 47811456}{50} = \underline{\underline{1532496}}$$

$$v_x = \frac{1237,94}{1652,5} \cdot 100 = \underline{\underline{74,91\%}}$$

5. Vojáci čtyř rot jednoho vojenského praporu byli testováni na fyzickou zdatnost. Každý obdržel známku od 1 (nejlepší) do 5 (nejhorší). Výsledky jsou uvedeny v tabulce.
- Jaká byla průměrná známka v celém praporu? Počítejte s přesností na dvě desetinná místa.
  - Která rota byla v průměru nejlepší a která nejhorší?
  - Určete četnosti jednotlivých známek v celém praporu a sestrojte příslušný polygon četností.
  - Určete relativní četnosti (v procentech) jednotlivých známek v celém praporu s přesností na dvě desetinná místa.
  - Zhodnoťte výsledky všech 4 rot pomocí ukazatelů polohy i variability.

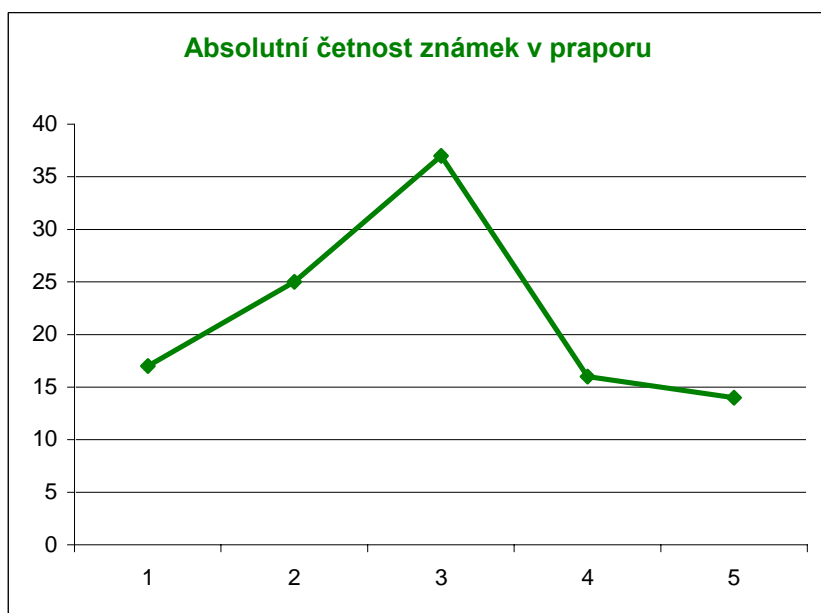
	1	2	3	4	5	Celkem vojáků	Průměrná známka
<b>1. rota</b>	4	3	13	5	2	27	2,93
<b>2. rota</b>	4	6	10	4	5	29	3,00
<b>3. rota</b>	5	9	3	3	3	23	2,57
<b>4. rota</b>	4	7	11	4	4	30	2,90
<b>celkem</b>	17	25	37	16	14	<b>109</b>	2,86
<b>relativní četnost</b>	15,60%	22,94%	33,94%	14,68%	12,84%		

Průměrná známka v celém praporu:  

$$\bar{x} = \frac{27 \cdot 2,93 + 29 \cdot 3 + 23 \cdot 2,57 + 30 \cdot 2,9}{109}$$

$$\bar{x} \doteq 2,86$$

V průměru nejlepší byla 3. rota, nejhorší 2. rota.



	Modus	Medián	průměrná absolutní odchylka	rozptyl	směrodatná odchylka	variační koeficient
<b>1. rota</b>	3	3	0,78	5,00	2,24	76,42%
<b>2. rota</b>	3	3	0,97	5,34	2,31	77,06%
<b>3. rota</b>	2	2	1,12	10,04	3,17	123,54%
<b>4. rota</b>	3	3	0,93	5,43	2,33	80,38%

Třetí rota je v průměru sice nejlepší ze všech rot, její výsledky jsou ale nejvíce „rozptýlené“ od tohoto průměru (její charakteristiky variability jsou nejvyšší ze všech). Nejvíce „homogenní“ výsledky prokazovala 1. rota.

