

4. Integrální počet

Matematika pro ekonomy

Jaro 2012

Ivana Vaculová

Osnova:

- 1 Neurčitý integrál
- 2 Geometrická interpretace
- 3 Základní vzorce pro integrování
- 4 Určitý integrál
- 5 Užití integračního počtu
 5. 1 Obsah rovinného útvaru
 5. 2 Další příklady využití

1 Neurčitý integrál

Mějme dány funkce F, f definované na otevřeném intervalu J .
Funkce F se nazývá **primitivní k funkci f** na intervalu J , jestliže pro každé $x \in J$ platí:

$$F'(x) = f(x)$$

Množinu všech primitivních funkcí k dané funkci f nazýváme **neurčitým integrálem funkce f** a zapisujeme:

$$\int f(x) dx = F(x) + c.$$

$$F'(x) = f(x), c \in \mathbb{R}.$$

příčemž

Integrační
znak

Integrovaná
funkce

Integrační
proměnná

Integrační
konstanta

Výpočet neurčitého integrálu $\int f(x) dx$ = integrování funkce f

2 Geometrická interpretace

Známe-li graf jedné primitivní funkce F k funkci f na intervalu J , pak **grafy všech** primitivních funkcí k funkci f v intervalu J dostaneme **posunutím grafu funkce F ve směru osy y .**

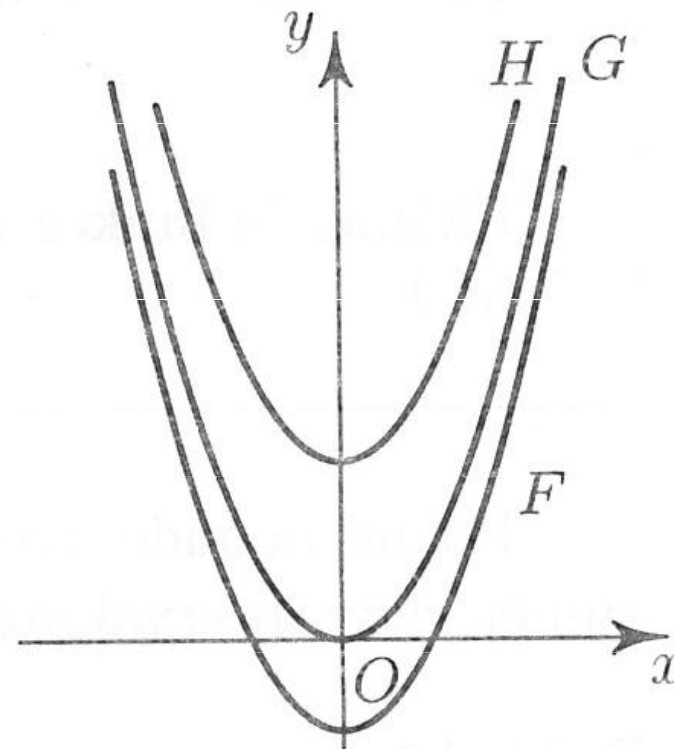
Např.:

Na obrázku jsou uvedeny grafy některých **primitivních funkcí** k funkci

$$f(x) = 2x.$$

Všechny tyto **primitivní funkce** k funkci $f(x)$ lze vyjádřit ve tvaru

$$F(x) = x^2 + C, \text{ kde } C \in \mathbb{R}.$$



$$\begin{aligned} G(x) &= F(x) + C \\ H(x) &= F(x) + C' \end{aligned}$$

3 Základní vzorce

Funkce $f: y = f(x)$	Vzorec pro neurčitý integrál $\int f(x) dx = F(x) + c, c \in \mathbb{R}$	Podmínky platnosti vzorce ($x \in D(F)$)
$y = 0$	$\int 0 dx = c (c \in \mathbb{R})$	$x \in (-\infty, +\infty)$
$y = 1$	$\int dx = x + c$	$x \in (-\infty, +\infty)$
$y = x^n, n \in \mathbb{N}$	$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c$	$x \in (-\infty, +\infty)$
$y = x^k, k \in \mathbb{Z}, k \neq -1$	$\int x^k dx = \frac{x^{k+1}}{k+1} + c$	$x \in (-\infty, +\infty)$ pro $k > 0$ ($k \in \mathbb{N}$) $x \in (-\infty, 0) \cup (0, +\infty)$ pro $k < 0$
$y = x^r, r \in \mathbb{R}, r \neq -1$	$\int x^r dx = \frac{x^{r+1}}{r+1} + c$	$x \in (0, +\infty)$
$y = \frac{1}{x}$	$\int \frac{1}{x} dx = \ln x + c$	$x \in (-\infty, 0) \cup (0, +\infty)$
$y = e^x$	$\int e^x dx = e^x + c$	$x \in (-\infty, +\infty)$
$y = a^x (a > 0, a \neq 1)$	$\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + c$	$x \in (-\infty, +\infty)$
$y = \sin x$	$\int \sin x dx = -\cos x + c$	$x \in (-\infty, +\infty)$
$y = \cos x$	$\int \cos x dx = \sin x + c$	$x \in (-\infty, +\infty)$
$y = \frac{1}{\cos^2 x}$	$\int \frac{1}{\cos^2 x} dx = \operatorname{tg} x + c$	$x \in \bigcup_{k \in \mathbb{Z}} \left((2k-1)\frac{\pi}{2}, (2k+1)\frac{\pi}{2} \right)$
$y = \frac{1}{\sin^2 x}$	$\int \frac{1}{\sin^2 x} dx = -\operatorname{cotg} x + c$	$x \in \bigcup_{k \in \mathbb{Z}} (k\pi, (k+1)\pi)$

