

## 1.8.4 Násobení a dělení lomených výrazů

**Předpoklady:** 1802, 1803

### Násobení

**Př. 1:** Vypočti:  $\frac{2}{3} \cdot \frac{4}{5}$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{4}{5} = \frac{2 \cdot 4}{3 \cdot 5} = \frac{8}{15}$$

Stejně násobíme lomené výrazy (mnohočleny, které je tvoří jsou koneckonců jenom čísla)

**Př. 2:** Dopln větu: „Pro libovolné výrazy  $V_1; V_2; V_3; V_4$  a pro všechny hodnoty proměnných, pro něž je  $V_2 \neq 0; V_4 \neq 0$  platí:  $\frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{V_3}{V_4} = \dots$ “.

**Pro libovolné výrazy  $V_1; V_2; V_3; V_4$  a pro všechny hodnoty proměnných, pro něž**

$$\text{je } V_2 \neq 0; V_4 \neq 0 \text{ platí: } \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{V_3}{V_4} = \frac{V_1 \cdot V_3}{V_2 \cdot V_4}.$$

**Výrazy neroznásobujeme, ale snažíme se je co nejvíce pokrátit (někdy se musí i rozkládat).**

**Př. 3:** Urči součin:

$$\begin{array}{lll} \text{a) } \frac{5x^2}{2y^3} \cdot \frac{4y^2}{15x} & \text{b) } \frac{3y-6}{3x} \cdot \frac{6x^2}{5y-10} & \text{c) } \frac{x^2-1}{x^2+xy} \cdot \frac{x^2+2xy+y^2}{(x+1)^2} \cdot \frac{x^2+x}{yx-y} \\ \text{d) } \left(1 - \frac{a}{1+a}\right) \cdot \frac{1-a^2}{1-b} \cdot \frac{1-b^2}{a^2-a} & \text{e) } (x^2-1) \cdot \left(\frac{1}{x-1} - \frac{1}{x+1} - 1\right) \end{array}$$

a)  $x \neq 0; y \neq 0$

$$\frac{5x^2}{2y^3} \cdot \frac{4y^2}{15x} = \frac{5x^2}{2y^3} \cdot \frac{2 \cdot 2y^2}{5 \cdot 3x} = \frac{2x}{3y}$$

b)  $x \neq 0, 5y-10 \neq 0 \Rightarrow 5y \neq 10 \Rightarrow y \neq 2$

$$\frac{3y-6}{3x} \cdot \frac{6x^2}{10y-20} = \frac{3(y-2)}{3x} \cdot \frac{3 \cdot 2 \cdot x^2}{5(y-2)} = \frac{3 \cdot 2 \cdot x}{5} = \frac{6}{5}x$$

c)  $x^2+xy \neq 0 \Rightarrow x^2 \neq -xy; x+1 \neq 0 \Rightarrow x \neq -1; yx-y \neq 0 \Rightarrow yx \neq y$

$$\frac{x^2-1}{x^2+xy} \cdot \frac{x^2+2xy+y^2}{(x+1)^2} \cdot \frac{x^2+x}{yx-y} = \frac{(x-1)(x+1)}{x(x+y)} \cdot \frac{(x+y)^2}{(x+1)^2} \cdot \frac{x(x+1)}{y(x-1)} = \frac{x+y}{y}$$

$$d) 1+a \neq 0 \Rightarrow a \neq -1; 1-b \neq 0 \Rightarrow b \neq 1; a^2 - a \neq 0 \Rightarrow a^2 \neq a$$

první závorku musíme upravit na zlomek, u kterého je jasné co je čitatel a co jmenovatel, než začneme násobit a krátit

$$\begin{aligned} \left(1 - \frac{a}{1+a}\right) \cdot \frac{1-a^2}{1-b} \cdot \frac{1-b^2}{a^2-a} &= \left(\frac{1+a}{1+a} - \frac{a}{1+a}\right) \cdot \frac{(1-a)(1+a)}{1-b} \cdot \frac{(1-b)(1+b)}{a(a-1)} = \\ &= \frac{1}{1+a} \cdot \frac{-(a-1)(1+a)}{a} \cdot \frac{(1+b)}{(a-1)} = -\frac{1+b}{a} \end{aligned}$$

$$e) x-1 \neq 0 \Rightarrow x \neq 1; x+1 \neq 0 \Rightarrow x \neq -1$$

$$\begin{aligned} (x^2-1) \cdot \left(\frac{1}{x-1} - \frac{1}{x+1} - 1\right) &= (x-1)(x+1) \cdot \left(\frac{(x+1)}{(x-1)(x+1)} - \frac{(x-1)}{(x+1)(x-1)} - \frac{(x+1)(x-1)}{(x+1)(x-1)}\right) = \\ (x-1)(x+1) \frac{(x+1) - (x-1) - (x^2-1)}{(x-1)(x+1)} &= (x+1) - (x-1) - (x^2-1) = 3 - x^2 \end{aligned}$$