6. Výsledky srovnávací písemné práce z matematiky v sousedních maturitních třídách IV.A a IV.B gymnázia jsou zachyceny v tabulce.
- Vypočítejte průměrné známky v obou třídách a průměrnou známku obou tříd dohromady. Počítejte s přesností na 2 desetinná místa.
  - Třída, do které chodí Marek, dopadla v průměru hůř než sousední třída. Kdyby ale Marek napsal písemnou práci lépe, mohla být průměrná známka v jeho třídě lepší než ve třídě sousední. Do které třídy Marek chodí a jakou známku z písemné práce dostal?
  - Porovnejte obě třídy pomocí všech ukazatelů polohy a variability.

Známka	1	2	3	4	5	Počet žáků	Průměrná známka
IV.A	6	11	8	2	3	30	2,50
IV.B	4	8	7	6	0	25	2,60

Průměrná známka obou tříd dohromady:  $\bar{x} = \frac{30 \cdot 2,5 + 25 \cdot 2,6}{55} = 2,55$

Marek chodí do IV.B. Potřebujeme zjistit, o kolik „lepší“ známku by musel Marek dostat, aby průměr jeho třídy byl lepší než průměr třídy IV.A. Tento rozdíl označíme  $n$ :

$$\frac{65 - n}{25} < 2,5 \quad \text{rozdíl mezi nynější Markovou známkou a známkou, kterou by musel získat, aby průměr jeho třídy byl lepší než průměr třídy IV.A, je větší než 2,5. Tomu vyhovuje jen varianta, že Marek dostal z písemné práce 4 a získat by musel 1.}$$

$$65 - n < 62,5$$

$$2,5 < n$$

	Počet žáků	Průměrná známka	Modus	Medián	Průměrná absolutní odchylka	v %	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Variační koeficient
IV.A	30	2,50	2	2	0,97	38,67%	1,38	1,18	47,05%
IV.B	25	2,60	2	3	0,90	34,46%	1,04	1,02	39,22%

7. Statistický soubor o rozsahu 1 000 statistických jednotek vyšetřujeme z hlediska jistého kvantitativního znaku  $x$ . Vzestupně uspořádané hodnoty znaku pro jednotlivé statistické jednotky jsou  $x_1, x_2, \dots, x_{1000}$ . Předpokládáme, že se hodnoty znaku  $x$  u všech jednotek vyšetřovaného souboru zvětší o 5. Popište, jak se změní tyto charakteristiky znaku  $x$ :

- Aritmetický průměr
- Medián
- Modus
- Směrodatná odchylka

Aritmetický průměr:

$$\bar{x}_{puv} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_{1000}}{1000}$$

$$\bar{x}_{nov} = \frac{x_1 + 5 + x_2 + 5 + \dots + x_{1000} + 5}{1000} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_{1000}}{1000} + \frac{1000 \cdot 5}{1000} = \bar{x}_{puv} + 5$$

=> zvětší se o 5

Medián:

$$Med(x_{puv}) = \frac{x_{500} + x_{501}}{2}$$

$$Med(x_{nov}) = \frac{x_{500} + 5 + x_{501} + 5}{2} = \frac{x_{500} + x_{501}}{2} + \frac{10}{2} = Med(x_{puv}) + 5$$

=> zvětší se o 5

Modus: Hodnota, která byla v původním souboru nejvícekrát se zvětšila také o 5 (změnou hodnoty se nemění její četnost).

Směrodatná odchylka:

$$s_{puv} = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_{1000} - \bar{x})^2}{1000}}$$

$$s_{nov} = \sqrt{\frac{((x_1 + 5) - (\bar{x} + 5))^2 + ((x_2 + 5) - (\bar{x} + 5))^2 + \dots + ((x_{1000} + 5) - (\bar{x} + 5))^2}{1000}}$$

=> nezmění se

$$= \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_{1000} - \bar{x})^2}{1000}} = s_{puv}$$

8. Dopravní firma vlastní 100 vozidel. Vedení firmy zpracovalo statistický přehled počtu kilometrů najetých jednotlivými vozidly k určitému dni.
- Sestrojte sloupcový diagram znázorňující závislost počtu vozidel na počtu najetých kilometrů.
  - Vypočítejte aritmetický průměr, modus a medián kilometrů najetých jednotlivými vozidly.
  - Určete rozptyl, směrodatnou odchylku a variační rozpětí počtu najetých kilometrů.