Existují-li v otevřeném intervalu J **primitivní funkce** k **funkcím** $f(x)$, $g(x)$ a jsou-li c_1 , c_2 libovolné konstanty, pak platí následující vztahy:

$$\int c_1 f(x) dx = c_1 \int f(x) dx$$

$$\int [f(x) + g(x)] dx = \int f(x) dx + \int g(x) dx$$

$$\int [f(x) - g(x)] dx = \int f(x) dx - \int g(x) dx$$

$$\int [c_1 f(x) + c_2 g(x)] dx = c_1 \int f(x) dx + c_2 \int g(x) dx$$

4 Určitý integrál

Nechť F je primitivní funkce k funkci f v intervalu I . Rozdíl $F(b) - F(a)$ funkčních hodnot funkce F v libovolných bodech a , b tohoto intervalu se nazývá **určitý integrál funkce f** v mezích od a do b a značí se:

Horní mez

$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a).$$

Dolní mez

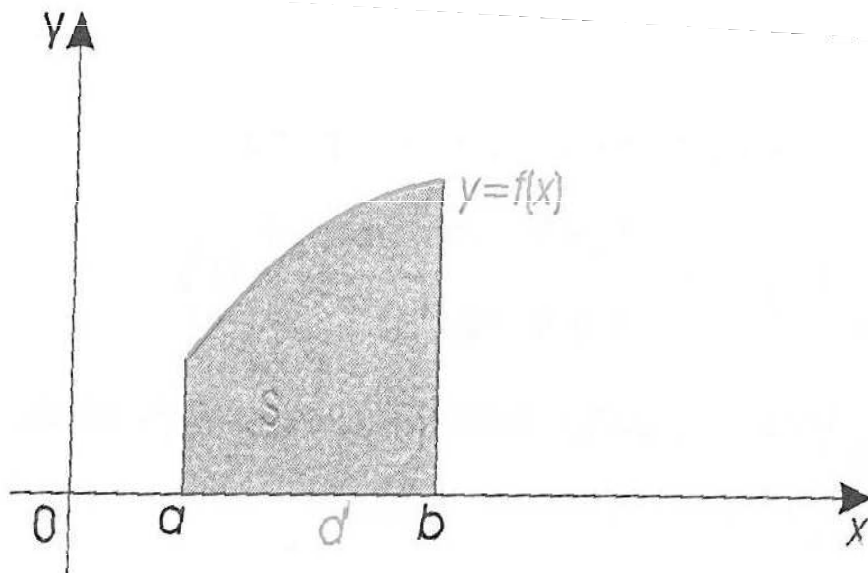
Při výpočtu integrálu zpravidla využíváme tento způsob zápisu:

$$\int_a^b f(x) dx = [F(x)]_a^b$$

5 Užití integračního počtu

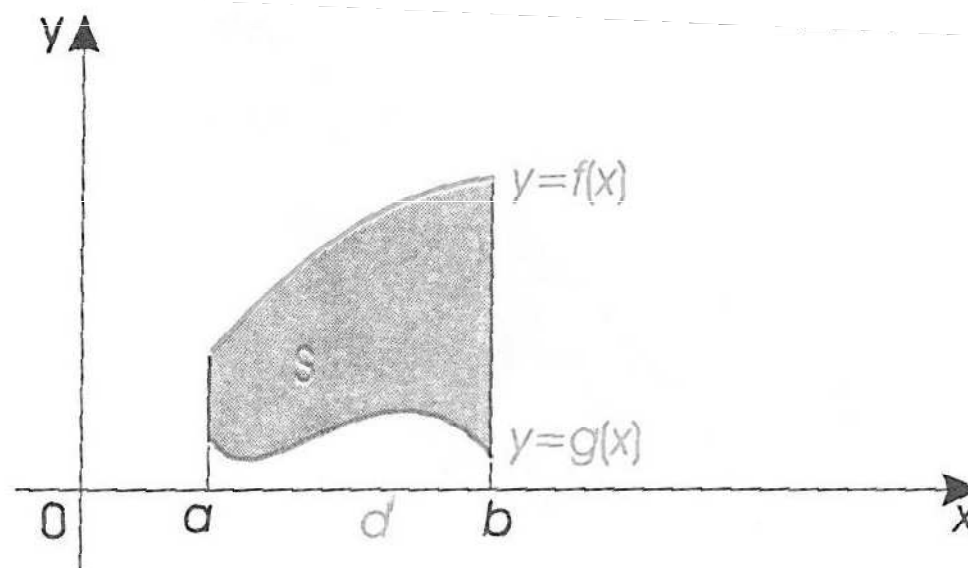
5.1 Obsah rovinného útvaru

a) Obsah křivočarého lichoběžníku:



$$s = \int_a^b f(x) dx$$

b) Obsah obrazce ohraničeného grafy spojitých funkcí f(x) a g(x):



$$S = \int_a^b [f(x) - g(x)] dx$$

5 Užití integračního počtu

5. 2 Další příklady využití

- a) Objem rotačního tělesa
- b) Obsah pláště rotačního tělesa
- c) Fyzikální aplikace (dráha přímočarého pohybu, práce)

Literatura

- Kaňka M. a kol. Učebnice matematiky pro ekonomické fakulty. Praha: Victoria Publishing, 1996.
- Delventhal, K., M., Kissner, A., Kulick, M. Kompendium matematiky. Praha: Euromedia Group k. s., 2003.
- Hrubý, D., Kubát, J. Matematika pro gymnázia – Diferenciální a integrální počet. Praha: Prometheus, 1997.
- Polák, J. Přehled středoškolské matematiky. Praha: Prometheus, 1998.
- http://www.studopory.vsb.cz/studijnimaterialy/Matematika/08_MI_KAP%202_1.pdf