

## 2.5.13 Slovní úlohy vedoucí na kvadratické rovnice

**Předpoklady:** 020508

**Pedagogická poznámka:** Při řešení slovních úloh studenti postupují značně rozdílnými rychlostmi, takže se třída v postupu rychle rozpadne. Snažím se, aby všichni alespoň zkusili nějaké rovnice sestavit a neopsali všechno z tabule. Postup určuji tak, aby alespoň příklady 1,3 a 6 měl každý.

**Př. 1:** Obdélník má obvod 80 m a obsah  $351\text{m}^2$ . Urči délky jeho stran.

Označíme si strany  $a, b \Rightarrow$  potřebujeme dvě rovnice.

$$\text{Obsah je } 351\text{m}^2 \quad \dots \quad ab = 351$$

$$\text{Obvod je } 80\text{m} \quad \dots \quad 2a + 2b = 80$$

Z druhé rovnice si vyjádříme  $b$  a dosadíme do první:  $a + b = 40 \Rightarrow b = 40 - a$ .

$$ab = a(40 - a) = 351$$

$$40a - a^2 = 351$$

$$a^2 - 40a + 351 = 0$$

$$a_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-(-40) \pm \sqrt{(-40)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 351}}{2 \cdot 1} = \frac{40 \pm 14}{2}$$

$$a_1 = \frac{40 + 14}{2} = \frac{54}{2} = 27 \quad \Rightarrow \quad b_1 = 40 - 27 = 13$$

$$a_2 = \frac{40 - 14}{2} = \frac{26}{2} = 13 \quad \Rightarrow \quad b_2 = 40 - 13 = 27$$

Strany obdélníku mají velikosti 27 a 13 m.

**Př. 2:** Urči rozměry obdélníku, který má obvod 24 cm a délku úhlopříčky 9 cm.

$$\text{Délka jedné strany} \quad \dots \quad a$$

$$\text{Délka druhé strany} \quad \dots \quad 12 - a \quad (\text{pro obvod platí } 2a + 2b = 24 \Rightarrow b = 12 - a)$$

Pro úhlopříčku a strany obdélníku platí Pythagorova věta:  $u^2 = a^2 + b^2$ .  $\Rightarrow$

$$9^2 = a^2 + (12 - a)^2$$

$$81 = a^2 + 144 - 24a + a^2$$

$$2a^2 - 24a + 63 = 0$$

$$a_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-(-24) \pm \sqrt{(-24)^2 - 4 \cdot 2 \cdot 63}}{2 \cdot 2} = \frac{24 \pm 6\sqrt{2}}{4}$$

$$a_1 = \frac{24 + 6\sqrt{2}}{4} = 6 + \frac{3}{2}\sqrt{2} \quad \Rightarrow \quad b_1 = 12 - \left(6 + \frac{3}{2}\sqrt{2}\right) = 6 - \frac{3}{2}\sqrt{2}$$

$$a_2 = \frac{24 - 6\sqrt{2}}{4} = 6 - \frac{3}{2}\sqrt{2} \quad \Rightarrow \quad b_2 = 12 - \left(6 - \frac{3}{2}\sqrt{2}\right) = 6 + \frac{3}{2}\sqrt{2}$$

Délky obdélníku mají velikosti  $6 - \frac{3}{2}\sqrt{2}$  a  $6 + \frac{3}{2}\sqrt{2}$ .

**Př. 3:** Najdi dvojciferné číslo pro které platí:  
 Číslice na místě jednotek je o 1 větší než číslice na místě desítek.  
 Součin čísla a jeho ciferného součtu je 405.

Číslo zapíšeme ve tvaru  $xy \Rightarrow$  jeho hodnota je  $xy = 10x + y$ .

Číslice na místě jednotek je o 1 větší než číslice na místě desítek  $\Rightarrow y = x + 1$ .

Ciferný součet čísla  $x + y = x + x + 1 = 2x + 1$ .

Součin čísla a jeho ciferného součtu je 405  $\Rightarrow (10x + x + 1)(2x + 1) = 405$ .

$$(11x + 1)(2x + 1) = 405$$

$$22x^2 + 11x + 2x + 1 = 405$$

$$22x^2 + 13x - 404 = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-13 \pm \sqrt{13^2 - 4 \cdot 22 \cdot (-404)}}{2 \cdot 22} = \frac{-13 \pm 189}{44}$$

$$x_1 = \frac{-13 + 189}{44} = \frac{176}{44} = 4 \quad \Rightarrow \quad y_1 = x_1 + 1 = 4 + 1 = 5$$

$$x_2 = \frac{-13 - 189}{44} = -\frac{202}{44} = -\frac{101}{22} \text{ - zjevně nesmyslný výsledek, hledáme číslici (číslo 0 do 9).}$$

Hledané číslo je číslo 45.

**Pedagogická poznámka:** Pokud nemají studenti ztratit příliš mnoho času, je nutné je brzo po zadání upozornit na zápis čísla ve tvaru  $xy = 10x + y$ . Tento trik jsme sice používali dříve, ale téměř nikdo si ho nepamatuje.

**Př. 4:** Cena časopisu byla snížena o tolik procent, kolik korun stál před snížením ceny. Urči jeho původní cenu, jestliže po zlevnění stál 16 Kč.