<b>Počet najetých km (v tisících)</b>	120	140	160	180	200	220
<b>Počet vozidel</b>	9	18	25	30	14	4
$x_i \cdot n_i$	1080	2520	4000	5400	2800	880
$ x_i - \bar{x} $	46,8	26,8	6,8	13,2	33,2	53,2
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} $	421,2	482,4	170	396	464,8	212,8
$ x_i - \bar{x} ^2$	2190,24	718,24	46,24	174,24	1102,24	2830,24
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} ^2$	19712,2	12928,3	1156	5227,2	15431,4	11321

$$n = 100 \quad \bar{x} = \frac{1080 + 2520 + 4000 + 5400 + 2800 + 880}{100} \doteq \underline{\underline{166,8}}$$

$$\text{Mod}(x) = \underline{\underline{180}}$$

$$\text{Med}(x) = \frac{x_{50} + x_{51}}{2} = \underline{\underline{160}}$$

$$R_x = 220 - 120 = \underline{\underline{100}}$$

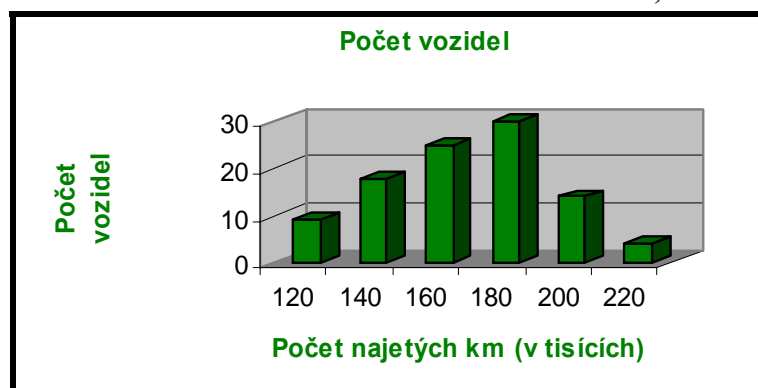
$$d = \frac{421,2 + 482,4 + 170 + 396 + 464,8 + 212,8}{100} \doteq \underline{\underline{21,47}}$$

$$rd = \frac{21,47}{166,8} \cdot 100 \doteq \underline{\underline{12,87\%}}$$

$$s_x^2 = \frac{19712,2 + 12928,3 + 1156 + 5227,2 + 15431,4 + 11321}{100} \doteq \underline{\underline{657,76}}$$

$$s_x = \sqrt{657,76} \doteq \underline{\underline{25,65}}$$

$$v_x = \frac{25,65}{166,8} \cdot 100 = \underline{\underline{15,38\%}}$$



9. Máme k dispozici roztríděné údaje o absenci v provozu. Pomocí středních hodnot a ukazatelů variability proveďte všestranný rozbor.

Absence (v hod)	5	9	12	34	51	170
Počet dělníků	8	4	5	3	2	3
$x_i \cdot n_i$	40	36	60	102	102	510
$ x_i - \bar{x} $	29	25	22	0	17	136
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} $	232	100	110	0	34	408
$ x_i - \bar{x} ^2$	841	625	484	0	289	18496
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} ^2$	6728	2500	2420	0	578	55488

$$n = 25 \quad \bar{x} = \frac{400 + 36 + 60 + 102 + 510}{25} \doteq \underline{\underline{34}}$$

$$Mod(x) = \underline{\underline{5}} \quad Med(x) = x_{13} = \underline{\underline{12}} \quad R_x = 170 - 5 = \underline{\underline{165}}$$

$$d = \frac{232 + 100 + 110 + 0 + 34 + 408}{25} \doteq \underline{\underline{35,36}} \quad rd = \frac{35,36}{34} \cdot 100 \doteq \underline{\underline{104\%}}$$

$$s_x^2 = \frac{6728 + 2500 + 2420 + 0 + 578 + 55488}{25} \doteq \underline{\underline{2708,56}}$$

$$s_x = \sqrt{2708,56} \doteq \underline{\underline{52,04}} \quad v_x = \frac{52,04}{34} \cdot 100 = \underline{\underline{153,07\%}}$$

10. Pro mzdová srovnání jsou k dispozici údaje o výši mezd ve třech pracovních skupinách. Porovnejte pomocí charakteristik polohy a variability srovnání mzdové politiky v těchto pracovních skupinách.