**Pedagogická poznámka:** I přes upozornění se určitě najde někdo, kdo místo krácení začne roznásobovat. S takovým je třeba osobně promluvit a ukázat mu, že je to doopravdy nesmysl.

V bodě d) je potřeba dát pozor, aby studenti před násobením a likvidací zlomků připočetli do zlomku, někteří také zapomenou před krácením výrazů  $a-1$  vytknout mínus.

V bodě e) je nejvíce chyb kvůli mínusům před zlomky.

## Umocňování

**Př. 4:** Doplň větu: „Pro libovolné výrazy  $V_1; V_2$  a pro libovolné přirozené číslo  $k$  a pro

všechny hodnoty proměnných, pro něž je  $V_2 \neq 0$  platí:  $\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^k = \dots$ “.

umocňování zlomků  $\left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{2^2}{3^2} = \frac{4}{9} \Rightarrow$  stejně u lomených výrazů (jsou to jen čísla)

**Pro libovolné výrazy  $V_1; V_2$  a pro libovolné přirozené číslo  $k$  a pro všechny**

**hodnoty proměnných, pro něž je  $V_2 \neq 0$  platí:  $\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^k = \frac{V_1^k}{V_2^k}$ .**

**Př. 5:** Uprav lomený výraz  $\left(\frac{x}{x+1}\right)^2 \left(\frac{y}{x-1}\right)^2 \left(\frac{x^2-1}{2xy}\right)^2$ .

$$x-1 \neq 0 \Rightarrow x \neq 1; x+1 \neq 0 \Rightarrow x \neq -1; x \neq 0; y \neq 0$$

$$\left(\frac{x}{x+1}\right)^2 \left(\frac{y}{x-1}\right)^2 \left(\frac{x^2-1}{2xy}\right)^2 = \frac{x^2}{(x+1)^2} \frac{y^2}{(x-1)^2} \left[\frac{(x-1)(x+1)}{2xy}\right]^2 =$$

$$= \frac{x^2}{(x+1)^2} \frac{y^2}{(x-1)^2} \frac{(x-1)^2(x+1)^2}{2^2 x^2 y^2} = \frac{1}{4}$$

**Pedagogická poznámka:** Těm, kteří mají problémy s rozkladem výrazu  $(x^2 - 1)^2$  radím, aby si vnější mocninu napsali jako součin.

**Př. 6:** Podobně jako v minulé kapitole pomocí analogie s výpočty se zlomky doplň větu: „Pro libovolné výrazy  $V_1; V_2; V_3; V_4$  a pro všechny hodnoty proměnných, pro něž je

$$V_2 \neq 0; V_3 \neq 0; V_4 \neq 0 \text{ platí: } \frac{V_1}{V_2} : \frac{V_3}{V_4} = .$$

Dělení zlomků  $\frac{2}{3} : \frac{4}{5} = \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{4} = \frac{2 \cdot 5}{3 \cdot 4} = \frac{5}{6} \Rightarrow$  stejně u lomených výrazů (jsou to jen čísla)

**Pro libovolné výrazy  $V_1; V_2; V_3; V_4$  a pro všechny hodnoty proměnných, pro něž**

$$\text{je } V_2 \neq 0; V_3 \neq 0; V_4 \neq 0 \text{ platí: } \frac{V_1}{V_2} : \frac{V_3}{V_4} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{V_4}{V_3} = \frac{V_1 \cdot V_4}{V_2 \cdot V_3}.$$

**Výrazy neroznásobujeme, ale snažíme se je co nejvíce pokrátit (někdy se musí i rozkládat).**

**Proč se zlomek při dělení obrací?**

$$\text{platí: } : 2 = \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \text{stejně u výrazů } : V = \cdot \frac{1}{V}$$

$$\text{Počítám: } \frac{V_1}{V_2} : \frac{V_3}{V_4} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{1}{\frac{V_3}{V_4}} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{1}{\frac{V_3}{V_4}} \cdot \frac{V_4}{V_4} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{V_4}{\frac{V_3 \cdot V_4}{V_4}} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{V_4}{V_3} = \frac{V_1 \cdot V_4}{V_2 \cdot V_3}$$

