



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

KVADRATICKÁ FUNKCE

URČENÍ KVADRATICKÉ FUNKCE Z PŘEDPISU FUNKCE

Slovo kvadrát vzniklo z latinského slova *quadratus* které znamená: čtyřhranný, čtvercový. Obsah čtverce se vypočítá, jako druhá mocnina délky strany. Proto pokud mluvíme o kvadratické rovnici, rovnice, vždy musí obsahovat kvadratický člen (s druhou mocninou) a nesmí obsahovat žádné členy vyššího řádu.

Kvadratická funkce je dána předpisem $y = ax^2 + bx + c$. Kde $a \neq 0$.

Příklad

Poznejte, zda jde o předpis kvadratické rovnice:

- 1) $y = 5x^2 + 3x - 2$ -Ano
- 2) $y = 3x^3 + 5x^2 + 3x - 2$ - Ne, obsahuje člen třetího řádu tzv.: jde o kubickou funkci
- 3) $y = 5x^2 + 3x$ - Ano
- 4) $y = 5x^2 - 2$ - Ano
- 5) $y = 5x^2$ - Ano
- 6) $y = 3x - 2$ -Ne, neobsahuje kvadratický člen, jde o funkci
- 7) $y = -5x^2 + 3x - 2$ - Ano, před kvadratickým členem, může být znaménko mínus.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

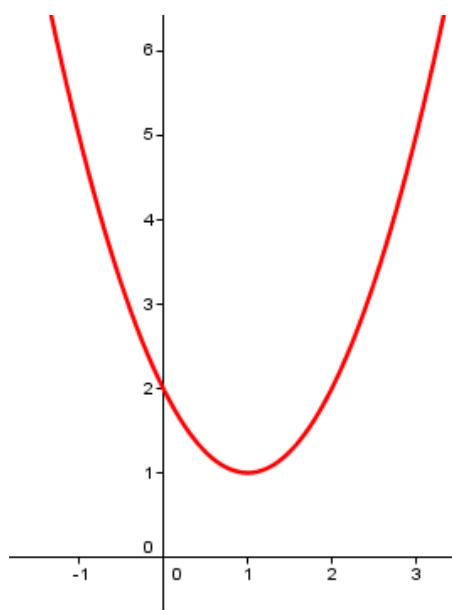
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

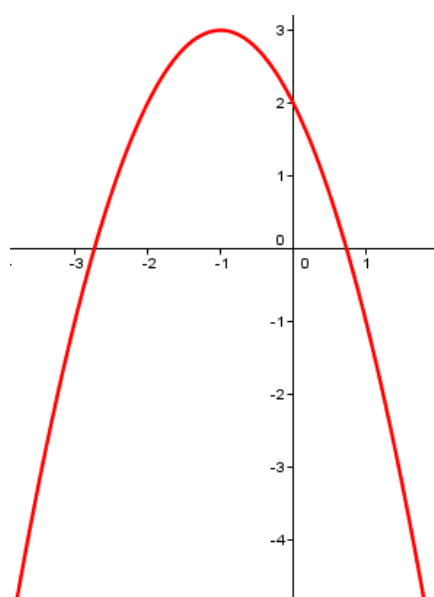
GRAF KVADRATICKÉ FUNKCE

Grafem kvadratické funkce je parabola. Otočení paraboly určuje znaménko před kvadratickým členem.