Dělník	Pracovní skupiny č.								
	1			2			3		
	$x_i$			$x_i$			$x_i$		
<b>1</b>	6 850	2 150	4 622 500	9 296	1 504	2 262 016	8 932	1 868	3 489 424
<b>2</b>	7 214	1 786	3 189 796	9 328	1 472	2 166 784	13 705	2 905	8 439 025
<b>3</b>	8 974	26	676	10 905	105	11 025	12 691	1 891	3 575 881
<b>4</b>	11 708	2 708	7 333 264	12 304	1 504	2 262 016	9 878	922	850 084
<b>5</b>	10 206	1 206	1 454 436	12 167	1 367	1 868 689	8 794	2 006	4 024 036
<b>6</b>	9 048	48	2 304	-	-	-	-	-	-
<b>n</b>	6			5			5		
<b>aritmetický průměr</b>	9 000,00			10 800,00			10 800,00		
<b>rozptyl</b>	2 767 162,67			1 714 106,00			4 075 690,00		
<b>směrodatná odchylka</b>	1 663,48			1 309,24			2 018,83		
<b>variační koeficient</b>	18,48%			12,12%			18,69%		

Mzdová politika je nejlépe uplatňována ve skupině č. 3 (je zde největší diference = nejvyšší hodnoty charakteristik variability).

11. Následující čísla jsou počty otelení u 50 krav: 1, 4, 7, 2, 5, 3, 1, 5, 4, 2, 6, 3, 1, 6, 5, 4, 7, 2, 8, 9, 3, 8, 1, 7, 5, 6, 1, 8, 9, 3, 10, 5, 2, 11, 4, 12, 3, 4, 10, 3, 8, 2, 4, 3, 6, 2, 7, 1, 6, 9. Sestavte tabulku rozdělení četností podle počtu otelení (vyjádřete četnosti absolutně i relativně) a znázorněte je spojnicovým diagramem. Určete základní charakteristiky polohy a variability.

$x_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n_i$	6	6	7	6	5	5	4	4	3	2	1	1
$p_i$	12,00%	12,00%	14,00%	12,00%	10,00%	10,00%	8,00%	8,00%	6,00%	4,00%	2,00%	2,00%
$x_i \cdot n_i$	6	12	21	24	25	30	28	32	27	20	11	12
$ x_i - \bar{x} $	3,96	2,96	1,96	0,96	0,04	1,04	2,04	3,04	4,04	5,04	6,04	7,04
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} $	23,76	17,76	13,72	5,76	0,2	5,2	8,16	12,16	12,12	10,08	6,04	7,04
$ x_i - \bar{x} ^2$	15,682	8,7616	3,8416	0,9216	0,0016	1,0816	4,1616	9,2416	16,322	25,402	36,482	49,562
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} ^2$	94,09	52,57	26,891	5,5296	0,008	5,408	16,646	36,966	48,965	50,803	36,482	49,562

$$n = 50 \quad \bar{x} = \frac{23,76 + 17,76 + \dots + 7,04}{50} \doteq \underline{\underline{4,96}}$$