**Př. 7:** Urči podíly:

a)  $\frac{2x^2}{3y} : \frac{4x^2}{15y^2}$

b)  $\frac{12a^2b^2}{14x^2y^3} : \frac{18a^2b}{x^3y^2}$

c)  $\frac{(a+b)^2}{a^2-b^2} : \frac{a^2+b^2}{(a-b)^2}$

d)  $\frac{x^3-x^2y}{y+y^2} : \frac{y^3-y^2x}{xy+x}$

e)  $\left(v + \frac{u-v}{1+uv}\right) : \left[1 - \frac{v(u-v)}{1+uv}\right]$

a) podmínky:  $y \neq 0$ ;  $x \neq 0$  (čitatel zlomku, kterým dělím, také nesmí být nula)

$$\frac{2x^2}{3y} : \frac{4x^2}{15y^2} = \frac{2x^2}{3y} \cdot \frac{15y^2}{4x^2} = \frac{2x^2}{3y} \cdot \frac{3 \cdot 5y^2}{2 \cdot 2x^2} = \frac{5}{2}y$$

b) podmínky:  $x \neq 0$ ;  $y \neq 0$ ;  $a \neq 0$ ;  $b \neq 0$  (čitatel zlomku, kterým dělím, také nesmí být nula)

$$\frac{12a^2b^2}{14x^2y^3} : \frac{18a^2b}{21x^3y^2} = \frac{12a^2b^2}{14x^2y^3} \cdot \frac{21x^3y^2}{18a^2b} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot b}{2 \cdot 7y} \cdot \frac{3 \cdot 7 \cdot x}{2 \cdot 3 \cdot 3} = \frac{bx}{y}$$

c) podmínky:  $a^2 \neq b^2$ ;  $a \neq b$  (čitatel zlomku, kterým dělím, také nesmí být nula)

$$\frac{(a+b)^2}{a^2-b^2} : \frac{a^2+b^2}{(a-b)^2} = \frac{(a+b)^2}{a^2-b^2} \cdot \frac{(a-b)^2}{a^2+b^2} = \frac{(a+b)(a+b)}{(a+b)(a-b)} \cdot \frac{(a-b)(a-b)}{a^2+b^2} = \frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}$$

d) podmínky:  $y \neq y^2$ ;  $xy \neq -x$ ;  $y^3 \neq y^2x$  (čitatel zlomku, kterým dělím, také nesmí být nula)

$$\frac{x^3-x^2y}{y+y^2} : \frac{y^3-y^2x}{xy+x} = \frac{x^3-x^2y}{y+y^2} \cdot \frac{xy+x}{y^3-y^2x} = \frac{x^2(x-y)}{y(1+y)} \cdot \frac{x(y+1)}{y^2(y-x)} = \frac{x^3}{y^3} \cdot \frac{(x-y)}{-(x-y)} = -\frac{x^3}{y^3}$$

e) podmínky:  $uv \neq -1$ , další určím později, nevím ještě jaký je například čitatel druhého zlomku

$$\left( v + \frac{u-v}{1+uv} \right) : \left[ 1 - \frac{v(u-v)}{1+uv} \right] = \left( \frac{v(1+uv) + (u-v)}{1+uv} \right) : \left[ \frac{1+uv - v(u-v)}{1+uv} \right] =$$

$$\frac{v+uv^2+u-v}{1+uv} : \frac{1+uv-vu+v^2}{1+uv} = \frac{uv^2+u}{1+uv} : \frac{1+v^2}{1+uv} = \frac{u(v^2+1)}{1+uv} \cdot \frac{1+uv}{1+v^2} = u$$

podmínky: čitatel druhého zlomku je  $1+v^2$  a je vždy různý od nuly

$\Rightarrow$  podmínky je často vhodnější určovat až po upravení výrazu (nesmíme, ale zapomenout na výrazy, které se při upravování vykrátí)

**Př. 8:** Sbíрка příklad 7.  
Sbíрка příklad 8.

**Shrnutí:** Při násobení a dělení lomených výrazů používáme analogické postupy jako u zlomků.