Graf funkce

$$y = x^2 + 2x + 2$$



Graf funkce

$$y = -x^2 + 2x + 2$$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

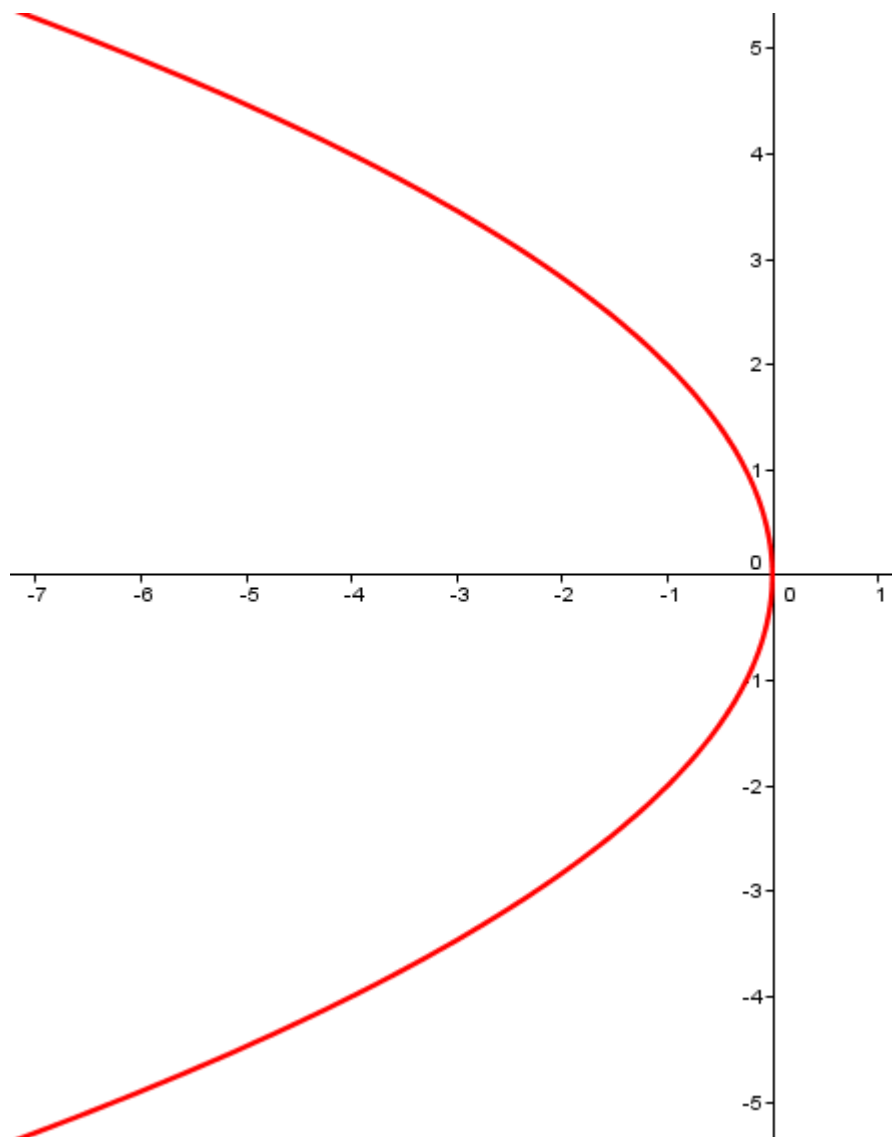
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

Pozor!!!

Následující obrázek je také obrázek paraboly, ale **nejde o funkci!**



Funkce přiřazuje každé x -ové hodnotě právě jednu y -ovou hodnotu. V tomto případě x -ové hodnotě $x=-1$ jsou přiřazeny y -ové hodnoty $y = 2$ a $y = -2$. Nejde tedy o funkci



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

VÝPOČET SOUŘADNIC VRCHOLU

x-ová souřadnice:

$$-\frac{b}{2a}$$

y-ová souřadnice:

Po vypočtení x-ové souřadnice, můžeme tuto hodnotu dosadit do předpisu funkce a vyjde nám y-ová souřadnice

Případně použijeme vzorec: $\frac{-b^2+4ac}{4a}$

Příklad

Vypočti souřadnice vrcholu funkce: $y = x^2 - 2x + 2$

Řešení:

x-ová souřadnice:

$$-\frac{b}{2a} = -\frac{-2}{2 \cdot 1} = 1$$

y-ová souřadnice:

Po dosazení do předpisu funkce:

$$y = x^2 - 2x + 2 = 1^2 - 2 \cdot 1 + 2 = 1$$

Případně po dosazení do vzorečku:

$$\frac{-b^2 + 4ac}{4a} = \frac{-(-2)^2 + 4 \cdot 1 \cdot 2}{4 \cdot 1} = 1$$

Vrchol kvadratické funkce má souřadnice [1;1]