$$Mod(x) = \underline{\underline{3}}$$

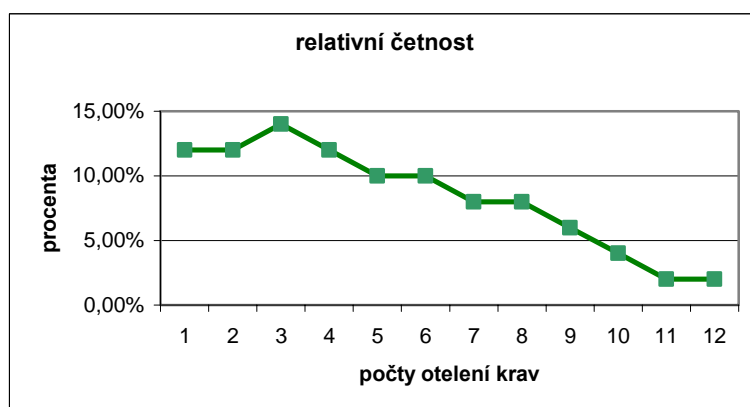
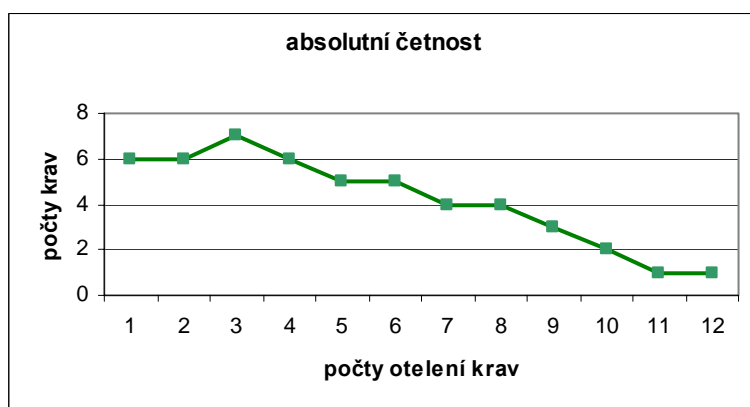
$$Med(x) = \frac{x_{25} + x_{26}}{2} = \underline{\underline{4,5}}$$

$$R_x = 12 - 1 = \underline{\underline{11}} \quad d = \frac{23,76 + 17,76 + \dots + 7,04}{50} \doteq \underline{\underline{2,44}}$$

$$rd = \frac{2,44}{4,96} \cdot 100 \doteq \underline{\underline{49,19\%}}$$

$$s_x^2 = \frac{94,09 + 52,57 + \dots + 49,562}{50} \doteq \underline{\underline{8,47}} \quad s_x = \sqrt{8,47} \doteq \underline{\underline{2,91}}$$

$$v_x = \frac{2,91}{4,96} \cdot 100 = \underline{\underline{58,71\%}}$$





12. Jsou dány výsledky 50 měření délky tyče v metrech (2,36; 2,38; 2,42; 2,35; 2,37; 2,42; 2,44; 2,39; 2,42; 2,41; 2,35; 2,45; 2,41; 2,36; 2,40; 2,39; 2,35; 2,37; 2,39; 2,45; 2,40; 2,37; 2,38; 2,42; 2,44; 2,41; 2,39; 2,37; 2,39; 2,40; 2,42; 2,45; 2,37; 2,35; 2,35; 2,38; 2,35; 2,41; 2,39; 2,41; 2,40; 2,37; 2,39; 2,43; 2,42; 2,38; 2,37; 2,41; 2,42; 2,39). Uspořádejte hodnoty znaku podle velikosti, sestavte tabulku rozdělení četností (absolutní i relativní) a určete základní charakteristiky polohy a variability.

$x_i$	2,35	2,36	2,37	2,38	2,39	2,40	2,41	2,42	2,43	2,44	2,45
$n_i$	6	2	7	4	8	4	6	7	1	2	3
$p_i$	12,00%	4,00%	14,00%	8,00%	16,00%	8,00%	12,00%	14,00%	2,00%	4,00%	6,00%
$x_i \cdot n_i$	14,10	4,72	16,59	9,52	19,12	9,60	14,46	16,94	2,43	4,88	7,35
$ x_i - \bar{x} $	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} $	0,27	0,07	0,17	0,06	0,03	0,02	0,09	0,18	0,04	0,09	0,17
$ x_i - \bar{x} ^2$	0,0020	0,0012	0,0006	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0007	0,0013	0,0021	0,0031
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} ^2$	0,0117	0,0023	0,0041	0,0008	0,0001	0,0001	0,0015	0,0047	0,0013	0,0042	0,0093

$$n = 50 \quad \bar{x} = \frac{14,1 + 4,72 + \dots + 7,35}{50} \doteq \underline{\underline{2,39}}$$

$$Mod(x) = \underline{\underline{2,39}} \quad Med(x) = x_{13} = \underline{\underline{2,39}} \quad R_x = 2,45 - 2,35 = \underline{\underline{1}}$$

