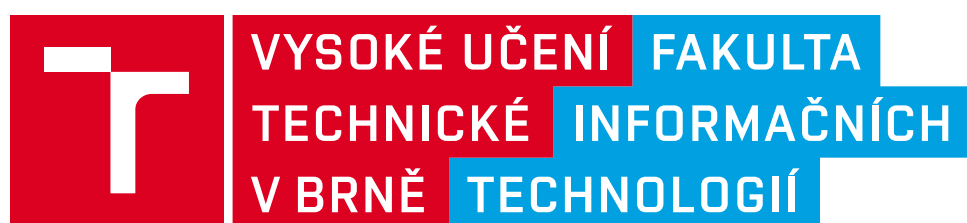


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta informačních technologií



Matematická analýza 2016/2017

Domácí úkol č. 1, varianta 1

Iva Kavánková *xkavan05*,

Erik Kelemen *xkelem01*,

Martin Kobelka *xkobel02*,

Josef Kolář *xkolar71*,

Matej Kolesár *xkoles07*,

Son Hai Nguyen *xnguye16*

28. února 2017

1. úkol

Zadání

Rozložte na parciální zlomky tuto racionální lomenou funkci.

$$f(x) = \frac{3x^3 + x^2 - 4x + 16}{x^5 + 5x^4 + 9x^3 + 13x^2 + 14x + 6}$$

Rozbor příkladu

Máme za úkol najít rozklad na parciální zlomky. Polynom ve **jmenovateli má vyšší stupeň**, než polynom v čitateli. Není třeba provádět dělení a můžeme rovnou přistoupit k rozkladu.

Pro rozklad polynomu ve jmenovateli použijeme Hornerovo schéma a následně si napíšeme rovnici vyjadřující rozklad na jednotlivé parciální zlomky v obecném tvaru. Dle rovnice si poté sestavíme soustavu rovnic pro výpočet jednotlivých koeficientů. Řešením rovnice budou koeficienty z množiny \mathbb{Q} , čímž získáme rozklad funkce na parciální zlomky.

Řešení

Rozklad čitatele za pomoci Hornerova algoritmu na součin závorek.

	1	5	9	13	14	6	
-1	1	4	5	8	6	0	OK
-1	1	3	2	6	0		OK
-3	1	0	2	0			OK

Tabulka 1: Rozklad čitatele

Rozklad jmenovatele na součin v oboru reálných čísel je

$$x^5 + 5x^4 + 9x^3 + 13x^2 + 14x + 6 = (x + 1)^2(x + 3)(x^2 + 2)$$

Výraz $x^2 + 2$ nelze dále v oboru reálných čísel rozložit. Dostáváme funkci:

$$f(x) = \frac{3x^3 + x^2 - 4x + 16}{(x + 1)^2(x + 3)(x^2 + 2)}$$

Funkci můžeme nyní rozložit na parciální zlomky. Rozklad vypadá tedy následovně:

$$f(x) = \frac{3x^3 + x^2 - 4x + 16}{(x + 1)^2(x + 3)(x^2 + 2)} = \frac{A}{x + 1} + \frac{B}{(x + 1)^2} + \frac{C}{x + 3} + \frac{Dx + E}{x^2 + 2}$$

Rovnici upravíme:

$$\begin{aligned} 3x^3 + x^2 - 4x + 16 &= A(x^4 + 4x^3 + 5x^2 + 8x + 6) + \\ &+ B(x^3 + 3x^2 + 2x + 6) + \\ &+ C(x^4 + 2x^3 + 3x^2 + 4x + 2) + \\ &+ (Dx + E) \cdot (x^3 + 5x^2 + 7x + 3) \end{aligned}$$

a po roznásobení dostáváme:

$$\begin{aligned}
3x^3 + x^2 - 4x + 16 &= A(x^4 + 4x^3 + 5x^2 + 8x + 6) + \\
&+ B(x^3 + 3x^2 + 2x + 6) + \\
&+ C(x^4 + 2x^3 + 3x^2 + 4x + 2) + \\
&+ D(x^4 + 5x^3 + 7x^2 + 3x) + \\
&+ E(x^3 + 5x^2 + 7x + 3)
\end{aligned}$$

Vytkneme mocniny:

$$\begin{aligned}
3x^3 + x^2 - 4x + 16 &= x^4(A + C + D) + \\
&+ x^3(4A + B + 2C + 5D + E) + \\
&+ x^2(5A + 3B + 3C + 7D + 5E) + \\
&+ x^1(8A + 2B + 4C + 3D + 7E) + \\
&+ x^0(6A + 6B + 2C + 3E)
\end{aligned}$$

a dle této rovnice sestavíme soustavu rovnic pro výpočet koeficientů A, B, C, D a E :

$$\begin{aligned}
0 &= A + C + D \\
3 &= 4A + B + 2C + 5D + E \\
1 &= 5A + 3B + 3C + 7D + 5E \\
-4 &= 8A + 2B + 4C + 3D + 7E \\
16 &= 6A + 6B + 2C + 3E
\end{aligned}$$