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

VÝPOČET PRŮSEČÍKŮ S OSAMI

Průsečík s osou y

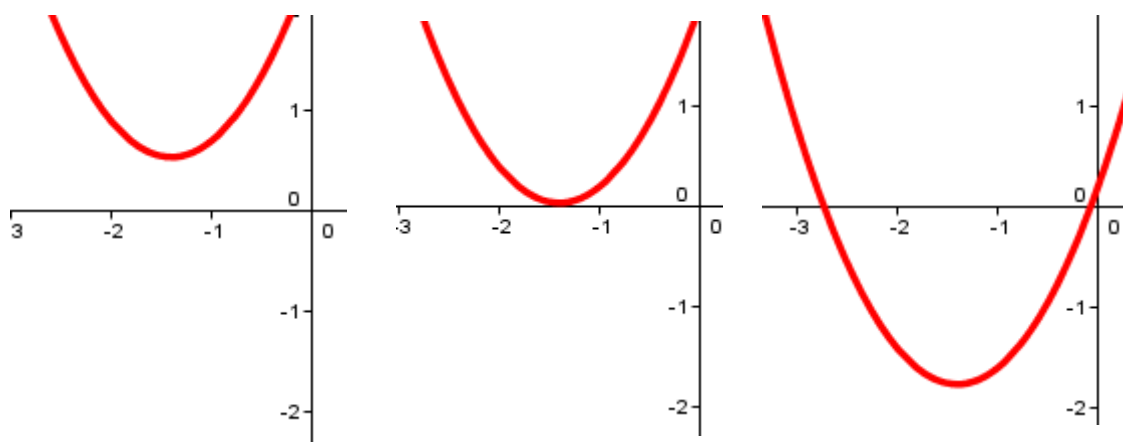
Průsečík s osou y nastává v momentě, kdy je x-ová souřadnice rovna nule. Po dosazení za $x = 0$ dostaneme:

$$y = ax^2 + bx + c = 0 \cdot x^2 + 0 \cdot x + c = c$$

y-ová souřadnice průsečíku je koeficient c . Souřadnice průsečíku s osou y jsou $[0;c]$

Průsečík s osou x

Mohou nastat celkem 3 situace vyobrazené na obrázcích níže:



Kvadratická funkce nemusí mít žádné řešení, pak se parabola nedotýká osy x.

Může mít jedno řešení, pak se parabola právě dotýká osy x, stejně jako na prostředním obrázku

Může mít dvě řešení, pak parabola protíná osu x ve dvou místech.

Výpočet průsečíků s osou x

Průsečík s osou x nastává v momentě, kdy je $y = 0$.

Po dosazení: $0 = ax^2 + bx + c$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

Nejdříve spočítáme diskriminant:

$$D = b^2 - 4ac$$

Diskriminant poté dosazujeme do rovnice:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$$

Diskriminant budeme muset odmocňovat. Odmocňovat záporná čísla nelze. Proto pokud je $D < 0$, rovnice nemá řešení a parabola se neprotíná s osou x .

Pokud: $D = 0$. Pak oba kořeny mají stejnou hodnotu, tudíž nám stačí spočítat pouze jeden kořen. V takovém případě se parabola dotýká osy x .

Pokud $D > 0$ Před odmocninou z diskriminantu je znak \pm . Rovnice má dvě řešení, jedno, pokud použijeme $+$. Druhé řešení, použijeme-li mínus. Proto se za x píše index 1,2. Naznačujeme tím, že rovnice má dvě řešení. V případě, že $D > 0$ můžeme rovnici spočítat.

Příklad

vypočítejte průsečíky funkce $y = x^2 + 2x + 1$ s osou x . Graf funkce je na obrázku vpravo.

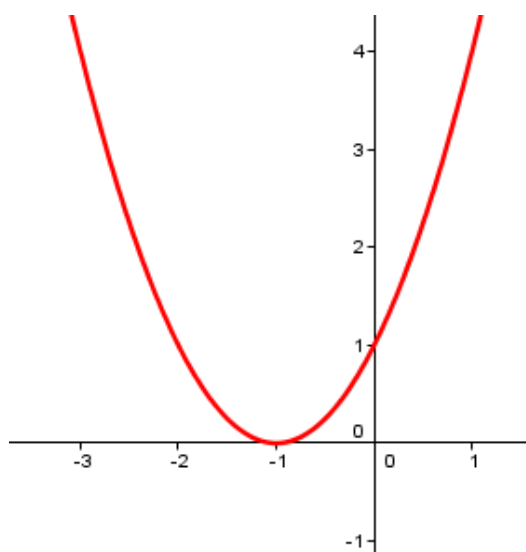
Řešení:

$$D = b^2 - 4ac = 4^2 - 4 \cdot 1 \cdot 1 = 0$$

Pokud $D = 0$ parabola se pouze dotýká osy x v jednom bodě.

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{-2 \pm \sqrt{0}}{2 \cdot 1} = \frac{-2}{2} = -1$$

x -ová souřadnice bodu dotyku je -1





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

Příklad

vypočítejte průsečíky funkce $y = -x^2 + x + 2$ s osou x . Graf funkce je na obrázku vpravo.