$$d = \frac{0,27 + 0,07 + \dots + 0,17}{50} \doteq \underline{\underline{0,02}} \quad rd = \frac{0,02}{2,39} \cdot 100 \doteq \underline{\underline{0,99 \%}}$$

$$s_x^2 = \frac{0,0117 + 0,0023 + \dots + 0,0093}{50} \doteq \underline{\underline{0,0008}}$$

$$s_x = \sqrt{0,0008} \doteq \underline{\underline{0,0284}} \quad v_x = \frac{0,0284}{2,39} \cdot 100 = \underline{\underline{1,18 \%}}$$

13. Byla změřena tělesná výška u šestnáctiletých žáků. Určete základní charakteristiky polohy a variability. Zakreslete graf rozložení četností.

$x_i$	158-160	160-162	162-164	164-166	166-168	168-170	170-172	172-174	174-176	176-178
středů intervalů	159	161	163	165	167	169	171	173	175	177
$n_i$	19	21	38	42	36	12	6	4	2	1
$p_i$	10,50%	11,60%	20,99%	23,20%	19,89%	6,63%	3,31%	2,21%	1,10%	0,55%
$x_i \cdot n_i$	3021	3381	6194	6930	6012	2028	1026	692	350	177
$ x_i - \bar{x} $	5,70	3,70	1,70	0,30	2,30	4,30	6,30	8,30	10,30	12,30
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} $	108,33	77,73	64,66	12,53	82,74	51,58	37,79	33,19	20,60	12,30
$ x_i - \bar{x} ^2$	32,51	13,70	2,90	0,09	5,28	18,48	39,67	68,86	106,06	151,25
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} ^2$	617,67	287,75	110,03	3,74	190,17	221,71	238,01	275,45	212,11	151,25

$$n = 181 \quad \bar{x} = \frac{3021 + 3381 + \dots + 177}{181} \doteq 164,7$$

$$Mod(x) = 165$$

$$Med(x) = x_{91} = 165$$

$$R_x = 177 - 159 = 18$$

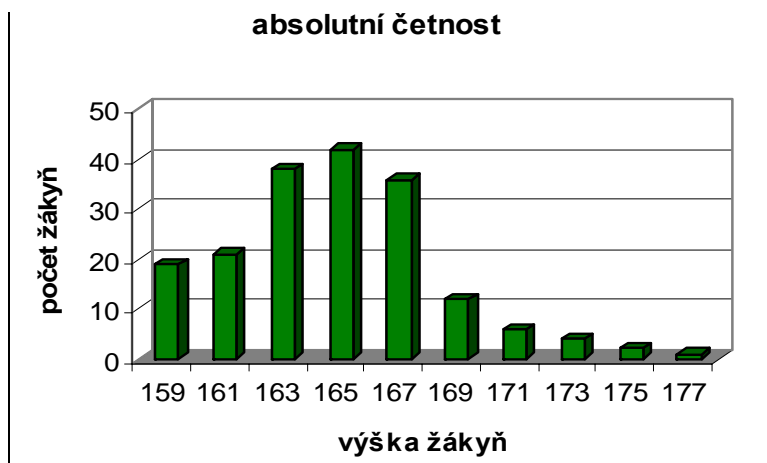
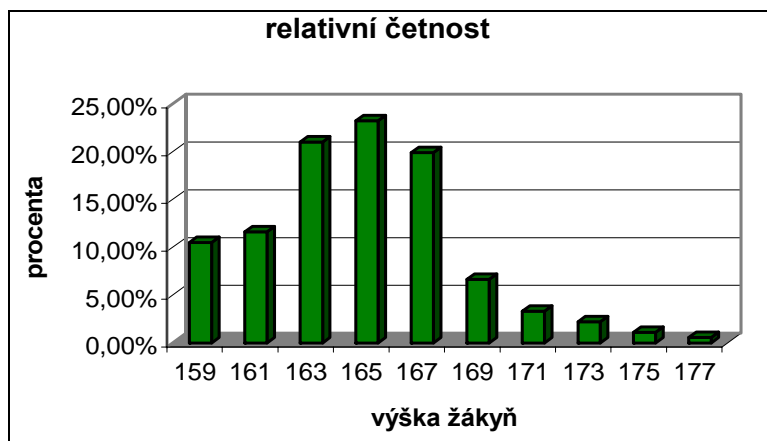
$$d = \frac{108,33 + 77,73 + \dots + 12,3}{181} \doteq 2,77$$