Vyřešením soustavy rovnic dostáváme $A = 1, B = 3, C = -1, D = 0, E = -2$.
Výsledkem rozkladu je:

$$f(x) = \frac{1}{x+1} + \frac{3}{(x+1)^2} - \frac{1}{x+3} - \frac{2}{x^2+2}$$

2. úkol

Zadání

Najděte asymptoty grafu funkce

$$f(x) = x^2 \left(\frac{\pi}{4} - \arctg \left(\frac{x^2}{x^2 - 1} \right) \right)$$

Rozbor příkladu

Máme najít asymptoty grafu funkce. To znamená najít svislé asymptoty, šikmé asymptoty i vodorovné asymptoty.

Svislou asymptotou rozumíme přímkou ve tvaru $x = a$, jestliže

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = \pm\infty \vee \lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = \pm\infty$$

Vodorovnou asymptotou rozumíme přímkou ve tvaru $y = a$, jestliže

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = c \vee \lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = c$$

Šikmou asymptotou rozumíme přímku, ve tvaru $y = ax + b; a \neq 0$. Ta existuje v případě, že

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} f(x) = c; c \neq 0$$

Tyto limity je třeba najít a ověřit.

Řešení

Svislé asymptoty

Limita ze součinu dvou závorek je rovna $\pm\infty$, pokud jedna z těchto závorek je rovna $\pm\infty$. Výraz x^2 je primitivní funkcí, která má nevlastní limitu pouze v $\pm\infty$. Výraz $\frac{\pi}{4} - \operatorname{arctg}\left(\frac{x^2}{x^2-1}\right)$ má obor hodnot $(-\frac{\pi}{2}; +\frac{3\pi}{4})$. Funkce tedy nemá svislou asymptotu.

Vodorovné asymptoty

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} \underbrace{x^2}_{\rightarrow +\infty} \underbrace{\left(\frac{\pi}{4} - \operatorname{arctg}\left(\frac{x^2}{x^2-1}\right)\right)}_{\rightarrow \pi/4} = \infty \cdot 0$$

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \underbrace{x^2}_{\rightarrow +\infty} \underbrace{\left(\frac{\pi}{4} - \operatorname{arctg}\left(\frac{x^2}{x^2-1}\right)\right)}_{\rightarrow \pi/4} = \infty \cdot 0$$

Zjistíme, zda funkce je sudá.

$$x^2 \left(\frac{\pi}{4} - \operatorname{arctg}\left(\frac{x^2}{x^2-1}\right) \right) = (-x)^2 \left(\frac{\pi}{4} - \operatorname{arctg}\left(\frac{(-x)^2}{(-x)^2-1}\right) \right)$$

Což platí. Funkce má tedy nanejvýše jednu vodorovnou asymptotu. Pro výpočet limity použijeme L'Hospitalovo pravidlo.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow \pm\infty} x^2 \left(\frac{\pi}{4} - \operatorname{arctg}\left(\frac{x^2}{x^2-1}\right) \right) &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\frac{\pi}{4} - \operatorname{arctg}\left(\frac{x^2}{x^2-1}\right)}{x^{-2}} = \\ &= \lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{\frac{1}{1 + \left(\frac{x^2}{x^2-1}\right)^2} \cdot \frac{2x(x^2-1) - 2x \cdot x^2}{(x^2-1)^2}}{-2x^{-3}} = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{1}{1 + \left(\frac{x^2}{x^2-1}\right)^2} \cdot \frac{2x(x^2-1) - 2x \cdot x^2}{(x^2-1)^2} \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot x^3 \\ &= \lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{-x^4 + 2x^2 - 1}{2x^4 - 2x^2 + 1} \cdot \frac{x^4}{x^4 - 2x^2 + 1} = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{-x^8 + \overbrace{\dots}^{\rightarrow 0}}{2x^8 + \underbrace{\dots}_{\rightarrow 0}} = -\frac{1}{2} \end{aligned}$$

Funkce má tedy jedinou vodorovnou asymptotu s rovnicí

$$y = -\frac{1}{2}$$

Šikmé asymptoty

Jelikož $\lim_{x \rightarrow \pm\infty} f(x) = c$, tak potom $\lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{f(x)}{x} = 0$. Šikmá asymptota neexistuje.

3. úkol

3. úkol**4. úkol**

4. úkol**5. úkol**

5. úkol