Řešení

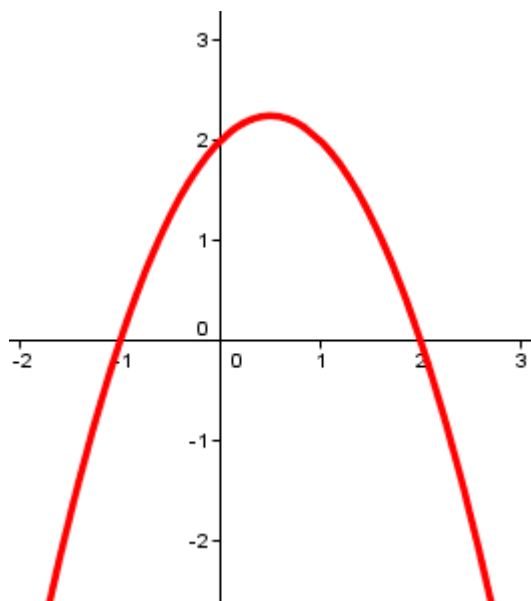
$$D = b^2 - 4ac = 1^2 - 4 \times (-1) \times 2 = 9$$

Pokud $D > 0$, pak parabola má dva průsečíky s osou x .

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{-1 \pm \sqrt{9}}{2 \times (-1)} = \frac{1 \pm 3}{2}$$

$$x_1 = \frac{1 - 3}{2} = -1$$

$$x_2 = \frac{1 + 3}{2} = 2$$



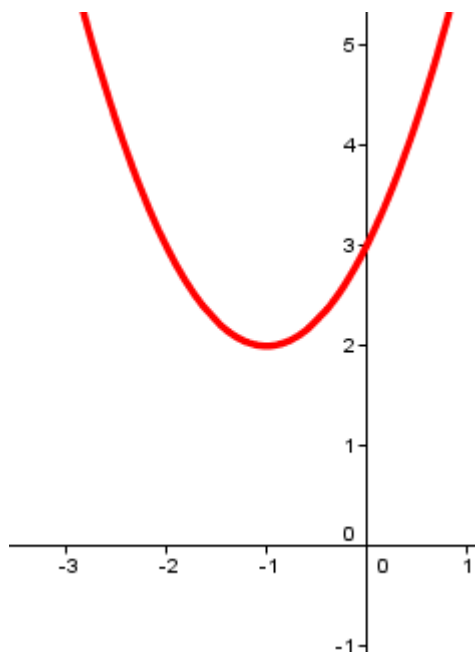
Příklad

vypočítejte průsečíky funkce $y = x^2 + 2x + 3$ s osou x . Graf funkce je na obrázku vpravo.

Řešení:

$$D = b^2 - 4ac = 2^2 - 4 \times 1 \times 3 = -8$$

$D < 0$ Tudíž parabola nemá průsečík s osou x





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

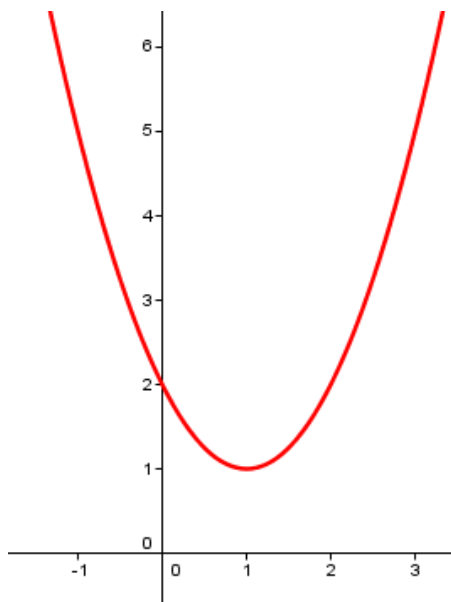
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

VLASTNOSTI KVADRATICKÉ FUNKCE

Vlastnosti funkce jsou viditelné z grafu funkce. Vlastnosti funkce budeme ukazovat na funkci $y = x^2 - 2x + 2$ a jejím grafu. Vrchol funkce je v souřadnicích $[1;1]$



Definiční obor - $D(f)$

Je množina všech hodnot, které můžeme dosazovat za x . V případě kvadratické funkce, můžeme dosazovat libovolná čísla z množiny reálných čísel. Tedy: $D(f) = \mathbb{R}$

Obor hodnot - $H(f)$

Je množina všech hodnot, které může nabývat y . V případě naší kvadratické funkce, můžeme nabývat čísel od 1 do plus nekonečna. Tedy $H(f) = \langle 1, +\infty \rangle$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