$$rd = \frac{2,77}{164,7} \cdot 100 \doteq 1,68 \%$$

$$s_x^2 = \frac{617,67 + 287,75 + \dots + 151,25}{181} \doteq 12,75$$

$$s_x = \sqrt{12,75} \doteq 3,57$$

$$v_x = \frac{3,57}{164,7} \cdot 100 = 2,17 \%$$

**absolutní četnost**

**relativní četnost**


14. V porodnici byly sledovány hmotnosti novorozenců v kg. Za 6 měsíců byly výsledky sestaveny do následující tabulky. Určete relativní rozdělení četností a zakreslete je do grafu. Vypočtete vhodné charakteristiky polohy a variability.

$x_i$	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4	4,2	4,4	4,6
$n_i$	3	7	15	19	23	20	12	9	8	6	5	2
$p_i$	2,33%	5,43%	11,63%	14,73%	17,83%	15,50%	9,30%	6,98%	6,20%	4,65%	3,88%	1,55%
$x_i \cdot n_i$	7,2	18,2	42	57	73,6	68	43,2	34,2	32	25,2	22	9,2
$ x_i - \bar{x} $	0,95	0,75	0,55	0,35	0,15	0,05	0,25	0,45	0,65	0,85	1,05	1,25
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} $	2,84	5,23	8,21	6,60	3,39	1,05	3,03	4,07	5,22	5,12	5,26	2,51
$ x_i - \bar{x} ^2$	0,90	0,56	0,30	0,12	0,02	0,00	0,06	0,20	0,43	0,73	1,11	1,57
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} ^2$	2,69	3,91	4,49	2,29	0,50	0,06	0,77	1,84	3,41	4,36	5,54	3,14

$$n = 129 \quad \bar{x} = \frac{7,2 + 18,2 + 45 + \dots + 9,2}{129} = \underline{\underline{3,35}}$$

$$Mod(x) = \underline{\underline{3,2}} \quad Med(x) = x_{65} = \underline{\underline{3,2}}$$

$$R_x = 4,6 - 2,4 = \underline{\underline{2,2}}$$

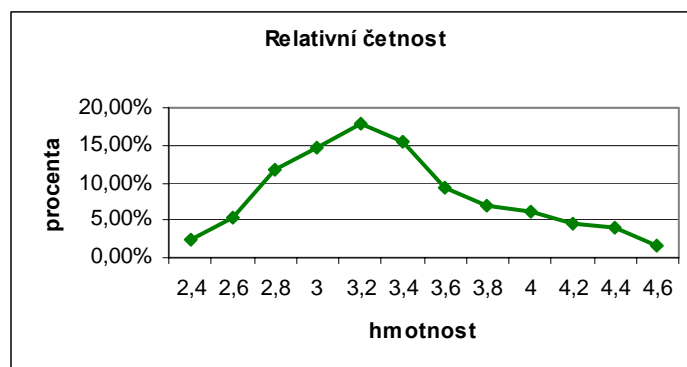
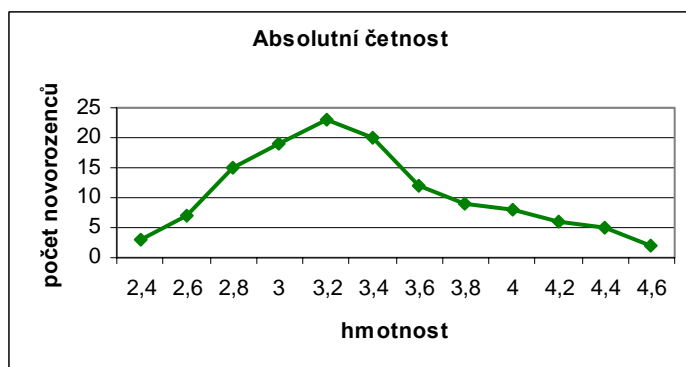
$$d = \frac{2,84 + 5,23 + 8,21 + \dots + 2,51}{129} \doteq \underline{\underline{0,41}}$$