Původní cena ...  $x$  Kč

Nová cena ve formě zlomku ...  $\left(1 - \frac{x}{100}\right)$

Nová cena ...  $x \left(1 - \frac{x}{100}\right) = 16$

$$x - \frac{x^2}{100} = 16$$

$$100x - x^2 = 1600$$

$$x^2 - 100x + 1600 = 0$$

$$(x - 20)(x - 80) = 0$$

Dvě řešení: 20 Kč, 80 Kč.

**Př. 5:** Turnaj ve fotbale se hrál systémem „každý s každým jeden zápas“. Kolik týmů se turnaje zúčastnilo, když bylo odehráno celkem 36 utkání?

Musíme odvodit vzorec, který udává, jak závisí počet utkání na počtu týmů.  
 Máme  $n$  týmů.

Kolik musí odehrát jeden z týmů celkem zápasů?  $(n-1)$  (s každým týmem, kromě sebe)

Stejný počet zápasů odehraje každý z  $n$  týmů:  $n(n-1)$

Pozor: Každý zápas jsme počítali dvakrát (například zápas týmů A a B jsme počítali jako zápas, který hraje tým A s někým jiným, a pak jako zápas, který hraje tým B s někým jiným)

$\Rightarrow$  výraz musíme vydělit dvěma:  $\frac{n(n-1)}{2}$ .

Dosadíme 36 utkání:  $\frac{n(n-1)}{2} = 36 \quad / \cdot 2$ .

$$n^2 - n = 72$$

$$n^2 - n - 72 = 0$$

$(n-9)(n+8) = 0 \Rightarrow n_1 = 9, n_2 = -8$ , význam má pouze kladný kořen

Turnaje se zúčastnilo 9 týmů.

**Př. 6:** Bazén se naplní vodou za 6 hodin, jsou-li otevřeny oba přívody. Jedním z nich by se bazén naplnil o 5 hodin dříve než druhým. Za jak dlouho se bazén naplní, otevřeme-li pouze výkonnější přívod?

Oba přívody 6 hodin  $\Rightarrow$  za 1 hodinu  $\frac{1}{6}$  práce.

První přívod  $(x-5)$  hodin  $\Rightarrow$  za 1 hodinu  $\frac{1}{x-5}$  práce.

Druhý přívod  $x$  hodin  $\Rightarrow$  za 1 hodinu  $\frac{1}{x}$  práce.

Část napuštěná oběma přívody za 1 hodinu = část napuštěná prvním přívodem + část

napuštěná druhým přívodem:  $\frac{1}{6} = \frac{1}{x-5} + \frac{1}{x} \quad / \cdot 6(x-5)x$

$$x(x-5) = 6x + 6(x-5)$$

$$x^2 - 5x = 6x + 6x - 30$$

$$x^2 - 17x + 30 = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{17 \pm \sqrt{(-17)^2 - (4 \cdot 1 \cdot 30)}}{2} = 2; 15 \quad 2 \text{ nemůže být správně (aby } x-5 > 0)$$

První (výkonnější) přívod:  $x-5 = 15-5 = 10$  hodin.

Bazén se naplní výkonnějším přívodem za 10 hodin.

**Pedagogická poznámka:** Podobně jako v příkladu 3, po chvíli připomenu trik pro řešení příkladů na společnou práci (vše za 6 hodin  $\Rightarrow$  za 1 hodinu  $\frac{1}{6}$  práce).

**Př. 7:** Zuzka a Ondra píšou za trest dohromady 840 krát větu „Naučím se rámečky.“ Oba musí napsat stejný počet vět, Zuzka píše o trochu rychleji, protože napíše o dvě věty za minutu více. Kolikrát dokáže Ondra napsat za minutu zmiňovanou větu, pokud oba dohromady stráví nad trestem 65 minut?

Počet vět, které napíše hříšníci za minutu:  $v_o, v_z$ .

Doba psaní trestu:  $t_o, t_z$ .

Dohromady psali test 65 minut:  $t_o + t_z = 65$

Doba psaní trestu =  $\frac{\text{pocet vet}}{\text{pocet vet napsanych za minutu}} \Rightarrow t_o = \frac{420}{v_o} \cdot t_z = \frac{420}{v_z}$

Dosadíme:  $\frac{420}{v_o} + \frac{420}{v_z} = 65$ .

Zuzka napíše o dvě věty za minutu více:  $v_z = v_o + 2$

$\frac{420}{v_o} + \frac{420}{v_o + 2} = 65$  /  $\frac{v_o(v_o + 2)}{5}$ . (dále používáme místo  $v_o$  pouze  $v$ )

$$84(v + 2) + 84v = 13v(v + 2)$$

$$84v + 168 + 84v = 13v^2 + 26v$$

$$13v^2 - 142v - 168 = 0$$

$$v_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-(-142) \pm \sqrt{(-142)^2 - 4 \cdot 13 \cdot (-168)}}{2 \cdot 13} = \frac{142 \pm 170}{26}$$

$$v_{1,2} = \frac{142 + 170}{26} = \frac{312}{26} = 12$$

$$v_{1,2} = \frac{142 - 170}{26} = -\frac{28}{26} = -\frac{14}{13} \quad \text{nemá smysl}$$

Ondra napíše větu „Naučím se rámečky.“ každou minutu dvanáctkrát.

**Př. 8:** Petáková:  
strana 19/cvičení 48  
strana 19/cvičení 49  
strana 19/cvičení 51

**Shrnutí:**