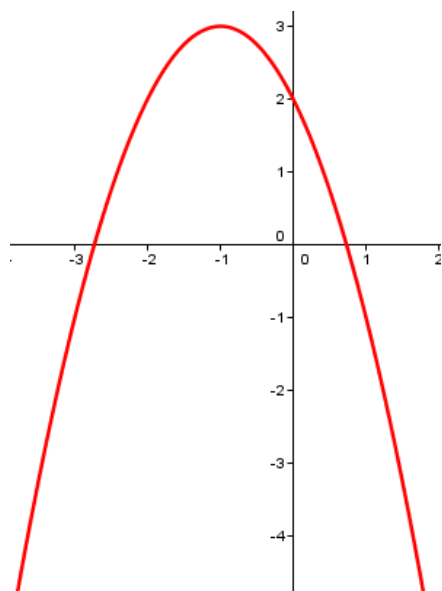
Příklad

Určete obor hodnot funkce: $y = -x^2 + 2x + 2$

Řešení

V případě grafu funkce: $y = -x^2 + 2x + 2$, Kde y -ová souřadnice vrcholu grafu je 3

Je $H(f) = (-\infty, 3)$



Obecné vyjádření oboru hodnot:

Pokud je $a > 0$ pak

$H(f) = \left(\frac{-b^2+4ac}{4a}; +\infty \right)$ (Tedy od y -ové hodnoty vrcholu do nekonečna)

Pokud je $a < 0$ pak

$H(f) = \left(-\infty; \frac{-b^2+4ac}{4a} \right)$ (Tedy od minus nekonečna do y -ové hodnoty vrcholu)

Kde $\frac{-b^2+4ac}{4a}$ je y -ová souřadnice vrcholu.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

Rostoucí/Klesající

Pro $a > 0$ je do vrcholu klesající a od vrcholu je rostoucí

Tedy na intervalu:

$(-\infty; \frac{-b^2+4ac}{4a})$ je rostoucí.

A na intervalu:

$(\frac{-b^2+4ac}{4a}; +\infty)$ je klesající.

Pro $a < 0$ je do vrcholu rostoucí a od vrcholu je klesající

Tedy na intervalu:

$(-\infty; \frac{-b^2+4ac}{4a})$ je klesající.

A na intervalu:

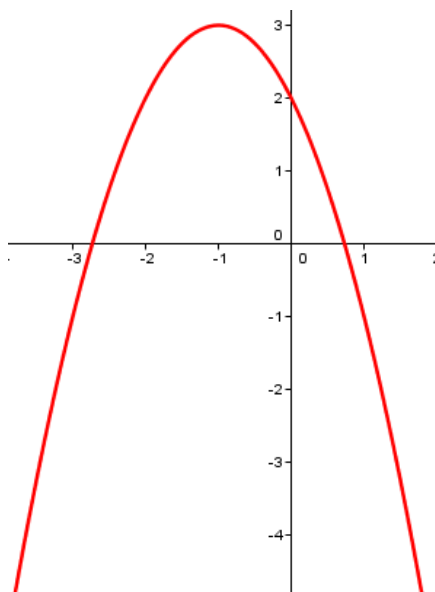
$(\frac{-b^2+4ac}{4a}; +\infty)$ je rostoucí.

Konkrétně naše funkce $y = -x^2 + 2x + 2$ (podívej se na její graf)
 $a > 0$

$(-\infty; -1)$ je rostoucí

a na intervalu:

$(-1; +\infty)$ je klesající





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

Extrém funkce

Pro $a > 0$

V bodě přechodu z klesající na rostoucí funkci se nachází vrchol funkce. Vrchol je v tomto případě bodem s nejmenší y -ovou hodnotou. Tento extrém nazýváme minimum.

Pro $a < 0$

V bodě přechodu z rostoucí na klesající funkci se nachází vrchol funkce. Vrchol je v tomto případě bodem s největší y -ovou hodnotou. Tento extrém nazýváme maximum.

Monotónnost funkce

Funkce je monotónní, pokud je pouze rostoucí a nebo pouze klesající na celém intervalu. Kvadratická funkce není monotónní funkcí.

Sudá funkce

Funkce je sudá, pokud je souměrná podle osy y . Sudé jsou kvadratické funkce, které mají $b = 0$ tedy funkce s předpisem:
 $y = ax^2 + c$.

Lichá funkce

Funkce jsou liché, pokud jsou souměrné podle počátku. Kvadratické funkce, nejsou liché.

Periodická funkce

Je funkce, která opakuje své hodnoty po určité konečné periodě. Kvadratická funkce není periodická

Omezená

Pro $a > 0$ je omezená zdola.