$$rd = \frac{0,41}{3,35} \cdot 100 \doteq \underline{\underline{12,17\%}}$$

$$s_x^2 = \frac{2,69 + 3,91 + \dots + 3,14}{129} \doteq \underline{\underline{0,26}}$$

$$s_x = \sqrt{0,26} \doteq \underline{\underline{0,51}}$$

$$v_x = \frac{0,51}{3,35} \cdot 100 = \underline{\underline{15,11\%}}$$



15. Ve dvou paralelních třídách byl hodnocen prospěch žáků na konci pololetí. Byly získány tyto údaje: 1,31; 1,20; 1,00; 1,40; 1,35; 1,32; 1,31; 1,80; 1,41; 1,42; 1,45; 1,51; 1,50; 1,62; 1,72; 1,74; 1,78; 1,79; 2,20; 1,80; 1,82; 1,89; 1,91; 1,90; 1,83; 1,89; 2,00; 2,01; 2,04; 2,10; 2,11; 2,12; 2,18; 2,19; 2,60; 2,21; 2,51; 2,22; 2,53; 2,41; 2,43; 2,40; 2,35; 2,37; 2,38; 2,42; 2,57; 2,51; 3,00; 2,62; 2,71; 2,88; 2,91; 2,92; 3,11; 3,40; 3,35; 3,20; 3,80; 3,67. Sestavte tabulku intervalového rozdělení četností, určete i relativní četnosti a zakreslete je do grafu. Vypočítejte charakteristiky polohy i variability. Pomocí získaných hodnot proveďte srovnání obou tříd.

Průměr	1,00 - 1,20	1,21 - 1,40	1,41 - 1,60	1,61 - 1,80	1,81 - 2,00	2,01 - 2,20	2,21 - 2,40
Střed průměru	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
$n_i$	2	5	5	7	7	8	6
$p_i$	3,33%	8,33%	8,33%	11,67%	11,67%	13,33%	10,00%
$x_i \cdot n_i$	2,2	6,5	7,5	11,9	13,3	16,8	13,8
$ x_i - \bar{x} $	1,05	0,85	0,65	0,45	0,25	0,05	0,15
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} $	1,16	1,11	0,98	0,77	0,48	0,11	0,34
$ x_i - \bar{x} ^2$	1,11	0,73	0,43	0,21	0,06	0,00	0,02
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} ^2$	2,22	3,64	2,13	1,44	0,45	0,02	0,13

Průměr	2,41 - 2,60	2,61 - 2,80	2,81 - 3,00	3,01 - 3,20	3,21 - 3,40	3,41 - 3,60	3,61 - 3,80
Střed průměru	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7
$n_i$	8	2	4	2	2	0	2
$p_i$	13,33%	3,33%	6,67%	3,33%	3,33%	0,00%	3,33%
$x_i \cdot n_i$	20	5,4	11,6	6,2	6,6	0	7,4
$ x_i - \bar{x} $	0,35	0,55	0,75	0,95	1,15	1,35	1,55
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} $	0,87	1,48	2,17	2,93	3,78	4,71	5,72
$ x_i - \bar{x} ^2$	0,12	0,30	0,56	0,90	1,31	1,81	2,39
$n_i \cdot  x_i - \bar{x} ^2$	0,96	0,60	2,23	1,79	2,63	0,00	4,78

$$n = 60 \quad \bar{x} = \frac{2,2 + 6,5 + \dots + 7,4}{60} \doteq \underline{\underline{2,15}}$$

$$d = \frac{1,16 + 1,11 + \dots + 5,72}{60} \doteq \underline{\underline{0,44}} \quad rd = \frac{0,44}{2,15} \cdot 100 \doteq \underline{\underline{20,6\%}}$$

$$s_x^2 = \frac{2,22 + 3,64 + \dots + 4,78}{60} \doteq \underline{\underline{0,38}}$$

$$s_x = \sqrt{0,38} \doteq \underline{\underline{0,62}} \quad v_x = \frac{0,62}{2,15} \cdot 100 = \underline{\underline{28,77\%}}$$