Pro $a < 0$ je omezená shora.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

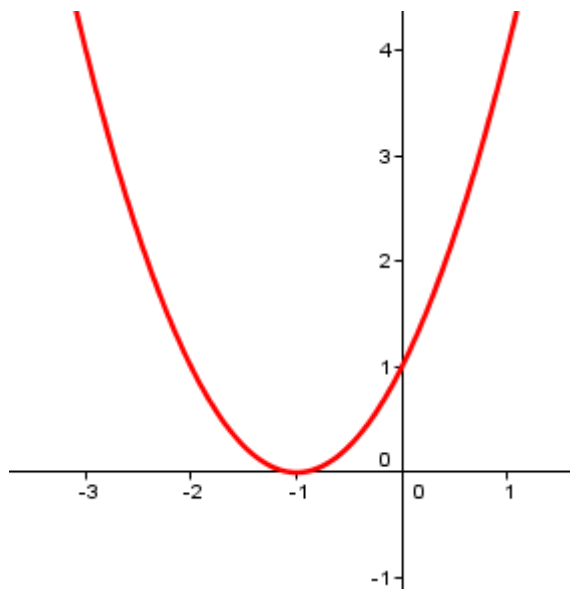
Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

Příklad

určete vlastnosti kvadratické funkce $y = x^2 + 2x + 1$

Řešení:

Graf funkce:



Definiční obor -
 $D(f)$

$$D(f) = \mathbb{R}$$

Obor hodnot - $H(f)$

$$H(f) = \langle 0, +\infty \rangle$$

Rostoucí/Klesající

$(-\infty; -1)$ je rostoucí

A na intervalu:

$(-1; +\infty)$ je klesající

Extrém funkce

Minimum je v bodě $[-1; 0]$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

Monotónnost funkce

není monotónní funkcí.

Sudá funkce

Není sudá

Lichá funkce

Není lichá

Periodická funkce

Není periodická

Omezená

Je omezená zdola.

DYNAMICKÝ MODEL PŘÍMÉ ÚMĚRNOSTI

V příkladech a ukázkách najdeš dynamický model přímé úměrnosti. Vpravo nahoře najdeš tři táhla, kterým můžeš měnit hodnoty: a , b , c . Zkus vyzkoumat, jaký vliv mají jednotlivé parametry a , b , c na vzhled grafu.

GEOMETRICKÝ VÝZNAM PARAMETRŮ

Koeficient a

Pokud je kladný je parabola „otevřena“ nahoru. Můžeme ji říkat „d'olík“. Pokud je koeficient a roven nule, jde o lineární funkci. Pokud je koeficient a menší než nula je parabola „otevřena“ dolů. Můžeme jí říkat „kopeček“. Čím dále je koeficient a od nuly, tím více se přimyká kladné případně záporné části osy y , podle toho, zda je koeficient a kladný a nebo záporný.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

Koeficient b

Ovlivňuje umístění vrcholu paraboly. Nemá vliv na průsečík s osou y .

Koeficient c

Ovlivňuje horizontální umístění paraboly.

SESTROJENÍ GRAFU KVADRATICKÉ FUNKCE

Pro sestrojení grafu kvadratické funkce si nejdříve spočítáme souřadnice vrcholu a průsečíků s osami. Dále si dopočítáme souřadnice dalších bodů ležících na grafu kvadratické funkce. Všechny body vyneseme do grafu a spojíme je buď od ruky a nebo pomocí vhodného křivítka.

Příklad

Sestrojte graf funkce $y = -x^2 + x + 2$.

Průsečíky s osou x:

$$D = b^2 - 4ac = 1^2 - 4 \times (-1) \times 2 = 9$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{-1 \pm \sqrt{9}}{2 \times (-1)} = \frac{1 \pm 3}{2}$$

$$x_1 = \frac{1 - 3}{2} = -1$$

$$x_2 = \frac{1 + 3}{2} = 2$$

Souřadnice průsečíku s osou x: $[-1; 0]$ a $[2; 0]$

Průsečík s osou y:

Souřadnice průsečíku s osou y: $[0; 2]$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

Souřadnice vrcholu:

x-ová souřadnice:

$$-\frac{b}{2a} = -\frac{-1}{2 \times 1} = \frac{1}{2}$$

y-ová souřadnice:

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

Souřadnice vrcholu jsou: $\left[\frac{1}{2}; 2\frac{3}{4}\right]$

Dopočítání dalších bodů grafu, zvolíme si x-ovou hodnotu a dopočítáme si pro ni y-ovou hodnotu. Ukážeme na jednom příkladu:

Volíme $x = 1$

$$\text{Dopočítáme: } y = -x^2 + x + 2 = -1^2 + 1 + 2 = 2$$

Podobným způsobem dopočítáme ostatní body. Výsledky jsou v tabulce:

Souřadnice x	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
Souřadnice y	-10	-4	0	2	2	0	-4	-10



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



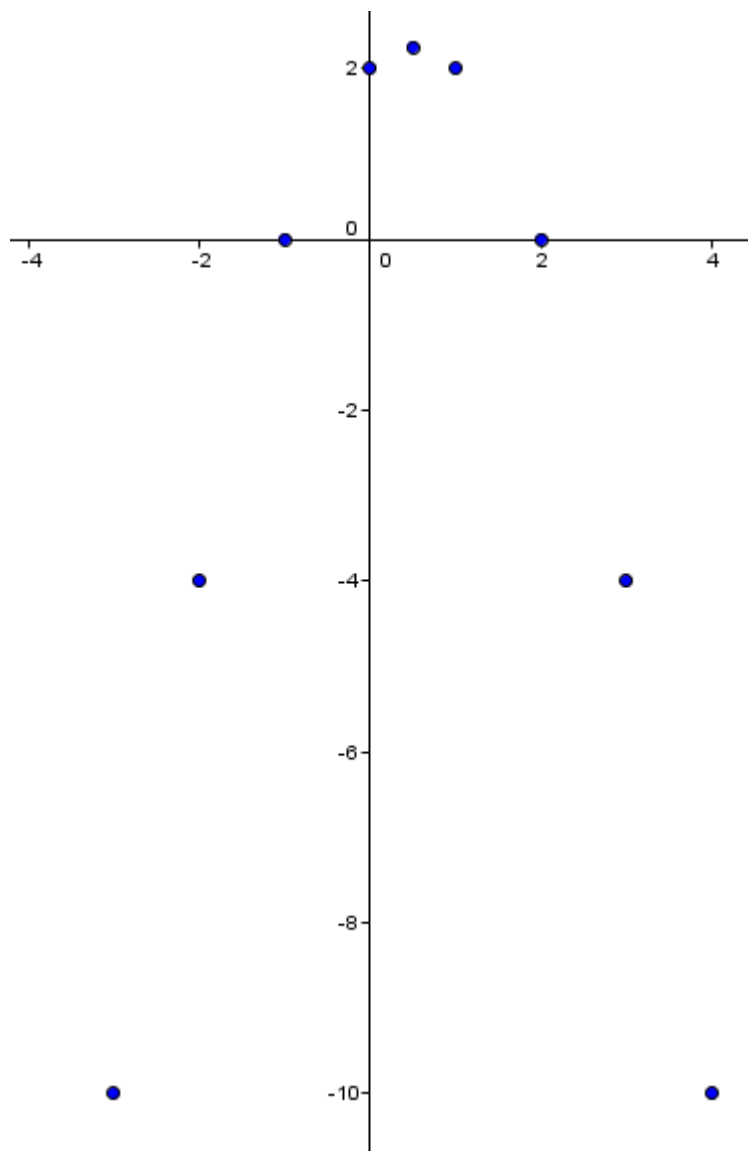
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

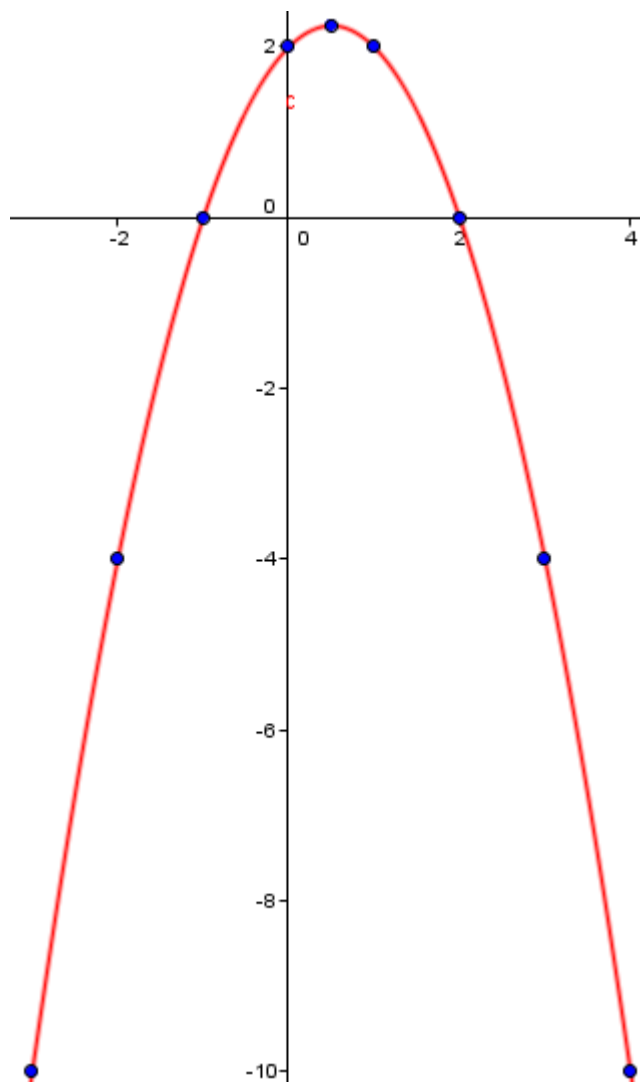
Body vyneseme do grafu viz. Obrázek níže:



**Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí
prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým
zaměřením**

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

A spojíme viz. obrázek níže:



Ukázka řešení reálných problémů pomocí kvadratické funkce



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým zaměřením

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

Příklad: Vyhození balónu přímo vzhůru

Pokud vyhodíme balón z výšky 3m přímo vzhůru rychlostí 14 m/s. Za jak dlouho dopadne na zem?

Řešení:

Vzorec pro výpočet okamžité výšky h svislého vrhu

$$h = h_0 + v_0 t - 1/2 g t^2$$

h_0 - výška v době hodu, v našem případě je 3 m

v_0 - počáteční rychlost v našem případě 14 m/s

t - čas letu je v neznámý

$\frac{1}{2}g$ - gravitační zrychlení budem počítat = 10. Tedy polovina z něj je 5

Po dosazení:

$$h = 3 + 14t - 5t^2$$

Ptáme se, jaký čas uplyne od vyhození do dopadnutí, tedy do situace $h = 0$.

$$0 = 3 + 14t - 5t^2$$

Dostáváme kvadratickou rovnici, kterou pro úplnost přepíšeme do „obvyklého“ tvaru a vyřešíme:

$$-5t^2 + 14t + 3 = 0$$

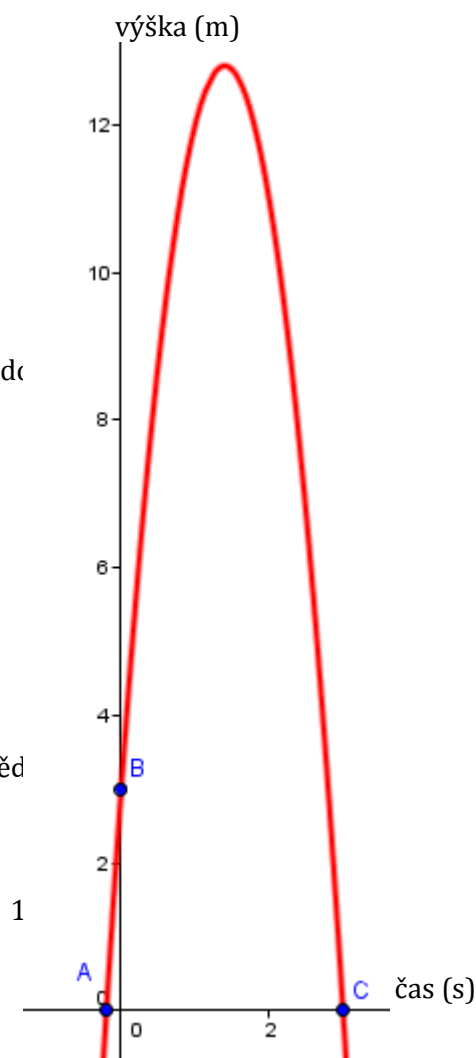
$$D = 14^2 - 4 \times (-5) \times 3 = 256$$

$$t_{1,2} = \frac{-14 \pm \sqrt{256}}{2 \times (-5)} = \frac{-14 \pm 16}{-10}$$

$$t_1 = 3 \text{ a } t_2 = -0,2$$

Záporný čas, v našem případě není možný, takže správná odpověď je $t = 3$ s.

Tedy míč dopadne za 3 vteřiny.



1



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Zvýšení matematických a odborných jazykových znalostí
prostřednictvím ICT u žáků středních škol s technickým
zaměřením**

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.14/01.0021“

Pro lepší představu uvádím graf:

Body A a C jsou body dopadu

Bod B je bod vyhození do výšky

Z grafu je patrné, že míč vyletěl až do téměř 13m výšky.